Die örtliche Betäubung : ihre wissenschaftlichen Grundlagen und praktische Anwendung, ein Hand- und Lehrbuch / von Prof. Dr. Heinrich Braun.

Contributors

Braun, Heinrich, 1862-1934.

Publication/Creation

Leipzig : Johann Ambrosius Barth, 1925.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/yyxwvqtu

License and attribution

Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).

wellcome collection

Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
https://wellcomecollection.org

HEINRICH BRAUN

DIE ÖRTLICHE BETÄUBUNG

SIEBENTE AUFLAGE

22102115652

Med
K42709

76 D

24. 3.25
R. M. 22.50
115
LIBRARY OF THE BRITISH MEDICAL ASSOCIATION
PRESENTED BY THE EDITOR OF B. M. J.

Die örtliche Betäubung

ihre wissenschaftlichen Grundlagen und praktische Anwendung

Ein Hand- und Lehrbuch

von

Prof. Dr. Heinrich Braun
Geh. Medizinalrat, Direktor des Krankenstiftes in Zwickau

Siebente durchgesehene und ergänzte Auflage

Mit 212 zum Teil farbigen Abbildungen

anaesthesin

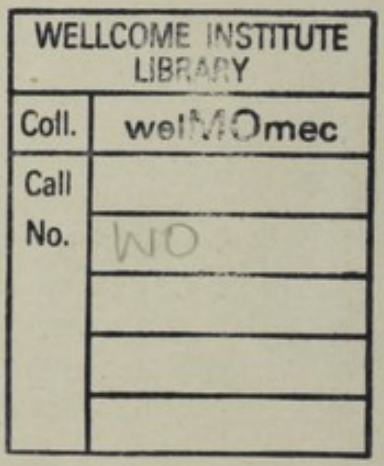
1 9 2 5

Leipzig · Verlag von Johann Ambrosius Barth

(12544429

1. Auflage erschien 1905
2. Auflage erschien 1907
3. Auflage erschien 1913
4. Auflage erschien 1914
5. Auflage erschien 1919
6. Auflage erschien 1921
7. Auflage erschien 1925

Copyright by Johann Ambrosius Barth, Leipzig 1925
Alle Rechte vorbehalten



Druck von Grimme & Trömel in Leipzig

BRITISH MEDICAL ASSOCIATION LIBRARY OF THE PRESENTED BY THE EDITOR OF B. M. J.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Lokalanästhesie auf dem Gebiet der allgemeinen Chirurgie in der Ausdehnung anzuwenden, als es mit Nutzen für die Kranken möglich ist, war bisher nur derjenige in der Lage, der eine erhebliche Zahl einschlägiger Arbeiten studiert und durch Übung und Erfahrung die beschränkten Grenzen des Verfahrens kennengelernt hatte. Die chirurgischen Hand- und Lehrbücher geben davon nur eine sehr allgemeine Anschauung, während sich die Spezialmonographien, die die Lokalanästhesie behandeln, fast ausnahmslos auf die gewöhnlich über das Ziel hinausschießende Empfehlung einer bestimmten Methode beschränken. Vieles Einzelne ist in den letzten Jahren hinzugekommen, was die Ausübung der Lokalanästhesie erleichtert. Auch hat sich gezeigt, daß die schematische Anwendung einer Methode nicht das richtige ist, daß vielmehr beinahe jede Operation, jedes Gewebe, jeder Körperteil eine besondere Anästhesierungstechnik erforderlich macht, und Operationen häufig nur nach genauester Kenntnis der Innervation des Operationsfeldes unter Lokalanästhesie ausführbar sind.

Es ist daher wohl an der Zeit, einmal unsere gegenwärtigen Kenntnisse der Lokalanästhesie zusammenzufassen. Ich habe, wie bekannt, seit Jahren für diesen Zweck vorgearbeitet. Die in einer Anzahl von Arbeiten veröffentlichten Ergebnisse meiner Untersuchungen über die wissenschaftlichen Grundlagen der Lokalanästhesie bilden, auf der einen Seite mannigfach ergänzt und erweitert, auf der anderen Seite des Unwesentlichen entledigt und verkürzt, einen Teil des Inhalts dieses Buches. Die Entwicklung der verschiedenen örtlichen Anästhesierungsmethoden habe ich mich möglichst objektiv zu schildern bestrebt. Die praktische Anwendung der Lokalanästhesie habe ich so darzustellen versucht, daß dem Leser das Studium vieler Einzelarbeiten und die Notwendigkeit längerer Erfahrung erspart bleibt. Das war nur möglich in Form einer auf die Lokalanästhesie zugeschnittenen Operationslehre und mit Hilfe zahlreicher Abbildungen. Dieser Teil des Buches trägt natürlicherweise einen subjektiveren Charakter; denn ich kann nur beschreiben, wie ich selbst nach Kenntnis aller Methoden und jahrelangen Versuchen mit ihnen Operationen unter Lokalanästhesie

ausführe. Durch die Einführung des Suprarenins als Hilfsmittel der Lokalanästhesie ist deren Technik vielfach beeinflußt worden, wie überall zu erkennen ist. Photogramme und Zeichnungen sind zum größten Teil von mir angefertigt.

Zu einem anschaulichen Bilde der Lokalanästhesie gehört auch eine Darstellung ihrer Anwendung in den Spezialfächern (Ophthalmologie, Otologie, Rhinologie, Urologie). Bei der Abfassung dieser Abschnitte haben mich teilweise Spezialisten unterstützt, insbesondere bin ich Herrn Prof. Schwarz in Leipzig für seine Hilfe in dieser Richtung zu Dank verpflichtet. Ebensowenig durfte die Schilderung der Medullaranästhesie unterbleiben, da sie eine besondere Form der Lokalanästhesie darstellt und innerhalb gewisser Grenzen zu einer praktisch wichtigen Methode geworden ist. Eine Zusammenstellung der Literatur, die auf absolute Vollständigkeit keinen Anspruch macht, wird manchem Leser willkommen sein.

Leipzig, im März 1905.

Dr. H. Braun.

Vorwort zur siebenten Auflage.

Die zweite Auflage dieses Werkes erschien 1907, die dritte 1913, die vierte 1914, die fünfte 1919, die sechste 1921. Die dritte Auflage hatte eine völlige Umarbeitung derjenigen Abschnitte erfahren, welche die praktische Anwendung der örtlichen Betäubung betraf. Auch von den alten Abbildungen wurden wenige in diese Auflage übernommen. Die folgenden Auflagen sind dann fortlaufend den neueren Erfahrungen entsprechend ergänzt und teilweise umgearbeitet worden, so daß sie der fortschreitenden Entwicklung der örtlichen Betäubung gefolgt sind. In der fünften Auflage wurde der alte Titel „Lokalanästhesie“ in „Örtliche Betäubung“ abgeändert und im Text wurden weit über 4000 überflüssige Fremdworte ausgemerzt. Die vorliegende Auflage ist wieder entsprechend den neuen Erfahrungen ergänzt. Der Abschnitt über Operationen am Halse ist neu bearbeitet. Auch ist, wie bereits in den letzten Auflagen, das Literaturverzeichnis weiter beschränkt worden durch Weglassen derjenigen Arbeiten, die keinerlei Bedeutung mehr für die heutige Zeit besitzen.

Zwickau, im Januar 1925.

Prof. Dr. H. Braun.

LIBRARY OF THE BRITISH MEDICAL ASSOCIATION
PRESENTED BY THE EDITOR OF B. M. J.

Inhalt.

Seite

1. Die Geschichte der örtlichen Betäubung bis zur Entdeckung des Kokains 1
2. Empfindlichkeit und Schmerz. Die Betäubungsverfahren 13
3. Die schmerzstillende Wirkung der Nervenkompression und der Blutleere 32
4. Die örtliche Betäubung durch Abkühlung 37
5. Die osmotische Spannung wässeriger Lösungen. Quellungs- und Schrumpfungsanästhesie 50
6. Indifferente und differente Stoffe. Resorption und örtliche Vergiftung. Prüfungsverfahren, allgemeine Eigenschaften und Anwendungsformen örtlich betäubender Mittel 61
7. Die örtlich betäubenden Arzneimittel 75
   - A. Kokain 75
     - Geschichte der Kokainbetäubung und Kokainvergiftung 76
     - Physiologische Wirkungen des Kokains 82
     - Wesen und Mechanik der örtlichen Kokainvergiftung 82
     - Verhütung und Behandlung der Kokainvergiftung. Die Dosierung des Kokains 98
     - Die örtliche Schädigung der Gewebe durch Kokainlösungen. Ihre Herstellung und Sterilisation 104
     - Die Verwendung anderer Kokainverbindungen zur örtlichen Betäubung 106
   - B. Tropakokain 109
   - C. Eukain 114
   - D. Holokain 120
   - E. Aneson 121
   - F. Akoin 122
   - G. Die Betäubungsmittel der Orthoformgruppe 127
     - a) Orthoform 127
     - b) „Orthoform neu“ 128
     - c) Nirvanin. 129
     - d) Anästhesin und Subkutin (Ritsert) 131
     - e) Propäsin und Zykloform 132
   - H. Stovain 132
   - I. Alypin 134
   - K. Novokain 137
   - L. Tutokain 145
   - M. Andere Betäubungsmittel 146
8. Weitere Hilfsmittel der örtlichen Betäubung. Über den Einfluß der Vitalität der Gewebe auf die örtliche und toxische Wirkung örtlich betäubender Mittel 150
   - A. Einfluß der mechanischen Unterbrechung des Blutstroms auf örtliche und allgemeine Vergiftung 151

Seite

B. Einfluß starker Abkühlung der Gewebe auf örtliche und allgemeine Vergiftung 153
C. Das Suprarenin (Adrenalin) und sein Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung 156
9. Die verschiedenen Arten der Verwendung örtlich betäubender Arzneimittel 170
A. Die Betäubung von Oberflächen (Schleimhäuten, serösen Häuten und Synovialhäuten, Wunden) 170
B. Die elektrische Kataphorese als Hilfsmittel der örtlichen Betäubung . 172
C. Die Infiltrationsanästhesie 174
D. Die Leitungsanästhesie 184
a) Leitungsanästhesie durch Einspritzung betäubender Lösungen in die Nachbarschaft von Nerven 185
b) Leitungsanästhesie durch Einspritzung betäubender Lösungen in den Nerven 191
c) Lumbalanästhesie und sakrale (epidurale) Anästhesie 193
E. Die Venenanästhesie 203
F. Die arterielle Anästhesie 206
10. Die Bedeutung, die Indikationen, Kontraindikationen und die allgemeine Technik der örtlichen Betäubung 207
Das Instrumentarium 214
Die betäubenden Lösungen 220
Allgemeine Technik der Infiltrations- und Leitungsanästhesie . . . 227
11. Die Operationen am Kopfe 243
A. Operationen am behaarten Kopf und der Stirn. Schädeloperationen . 243
B. Operationen am Gehörgang 254
C. Die Unterbrechung des N. trigeminus 260
D. Operationen in der Augenhöhle. Augenoperationen 283
E. Operationen an den Gesichtsweichteilen 289
F. Operationen in der Nasenhöhle und an der knöchernen Nase . . . 295
G. Operationen an der Stirnhöhle 299
H. Operationen an den Kiefern 301
I. Zahnextraktionen und andere Operationen am Alveolarfortsatz des Ober- und Unterkiefers 309
K. Operationen am Gaumen. Nasenrachenfibrome 317
L. Operationen an der Zunge, am Mundboden und an den Tonsillen . 318
12. Operationen am Halse 323
13. Die Operationen an der Wirbelsäule und am Brustkorb 330
14. Bauchoperationen 354
15. Die Operationen an den Harn- und Geschlechtsorganen und am Mastdarm 382
16. Operationen an den Gliedern 412
Literaturverzeichnis 467
Alphabetisches Sachregister 506

LIBRARY OF THE BRITISH MEDICAL ASSOCIATION
PRESENTED BY THE EDITOR OF B. M. J.

1. Die Geschichte der örtlichen Betäubung bis zur Entdeckung des Kokains.

Neben der antiseptischen beziehungsweise aseptischen Wundbehandlung ist die Möglichkeit, schmerzlos operieren zu können, die wichtigste Vorbedingung für die Entwicklung der neueren Chirurgie gewesen. Die Gefährlichkeit auch des kleinsten chirurgischen Eingriffes und die Qualen, durch welche die Kranken den meist unsicheren Erfolg erkaufen mußten, waren schwere Ketten, welche der chirurgischen Wissenschaft älterer Zeit anhingen. Die Versuche, die Wundbehandlung zu verbessern, waren ein Tappen im Dunkeln, solange nicht die Erkenntnis der Ursachen der Wundinfektionen und der Möglichkeit ihrer Bekämpfung einen sicheren Boden hatte gewinnen lassen. Die Wege, welche zur Erlösung der Kranken von chirurgischen Schmerzen führen konnten, waren weit klarer vorgezeichnet. Der Wunsch, die Schmerzen zu lindern, war so alt wie die Menschheit, seine Erfüllung ließ aber lange auf sich warten. Durch viele Jahrhunderte bestand hier ein unendlicher Gegensatz zwischen Wollen und Vollbringen; er drückt sich aus in des großen Hippokrates Ausspruch: „Divinum est opus sedare dolorem“, er wird kenntlich in den unzähligen Irrwegen, welche weiterhin in dem Streben nach dem Ziel eingeschlagen wurden, er äußert sich endlich, noch kurz vor seiner Gewinnung, mehr als zwei Jahrtausende nach Hippokrates, in den verzichtenden Worten Velpeaus: „Eviter la douleur dans les opérations, est une chimère, qui n'est pas permise de poursuivre.“ Die ältesten schriftlichen Überlieferungen, die wir besitzen, wissen von Erzeugung künstlichen Schlafs zu erzählen: Ägypter und Chinesen, griechische und römische Ärzte, die Medizinmänner afrikanischer Naturvölker (Felkin) kannten die berauschenden Eigenschaften gewisser Pflanzensäfte und benutzten sie in Form von Tränken, um die Schmerzen der Kranken bei chirurgischen Eingriffen zu

lindern. Auch der Alkohol ist von alters her zu diesem Zweck versucht worden. Schon im Mittelalter aber wurden auch betäubende Inhalationen zur Erzeugung allgemeiner Gefühllosigkeit geübt. Schwämme, getränkt mit Saft der wundertätigen Alraunwurzel, des Schierlings, des Bilsenkrauts, des Mohns, sogenannte Schlafschwämme, dienten dazu, um die Dämpfe jener Pflanzensäfte den Kranken zuzuführen und sie in Schlaf zu versetzen. Das war der eine Weg, der zum Ziele führen konnte. Aber die alten Betäubungsmethoden waren zu gefährlich, wenn sie ihren Zweck erfüllen, und zu unvollkommen, wenn sie ungefährlich sein sollten. Denn es unterliegt keinem Zweifel, daß man einen Menschen an den Rand des Grabes bringt, den man mit Alkohol, Opium, Cannabis indica usw. so tief betäubt, daß das Schmerzgefühl bis zur Möglichkeit schmerzlosen Operierens erlischt. Auf der anderen Seite hatte man sich überzeugt, daß ein halb betäubter Kranker den chirurgischen Eingriff in seine Gefühlsnerven schlechter ertrug als ein ganz wacher, und daß er dem Vorgehen des Operateurs größeren Widerstand entgegensetzte als dieser. Daher wird der Betäubung mit solchen Mitteln bei den Wundärzten am Ausgang des Mittelalters nur noch selten, bei den späteren gar nicht mehr gedacht. Man muß das als einen Fortschritt in der Erkenntnis betrachten. Durch verschiedene, teils seltsame, teils zweckmäßige Vorkehrungen suchte man einstweilen Schmerzen zu verringern oder abzukürzen. Wir hören, daß eingefettete und erwärmte Instrumente beim Durchschneiden der Gewebe weniger Schmerzen erzeugen sollten, ja Instrumenten aus Silber und Gold wurde zeitweilig eine ähnliche Eigenschaft zugeschrieben. Geschicklichkeit und Schnelligkeit des Operateurs konnte die Leiden der Kranken wesentlich abkürzen; das zu ermöglichen, war denn auch ein wesentlicher Punkt bei der Ausbildung der Operationstechnik und bei der Herstellung des chirurgischen Handwerkszeuges gewesen. Nicht ohne Interesse endlich ist die Vorschrift Lisfrancs, den ersten Schnitt bei einer Operation womöglich so anzulegen, daß er die das Operationsgebiet versorgenden Nerven durchtrennt. Erst mit der Entdeckung der Wirkungen der Narkosemittel der Neuzeit, des Stickstoffoxyduls, des Äthers, des Chloroforms, des Bromäthyls, beginnt die Geschichte der allgemeinen Betäubung von neuem, um diesmal alsbald zu einem vorläufigen Abschluß zu gelangen.

Ebenso alt wie die Bestrebungen, zu narkotisieren, sind die Versuche, durch örtlich betäubende Mittel chirurgische Schmerzen zu beseitigen. Ägypten soll, nach Angabe der Autoren des Altertums und Mittelalters, bereits zwei derartige Mittel besessen haben. Das eine,

entnommen dem heiligen Tier des Landes, bestand im Fett des Krokodils oder seiner getrockneten und gepulverten Haut und soll, auf die Haut des Kranken gelegt, Gefühllosigkeit erzeugt haben: wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir es einreihen der durch religiöse Förmlichkeiten unterstützten Suggestivbetäubung alter und neuer Zeiten. Das andere, angeblich ägyptische Mittel ist der viel erwähnte Stein von Memphis, der nach Plinius zum Zweck örtlicher Schmerzlosigkeit mit Essig auf der Haut verrieben, im Mittelalter aber fälschlich als allgemeines Betäubungsmittel angesehen wurde. Wir wissen nach den vorhandenen Quellen nicht, was wir uns unter diesem Stein vorzustellen haben. Littré hat die Vermutung ausgesprochen, es sei eine Marmorart gewesen, die, in der bezeichneten Art angewendet, Kohlensäure entwickelt habe. Dem ist entgegenzuhalten, daß Kohlensäure das Gefühl der intakten Haut nicht beeinflußt. Husemann hält es im Hinblick auf die auf Hörensagen beruhenden Angaben von Plinius und Dioskorides und bei dem Umstande, daß sich in den bisher veröffentlichten Übersetzungen altägyptischer Arzneibücher nichts darauf Bezügliches nachweisen läßt, für höchst zweifelhaft, ob man im Altertum wirklich einen Lapis memphitis zur örtlichen Betäubung verwendet hat.

Größere geschichtliche Bedeutung kommt einem schon in alter Zeit erfundenen örtlich betäubenden Verfahren zu, der Kompression der Nervenstämme. Sie erfüllte ohne Frage bis zu einem gewissen Grade ihren Zweck, und man war tatsächlich mit ihrer Hilfe imstande, bei Operationen an den Gliedern, besonders bei den fast allein in Frage kommenden Absetzungen, den Operationsschmerz selbst wesentlich zu mildern oder aufzuheben, wenn auch nur im Eintausch gegen den Schmerz, den die Kompression an sich verursachen muß. Sie hat daher auch den Strom der Zeiten lange überlebt, sie ist, nachdem alle anderen Betäubungsverfahren verlassen und vergessen waren, immer von neuem aufgetaucht, um freilich ebensooft ihrer Nachteile wegen wieder aufgegeben zu werden. Die Beobachtung, daß Kranke mit Neuralgien und anderen schmerzhaften Erkrankungen instinktiv durch Druck auf den schmerzenden Körperteil ihre Leiden zu lindern suchen, daß ferner an den Gliedern unbeabsichtigte Drucklähmungen entstehen, und die Erfahrung, daß gelegentlich der ebenfalls schon in alter Zeit ausgeübten Umschnürung der Glieder zum Zweck der Blutsparung bei Absetzungen örtliche Gefühlsstörungen auftreten können, mögen die Veranlassung gewesen sein zur Anwendung des Verfahrens. Nach Corradis Untersuchungen benutzte man schon im klassischen Altertum

die Abschnürung der Extremitäten mit einem Band zur Erzeugung örtlicher Betäubung. Ebenso bedienten sich die arabischen Ärzte der Abschnürung mittels eines Knebels, nicht bloß um Blut zu sparen, sondern auch um den Schmerz zu lindern. Im 16. Jahrhundert wurde sie von Ambroise Paré zu gleichem Zweck empfohlen. Im 17. Jahrhundert erzählt Schumann von einer örtlichen Betäubung bei Absetzung des Unterschenkels einer Frau im Jahre 1676, bei welcher Gelegenheit er sich in Lobpreisungen der die Blutung sowohl wie den Schmerz verhindernden Ligatura fortis ergeht. „Während die zuschauenden Medici den bereits abgeschnittenen Fuß betrachteten, und der Wundarzt mit Verbinden beschäftigt war, fragte die Frau: Ist der Fuß schon herunter? und freute sich, zu hören, daß alles vorüber sei."

Van Swieten und Theden zogen eine auf die ganze Oberfläche des Gliedes verteilte Kompression mit Hilfe gewaltsamer Einwicklung vor, Juvet empfahl wieder die umschriebene Abschnürung der Extremität oberhalb des Operationsgebietes und hielt dieses Mittel für geeignet, das Gefühl vollkommen zu unterdrücken. Durch viele Mißerfolge anderer Chirurgen und Äußerungen von maßgebender Seite kam aber die Methode wieder in Verruf. Desault sagt, daß sie zu seiner Zeit (also im Anfang des vorigen Jahrhunderts) allgemein gebräuchlich gewesen sei, er verwirft sie aber, weil eine Abschnürung der Glieder die Gefahr der Gangrän in sich berge, wenn sie so fest ausgeübt werde, daß Gefühllosigkeit entsteht. 30 Jahre später nahm trotzdem Liégard das Verfahren wieder auf und beschrieb einige Zehenoperationen, die er nach Abschnürung des Unterschenkels über den Knöcheln schmerzlos ausführen konnte. Auch Velpeau empfahl das Verfahren auf Grund von Erfahrungen, die er gleichfalls bei Operationen an der großen Zehe gemacht hatte. In Deutschland scheint sie sich aber niemals eingebürgert zu haben. In England suchte 1784 J. Moore in anderer Weise die Kompressionslähmung der Gefühlsnerven zu verwerten. Er baute eine Vorrichtung mit zwei Pelotten, von denen die eine den N. ischiadicus, die andere den N. cruralis komprimieren sollte, und beschreibt eine Unterschenkelabsetzung, die er auf diese Weise schmerzlos habe ausführen können, nachdem die Vorrichtung 1½ Stunden lang gelegen hatte. Allerdings hatte der Kranke gleichzeitig 1 Gran Morphium bekommen. Hunter, welcher Zeuge dieser Operation gewesen war, empfahl Moores Verfahren, ebenso B. Bell, der es sogar als das einzige Mittel bezeichnete, das geeignet sei, Operationsschmerzen zu lindern. Andere Chirurgen hatten jedoch keinen Erfolg damit. Als Malgaigne versuchte, ein Kniegelenk mit

Hilfe von Moores Vorrichtung gewaltsam zu brechen, mußte er die Operation aufgeben, weil er keine Gefühllosigkeit erzielen konnte. Die Mängel der Vorrichtung bestanden darin, daß er heftige Schmerzen und eine hochgradige venöse Stauung in dem betreffenden Gliede verursachte. Eine ausreichende Kompression des N. cruralis dürfte wohl auch aus anatomischen Gründen unmöglich gewesen sein. Deshalb wurde Moores Verfahren bald wieder vergessen, beziehungsweise durch die einfache Abschnürung des Gliedes ersetzt. Zu Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts wurde die Kompressions- oder Umschnürungsbetäubung im Anschluß an die Einführung der Esmarchschen Blutleere von den Chirurgen aller Länder von neuem theoretisch und praktisch untersucht und ist endlich auch in der neueren Zeit wieder empfohlen worden.

Viel später wie die Kompression ist ein anderes, ebenfalls auf physikalischem Wege örtliche Schmerzlosigkeit erzeugendes Mittel, die Kälte, zu chirurgischen Zwecken verwendet worden. Ihrer wird zuerst um die Mitte des 16. Jahrhunderts von Thomas Bartholinus gedacht, der durch seinen Lehrer, den Neapolitaner Anatomen und Chirurgen Marco Aurelio Severino, ihre schmerzstillende Wirkung kennengelernt hatte*).

Seine Mitteilung ist später vergessen worden, und es vergingen drei Jahrhunderte, bis man die Abkühlung der Gewebe zu chirurgischen Zwecken brauchen lernte, obwohl wiederholt darauf bezügliche Beobachtungen gemacht worden sind. J. Hunter fand bei Tierversuchen, daß Kaninchenohren gefühllos wurden, wenn er sie eine Zeitlang mit einer Kältemischung umgeben hatte. Larrey, der Chefarzt der napoleonischen Armee, erzählt, daß bei den Verwundeten, die er in der Schlacht bei Eylau (7.—8. Februar 1807) bei einer Temperatur von — 19° amputieren mußte, das Gefühl an den Gliedern völlig aufgehoben war. Auch ein anderer französischer Militärarzt, Moricheau-Beaupré, der den russischen Feldzug Napoleons mitgemacht hatte, gedenkt der beruhigenden Wirkungen der Kälte, erwähnt aber keinen besonderen Fall, wo sie als Betäubungsmittel gebraucht worden wäre. Erst

*) Thomas Bartholinus sagt: Antiquam cauterio ulcera in membris excitentur, nix affricata induit stuporem. Id me docuit Marcus Aurelius Severinus in Gymnasio Neapolitano olim praeceptor meus et hospes, Chirurgorum hoc saeculo princeps. Rectissime autem nivem in vasculum materiae convenientis capax, sed oblonga ad extremum et myrtiformi specie, conjectam, sine rei ullius interventu applicavit. A gangraenae metu securos non jussit, medicamento sub angustis parallelis lineis applicato, sensu vero post horae quadrantem sopito, secare locum indolentem licebit. (Zitiert nach Kappeler.)

durch Arnott (1848), Guérard, Richet (1854), namentlich aber durch Richardson (1866) wurde die Abkühlung der Gewebe als Betäubungsverfahren eingeführt und gilt noch heute als brauchbar für eine kleine Zahl chirurgischer Operationen und als Unterstützungsmittel bei anderen Betäubungsverfahren.

Wiederum in die ältesten Zeiten werden wir zurückgeführt, wenn wir den Versuchen nachgehen, die gemacht wurden, um durch chemisch wirkende Stoffe, Arzneimittel, besonders Pflanzenmittel, örtliche Schmerzlosigkeit hervorzurufen. Am Schluß des 11. Gesanges der Ilias wird erzählt, wie Patroklus dem verwundeten Euripiles einen Pfeil aus der Lende schneidet, dann heißt es:

. . . „Auch rein mit laulichem Wasser"
„Wusch er das schwärzliche Blut; dann streut er bittere Wurzel"
„Drauf, mit den Händen zermalmt, die lindernde, welche die Schmerzen"
„Alle bezwang; und es stockte das Blut in erharschender Wunde."

Die bis in die neueste Zeit zu verfolgende Vorstellung, daß schlafmachende Mittel am Ort ihrer Anwendung eine eigenartige Wirkung ebenfalls entfalten müßten, hat überall den Anstoß zu örtlichen Betäubungsversuchen gegeben. Mandragora, Hyoszyamus, Akonit, Mohnsaft und indischer Hanf wurden allenthalben im Altertum, bei den Hindus und Ägyptern, bei den Griechen und Römern zur Herstellung von schmerzlindernden Umschlägen, Pflastern, Elektuarien, Salben, Waschungen usw. benutzt, noch mehr vielleicht von Quacksalbern und Zauberern wie von Ärzten, und wohl weniger zur Verhinderung operativer Schmerzen als zur Beseitigung bestehender schmerzhafter Leiden. Die altägyptische Medizin kannte (nach Prosper Alpin) dagegen Moxen aus betäubenden Stoffen zur Hervorrufung örtlicher Betäubung für chirurgische Zwecke. Es ist das nicht ohne Interesse, weil (nach Porter Smith) die Chinesen noch in neuerer Zeit, auch nachdem sie das Chloroform kennen und anzuwenden gelernt hatten, sich der im Pen-t'san-Kang-muh von Li-shi-chin (1597), d. i. ihrer ältesten Materia medica, vorgeschriebenen Moxen aus Datura tatula, Canabis indica, Atropa Mandragora, namentlich aber der Artemisia moxa zur örtlichen Betäubung bedient haben. Die Blätter der Artemisia moxa wurden mit Kalmusblättern zu Ballen geformt, auf die schmerzhafte Stelle oder da, wo eine Operation vorgenommen werden sollte, aufgelegt und angebrannt. Diese Artemisia wurde von den Chinesen so geschätzt, daß die von ihnen unterworfenen Völkerstämme, wie die Südasiaten in Borneo, ihren Tribut in Artemisia-Camphor zahlen mußten. (Nach Köhler.)

Im Mittelalter begegnen wir der örtlichen Anwendung betäubender Mittel zur Schmerzlinderung bei Operationen zuerst wieder in derselben Salernitaner medizinischen Schule, welche auch zuerst betäubende Einatmungen zu gleichem Zweck verwendet hat. Ein Mitglied dieser Schule, der als Lehrer des Ägidius von Corbeil bekannte Magister Salernitanus, gibt um die Mitte des 12. Jahrhunderts an, daß durch Kataplasmen von Mohn, Bilsenkraut und Alraunwurzel, wenn man sie auf die Haut der zu operierenden Stelle lege, das Gefühl daselbst völlig aufgehoben werde*).

Es ist schwer zu glauben, daß auf solche Weise wirklich zur Erzielung einer brauchbaren Gefühllosigkeit genügende Mengen dieser Stoffe durch die unverletzte Haut hätten aufgenommen werden sollen. Das Verfahren hat auch ebensowenig wie die ältesten Betäubungsmethoden jemals allgemeine Verbreitung gefunden. Aus neuerer Zeit (1850) haben wir nur einen Zeugen, der etwas Ähnliches versucht hat, Bouisson. Er erzählt, daß er eine Operation wegen eingewachsenem Nagel schmerzlos ausführen konnte, nachdem mehrere Tage lang die Zehe mit opiumhaltigen Umschlägen bedeckt worden war. Die gleiche Vorstellung, daß Mittel, die künstlichen Schlaf hervorzurufen geeignet sind, auch zur örtlichen Betäubung auf die Haut gebracht, brauchbar sein müßten, tauchte wieder auf nach Einführung der Äther- und Chloroformnarkose und fand ihren schärfsten Ausdruck in der Meinung Richardsons, der allgemeine und örtliche Betäubung für gleichartige Vorgänge, hervorgerufen durch Wasserentziehung der Gewebe, erklärte, und in dem Ausspruch Arans: „Que toutes les substances volatiles, auxquelles on a reconnu jusqu'à ce jour des propriétés anesthésiques générales, possèdent également des propriétés anesthésiques locales, ou en application intérieur, ou sur la peau."

In der Tat schienen ja auch für die flüchtigen Einatmungsmittel die Verhältnisse günstiger zu liegen, weil sie, wie Parisot vom Chloroform zeigte, die Haut verhältnismäßig leicht zu durchdringen vermögen. Die Richtigkeit dieser Vorstellung hat sich jedoch nur in sehr beschränktem Maße bestätigt. Einige dieser Stoffe erzeugen zwar, wenn man sie in gasförmigem oder flüssigem Zustande auf die Haut einwirken läßt, nach mehr oder weniger heftigem Reiz und nach mehr oder weniger intensiver Gewebsschädigung oberflächliche und flüchtige

*) De Renzi. Coll. Salernit., zitiert nach Husemann: Est quoque notandum, quod papaver, jusquiamus, mandragora plurimum somnum provocant, unde pro sua nimia humiditate, si ex his fiat cataplasma et ponatur loco de quo debet fieri incisio, vel cyrurgia, omnino removebit sensibilitatem.

Gefühlsstörungen, auch dann, wenn der Einfluß der Verdunstungskälte hierbei vermieden wird. Simpson, Nunneley, Aran, später Kappeler überzeugten sich von der Wirksamkeit des Chloroforms in dieser Richtung, aber auch von seiner starken Reizwirkung. Die ausführlichen Untersuchungen, welche Wittmeyer anstellte, hatten namentlich in betreff des auch schon von Wutzer, Aran und Nunneley geprüften Liquor Hollandicus (Äthylenchlorid) und Aether hydrochloricus chloratus (ein Gemenge von Tri- und Tetrachloräthylchlorid) positive Ergebnisse. Andere Einatmungsmittel aber, wie Aether sulfuricus und Amylen, blieben, auf die Haut gebracht, unwirksam. Spätere Untersucher, wie Corning, konnten übrigens durch Chloroform örtliche Betäubung überhaupt nicht hervorrufen, und Bumm fand bei der Nachprüfung der von Wittmeyer empfohlenen Stoffe, daß sie zwar einen sehr kurze Zeit dauernden Nachlaß der Schmerzempfindung bewirken, daß aber diese unvollkommene und sehr rasch verschwindende Gefühllosigkeit nicht genügt, um auch noch so oberflächliche und kurz dauernde Eingriffe auszuführen. Praktisch brauchbare Resultate haben also die geschilderten Versuche niemals gezeitigt, sie haben für uns das gleiche geschichtliche Interesse wie die Kataplasmen des Magister Salernitanus.

Ähnlich sind einige andere Mittel und Verfahren, zum Teil absonderlicher Art, zu beurteilen. Ihre Verwendung und Empfehlung entsprang dem lebhaften Wunsch nach einem brauchbaren Verfahren zur örtlichen Betäubung, ihr Nutzen aber wurde gewöhnlich nur von ihrem Erfinder nicht angezweifelt. Einige derselben sollen der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden. Von der Blausäure sagen Simpson und Nunneley, daß sie das beste örtliche Betäubungsmittel sei, und viele andere schlossen sich dieser Meinung an, trotzdem noch niemand durch einen Versuch ihre Richtigkeit bestätigt hatte. Simpson versuchte dies zu tun, indem er einen Finger in ein mit Blausäure gefülltes Glas steckte, wurde aber durch das Auftreten allgemeiner beunruhigender Erscheinungen genötigt, den Versuch zu unterbrechen.

Auch mit der Kohlensäure sind viele Versuche gemacht worden. Daß sie unter Umständen örtlich betäubende Wirkungen entfalten kann, wurde von Percival 1772 entdeckt; er empfahl, ebenso wie später Ewart u. a., sie in Form von Gasduschen bei schmerzhaften Geschwüren zu verwenden. 1774 zeigten Ingenhous und Beddoes experimentell den beruhigenden Einfluß der Kohlensäure auf Teile der Haut, die künstlich von der Epidermis entblößt worden waren. Broca und Skinner versuchten sie mit Erfolg bei schmerzhaften Blasenleiden,

Simpson, Follin, Scanzoni, Maisonneuve, Monod und Demarquay bei Krankheiten der weiblichen Geschlechtsteile und verschiedenen anderen chirurgischen Leiden. Alle Beobachter stimmen darin überein, daß sie, auf die unverletzte Haut gebracht, keine betäubende Wirkung ausübt, zur Schmerzstillung bei Operationen ist sie daher auch nur selten benutzt worden.

Als Absonderlichkeit möge hier eingeschaltet werden, daß Guérin vorschlug, rings um das Operationsgebiet, um dasselbe gefühllos zu machen, einen schmalen Hautstreifen mit Wiener Ätzpaste zu verschorfen; er hat auf diese Weise eine Brustabsetzung, angeblich schmerzlos, ausgeführt und empfiehlt das Verfahren zur Nachahmung. Das Bemerkenswerteste an dieser Mitteilung ist, daß sie nicht aus dem Mittelalter, sondern aus dem Jahre 1883 stammt.

Die Ergebnisse, welche die einfache Oberflächenanwendung von gasförmigen und flüchtigen Mitteln für die Betäubung der Haut bis dahin geliefert hatte, waren somit höchst mangelhaft und praktisch nicht verwertbar. Daher kam Richardson auf den Gedanken, das Eindringen solcher Substanzen, denen man örtlich betäubende Fähigkeiten zuschrieb, in die Haut mit Hilfe des elektrischen Stromes zu beschleunigen. Kurz sei hierbei des Umstandes gedacht, daß eine Zeitlang auch der galvanische und faradische Strom allein als örtliches Betäubungsmittel gegolten hat. Auf Empfehlung des Zahnarztes Francis in Philadelphia haben Rottenstein, Suerssen und viele andere Versuche unternommen, den elektrischen Strom zur Betäubung bei Zahnextraktionen zu verwenden. Foussagrives, Bygrave, Friedrich und Knorr bedienten sich seiner zu gleichem Zweck bei anderen kleineren Operationen. Die Erfolge des Verfahrens werden, zum Teil sogar begeistert, gerühmt, obwohl eine Nachprüfung durch Nußbaum, von Bruns, Bumm u. a. seine völlige Zwecklosigkeit erwiesen hat. Es steht heute außer Zweifel, daß weder der induzierte noch der konstante Strom eine örtlich betäubende Wirkung ausübt, die zur schmerzlosen Ausführung der kleinsten chirurgischen Operation ausreicht. Bumm sagt hierzu: „Diese so widersprechenden Angaben der einzelnen Autoren würden unerklärlich erscheinen, wenn man sich den Umstand nicht vor Augen hielte, daß einerseits Selbsttäuschungen der Operateure nicht selten, andererseits die Angaben so vieler Kranken über subjektive Empfindungen ungenau, ja häufig unwahr sind.“ Das ist vollkommen richtig, überall in der Geschichte der örtlichen Betäubung spielt die Suggestion und Selbstsuggestion eine sehr große Rolle, kein noch so unvollkommenes örtliches Betäubungsverfahren hat es gegeben, welches

nicht seine Anhänger gefunden hätte. Dieses Umstandes sich zu erinnern, wird auch heute noch gelegentlich am Platze sein.

Richardsons „Voltaic narkotism" bestand darin, daß er die positive Schwammelektrode einer Voltaschen Säule mit Tinct. aconit., Extract. aconit. und Chloroform tränkte und auf die Haut aufsetzte. Er ging von der Vorstellung aus, den Kreislauf des zu betäubenden Körperteils durch den galvanischen Reiz zu beschleunigen, dadurch geeigneter für die Aufnahme der betäubenden Stoffe und so gefühllos zu machen. Bei der Nachprüfung durch Waller ergab sich jedoch, daß die geringe, auf diese Weise hervorzurufende, natürlich auch mit starker Reizung verbundene Gefühllosigkeit der Haut lediglich Wirkung des Betäubungsmittels war und in keiner Weise durch den galvanischen Strom beeinflußt wurde. Viel später (1886) hat noch einmal Adamkiewicz versucht, die Aufnahme von Chloroform durch die Haut mit Hilfe der kataphorischen Wirkung des elektrischen Stromes zu beschleunigen. Wiederum aber wurde von Paschkis und Wagner, nachher von J. Hoffmann offensichtlich nachgewiesen, daß eine nennenswerte Kataphorese des den elektrischen Strom nicht leitenden Chloroforms auf diese Weise nicht zustande kommt. Über die neueren und etwas erfolgreicheren Bestrebungen, die Kataphorese zur örtlichen Betäubung zu verwerten, siehe 9. Abschnitt.

Die Betäubung der Schleimhäute durch örtliche Anwendung von Arzneimitteln scheint in der älteren Medizin wenig oder gar nicht geübt worden zu sein, obwohl ja hier ihrer leichteren Durchlässigkeit wegen mehr hätte erwartet werden dürfen, wie von der Betäubung der unverletzten Haut auf dem gleichen Wege. Die vorhin erwähnte Verwendung der Kohlensäure zur örtlichen Betäubung betrifft zum Teil die Schleimhäute des Mundes, des Rachens, der Blase und der weiblichen Geschlechtsteile. Auch in neuerer Zeit wies Brown-Séquard darauf hin, daß durch einen starken Kohlensäurestrom, den man einige Minuten in die hinteren Teile des Mundes streichen läßt, der Kehlkopf völlig unempfindlich gemacht werden kann, und Gellé gebrauchte mit Erfolg einen in den äußeren Gehörgang geleiteten Kohlensäurestrom zur Beruhigung heftiger Ohrenschmerzen. Hier und da wurden auch Äther- und Chloroformdämpfe zur örtlichen Betäubung der Schleimhäute versucht. Weitere Verbreitung haben diese Methoden niemals gefunden. Die Entdeckung des Kehlkopfspiegels im Jahre 1857 und der damit verbundene Aufschwung der Laryngologie machte den Wunsch nach einem die Schleimhaut des Kehlkopfes betäubenden Mittel zu einem ganz besonders dringenden. Im Jahre 1862 gesteht Lewin, daß es

ein Mittel zur örtlichen Kehlkopfbetäubung nicht gibt. Die in dieser Hinsicht dem Bromkali von Huette und Czermak zugeschriebenen Eigenschaften konnten andere (Lewin, Scheff) nicht finden. Ebensowenig haben sich die von Türck, Bruns und Schroetter, später von Scheff empfohlenen Pinselungen der Kehlkopfschleimhaut mit Chloroform, starken Morphiumlösungen und verschiedenen Zusätzen (Essigsäure, Alkohol) bewährt. Sie führten nur in einer kleinen Anzahl von Fällen Unempfindlichkeit der Kehlkopfschleimhaut herbei und waren nicht ungefährlich wegen der starken Reizwirkungen des Chloroforms und der Gefahr einer Morphiumvergiftung. Es mußten nämlich, um Erfolg zu haben, große Mengen von Morphium (nach Harris 0,6 Gran) verbraucht werden. Schroetter selbst hat zu Beginn seiner Versuche in dieser Richtung einen Todesfall an Morphiumvergiftung erlebt. Auch von Scheff wird das Verfahren Schroetters (wiederholte Pinselungen des Kehlkopfes mit Chloroform und starken Morphiumlösungen) als nicht ganz ungefährlich bezeichnet. Tobold hat bei Anwendung der ähnlichen Methode Türcks nie befriedigende Erfolge gesehen. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir die Allgemeinwirkung des Morphiums für den wesentlichen Bestandteil dieses Verfahrens halten, da, wo sie die gewünschte Unempfindlichkeit des Kehlkopfes hervorgerufen hat. Sie ist außer Brauch gekommen, nachdem schon von Zawerthal auf Grund ausgedehnter experimenteller Untersuchungen an Hunden und klinischer Erfahrungen am Menschen die örtliche Betäubung des Kehlkopfes durch Chloroform und Morphium verworfen worden war.

Eine für unseren Gegenstand geschichtlich wichtige Tatsache ist die Erfindung der hypodermatischen Einspritzung mittels durchbohrter Hohlnadeln durch Alexander Wood in Edinbourgh (1853). Seine Entdeckung gewann zunächst freilich ihre große Bedeutung als ein Mittel, Arzneimittel in den Kreislauf überzuführen. Es war damit aber auch eine neue Methode gegeben, welche erlaubte, chemisch oder auch physikalisch wirkende Flüssigkeiten und Lösungen von Arzneimitteln mit den nervösen Bestandteilen der Gewebe an Ort und Stelle der Einspritzung in viel nähere Berührung zu bringen, als das bis dahin möglich war. Und Wood selbst ging unmittelbar von diesem Gedanken aus. Er benutzte für seine ersten Einspritzungen Morphiumlösungen und Opiumtinktur und spritzte sie in die Nähe von Nervenstämmen, um die von ihm vermuteten örtlich betäubenden Eigenschaften dieser Mittel bei der Behandlung von Neuralgien zu versuchen. Daß er gerade Morphium und Opium anwandte, entsprang wiederum lediglich der Vorstellung, daß schlafmachende Arzneimittel auch am Ort der Einspritzung ihre Wir-

kung äußern müßten. Die Einspritzung von Morphiumlösungen zur Erzielung örtlicher Schmerzlosigkeit bei kleinen Operationen ist in den folgenden Jahren einigemal mit teilweisem Erfolg geübt worden, z. B. zur Entfernung eines Zehennagels, zur Kauterisation von Wunden und Geschwüren. In einigen Fällen ist der Erfolg ohne Frage auch hier durch die Allgemeinwirkung des Morphiums bedingt worden; so in einem Fall von Jarotzky und Zülzer, wo eine Frickesche Heftpflastereinwicklung des Hodens nach Einspritzung von 0,03 g Morphium in den Ansatz des Hodensacks, und in dem Fall von Walker, wo nach Einspritzung von 1 Gran (0,06!) Morphium die Taxis eines eingeklemmten Bruchs schmerzlos vonstatten ging. Eulenburg spritzte jederseits in die Gegend der Durchtrittsstelle des N. laryngeus superior durch die Membrana hyothyreoidea $^1/_8$ Gran (zusammen also 0,015) Morphium ein und erhielt auf diese Weise eine sehr vollkommene Unempfindlichkeit des Kehlkopfes. Viel später (1880) ist das gleiche Verfahren noch einmal von Roßbach beschrieben worden. Bei Nachprüfungen desselben sind aber die Erfolge ausgeblieben. Tobold (nach Eulenburg) fand, daß zwar die Empfindlichkeit des oberen Kehlkopfabschnitts nach der Einspritzung etwas herabgesetzt sei, eine für Operationen genügende Unempfindlichkeit des Kehlkopfes jedoch auch durch dieses Verfahren nicht herbeigeführt werde. Auch Chloroformeinspritzungen wurden zur örtlichen Betäubung von Ch. Hunter gemacht, aber ihrer heftigen, jeden Operationsschmerz übertreffenden Schmerzhaftigkeit wegen wieder aufgegeben. Pelikan und Köhler, letzterer allerdings mit großer Zurückhaltung, empfahlen das Glykosid Saponin, unter die Haut gespritzt, als örtliches Betäubungsmittel. Heftige Reizwirkungen, mangelhafte Unempfindlichkeit und zum Teil schwere Allgemeinerscheinungen, wie sie von Eulenburg, Keppler und Kappeler bei der Einspritzung des Mittels beobachtet wurden, verboten indessen seine weitere Anwendung. Versuche, physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten, deren Temperatur, ihre quellende und wasserentziehende Wirkung auf die Gewebe mit Hilfe von Einspritzungen in letztere zur Beeinflussung der Empfindlichkeit zu benutzen, gehören der neueren Zeit an und werden später besprochen werden.

Man erkennt aus der vorstehenden geschichtlichen Übersicht, wie groß das Bestreben nach einer brauchbaren örtlichen Betäubung zu allen Zeiten gewesen ist. Nach der Einführung der Inhalationsnarkose wurde dasselbe nicht geringer, sondern noch lebhafter. Vorher wußten es weder der Arzt noch der Kranke anders, als daß im allgemeinen chirurgische Operationen auch notwendig mit Schmerz verbunden

waren. Jetzt lag die Sache ganz anders; schmerzhafte Operationen wurden in Narkose gemacht, die Kranken verlangten, schmerzlos operiert zu werden, die Narkose war aber, zumal in der ersten Zeit ihrer Anwendung, nicht ungefährlich. Um so mehr lag der Wunsch nahe, das erstrebte Ziel, Schmerzlosigkeit bei Operationen, zum zweiten Male und in einem weniger eingreifenden Verfahren zu gewinnen. Die Anläufe hierzu führten uns in die ältesten Zeiten der Geschichte zurück, die Wege, auf denen das Ziel erreicht werden kann, waren längst angedeutet oder vorgezeichnet. In jeder denkbaren Weise, durch physikalisch oder chemisch wirksame Mittel, war versucht worden, die sensibeln Nervenstämme oder Nervenendigungen zu beeinflussen, sie zu lähmen und auf diese Weise örtliche Betäubung zu erzeugen. Die Kälte, die Kompression, Arzneimittel aller Art wurden verwendet. Letztere wurden auf Haut und Schleimhaut verabfolgt; ihr Eindringen in die Gewebe wurde durch den elektrischen Strom unterstützt, sie wurden in die Gewebe eingespritzt. Trotzdem hat sich aus der älteren Medizin nur die Betäubung durch Kälte in die Neuzeit hinübergerettet, während für den Erfolg der Versuche einer chemischen Betäubung der Kernpunkt, ein stark örtlich wirksames Mittel, fehlte. Erst mit der Entdeckung solcher Mittel gewannen jene Versuche greifbare Gestalt. Die neue Zeit beginnt daher erst eigentlich im Jahre 1884 mit der Einführung des Kokains, eines Mittels, das in seinen pharmakologischen Eigenschaften von allen bis dahin bekannten Mitteln abweicht. Die Geschichte der örtlichen Betäubung ist von nun ab für längere Zeit gleichbedeutend mit der der Kokainbetäubung und wird an anderer Stelle abgehandelt werden.

2. Empfindlichkeit und Schmerz. Die Betäubungsverfahren.

Empfindlichkeit nennen wir die Fähigkeit des lebenden Körpers, Reize, die seine nervösen Bestandteile treffen, zu beantworten und sie zu Reflexen oder zu Wahrnehmungen, Empfindungen, Vorstellungen zu verarbeiten. Auge und Ohr, Geruch- und Geschmacksinn, Drucksinn, Temperatursinn, Muskelsinn und die sogenannten Gemeingefühle, von

denen uns hier in erster Linie der Schmerz interessiert, unterrichten uns von dem Zustand der uns umgebenden Welt und von der Beschaffenheit unseres eigenen Körpers.

Der Schmerz wird von den Menschen gefürchtet, und der Arzt strebt danach, ihn zu lindern. Aber andererseits stellt er sich als eine segensreiche, der Erhaltung der Art und des einzelnen dienende Einrichtung dar, da er dem Menschen von krankhaften Zuständen seines Körpers Kunde gibt. „Der traumatische Schmerz bringt uns zur Kenntnis, daß uns von außen eine Gefahr droht, welcher wir uns noch entziehen können, oder daß bereits eine Schädigung des Körpers stattgefunden hat, welche unserer Fürsorge bedarf, um weitere schlimme Folgen abzuwenden. Der Schmerz tritt als Warner auf, wenn wir uns unter schädlichen Lebensbedingungen befinden, deren weiteres Einwirken zu Gesundheitsstörungen führen würde. Der Schmerz stellt sich vor oder bei dem Ausbruch von Krankheiten ein und mahnt den Menschen daran, daß sein Körper sich in krankhafter Verfassung befindet und der Pflege bedarf. Der Schmerz, welcher durch körperliche und geistige Ermüdung erzeugt wird, nötigt uns Ruhe und Erholung auf. Der symptomatische Organschmerz, welcher von dem erkrankten Körperteil ausgeht, fordert den Kranken gebieterisch auf, das erkrankte Organ zu schonen. Der Schmerz ist der mächtigste Helfer des Arztes: seinen Weisungen folgt der Kranke in blindem Gehorsam, und er nimmt uns Ärzten manche Verordnung, manche Lebens- und Verhaltungsregel ab. Durch den Schmerz gebietet die Natur auch dem Lebhaftesten Ruhe, zwingt dem Tätigsten Schonung auf, nötigt den Eigensinnigsten zur Fügung unter die dem erkrankten Körper angemessenen Lebensbedingungen. Der Schmerz ist ein hartes, aber nützliches Gesetz der Natur. Allein wie jedes Naturgesetz ist er in seiner Konsequenz unbeugsam, in seiner Rücksichtslosigkeit blind und daher brutal und grausam. Er erscheint nicht bloß als wohltätiger Warner, sondern auch als nutzloser Quäler. Auch bei unheilbaren Krankheiten, auch bei Leiden, bei welchen das Bewußtsein des Krankseins dem Menschen doch nichts nützt, weil niemand die Krankheit beeinflussen kann, erscheint der Schmerz und vernichtet schonungslos den Lebensgenuß, ohne irgend einen körperlichen Vorteil dafür als Entgelt zu bieten.“ (Goldscheider.) Er fehlt oft gerade bei den gefährlichsten Krankheiten und wiegt die Kranken in Sicherheit. Er fehlt dann nicht und muß künstlich aufgehoben werden, wenn der Kranke sich einer sein Leben rettenden Operation zu unterziehen hat. „So ist es doch recht, daß wir Ärzte ihn, unseren Bundesgenossen, bekämpfen. Daß wir ihn

nicht aus der Welt schaffen, dafür ist gesorgt. Und wir können und wollen ihn auch nicht missen. Denn nicht bloß als Mahner im Kampfe gegen die feindlichen Mächte der Materie bedürfen wir seiner, sondern auch als Wecker ethischer Regungen: in der Erinnerung eigenen Schmerzes, sei es körperlichen, sei es seelischen, wurzelt zum großen Teil Mitleid und hilfreiche Menschenliebe.“ (Goldscheider.)

Die Schmerzempfindung ist, gleich jeder anderen Sinnesempfindung, an die Tätigkeit der Großhirnrinde gebunden. Nach Flechsig endigen die schmerzleitenden Fasern in der zum Teil mit der motorischen Rindenregion zusammenfallenden „Körperfühlsphäre“. Bei Unterbrechung der von dieser Rindenregion ausgehenden Stabkranzfaserung in der Gegend zwischen hinterem und vorderem Ende des Thalamus tritt in der Regel völlige Gefühllosigkeit der anderen Körperhälfte ein (Türcksche Hemianästhesie). Bemerkenswert ist die Ansicht Flechsigs, daß die Schmerzempfindungen an eine andere Region der Körperfühlsphäre gebunden sind als die Tastempfindungen, wahrscheinlich an den Gyrus fornicatus. Die die Schmerzempfindung auslösende Erregung wird dem Hirn zugeführt durch die peripheren sensibeln Hirn- und Rückenmarksnerven. Innerhalb des Rückenmarks kommt nach allgemeiner Anschauung für die Entstehung des Schmerzes ausschließlich die Leitung durch die graue Substanz in Betracht.

Ein geeigneter (mechanischer, chemischer, thermischer, elektrischer) Reiz kann Schmerz erregen, sowohl wenn er die in den Organen gelegenen Endorgane, als wenn er die zur Weiterleitung der Erregung bestimmten sensibeln Leitungsbahnen trifft. Die Schmerzempfindlichkeit, d. h. Reizbarkeit der ersteren scheint eine erheblich größere zu sein als die der letzteren. Das Gehirn dagegen ist, wie die Beobachtungen der Chirurgen zeigen, wenigstens an der konvexen Seite gänzlich unempfindlich gegen die gewöhnlichen, Schmerz- oder Druckempfindungen auslösenden Reize. Ein Unterschied gegenüber anderen Sinnesempfindungen ist hierin wohl kaum zu erblicken. Denn daß durch direkte Reizung gewisser Hirnteile etwa Licht- oder Gehörseindrücke entstehen können, ist sehr unwahrscheinlich. Hierzu gehört vielmehr stets eine durch äußere Sinnesorgane geleistete Umformung der Reizenergie. Auch klinische Erfahrungen sprechen eher gegen als für die Existenz einer Schmerzempfindlichkeit, sowohl des Gehirns als auch des Rückenmarks.

Die in der Großhirnrinde zustande gekommene Schmerzempfindung wird nach Teilen des Körpers, welche außerhalb des Gehirns liegen, projiziert, desgleichen wird bei Reizung eines sensibeln Nervenstammes

der entstehende Schmerz in dessen Innervationsgebiet verlegt. Sticht man eine feine Nadel in den Stamm des N. ulnaris am Ellbogen, so empfindet man im vierten und fünften Finger Parästhesien, welche als Erregung der Druck- und Temperaturnerven aufgefaßt werden können, und Schmerz. Ein zweiter Schmerz wird allerdings auch an der Reizungsstelle gefühlt. Da die Nervenfaser keine „Lokalzeichen" für Punkte ihrer Kontinuität besitzt, so muß angenommen werden, daß die Nervi nervorum den auf den Reizort bezogenen Schmerz vermitteln (Goldscheider). Die Lokalisation der Schmerzempfindung ist übrigens bekanntlich häufig sehr ungenau und gibt zu Täuschungen aller Art leicht Veranlassung. Der an einer bestimmten Körperstelle, in einem Organ gefühlte Schmerz kann also einem an Ort und Stelle, oder auf die zugehörige Leitungsbahn, oder auf das Gehirn einwirkenden Reiz sein Dasein verdanken. Denn wenn das Gehirn anscheinend auch nicht durch die gewöhnlichen, uns bekannten Reize direkt zu Schmerzempfindungen veranlaßt werden kann, so sind wir doch nicht im Zweifel darüber, daß viele Schmerzen nicht peripheren, sondern zentralen, kortikalen Ursprungs sind.

Unentschieden ist es bisher, ob der Schmerz eine besondere Sinnesenergie darstellt und in besonderen Leitungsbahnen mit besonderen Endorganen verläuft. Die am meisten verbreitete Anschauung ist diejenige Goldscheiders. Nach ihr wird der Schmerz hervorgerufen durch eine übermaximale Erregung der gewöhnlichen zentripetalen Drucksinn- und Gemeingefühlsnerven. Schmerz- und Druckempfindung stellen also nicht verschiedene Modalitäten, sondern nur verschiedene Qualitäten der Empfindung dar. Bei schwachem Reiz entsteht eine Druck- oder Tastempfindung, bei Überschreitung einer gewissen Reizstärke, neben oder anstatt der besonderen Empfindung, Schmerz. Demgegenüber ist von Frey sehr entschieden für das Vorhandensein besonderer Schmerznerven eingetreten, als deren Endorgane in der Haut er die intraepithelialen, freien Nervenenden auffaßt. Beide Anschauungen werden durch tatsächliche Beobachtungen und scharfsinnige Schlüsse von ihren Urhebern gestützt. Sie gegeneinander abzuwägen, ist hier nicht der Ort. Mir will es jedoch scheinen, als ob gewisse klinische Erfahrungen, wo eine alleinige Lähmung des Tastsinns oder der Schmerzempfindung bei Erkrankungen des Gehirns oder Rückenmarks beobachtet wurde, sehr schwer zu erklären seien, wenn man nicht getrennte Leitungsbahnen für beide annimmt, und daß unter diesen Umständen auch zu vermuten ist, daß sie voneinander getrennte Endorgane besitzen müssen.

Eine besonders hochgradige Empfindlichkeit schmerzhaften Reizen

gegenüber nennt man Überempfindlichkeit (Hyperalgesie), eine Herabsetzung des Schmerzgefühls Unterempfindlichkeit (Hypalgesie). Über- und Unterempfindlichkeit sind sehr oft zentralen, psychischen Ursprungs, gehören der Vorstellung an. Die Schmerzempfindlichkeit ist bei verschiedenen Menschen ganz außerordentlich verschieden und wird von sehr zahlreichen Umständen in fast unübersehbarem Wechsel beeinflußt. Erziehung, Charakter und Intelligenz des Individuums, seine ganze ihm gewohnte Vorstellungswelt, Nationalität, Alter und Geschlecht, sein körperlicher Allgemeinzustand, bestimmen sein Verhalten gegen Schmerz. Der Ausdruck des Schmerzes, die Schmerzäußerungen sind freilich kein tatsächlicher Maßstab der wirklichen Schmerzstärke. Denn der Schmerz ist hinsichtlich seiner Stärke im höchsten Grade von dem seelischen Zustande des einzelnen abhängig. Eine plötzlich, unvermutet den Körper treffende schwere Verletzung wird nicht schmerzhaft empfunden. Ein Nadelstich tut weh, wenn er nicht unerwartet kam. Auch wenn die Hirntätigkeit anderweitig lebhaft in Anspruch genommen ist, und namentlich in der Erregung wird kein Schmerz empfunden. Kant war imstande, absichtlich seine Gedanken derartig auf ein bestimmtes Thema zu sammeln, daß er die gichtischen Schmerzen, an denen er litt, nicht mehr fühlte. Die Vorstellung des Schmerzes, oder besser die Furcht vor Schmerz — denn wir sind überhaupt nicht fähig, uns einen heftigen Schmerz wirklich vorzustellen — vermehrt seine Stärke. Willensstarke, intelligente Personen äußern ihren Schmerz weniger als schwächliche und ängstliche Naturen; letztere empfinden Schmerz da, wo andere ihn überhaupt nicht fühlen würden. Ganze Völker und Zeiten sind widerstandsfähiger gegen Schmerzen wie andere. Das harte und grausame Mittelalter war weniger empfindlich als die jetzige Kulturwelt. Unkultivierte Naturvölker sind noch heute wenig empfindlich. Die im Mittelalter und auch jetzt bei vielen Völkern üblichen Grausamkeiten dürfen wir nicht mit unserer Vorstellung von Schmerz messen. Ebensowenig die in religiöser Erregung begangenen Kasteiungen, Selbstverstümmelungen und Selbstopfer christlicher und heidnischer Schwärmer. Mit dem Künstler, der sich in öffentlicher Schaustellung gegen Entgelt Nadeln in den Körper spießt, brauchen wir kein Mitleid zu haben, ihm fehlt vollständig die Vorstellung des Schmerzes, und Mucius Scaevola, als er in höchster Erregung seine Hand ins Feuer hielt, wird nicht so gelitten haben, wie wenn ein anderer Mensch hierzu gezwungen worden wäre. Der Nordländer erscheint uns weniger empfindlich wie der Südländer, der Städter empfindlicher als ein großer Teil der Landbevölkerung, der Greis weniger empfindlich wie Personen in der Blüte der

Jahre. Dem Arzt, und besonders dem operierenden Arzt, treten diese seelischen Abänderungen der Schmerzempfindlichkeit alltäglich entgegen, und er muß im voraus wissen, was er seinen Kranken zumuten darf, wenn er sie ohne die das Bewußtsein ganz ausschaltende Narkose operieren will. Gewiß ist das verschiedene Verhalten der Menschen bei schmerzhaften Eingriffen oft nur eine verschiedene Form der Schmerzäußerung. Dennoch müssen wir annehmen, daß bei einzelnen Menschen und Völkern das Schmerzgefühl physiologisch weniger entwickelt ist wie bei anderen. Beim Neugeborenen ist das Schmerzgefühl gering entwickelt, es ist sehr wahrscheinlich, daß es im späteren Leben, wie andere Sinnesempfindungen auch, in verschiedenem Grade ausgebildet wird. Wie und in welcher Form durch Erkrankungen des Hirns und Rückenmarks Über- und Unterempfindlichkeit entstehen kann, hat für unser Thema kein Interesse.

Periphere Ursachen können ebenfalls eine meist teilweise Über- oder Unterempfindlichkeit der Gewebe verursachen. Die Schmerzempfindlichkeit von Organen und Geweben, welche von Krankheiten befallen sind, ist häufig gesteigert, selten herabgesetzt. Am häufigsten gibt die akute Entzündung oder eine unter hohem Druck stehende Flüssigkeitsansammlung im Körper Veranlassung zu Schmerzempfindungen und zu oft sehr heftiger Überempfindlichkeit. Unhaltbar und unbewiesen aber erscheint die Annahme, daß Organe, welche im gesunden Zustande gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzen, unter pathologischen Verhältnissen plötzlich schmerzhaft werden sollen. Die Fähigkeit, schmerzhafte Reize aufzunehmen und zum Gehirn zu leiten, muß vielmehr vorhanden sein, auch im gesunden Zustande, wenn Krankheit sie steigern soll. Erwähnt sei noch, daß örtliche Ernährungsstörungen und chronische Ödeme eine Herabsetzung der Empfindlichkeit der Gewebe hervorrufen können. Die Ursache dieser letzteren Erscheinung ist wahrscheinlich darin zu suchen, daß derartige Ödeme eine andere physikalische Beschaffenheit und andere chemische Zusammensetzung haben wie die Ernährungsflüssigkeit, welche die Nervenelemente brauchen, wenn sie regelrecht arbeiten sollen.

Von nicht geringem Interesse für die örtliche Betäubung ist die Verteilung der Schmerzempfindlichkeit in den verschiedenen Organen und Geweben. Es ist sicher, daß die Organe teils große, teils geringe, teils gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzen. Ein bestimmtes Urteil darüber zu gewinnen, ist nicht leicht, weil uns allein der unter dem Bann von allerhand Vorstellungen stehende, lebende Mensch Auskunft geben kann, und wir ein zuverlässiges Merkmal für die Stärke des Schmerzes

nicht besitzen. Wir sind in der Hauptsache auf Erfahrungen bei Operationen an nicht betäubten Kranken angewiesen. In neuerer Zeit haben sich namentlich Bloch und Lennander mit dieser Frage beschäftigt und auch das Wenige und Geringe zusammengestellt, was sich in der älteren Literatur darüber findet. Die Beobachtungen Blochs sind meiner Ansicht nach nicht immer einwandsfrei. Denn sie sind gewonnen an einer Bevölkerung, welche sichtlich sehr wenig schmerzempfindlich sein muß, ebenso offensichtlich unter dem suggestiven Einfluß des Operateurs und außerdem in vielen Fällen unter dem Einfluß kleiner Chloroformmengen gestanden hat, welche jedoch vollständig ausreichen, um eine sogenannte Rauschnarkose herbeizuführen. Einzelne weitere Beobachtungen finden sich bei Schleich und einigen anderen, welche Operationen in örtlicher Betäubung beschreiben. Sehen wir also, was über die Empfindlichkeit der Organe gegen Schmerz bekannt ist.

Die Haut mit ihren außerordentlich zahlreichen Nervenendigungen gilt für das schmerzempfindlichste Organ des menschlichen Körpers. Bei den ohne allgemeine oder örtliche Betäubung ausgeführten Gliedabsetzungen und Bruchschnitten der alten Zeit litten die Kranken bei weitem am meisten, wenn die Haut durchtrennt wurde, während der übrige Teil der Operation verhältnismäßig wenig schmerzhaft war (Montfalcon). Bloch bringt zahlreiche Belege für die Tatsache, daß viele Operationen von Kranken leicht ertragen werden, wenn nur die Haut unempfindlich gemacht worden ist. Die Schmerzempfindlichkeit der Haut ist nicht gleichmäßig über die Körperoberfläche verteilt. Verhältnismäßig weniger empfindlich ist z. B. die Rückenhaut, besonders empfindlich sind die Fingerspitzen. Die Streckseiten der Glieder sind im allgemeinen weniger empfindlich wie die Beugeseiten. Bei Erkrankungen, besonders bei der akuten Entzündung, nimmt die Schmerzempfindlichkeit der Haut oft einen sehr hohen Grad an, so daß die leiseste Berührung und überhaupt jede Manipulation in der Gegend des Entzündungsherdes außerordentlich schmerzhaft ist.

Das lockere Unterhautzellgewebe besitzt offenbar nur ein sehr geringes oder kein selbständiges Empfindungsvermögen, wohl aber zahlreiche sensible Leitungsbahnen, welche die Gefühlsnerven für die Haut enthalten. Sie liegen häufig neben den Blutgefäßen, innerhalb strafferer Bindegewebsplatten und begeben sich, je mehr sie sich zu größeren Stämmen sammeln, in die Tiefe, in die Nähe der Faszie. Beim Durchschneiden, bei Druck und Zug durch Haken und andere Instrumente, beim Fassen und Unterbinden von Gefäßen innerhalb des Unterhautzellgewebes werden oft Schmerzen ausgelöst, deren Stärke nach Körper-

teil und Individuum wechselt. Ähnlich wie das Unterhautzellgewebe verhalten sich auch die Muskeln. Man findet bei Operationen am nicht narkotisierten Menschen innerhalb der die Muskelbündel trennenden Bindegewebssepten zahlreiche, bei mechanischer Reizung schmerzhafte Punkte, welche sensibeln Leitungsbahnen entsprechen. Beim Einstechen von Nadeln in einen Muskel beim gesunden Menschen erweist sich die Muskelmasse selbst an den meisten Stellen als ganz gefühllos. Wird aber eine jener Leitungsbahnen von der Nadelspitze getroffen, so entsteht Schmerz. Das Sehnengewebe scheint gefühllos zu sein, wie bei der Ausführung von Sehnennähten leicht festgestellt werden kann. Hingegen kann dem manche Sehne und die Sehnenscheide umhüllenden straffen Bindegewebe, ferner den Muskelfaszien (Aponeurosen) oder den sie bedeckenden Bindegewebslamellen ein wiederum von Fall zu Fall wechselnder Grad von selbständiger, wahrscheinlich durch Nervenendigungen bedingter Schmerzempfindlichkeit nicht abgesprochen werden. Davon kann man sich außer bei Operationen und Verletzungen sehr leicht durch einige Versuche am eigenen Körper überzeugen. Ich benutzte hierzu eine sehr feine Stahlnadel oder Insektennadel. Man sticht dieselbe irgendwo am Körper durch die Haut in das Unterhautzellgewebe. Es ist zweckmäßig, die Einstichstelle zuvor mittels eines später zu schildernden Verfahrens (Quaddelbildung) unempfindlich zu machen, damit die Sensibilität der Haut selbst ganz ausgeschaltet wird. Im Unterhautzellgewebe kann man nun die Nadel parallel zur Hautoberfläche nach allen Richtungen vorschieben. Dabei wird in der Regel nichts empfunden. Nur an einzelnen Stellen, nämlich wenn die Nadelspitze an einen Nervenstamm gerät, werden Parästhesien und Schmerz ausgelöst. Man richtet nun die Nadel senkrecht in die Tiefe. Sobald ihre Spitze die Muskelfaszie oder die dieselbe bedeckende straffe Gewebsschicht berührt und an ihr Widerstand findet, entsteht an den meisten Stellen ein nicht unerheblicher Schmerz, während wenige Stellen gefühllos sind. Dieser Schmerz wird ziemlich gut lokalisiert. Eine Empfindung anderer Art als eine Schmerzempfindung, also etwa eine Druck- oder Tastempfindung, vermochte ich in der Faszie niemals auszulösen. Auch Parästhesien, wie sie kennzeichnend sind bei Reizung sensibler Nervenstämme, welche zur Haut ziehen, fehlen vollständig. Ein Schmerz von ganz der gleichen Art entsteht, wenn die Nadelspitze die Oberfläche von Sehnen, z. B. der Achillessehne, berührt. Das Durchstechen der Sehne ist gefühllos, sobald die Nadel an die Hinterfläche der Sehne gelangt, entsteht wiederum Schmerz, und zwar immer nur Schmerz und keine

andere Empfindung. Die Tenotomie der Achillessehne bei Betäubung der Haut allein ist daher entgegen der Annahme Blochs eine für die meisten Menschen sehr schmerzhafte Operation.

Die Knochenhaut hielten Haller, Piorry und Bloch für nicht schmerzempfindlich, wenigstens im gesunden Zustande. Es wäre das sehr verwunderlich bei einem an Nervenelementen so reichen Gewebe. Die Annahme ist aber auch sicher nicht richtig. Prüft man die Knochenhaut eines gesunden, vorurteilslosen Menschen in der obenerwähnten Weise mit der Nadelspitze, so ergibt sich, daß sie an einigen Stellen außerordentlich schmerzempfindlich ist; an der Vorderfläche des Schienbeins, an den Rippen, an der Kniescheibe, am Zahnfortsatz finden sich kaum Stellen, wo der Einstich der Nadel nicht mindestens ebenso schmerzhaft ist wie der Einstich in die Haut. Der Schmerz wird ziemlich gut lokalisiert, hat aber einen anderen, nach Nyström diffuseren, plumperen Charakter als der Hautschmerz. An der Hinterfläche des Schienbeins, an der Außenseite des Oberschenkelknochens, an der Speiche, am Wadenbein, wo ich derartige Untersuchungen vornahm, sind die schmerzhaften Stellen viel spärlicher, dazwischen finden sich solche, an denen die Nadel keinerlei lokalisierte Empfindung auslöst; mir schien lediglich die beim starken Aufstoßen der Nadel auf den Knochen entstehende Erschütterung des ganzen Knochens empfunden zu werden. Etwas anderes als eine reine Schmerzempfindung konnte ich im übrigen weder bei Berührung der Knochenhaut noch des Knochens hervorrufen. Wenn ich bei Kopfverletzungen die freiliegende Knochenhaut prüfte oder gar vom Knochen abzuheben suchte, so erwies sie sich ausnahmslos als sehr schmerzempfindlich. Die Empfindlichkeit der Kieferknochenhaut lehrt die alltägliche Erfahrung. Der Grad der Empfindlichkeit mag, wie überall, in hohem Maße von Ort und Individuum beeinflußt werden. Im allgemeinen aber muß die Knochenhaut als ein besonders schmerzempfindliches Gewebe angesehen werden, auch im normalen Zustande. Damit stimmen auch Lennanders Beobachtungen überein.

Über die Schmerzempfindlichkeit des Knochens selbst und des Knochenmarks ist folgendes zu bemerken. Monfalcon sagt, daß die Kranken bei Amputation einen fürchterlichen Schmerz empfinden, wenn die Haut durchschnitten wird, daß sie weniger klagen beim Durchschneiden der Muskeln, und daß sie nicht zu leiden scheinen beim Durchsägen des Knochens. Piorry dagegen hält das Knochenmark beim Durchsägen, beim Einführen einer Sonde, beim Einspritzen irritierender Flüssigkeiten für sehr schmerzhaft. Nach Ried, der über Ampu-

tationen unter örtlicher Betäubung berichtet, war allein für die Knochendurchtrennung eine kurzdauernde Narkose nötig. Auch Schleich hält Knochen und Knochenmark für empfindlich. Nach Blochs Beobachtungen bei Amputationen und Meißeloperationen soll das gesunde Knochenmark wohl Empfindungen, aber keine Schmerzen auslösen. Die zum Beweis angeführten Fälle sind aber nicht einwandsfrei, weil sie unter oberflächlicher Chloroformnarkose ausgeführt worden sind. Nach Bichat (zitiert nach Bloch) soll die Schmerzempfindlichkeit der langen Röhrenknochen im mittleren Teil der Diaphysen größer sein als gegen die Epiphysen hin. Das Knochenmark der kurzen und flachen Knochen soll weniger empfindlich sein.

Einen Röhrenknochen, an dem das Periost abgelöst ist, kann man ohne Schmerzen aufmeißeln. Nyström stellte durch Versuche am eigenen Körper fest, daß die Rindenschicht des Schienbeins bis zur Tiefe von mehreren Millimetern völlig unempfindlich war, auch wenn die gesetzte Periostlücke nur wenige Millimeter im Durchmesser hatte. Er hält es daher für unwahrscheinlich, daß der Knochen überhaupt Schmerznerven aus dem Periost empfängt. Das Knochenmark ist nach Schleichs Beobachtung nicht unempfindlich, denn er mußte es besonders betäuben. Auch Piorrys Beobachtung, daß das Sondieren einer Knochenfistel oft schmerzhaft ist, ist ja unzweifelhaft richtig. Ich habe einige Untersuchungen an breiten Knochenmulden der Tibia, deren vordere Wand bei Osteomyelitis fortgenommen war, gemacht. In diesen Fällen war, obwohl das Periost im hinteren Umfang des Knochens erhalten gewesen ist, der Knochen nur an einzelnen Stellen und nur sehr wenig schmerzempfindlich. Man kann solche Knochenhöhlen ausschaben und nur, wenn man mit dem Löffel an das Periost des Knochenrandes gerät, werden lebhaftere Schmerzen ausgelöst. Andere Empfindungen als Schmerz vermag ein derartiger Knochen nicht hervorzurufen, Druckreize und Temperaturempfindungen werden absolut nicht empfunden. Nur die Erschütterung des ganzen Knochens oder der ganzen Extremität wird bemerkt, vermutlich infolge einer Erregung des Lagegefühls. Nyströms Untersuchungen ergaben, daß die Markhöhle des Schienbeins und Oberschenkelknochens an einzelnen Stellen Schmerznerven enthält, welche bei Reizung die Empfindung eines dumpfen Wehgefühls vermitteln. Auch in der Spongiosa werden an einzelnen Stellen ähnliche Schmerzempfindungen ausgelöst. Sowohl in der Merkhöhle der Röhrenknochen, als in der Spongiosa liegen diese empfindlichen Stellen hauptsächlich in der Nähe der Rindenschicht.

Der Knorpel ist gefühllos (Bloch, Lennander), wogegen das

Perichondrium, wo ein solches vorhanden ist, nervenreich und schmerzempfindlich ist.

Gelenkkapseln, Bänder und namentlich die Synovialmembranen erfordern unbedingt eine Betäubung bei Operationen. Die Empfindlichkeit der Synovialhaut ist, wie bei ihrem Reichtum an Nerven gar nicht anders zu erwarten ist, auch im nicht akut entzündeten Zustande oft eine sehr große. Die Einspritzung reizender Flüssigkeiten in ein Gelenk ist meist sehr schmerzhaft, bei Arthrotomien des Kniegelenks habe ich die Synovialhaut stets schmerzempfindlich gefunden. Gelenkkapseln und Bänder enthalten stets Leitungsbahnen, welche bei Zerrung und Durchschneidung mehr oder weniger heftige Schmerzen verursachen. Haller hielt Bänder und Kapseln für gefühllos. Nach Bloch besitzt keins der ein Gelenk zusammensetzenden Gewebe ausgesprochene Schmerzempfindlichkeit. Das Beispiel, welches Bloch zum Beweis der Richtigkeit dieser Annahme unter anderen anführt, muß ich hier wiedergeben.

Es handelte sich um ein 29jähriges Mädchen mit chronischer Ostitis am Condylus externus femoris. Die Esmarchsche Binde wurde angelegt. Auf die Haut wurde Äthylchlorid appliziert und ohne Reaktion eine Inzision von 6 cm Länge gemacht. Das Kniegelenk wurde geöffnet, die Innenfläche des Gelenks, in der Absicht, die Sensibilität zu prüfen, nach allen Richtungen mit Instrumenten untersucht. Es folgte Ablösung des Periosts vom Condylus externus, der Knochenherd wurde mit dem Meißel geöffnet und ausgeräumt. Die Kranke empfand keinen Schmerz. Die Operation dauerte 11 Minuten, also eine Zeit, in der die Abschnürung der Extremität kaum eine nennenswerte Herabsetzung der Sensibilität hervorgerufen haben kann.

Ich will ein ähnliches Beispiel einer schmerzlosen Operation mitteilen.

Ich operierte am 7. Juli 1899 einen 25jährigen, geistig wenig regsamen, sonst namentlich in bezug auf sein Nervensystem vollständig gesunden Arbeiter wegen einer Pseudoarthrose der Elle. Zur Ausführung des Hautschnitts wurde die Haut mit Kokainlösung infiltriert. Dann wurde der Knochen freigelegt, die Knochenhaut abgelöst, das zwischen den Knochenenden liegende Bindegewebe ausgeschnitten, der Knochen angefrischt und mit Draht genäht, die Wunde durch die Naht geschlossen.

Der Kranke hat während der 1½stündigen Operation keinen Schmerz gefühlt. Am 19. Oktober wurde, da eine knöcherne Vereinigung der Bruchenden nicht zustande gekommen war, die Operation wiederholt, ohne Anwendung irgend eines Betäubungsmittels. Sie war auch diesmal nach Angabe des Kranken vollkommen schmerzlos. So wäre also die Betäubungsfrage auf die einfachste Weise gelöst. Man bestäubt die Haut mit Chloräthyl, oder auch nicht, operiert, und der

Kranke fühlt nichts und klagt nicht. Eine Verallgemeinerung solcher Erfahrungen, die wohl jeder Chirurg gemacht hat, ist nicht möglich, und derartige Kranke zu Gefühlsprüfungen zu verwenden, ist nicht angängig.

Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß die bisher erwähnten, von zerebrospinalen Nerven innervierten Gewebe bisweilen, besonders wenn sie akut entzündet sind, aber auch infolge zentraler, physiologischer Überempfindlichkeit, eine außerordentlich hochgradige Schmerzempfindlichkeit besitzen können, so daß der Schluß, eins dieser Gewebe sei unempfindlich gegen Schmerz, durchaus unzulässig ist.

Schleimhäute. Die Schleimhaut des Mundes, der Nase, des Rachens ist mehr oder weniger schmerzempfindlich, auch im normalen Zustande. Bei Operationen zeigt die Schleimhaut der Highmorshöhle und Stirnhöhle dasselbe Verhalten. Ebenso ist die Schleimhaut der Paukenhöhle schmerzempfindlich. Einem wirklich unter allen Umständen und bei jedem, auch dem empfindlichsten Menschen gefühllosen Organ begegnen wir zum ersten Male bei der Schleimhaut des Magen- und Darmkanals. Die Unempfindlichkeit beginnt schon in der Speiseröhre — der verschluckte Bissen verschwindet für die Empfindung, sobald er den Rachen verlassen hat — und erstreckt sich bis in den Mastdarm. Hier beginnt die Schmerzempfindlichkeit wieder und erreicht im Analteil bekanntlich einen hohen Grad. Die vollständige Unempfindlichkeit der Schleimhaut des Dickdarms gegen mechanische, chemische und thermische Reize ist schon von Steinhäuser (1831) beobachtet worden und kann an einem an der vorderen Bauchwand angelegten künstlichen After oder an dem nach Mastdarmausschneidung in der After- oder Kranzbeingegend eingenähten Dickdarm leicht festgestellt werden. Derartige Untersuchungen sind u. a. von Bloch und Lennander vorgenommen worden, die Unempfindlichkeit der Dickdarmschleimhaut konnte ich, wie Lennander, noch mehrere Jahre nach einer Mastdarmausschneidung feststellen. Auf Gefühlsvermögen der Bauchorgane wird nachher noch zurückzukommen sein. In welchem Grade die Kehlkopfschleimhaut schmerzempfindlich ist, kann wegen ihrer hochgradigen Reflexempfindlichkeit sehr schwer festgestellt werden. Groß scheint die Schmerzempfindlichkeit nicht zu sein. Kehlkopferkrankungen und Fremdkörper im Kehlkopf pflegen nur dann erhebliche Schmerzen zu verursachen, wenn sie bis auf das Perichondrium vorgedrungen sind. Die Luftröhrenschleimhaut ist nach Bloch und Lennander unempfindlich. Die Schleimhaut der Harnröhre besitzt auch im normalen Zustande eine nicht unbedeutende Schmerzempfindlichkeit, und wenn Bloch die Spal-

tung der männlichen Harnröhrenmündung für einen wenig schmerzhaften Eingriff erklärt, so werden damit wenige Kranke einverstanden sein. Ob der bei Dehnung der Harnröhre auftretende Schmerz von der Schleimhaut selbst ausgelöst wird, ist sehr fraglich. Die Schleimhaut der normalen Harnblase ist mehr oder weniger empfindlich. Bloch fand an einer durch Sectio alta eröffneten, entzündeten Blase die Schleimhaut des Blasenkörpers unempfindlich, diejenige des Blasenhalses aber schmerzempfindlich. Die Sectio alta wird heutzutage sehr häufig in örtlicher Betäubung ausgeführt. Es hat sich dabei gezeigt, daß die Blasenschleimhaut überall mehr oder weniger schmerzhaft ist und betäubt werden muß. Die Schleimhaut des Scheideneinganges besitzt sehr große Schmerzempfindlichkeit, eine viel geringere, nach Lennander gar keine, diejenige der Scheide selbst. Ebensowenig empfindlich ist die Schleimhaut der Gebärmutter.

Ein weiteres Organ, welches auf die gewöhnlichen äußeren Reize gar nicht reagiert, ist das Gehirn. Es wurde bereits oben darauf hingewiesen, wie die klinischen Erfahrungen bei Hirnerkrankungen kaum die Annahme gestatten, daß dieses Organ schmerzempfindlich sei. Durch die Beobachtungen der Chirurgen ist die Tatsache der Unempfindlichkeit wenigstens der Konvexität der Hemisphären vielfach bestätigt worden. Ich hatte zweimal Gelegenheit, derartige Beobachtungen bei Individuen mit klarem Verstande anzustellen. Einmal bei einem Kranken, dem ich einen Abszeß der motorischen Rindenregion geöffnet hatte, und bei dem anhaltende Temperatursteigerungen den Verdacht auf einen tiefer in der Hemisphäre gelegenen Abszeß erweckten, das andere Mal bei einem wegen gliomatöser Hirnzyste zwei Jahre vorher operierten Kranken mit Knochenlücke im Scheitelbein, wo ein Rückfall vermutet wurde. In beiden Fällen wurde die Hemisphäre nach allen Richtungen punktiert, im ersten Fall auch der gefundene Abszeß durch Einschnitt eröffnet. Die Kranken hatten weder Schmerz noch eine andere Empfindung. Bloch, Schleich und Lennander haben ebenfalls die Unempfindlichkeit des freiliegenden Gehirns festgestellt. Daß beim Verbandwechsel nach Operationen am Gehirn und bei offenen Schädelbrüchen die Hirnmasse gefühllos ist, haben wohl alle Chirurgen gelegentlich bemerken können. Die harte Hirnhaut soll nach Piorry, der sich auf Berefeld, Legat, Fontana und Caldani beruft, schmerzempfindlich sein, während Chaussier, Richerand, Portal (zitiert nach Bloch) sie für ganz gefühllos hielten. Ich fand bei Operationen an der Konvexität die harte Hirnhaut stets ganz gefühllos. Gegen die Schädelbasis hin dagegen ist sie schmerzempfindlich.

Letzteres habe ich zweimal feststellen können. Das erstemal bei einer osteoplastischen Resektion zur Entfernung eines Glioms der motorischen Rindenregion. Gegen die Konvexität hin war, wie sonst, auch hier die Dura gefühllos. Gegen die Schädelbasis hin, in Höhe des Jochbogens, war sie dagegen schmerzempfindlich. In einem anderen Fall handelte es sich um ein Dermoid im Hinterhauptbein, in der Gegend der Protuberantia occipitalis, welches die Tabula externa sowohl, wie die Tabula interna durchbrochen hatte und mit der Dura verwachsen war. Nach Betäubung der äußeren Nerven ließ sich die Freilegung der Zyste, die Wegnahme der überhängenden Teile der Tabula externa schmerzlos ausführen, die Dura mater aber war bei gleichzeitiger Gefühllosigkeit aller übrigen Teile des Operationsfeldes sehr schmerzempfindlich.

Die Ergebnisse der eben erwähnten, älteren Beobachtungen sind in den letzten Jahren bei zahlreichen Schädel- und Hirnoperationen, die in örtlicher Betäubung vorgenommen wurden, bestätigt worden. Die Dura der hinteren Schädelgrube, die ich nach früheren Befunden für unempfindlich hielt, zeigte in neueren Beobachtungen bei Kleinhirnoperationen einige Male eine mehr oder weniger lebhafte Schmerzempfindlichkeit, obwohl die Schädeldecken infolge der angewandten örtlichen Betäubung völlig gefühllos geworden waren.

Sehr interessante und wichtige Untersuchungen über Gefühlsvermögen der Bauchhöhle und der Bauchorgane verdanken wir Lennander. Die älteren Angaben hierüber widersprechen sich vielfach. Haller hielt das Bauchfell und die Darmschleimhaut für gefühllos, die Submukosa dagegen für empfindlich. Bei Tieren zeigte Leber, Milz und Niere sehr geringe Empfindlichkeit. Piorry hielt die serösen Häute für gefühllos und teilt als Beweis mit, daß Bichat gesehen habe, wie Hunde ihre eigenen aus einer Bauchwunde vorgefallenen Darmschlingen auffraßen. E. H. Weber wies nach, daß vorgefallene menschliche Darmschlingen unempfindlich gegen Kälte, Schmerz und Druck waren. Seit der Einführung des Kokains sind sehr viele Bauchoperationen ohne Narkose ausgeführt worden, und die Chirurgen haben reichlich Gelegenheit gehabt, sich von der Gefühllosigkeit des Magen- und Darmkanals samt seines Bauchfellüberzugs zu überzeugen. Doch hielt man immer an der Meinung von Flourens, Richet und Bloch fest, daß die Bauchorgane im entzündeten Zustande schmerzhaft werden könnten. Demgegenüber hat Lennander auf Grund sehr zahlreicher Einzelbeobachtungen teils bei Operationen in örtlicher Betäubung, teils an vorgelagerten oder in die Bauchwand eingenähten Organen festgestellt, daß derjenige Teil der Bauchhöhle, welcher allein oder doch in der Hauptsache Schmerzempfindungen im gesunden und kranken Zustande vermittelt, das Bauchfell der vorderen und hinteren Bauchwand ist,

ferner des Beckens, des Zwerchfells, soweit es von spinalen Nerven innerviert wird, während das Peritoneum viscerale, Magen, Darm und Netz, auch bei akuter Peritonitis und sonstigen Erkrankungen dieser Teile, ferner Gallenblase, Nieren und Leber keine auf die gewöhnlichen mechanischen und thermischen Reize antwortende Schmerz-, Berührungs-, Kälte- und Wärmenerven besitzen. Man kann also diese Teile quetschen, durchtrennen, brennen, ohne daß eine Empfindung ausgelöst wird. Die Schmerzempfindlichkeit des parietalen Bauchfells gegen Klemmen, Schneiden, Brennen und Zerrung ist eine sehr große auch im gesunden, in der Regel eine noch größere im entzündeten Zustande. Der Schmerz wird lokalisiert insofern, als die Kranken angeben können, ob der Reiz rechts oder links, im oberen oder unteren Teil des Bauches einwirkt. Bei Untersuchung der Mesenterien hatte Lennander keine eindeutigen Ergebnisse. Zug am Mesenterium ruft stets Schmerz hervor. Lennander glaubte, die Eingriffe am Mesenterium seien schmerzlos, wenn gleichzeitige Zerrung vermieden wird. Er hatte indessen selbst beobachtet, daß das Abklemmen des Mesenteriolums mit einer Arterienklemme heftigen Schmerz verursachte.

Von der Richtigkeit der Beobachtungen Lennanders, soweit sie die Wandungen des Magens und Darms betreffen, haben sich die Chirurgen in Hunderten und Tausenden von Fällen überzeugen können. Unter welchen Bedingungen man auch operieren mag, ob dem Kranken in einem vorangehenden Ätherrausch der Bauch geöffnet wurde, ob die Bauchdecken mit Kokain oder mit einem anderen Betäubungsmittel unempfindlich gemacht waren, ob die Prüfung ohne Anwendung eines solchen ausgeführt wurde, ob am kürzere oder längere Zeit aus der Bauchhöhle herausgelagerten Darm operiert wurde, oder ob unmittelbar nach Eröffnung des Bauches durch einen kleinen Schnitt der Magen oder ein Darmteil in die Bauchwand eingenäht und geöffnet wurde, ob das betreffende Eingeweide normal oder entzündet oder sonstwie verändert war, stets fand sich Magen- und Darmwand unempfindlich, während zu gleicher Zeit das parietale Bauchfell überall außerordentlich schmerzhaft war, wo es nicht künstlich gefühllos gemacht wurde. Der einzige Autor, der glaubt, in vier Fällen eine Empfindlichkeit des Dünndarms gegen mechanische und thermische Reize beim Menschen beobachtet zu haben, ist Ritter.

Wesentlich zu ergänzen sind Lennanders Anschauungen über das Gefühlsvermögen des Gekröses. Bier teilte mit, daß nach seinen Beobachtungen das Abbinden der Mesenterien meist mit Schmerzen verbunden sei. Auch ich berichtete in den früheren Auflagen dieses Werkes

über eine Beobachtung, wo bei einer Dünndarmresektion jede Unterbindung heftigen Schmerz erregte. In vielen Fällen bleiben derartige Reaktionen aus, zumal wenn das Mesenterium nahe der Darmwand abgebunden wird. Ich schloß dieser Beobachtung die Vermutung an, daß das Gefühlsvermögen des Gekröses wohl verschieden entwickelt sein müsse und bald mehr, bald weniger weit an den Darm heranreiche. Zu der gleichen Auffassung ist Wilms gekommen. Es zeigte sich, daß an gefäßlosen Stellen das Kneifen des Mesenteriums, bis zu 6 cm und mehr vom Darm entfernt, kein Schmerzgefühl auslöste, während es gelang, beim Kneifen der Gefäße 2—3 cm vom Darm entfernt deutliche Schmerzempfindung zu erregen. Die engen Beziehungen der sensibeln Nerven der Mesenterien zu den Blutgefäßen haben ferner an Tieren und beim Menschen Ritter und Propping studiert. Es sei noch bemerkt, daß in fest eingeklemmten Hernien das Mesenterium fast stets gefühllos gefunden wird; denn die Einklemmung kann nicht nur, sondern sie muß zur Unempfindlichkeit führen. Andererseits ist es jedem operierenden Chirurgen bekannt, daß Abklemmen der Mesenterien an der Rückwand des Bauches, ebenso Abklemmen des kleinen Netzes in der Regel heftige Reaktionen auslöst bei Kranken, die sich nicht unter der Einwirkung von betäubenden Mitteln befinden. Es zweifelt daher niemand mehr daran, daß die Mesenterien beim Menschen eine sehr ausgesprochene Schmerzempfindlichkeit besitzen.

Sehr bezeichnend und wichtig sind die Beobachtungen, welche Wilms und Hesse am Wurmfortsatz und Mesenteriolum gemacht haben. Meine eigenen Beobachtungen stimmen damit ganz überein. Der Wurmfortsatz ist gefühllos. Das Mesenteriolum ist schmerzempfindlich. Beim Abbinden und Abklemmen des Mesenteriolums entstehen schmerzhafte Empfindungen, welche nicht lokalisiert sind, sondern in der Regel in den Oberbauch verlegt werden. Die Stärke dieser Empfindungen wechselt sehr. Bald sind sie so gering, daß der Kranke ihr Vorhandensein nur auf Befragen angibt, bald sind sie so heftig, daß Narkose zu Hilfe genommen werden muß. Dieselben Empfindungen treten beim Zug am Wurmfortsatz und Blinddarm auf. Ganz ähnliche Verhältnisse liegen auch an den übrigen Mesenterien vor. Das große Netz ist meist, nicht immer, gefühllos.

Bei Hunden und Kaninchen scheint nach Untersuchungen von Kast und Meltzer, ferner von Ritter und Propping, denen allerdings L. R. Müller widerspricht, auch die Wand des Magens und Darmes selbst Schmerzgefühl zu besitzen.

Meltzer und Kast haben die Beobachtung gemacht, daß bei mit Kokain vergifteten Tieren nicht nur das Gefühlsvermögen der Haut, der Hornhaut und des parietalen Peritoneums, sondern auch die Empfindlichkeit des Magen- und Darmkanals aufgehoben ist. Gegen die Schlußfolgerung dieser Autoren, beim Menschen könnten die zum Zweck örtlicher Betäubung einverleibten Kokaindosen eine ähnliche Herabsetzung des Gefühls verursachen, woraus sich die beim Menschen gefundene Schmerzlosigkeit der Eingeweide erkläre, haben Wilms, Propping und Nyström mit Recht Einspruch erhoben. Gefühlsstörungen dieser Art werden stets nur durch toxische Kokaindosen verursacht, auch sind das bekanntlich zentrale und nicht, wie Ritter annimmt, periphere Lähmungen. Kleine nicht toxische Kokaindosen (0,08—0,1 per os nach Mosso) bewirken beim Menschen nicht eine Herabsetzung, sondern eine Steigerung des peripheren Gefühlsvermögens. Es liegt deshalb nicht die geringste Veranlassung vor, die Zuverlässigkeit der Beobachtungen an Menschen anzuzweifeln, welche in örtlicher Betäubung operiert worden sind, zumal sie übereinstimmen mit Beobachtungen an Menschen, die ohne Anwendung von Kokain und anderen Mitteln operiert wurden (Haim, Mitschell, Wilms, Propping).

Die bei Operationen durch Zug an den Baucheingeweiden und durch Abklemmen und Abbinden der Mesenterien hervorgerufenen Empfindungen unterscheiden sich wesentlich von anderen Schmerzempfindungen, insofern sie nicht lokalisiert sind. Augenscheinlich haben sie auch einen ganz anderen Charakter. Manche Menschen bezeichnen sie überhaupt nicht als Schmerz, sondern als Unbehagen, das sich bis zur Unerträglichkeit steigern kann, andere sprechen von kolikartigen Schmerzen. Es empfiehlt sich deshalb, diesen Unterschied auch durch den Sprachgebrauch zu kennzeichnen und diese Empfindungen Bauchgefühle oder abdominelle Sensationen zu nennen.

Im Hinblick auf die große Verschiedenheit der Schmerzempfindlichkeit bei Rassen und Individuen und auf die anscheinend größere Lebhaftigkeit der abdominellen Sensationen bei manchen Tierarten ist es durchaus nicht verwunderlich, wenn auch beim Menschen gelegentlich einmal die empfindlichen Bestandteile des Gekröses auf den Darm übergreifen. Zu verwundern ist es nur, daß dies erst von einem einzigen Beobachter bemerkt worden ist.

Lennanders Untersuchungen gipfelten in dem Schluß, daß nur die zerebrospinalen Nerven imstande sind, schmerzhafte Reize aufzunehmen und weiterzuleiten. Aus den experimentellen Untersuchungen von Fröhlich und Meyer, ferner aus dem Verschwinden der Bauchgefühle bei der Rückenmarksbetäubung und der paravertebralen Leitungsanästhesie (Kappis), endlich aus den Beobachtungen bei Rückenmarksverletzungen (Kocher) folgt, daß die Leitung dieser Empfindungen

zum Gehirn auf dem Wege des Rückenmarks erfolgt, und daß der N. vagus mit ihnen nichts zu tun hat. Dagegen spielt das sympathische Nervensystem bei der sensibeln Innervation der Bauchorgane eine große Rolle. Denn deren sensible Nervenbahnen begeben sich teils unmittelbar, teils durch Vermittlung der Nn. splanchnici in den Grenzstrang und gelangen von da durch die Rami communicantes N. sympathici in die hinteren Wurzeln der Spinalnerven. Weiteres hierüber siehe im 13. Abschnitt.

Auf die im Anschluß an Lennanders Arbeiten lebhaft besprochene Frage über die Entstehung der bei Krankheiten in den Eingeweiden auftretenden Schmerzen kann hier nicht eingegangen werden.

Die Gallenblase habe ich oft in örtlicher Betäubung geöffnet und kann nur die Beobachtung Lennanders bestätigen, daß ihr Körper vollständig gefühllos ist beim Drücken, Klemmen und Schneiden, daß aber ein Zug nach vorn und das Sondieren der Gallengänge schmerzhaft ist; letzteres kann man an jeder Gallenfistel feststellen. Die Unterbindung der A. cystica und das Abbinden der Gallenblase ist nach Ritter schmerzhaft.

Daß die Leber keine Schmerzempfindlichkeit besitzt, ist den Chirurgen längst bekannt. Zur Eröffnung eines in die Bauchwunde eingenähten Echinokokkussackes braucht man ebensowenig Narkose wie zur Durchtrennung einer eingenähten Darmschlinge. Ich fand die konvexe Oberfläche des rechten Leberlappens und das Leberparenchym auch bei der zweizeitigen Eröffnung eines Leberabszesses gänzlich gefühllos für Schmerz und Berührung.

Eine operativ freigelegte Niere fand Lennander unempfindlich gegen operative Eingriffe, sowie gegen Wärme und Kälte. Allerdings war sie von ihrer Fettkapsel befreit. Bloch glaubt, daß die Niere nicht viel Gefühl besitze; Schleich sagt, daß das Nierenparenchym fast völlig gefühllos sei.

Was die Gebärmutter anbetrifft, so fand Lennander die Oberfläche des Gebärmutterkörpers, den Eierstock und Eileiter unempfindlich gegen den Thermokauter. Er gibt ferner eine Mitteilung Veits wieder, wonach dieser wiederholt den Kaiserschnitt ohne Narkose ausführte, allerdings, ohne die Gebärmutter abzuschnüren oder aus der Bauchhöhle herauszuwälzen. Reclus und Schleich halten beim Ausschneiden von Eierstocksgeschwülsten eine örtliche Betäubung des Stiels für erforderlich. Die Portio vaginalis ist nicht schmerzempfindlich, während das bei Operationen notwendige Herabziehen der Gebärmutter Schmerz ver-

ursacht. Das Bauchfell des Blasenscheitels fand Lennander ebenfalls gefühllos.

Die Untersuchungen über Schmerzgefühl des Hodens und Nebenhodens sind noch so lückenhaft, daß darüber etwas Weiteres nicht zu sagen ist. Nur so viel ist sicher, daß eine sehr vollständige örtliche Betäubung beider nebst ihrer Hüllen nötig ist, wenn man Operationen an ihnen machen will.

Die Pleura parietalis verhält sich wie das Peritoneum parietale, sie ist sehr schmerzempfindlich. Das kann schon bei jeder Probepunktion erkannt werden, wo die Kranken klagen, in dem Augenblick, wo die Nadel die Pleura durchbohrt, ferner bei der Thorakotomie, wenn die Betäubung ungenügend war. Dieser Meinung ist auch Lennander. Die Pleura pulmonalis dagegen ist unempfindlich. Garré sagt bei der Beschreibung der Technik der Lungenoperationen: „Wo zweizeitig operiert wird, bedarf es für den zweiten Eingriff, die Pneumotomie, keiner Narkose oder Anästhesie; das Lungengewebe ist an und für sich fast unempfindlich.“ Damit stimmt die Erfahrung überein, daß Pleuritiden schmerzhaft, zentrale Pneumonien und chronische Lungenleiden, die nicht von Pleuritis begleitet sind, schmerzlos sind.

Endlich hat Lennander festgestellt, daß die Schilddrüse ganz empfindungslos gegen mechanische, chemische und thermische Reize ist.

Die Schmerzempfindlichkeit ist also eine sehr weit im Körper verbreitete Eigenschaft der Gewebe, die auch da vorhanden ist, wo andere Sinnesempfindungen oder Gemeingefühle fehlen. Dieser Umstand macht es sehr wahrscheinlich, daß für die Schmerzempfindung besondere Schmerznerven mit spezifischen Endorganen vorhanden sein müssen. In praktischer Hinsicht ergibt sich, daß ein örtliches Betäubungsverfahren nur dann Aussicht haben kann, erfolgreich mit der Narkose in Wettbewerb zu treten, wenn alle Gewebe eines Operationsfeldes, welche zerebrospinale Nerven enthalten oder enthalten können, künstlich unempfindlich gemacht werden. Nur die zweifellos gefühllosen Gewebe, wie z. B. das Gehirn, die Bauchorgane, die Lunge, bedürfen einer Betäubung nicht.

Gefühllosigkeit oder Anästhesie kann künstlich hervorgerufen werden durch eine Unterbrechung zentripetal leitender, sensibler Nervenbahnen oder durch eine Lähmung ihrer zentralen Endorgane im Gehirn oder ihrer peripheren Endorgane in den Geweben.

Betrifft diese Lähmung die zentralen Endorgane, so entsteht zentrale Gefühllosigkeit, welche über den ganzen Körper verbreitet,

gewöhnlich mit einer Störung des Bewußtseins verbunden ist, und welche, absichtlich erzeugt, als Narkose, selten als Hypnose zu chirurgischen Zwecken Verwendung findet.

Eine Lähmung dagegen der in den Organen gelegenen peripheren Endigungen der sensibeln Nerven verursacht einen Zustand, den wir, in Übereinstimmung mit dem Sprachgebrauch der Physiologen, periphere oder terminale Anästhesie nennen wollen. Sie beschränkt sich genau auf diejenigen Gewebsteile, in denen die Tätigkeit der Endorgane aufgehoben ist. Wird die Leitungsfähigkeit eines sensibeln Nervenstammes an irgend einer Stelle zwischen Gehirn und Peripherie unterbrochen, so werden die von diesen Nerven allein innervierten Gewebe unempfindlich. Wir nennnen diesen Zustand Leitungsanästhesie.

Terminale und Leitungsanästhesie, wenn sie zur Erzeugung chirurgischer Schmerzlosigkeit dienen, fassen wir zusammen unter der Bezeichnung: örtliche Betäubung oder Lokalanästhesie.

Die uns zu Gebote stehenden Mittel, örtliche Betäubung hervorzurufen, sind teils physikalisch, teils chemisch wirksam. Ein starker, einen Nervenstamm treffender mechanischer Druck macht ihn leitungsunfähig; eine starke oder langdauernde Abkühlung, eine über ein gewisses Maß hinausgehende Aufquellung oder durch Wasserabgabe bedingte Schrumpfung der Nervenelemente hebt vorübergehend deren Tätigkeit auf. Dasselbe geschieht, wenn gewisse Arzneimittel mit den Nervenelementen in wirksame Berührung gebracht werden.

Die Aufgabe der folgenden Abschnitte wird es sein, die Geschichte, soweit sie nicht bereits besprochen ist, ferner die Theorie und Praxis dieser verschiedenen Verfahren der örtlichen Betäubung eingehend darzustellen.

3. Die schmerzstillende Wirkung der Nervenkompression und der Blutleere.

Durch mechanischen Druck auf einen Nervenstamm kann dessen Leitungsfähigkeit unterbrochen und eine, sämtliche von ihm innervierte Gewebe betreffende motorische und sensible Lähmung (Leitungsanästhesie) hervorgerufen werden. Beobachtungen im täglichen Leben (Einschlafen der Glieder, Radialislähmung bei Druck auf den Nerven-

stamm) und Erfahrungen bei der Amputation zum Zweck der Blutsparung abgeschnürter Glieder haben schon in alter Zeit die Ärzte veranlaßt, dies Verfahren zur örtlichen Betäubung zu versuchen. Wir haben seine Geschichte bereits verfolgt bis zu der Zeit, in der durch Esmarch die künstliche Entleerung des Blutes und die Abschnürung der Glieder mit einem elastischen Schlauch oder einer elastischen Binde zu einem wesentlichen Bestandteil der chirurgischen Technik geworden war. Von den zahlreichen Autoren, welche in dieser Zeit die physiologischen Wirkungen der Blutleere abgeschnürter Glieder klinisch und experimentell studierten, gedenken die meisten auch der Gefühls- und Bewegungsstörungen, von denen die Glieder hierbei betroffen werden können. Was zunächst die tatsächlichen Ergebnisse dieser an Tieren und an gesunden und kranken Menschen angestellten Versuche betrifft, so zeigt sich, daß die große Mehrzahl der Beobachter (Nicaise, Verneuil, Billroth, Fischer, Bruns, Chauvel, Riedinger, Kappeler, Karewski u. a.) stets nur Parästhesien verschiedener Art, aber keine oder sehr geringe Herabsetzung der Schmerzempfindlichkeit an den abgeschnürten Gliedern fand, während einige von ihnen (z. B. Neuber, Iversen, Le Fort, Stockes) nach Abschnürung eines Armes oder Beines eine ziemlich ausgebreitete Gefühllosigkeit entstehen sahen, welche an den Fingern oder Zehen begann und sich allmählich mehr oder weniger weit über das Glied verbreitete. Da sie nun doch zweifellos alle das Glied, an dem sie ihre Versuche anstellten, blutleer gemacht und bis zur Unterbrechung der Blutzufuhr abgeschnürt hatten, so erscheint die damals ziemlich allgemein verbreitete Ansicht, die Blutleere der Gewebe verursache derartige Gefühlsstörungen, nicht sehr wahrscheinlich. Die alten Chirurgen, wie Juvet, Theden, Liégard (siehe 1. Abschnitt) haben dagegen nie eine andere Auffassung gehabt, als daß durch den Druck eines die Extremität umschnürenden Bandes auf deren Nervenstämme Leitungsanästhesie in der Peripherie erzeugt werde. Nimmt man eine Nachprüfung der erwähnten Versuche vor in der Weise, daß man nicht allein auf die Unterbrechung des Blutstroms achtet, sondern möglichst eine Dosierung des auf die Nervenstämme ausgeübten Druckes erstrebt, so läßt sich folgendes feststellen.

Periphere Umschnürungsanästhesie entsteht, wie bereits von Krieshaber, Verneuil u. a. betont worden ist, überhaupt nur dann, wenn der Druck des schnürenden Gummischlauches dasjenige Maß meist erheblich überschreitet, welches zur Unterbrechung des Blutstroms nötig ist. Man bedarf sehr starker Abschnürung, wenn man in

absehbarer Zeit eine erkennbare Herabsetzung der Schmerzempfindlichkeit beobachten will, auch dann beschränkt sich dieselbe meist auf Hand und Fuß. Stärke und Ausdehnung der Umschnürungsanästhesie stehen ferner in direktem Verhältnis zur Stärke des auf den Nervenstämmen lastenden Druckes. Je ausgebreiteter die Gefühlsstörungen in der Peripherie sind, desto mehr Beschwerden, oft unerträgliche Schmerzen macht die Schnürstelle. Maßgebend für den Druck auf die Nerven ist nicht allein die Festigkeit der Abschnürung, sondern auch die Beschaffenheit des Gliedes, die Beschaffenheit des schnürenden Materials, endlich der Ort, wo ein Glied umschnürt wird. Am Oberarm einer mageren Frau oder eines Kindes kann durch eine vorsichtig umgelegte Gummibinde der Blutstrom leicht völlig unterbrochen werden, ohne daß beträchtliche Gefühlsstörungen oder Beschwerden entstehen. An muskulösen Gliedern gelingt das meistens nicht, man bedarf da zur Unterbrechung des Blutstromes eines Druckes, welcher auch die Nervenstämme nicht intakt läßt. Eine breite Gummibinde drückt begreiflicherweise weniger als ein an umschriebener Stelle angelegter dünner Gummiring. Ein Gummischlauch, fest um einen mageren Oberarm gelegt, veranlaßt sehr schnell Bewegungs- und Empfindungslähmung, aber auch bekanntlich sehr leicht bleibende, motorische Lähmungen. Sensible und motorische Lähmung im Gebiet des N. radialis tritt ganz besonders schnell ein, wenn ein Gummischlauch an der Stelle um den Oberarm gelegt wird, wo der Nervenstamm an der Außenseite unbedeckt von Muskulatur liegt. Da nun aus eben diesen Gründen die Dosierung des auf den Nervenstämmen lastenden Druckes sehr erschwert ist, so erklären sich ausreichend die Beobachtungsdifferenzen der obenerwähnten Autoren.

Ein weit geeigneteres Versuchsobjekt aber, wie die großen Gliedabschnitte, sind die Finger, an deren Wurzel man leicht unter sonst annähernd gleichen Versuchsbedingungen die Stärke des Umschnürungsdruckes dosieren, ohne zu große Belästigung selbst eine sehr feste Umschnürung längere Zeit ertragen kann, und wo ein sehr geringer Druck genügt, um die Blutzufuhr zu unterbrechen. Man schneide sich von einer Reihe von Gummischläuchen verschiedener Dicke und verschiedener Wandstärke Ringe ab und streife dieselben über die Finger bis an deren Wurzel. Man erzielt auf diese Weise völlige Blutleere und findet nun leicht denjenigen Ring, der — was leicht an der Farbe des Fingers kenntlich ist — den Blutstrom unterbricht, bei möglichst geringem Umschnürungsdruck. Man findet ferner solche Ringe, welche einen mittelstarken, und solche, welche einen sehr starken Druck aus

üben, den stärksten Druck aber erhält man durch vielfache Umschnürung der Fingerbasis mit einem dünnen elastischen Gummischlauch.

Das Ergebnis dieser Versuche ist mit wenigen Worten geschildert. Die schwächsten und mittelstarken Ringe habe ich 2 Stunden liegen lassen. Außer Parästhesien und taubem Gefühl habe ich in dieser Zeit in dem 1. Falle nur eine Herabsetzung der Tastempfindung am Endglied des Fingers, im 2. Falle eine Aufhebung derselben, die, am Endglied beginnend, sich allmählich auch auf das Mittelglied erstreckte, beobachtet. Die Empfindlichkeit aber gegen Nadelstiche war auch nach 2 Stunden eher gesteigert, jedenfalls nicht herabgesetzt. Stark schnürende Ringe veranlassen nach ½—1 Stunde neben den früher geschilderten Erscheinungen eine deutliche Herabsetzung auch der Schmerzempfindung am Endglied, bisweilen auch fortschreitend auf das Mittelglied des Fingers. Sind stärkere Gefühlsstörungen während der Umschnürung vorhanden, so treten nach Lösung derselben für kurze Zeit heftige, in den Finger schießende Schmerzen auf, während der Druck der Ringe selbst wenig Beschwerden macht. Stets beginnen die Gefühlsstörungen an der Spitze des Fingers und schreiten nach seiner Basis vor, stets steht ihre Ausbreitung und Stärke in geradem Verhältnis zum Schnürungsdruck, während die Blutleere der Gewebe immer die gleiche ist.

Nach den neueren Untersuchungen von Boeri und Silvestro ist die Empfindlichkeit gegen Schmerz bei Druck auf die Nervenstämme am widerstandsfähigsten von allen Sinnesqualitäten und verschwindet zuletzt. In der Mitte steht der Temperatursinn, am frühesten werden gestört der Tast- und Drucksinn.

Eine völlige Schmerzlosigkeit des Fingers, welche für operative Zwecke ausgereicht hätte, habe ich nur einmal beobachtet, als ich mir mit einem dünnen Gummischlauch die Basis des Mittelfingers sehr fest mehrfach umschnürt hatte. Bereits nach 15 Minuten war der Finger fast völlig empfindungslos und blieb es auch nach Abnahme des Schlauchs. Erst nach Monaten stellte sich allmählich die regelrechte Empfindlichkeit wieder her. Irgend welche Kreislaufstörungen waren weder an der Schnürstelle noch sonst an dem Finger vorhanden, es handelte sich vielmehr um eine reine Nervenquetschung mit ihren Folgen. Bei fester Abschnürung eines Armes oder Beines ist im allgemeinen das Entstehen einer bleibenden motorischen Lähmung eher zu erwarten als das einer sensibeln, denn nach den Untersuchungen von Lüderitz werden bei der Abschnürung die motorischen Nervenfasern leichter als die sensibeln durch Druck gelähmt und geschädigt; auch erhoben sich

nach entstandener Drucklähmung die sensibeln Fasern leichter als die motorischen. Diese Beobachtung entspricht durchaus der klinischen Erfahrung (Narkosenlähmung, Kompressionsmyelitis).

Wir müssen aus den Ergebnissen dieser Beobachtungen und Versuche den Schluß ziehen, daß die alten Chirurgen recht gehabt haben, welche die Umschnürungsanästhesie als eine Folge der Nervenkompression betrachteten. Die die Umschnürung begleitende Blutleere der Gewebe, die Unterbrechung der Ernährungszufuhr, kann nur von nebensächlicher Bedeutung sein, da sie erst in erheblich späterer Zeit eine Herabsetzung oder Aufhebung der Nervenfunktion bewirkt, als bei fester Abschnürung eines Gliedes beobachtet werden kann. Am Finger, der in geeigneter Weise blutleer gemacht und erhalten wird, vergeht lange Zeit, bis eine Herabsetzung des Schmerzgefühls eintritt.

Das Verhalten der Nervenelemente bei verminderter oder aufgehobener Blutzufuhr ist kein einheitliches. Hirn, Medulla oblongata und Rückenmark der Warmblüter erweisen sich äußerst empfindlich gegenüber abnormen Schwankungen ihres Blutgehalts, während die peripheren Nervenstämme im Gegenteil in hohem Grade unabhängig von der Sauerstoffzufuhr sind (Ranke, Ewald) und stundenlang ohne Durchblutung leitungsfähig bleiben (Schiffer). Die sensiblen und motorischen Endorgane der peripheren Nerven nehmen, abgesehen von der sehr empfindlichen Netzhaut, eine Mittelstellung zwischen diesen Extremen ein, da sie nach Schiffers Versuchen an Warmblütern etwa eine Stunde nach Abschneidung aller Ernährungswege ihre Funktion einbüßen. In scheinbarem Widerspruch hierzu stand das Ergebnis des sog. Stensonschen Versuches (hohe Unterbindung der Bauchaorta) der Physiologen, wobei sofort die Beine in der motorischen und sensiblen Sphäre gelähmt werden. Schiffer und Weil haben jedoch gezeigt, daß diese sofortige Lähmung eine Folge der gleichzeitig entstehenden völligen Blutleere des unteren Rückenmarkabschnittes ist und ausbleibt, wenn die Aorta tiefer unten, dicht über ihrer Teilungsstelle unterbunden und die Blutleere dadurch auf die Beine beschränkt wird. Ehrlich und Brieger ist der Nachweis gelungen, daß bei den, dem Stensonschen Versuch unterworfenen und genügend lange am Leben erhaltenen Kaninchen der größte Teil des Querschnittes der grauen Substanz, sowie der vorwiegend motorischen Abschnitte der weißen Substanz des unteren Rückenmarkabschnittes zugrunde geht. Singer und Spronck haben später die Entwicklung und den Ausgang dieser anämischen Nekrose in ihren histologischen Einzelheiten studiert.

Nachdem neuerdings Katzenstein auf Grund von Tierversuchen zu Anschauungen gekommen ist, welche denen Schiffs widersprechen, und Schlesinger in Fällen von plötzlichem embolischen Gefäßverschluß an den unteren Extremitäten anscheinend bereits wenige Minuten nach dem Eintritt der Embolie eine ischämische, sensible Lähmung eintreten sah, bedarf diese Frage einer neuen Bearbeitung. Wie auch das Ergebnis derselben sein wird, daran, daß bei der Umschnürungsanästhesie der Druck auf die Nervenstämme das Wesentliche ist, wird nicht zu rütteln sein.

Ebenso vereinzelt, wie in früheren Jahrhunderten, ist auch in neuerer Zeit die Umschnürungsanästhesie gelegentlich bei der Ausführung chirurgischer Operationen an den Gliedern verwendet worden. Esmarch sagt in seiner Mitteilung über „künstliche Blutleere", daß er das Verfahren wegen seiner örtlich betäubenden Wirkungen fast immer bei kleineren Operationen an den Fingern und Zehen anwende, z. B. bei Einschnitten wegen Panaritium, beim Ausreißen eingewachsener Nägel, Absetzen von Fingergliedern u. dgl. Stockes und Le Fort berichten über einige größere Operationen (Ausschneiden eines Krebses am Handrücken, Ausschneiden des Ellenbogengelenks, Unterschenkelabsetzung), welche sie auf diese Weise schmerzlos haben ausführen können. In neuerer Zeit hat Kofmann die Abschnürung der Glieder zur örtlichen Betäubung wieder empfohlen. Es ist jedoch nicht sehr wahrscheinlich, daß sie dadurch zu neuem Leben erwachen wird. Dazu ist sie zu unsicher, und ihre Übelstände sind zu große. Der erforderliche Druck auf die Nervenstämme muß so erheblich sein und ist so schlecht dosierbar, daß die Gefahr eines Druckbrandes an der Schnürstelle und die Entstehung unbeabsichtigter bleibender motorischer und sensibler Lähmungen niemals mit Sicherheit wird vermieden werden können. Den ersten Übelstand hat Kofmann selbst erlebt, den zweiten habe ich teilweise an meinem eigenen Leibe erfahren. Ferner ist eine sehr feste, andauernde Abschnürung der Glieder an und für sich außerordentlich schmerzhaft für jeden nicht besonders unempfindlichen Menschen. Aus den genannten Gründen ist die Anwendung der Kompressionsanästhesie in der Chirurgie mit Recht immer und immer wieder aufgegeben worden schon in einer Zeit, wo bessere und sichere Verfahren der allgemeinen und örtlichen Betäubung noch nicht bekannt waren.

4. Die örtliche Betäubung durch Abkühlung.

Eine größere praktische Bedeutung kommt der durch Einwirkung niedriger Temperaturen verursachten Lähmung der Nervenfunktion zu. Schon lange bekannt (siehe 1. Abschnitt), wurde sie zuerst von Arnott (1848) in größerem Maßstabe zu chirurgischen Zwecken versucht. Er benutzte zur raschen und starken Abkühlung der Gewebe Mullbeutel und Schweinsblasen, welche, gefüllt mit einer Mischung von

Eis und Kochsalz, auf die Haut des Operationsfeldes gelegt wurden, und äußerte sich über seine Beobachtungen folgendermaßen. Die durch starke Abkühlung erzeugte Gefühllosigkeit der Gewebe erstreckte sich zwar nur auf die äußeren empfindlichen Teile; da jedoch viele Operationen nur diese betreffen und in ihnen der Hauptsitz starken Schmerzes sei, so reiche die Einwirkung der Kälte für sie vollkommen aus und sei jedenfalls der durch Chloroform und Äther bewirkten Bewußtlosigkeit vorzuziehen, selbst wenn dem Kranken ein mäßiger Schmerz nicht zu ersparen sei. Die Anwendung der Kälte in dieser Form sei völlig unschädlich und gefahrlos. Nach Velpeaus Erfahrungen verleiht Arnotts Methode der Haut eine zur Ausführung oberflächlicher Operationen genügende Unempfindlichkeit. Auch von Num, Herzog, Illig, Wittmeyer u. a. wurde sie lebhaft empfohlen und später (1876) noch einmal von Galeczowski bei Lidoperationen in Anwendung gezogen. Im übrigen aber wurde sie bald verlassen, nachdem durch Benutzung der Verdunstungskälte flüchtiger Flüssigkeiten das Verfahren wesentlich vereinfacht worden war.

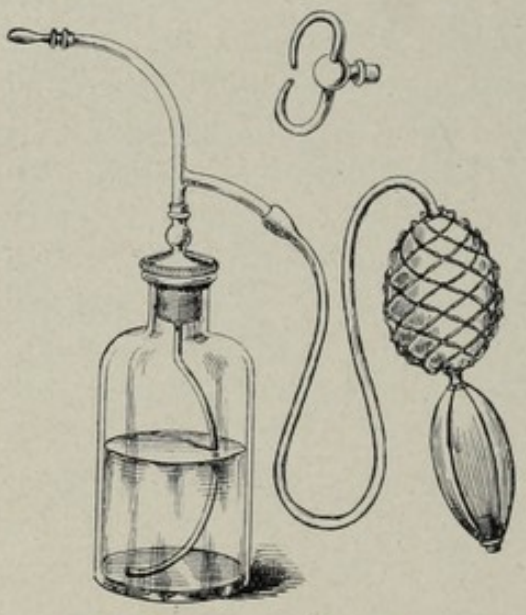


Abb. 1. Richardsons Ätherzerstäuber.

Demarquay, Guérard, Richet u. a. ließen Schwefeläther auf die Haut des Operationsgebietes tropfenweise auffallen, brachten ihn mit Hilfe eines Blasebalgs oder besonderer zu diesem Zwecke konstruierter „Ventilationsapparate“ zur Verdunstung und fanden, daß so die Haut unempfindlich gemacht werden konnte. Richets Erfahrungen (1854) zeigen in der Tat, daß ein großer Fortschritt gemacht war, und daß bis dahin die örtliche Betäubung noch niemals gleich gute Erfolge hatte aufweisen können. Allgemeinen Eingang in die Chirurgie aber fand die örtliche Betäubung durch Kälte doch erst, nachdem Richardson (1866) einen Vorschlag Giraldés verwirklicht hatte, Äther und Chloroform in fein verteiltem Strahl auf die Haut aufzustäuben. Richardsons Ätherzerstäubungsapparat (Abb. 1) besteht aus einem in eine feine Spitze auslaufenden Metallrohr, durch welches mit Hilfe eines Gummigebläses ein starker Luftstrom geschickt wird. Ihm mischt sich, angesaugt durch ein zweites Metallrohr, der in einer Glasflasche enthaltene Äther bei, wird in feinste Teilchen zerstäubt und

verdunstet sehr rasch unter starker Abkühlung. Zur Anwendung bei Zahnextraktionen dient ein gabelförmiger Ansatz mit zwei Ausflußöffnungen. Unter der Einwirkung des Ätherstrahls sinkt die Quecksilbersäule eines Thermometers rasch auf — 15 bis — 20° C, in einem Reagenzglas enthaltenes Wasser verwandelt sich alsbald in Eis. Richtet man ihn aus einer Entfernung von etwa 5 cm auf die Haut, so wird letztere zuerst rot, nach einigen Minuten weiß, hart und völlig unempfindlich, sie ist gefroren. Manchmal bleibt das Hart- und Weißwerden der Haut aus, während sie schon unempfindlich ist. Reizt man sie jetzt mechanisch, drückt man z. B. den Rücken eines Messers auf sie oder ritzt sie oberflächlich mit der Messerschneide, so tritt nunmehr plötzlich nachträglich jene Veränderung in der Farbe und Härte des Gewebes auf. Nicht jeder Äther ist hierzu geeignet. Zur Erzielung einer genügend starken Wärmeentziehung bedarf man eines reinen, wasserfreien Schwefeläthers, welcher ein spezifisches Gewicht von 0,720 hat, bei 34,5° siedet und als sogenannter Narkosenäther heute überall zu haben ist. Empfindliche Teile, z. B. die Hodensackhaut, müssen vor der unmittelbaren Einwirkung des Äthers durch Einreiben mit Vaselin oder Glyzerin oder durch Einschaltung einer Metallplatte (Prosoroff), welche durch den Ätherstrahl abgekühlt wird, geschützt werden. Um Überfließen des nicht verdunsteten Äthers über die Haut, z. B. in der Umgebung der Augen, zu verhüten, konstruierte von Lesser Metallkästchen, deren Form sich den verschiedenen Körperteilen anpassen läßt. Sie werden zu $^3/_4$ mit Äther gefüllt, den ein hindurchgeschickter Luftstrom zur raschen Verdunstung bringt und fest an die Haut angedrückt, bis sie gefriert. Nach dem gleichen Grundsatz ist eine von Braatz angegebene Vorrichtung gebaut, welche speziell dazu bestimmt ist, ganz kleine umschriebene Teile der Haut oder Schleimhaut unempfindlich zu machen zum Zweck nachfolgender Einspritzung betäubender Flüssigkeiten. Diese Apparate sind entbehrlich und haben eine weitere Verbreitung niemals erlangt. Die Einwirkung des Äthers auf die Gewebe ist naturgemäß weit stärker, tiefer gehend und anhaltender, wenn an den Gliedern zuvor durch Abschnürung die Zufuhr frischen, warmen Blutes zum Operationsgebiet unterbrochen wurde (Girard 1874). Die Abkühlung und Eisbildung im Gewebe tritt alsdann sehr schnell ein, das Wiederauftauen und die Rückkehr des Gefühls erfolgt sehr langsam.

Anstatt des Schwefeläthers sind auch andere Kohlenwasserstoffe im Richardsonschen Apparat gebraucht worden. Nur als die hauptsächlichsten sollen hier genannt werden: Bromäthyl (Siedepunkt + 38° [Terillon, Monod, Perrier, Berger]), Schwefelkohlenstoff (Siede-

punkt +48° [Simonin, Delcominète, Claude Bernard]), Petroläther (Siedepunkt +38° [Bigelow, Warren]), Chloroform (Siedepunkt +61°), Äthylenchlorid (Liquor hollandicus, Siedepunkt +85°), Amylen (Siedepunkt +35°), Robbins anaesthetic Ether (ein Gemenge von Methylalkohol und Chloroform). Die örtlich betäubenden Fähigkeiten aller dieser Präparate stehen im umgekehrten Verhältnis zur Höhe ihres Siedepunktes (Rosenthal, Bumm), sie gewinnen sie also lediglich durch die Stärke der Wärmeentziehung, welche sie bei der Verdunstung entwickeln. Ihre chemisch-narkotische Wirkung auf die sensibeln Nerven am Ort der Anwendung hat nicht die Bedeutung, welche ihr von den älteren Autoren zugesprochen worden ist. Einen gelegentlich zu verwertenden Vorteil vor dem Äther besitzt unter ihnen nur das Bromäthyl, insofern es nicht brennbar ist.

Die experimentellen Arbeiten von Grützner, Gendre, Heinzmann und Fratscher geben Aufschluß über das physiologische Verhalten der tierischen Nervensubstanz bei Abkühlung. Mäßig abgekühlte Nerven behalten längere Zeit ihre Erregungsfähigkeit. Abkühlung auf +5° C setzt die Erregbarkeit aller Nervenfasern herab, Abkühlung bis zur Eisbildung unterbricht die Nervenfunktion, doch bewahrt der Nerv, wieder aufgetaut, seine Reizbarkeit. Plötzliche starke Abkühlung wirkt als Reiz, bei langsamer Abkühlung selbst auf −4° bis −6° bleibt dieser Reiz aus. Unzweifelhaft ist es die Abkühlung selbst und allein, welche diese Beeinträchtigung der im Nerven sich abspielenden molekularen Umsetzungen bedingt; letztere bedürfen eben einer annähernd normalen Temperatur, um normal verlaufen zu können. Unter dem andauernden Einfluß niederer Temperaturen auf die menschliche Haut entsteht zunächst eine Kontraktion der glatten Muskulatur der Haut und ihrer Gefäße, später eine Lähmung derselben. Die Haut sieht deshalb anfangs blaß, nachher bläulich aus. Alsdann stockt der Kreislauf in den Hautgefäßen völlig, und teils dadurch, teils infolge der unmittelbaren Einwirkung der Kälte werden sämtliche Funktionen des lebenden Protoplasmas mehr oder weniger schnell gestört und unterbrochen, die Gewebe werden gefühllos und verfallen bei andauernder Abkühlung der Gangrän, oder es bleiben schwere Kreislaufstörungen in ihnen zurück. Diese Vorgänge werden auch bei Temperaturen über 0° beobachtet, bedürfen aber dann längerer Zeit zu ihrer Entwicklung. Die verschiedenen Sinnesqualitäten der Haut verhalten sich der Einwirkung der Kälte gegenüber nicht gleichartig. Nach Boeri und Silvestro bleibt der Drucksinn unter dem Einfluß niederer Temperaturen ziemlich lange erhalten, der Tastsinn wird weniger, der Temperatur-

sinn mehr geschädigt, am schnellsten und vollständigsten erlischt die Schmerzempfindung.

Um die Abkühlung praktisch für die örtliche Betäubung verwerten zu können, bedarf man sehr niedriger Temperaturgrade, durch welche die Gewebe rasch auf und unter ihren Gefrierpunkt (— 0,55 bis — 0,56°) abgekühlt werden. Wie lange Zeit das in Anspruch nimmt, das hängt nicht allein von der Intensität der Wärmeentziehung, sondern auch von der Beschaffenheit, namentlich der Blutfülle der Gewebe ab. Stark von Blut durchströmte Gewebe kühlen langsamer ab als blutleere. Mit der Abkühlung unter ihren Gefrierpunkt erlischt sofort die Funktion der sensibeln Nerven, es tritt Lähmung der in dem Gewebe liegenden sensibeln Nervenendigungen ein, terminale Anästhesie, in der Ausdehnung, als die Gewebe gefroren sind. Die schnelle Abkühlung der Gewebe bedingt zuvor einen Schmerz verursachenden Reiz. Nach ihrem Wiederauftauen kehrt die Empfindlichkeit nach sehr kurzer Zeit zurück, vorausgesetzt, daß nicht infolge zu starker oder zu langer Abkühlung eine dauernde Schädigung verursacht wurde, die Unempfindlichkeit macht einer beträchtlichen Überempfindlichkeit Platz. Alle diese Erscheinungen sind ebenfalls als eine unmittelbare und alleinige Folge der starken Abkühlung der Gewebe aufzufassen.

Der bei der Anwendung des Ätherspravs zu beobachtenden und oben bereits erwähnten Erscheinung, daß die zuvor gerötete Haut bei fortgesetzter Abkühlung plötzlich blutleer, weiß wird, und daß dieser Vorgang leicht hervorgerufen werden kann, wenn die gerötete Stelle oberflächlich eingeritzt wird, hat Letamendi eine sehr gezwungene, sicher nicht zutreffende Erklärung gegeben. Er nimmt nämlich an, daß die Gefühllosigkeit durch extremen Krampf der vasomotorischen Nerven entsteht, zu dessen Zustandekommen eine Reaktionsbewegung der erweiterten Kapillaren erforderlich sei, die man durch die Ätherzerstäubung allein nur ausnahmsweise erziele, während eine leichte Entleerung der blutüberfüllten Gefäße oder eine geringe Steigerung der nervösen Spannung des Gefäßnetzes, wie sie ein seichter Einschnitt bedinge, rasch den Gefäßkrampf veranlasse. Es genügt, darauf hinzuweisen, daß ein Gefäßkrampf niemals sofort die Funktion der sensibeln Nerven unterbricht, und daß ferner die Aufhebung des Gefühlsvermögens dem Weißwerden der Haut oft vorangeht. Das plötzliche Weiß- und Hartwerden der Haut ist vielmehr als eine rein physikalische Erscheinung, bedingt durch die Eisbildung im Gewebe, zu betrachten, während das Ausbleiben oder die Verzögerung des Vorgangs, sowie sein plötzliches Auftreten bei mechanischen Reizen ihre naheliegende Erklärung in der

stattfindenden Unterkühlung der Gewebe unter ihren Gefrierpunkt mit Verzögerung der Kristallisation finden. Bei Gefrierpunktsbestimmungen zeigt sich, daß eiweißhaltige Flüssigkeiten, wie Blut, sehr weit, viel weiter als rein wässerige Lösungen, unterkühlt werden können, bevor es zur Eisbildung in ihnen kommt. Bei den neueren schnell wirkenden Mitteln zur Betäubung durch Kälte, welche den Richardsonschen Ätherzerstäuber fast ganz verdrängt haben, tritt die Eisbildung in der Regel sehr schnell ein, ohne daß man besonderer Hilfsmittel bedarf.

Man bedient sich heute meist der intensiven Verdunstungskälte von Flüssigkeiten, deren Siedepunkt viel tiefer liegt als der des Äthers, nämlich des Chloräthyls, des Chlormethyls, der flüssigen Kohlensäure. Sie sind bei gewöhnlicher Zimmertemperatur und atmosphärischem Druck gasförmig und müssen deshalb in sicher verschließbaren Gefäßen unter Druck aufbewahrt werden.

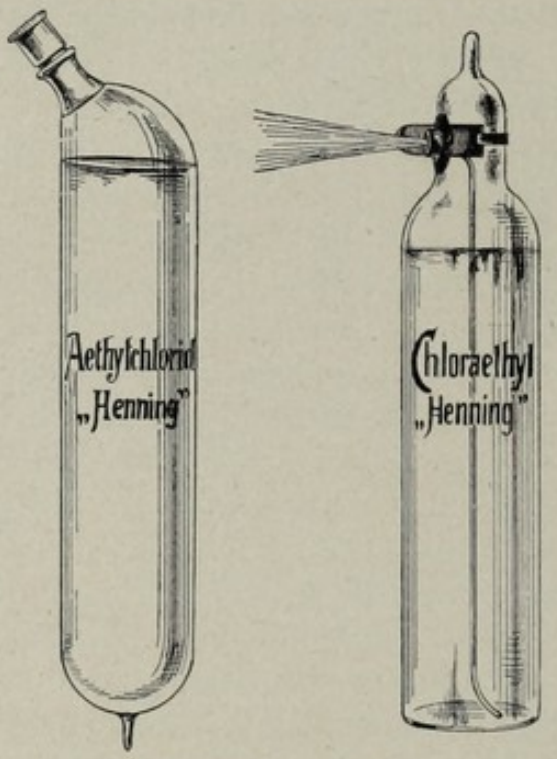


Abb. 2. Äthylchloridtuben.

Chloräthyl (Äthylchlorid oder Kelen) C_2H_5Cl ist ein farbloses Gas, das sich bei niederer Temperatur zu einer farblosen, bei $+11°$ siedenden Flüssigkeit verdichtet. Rein oder gemischt mit Schwefeläther ist es bereits 1867 von Rottenstein zur örtlichen Betäubung angewendet worden, fand aber erst durch Redard, Baudouin, Ehrmann, Gans, von Hacker allgemeinen und schnellen Eingang in die chirurgische und zahnärztliche Praxis. Das früher ausschließlich aus Frankreich und der Schweiz eingeführte Mittel wird jetzt in mehreren deutschen Fabriken*) ebensogut und wesentlich billiger hergestellt. Es kommt in Metalltuben und in zugeschmolzenen oder mit einer Metallverschraubung verschlossenen Glastuben mit 10—100 ccm Inhalt in den Handel. Am zweckmäßigsten sind Glastuben mit Metallverschluß, deren kapillares Ausflußrohr stumpf- oder rechtwinkelig zur Längsachse der Tube steht (Abb. 2). Man öffnet die Tube durch Ab-

*) Z. B. Dr. G. F. Henning, Speyer und von Karger, beide in Berlin, u. a.

schrauben des Verschlußdeckels, oder bricht das Kapillarrohr der zugeschmolzenen Tube ab. Praktisch sind auch die neuerdings in den Handel gebrachten Tuben mit Verschlußdeckel, der durch einen Fingerdruck geöffnet werden kann. Sie können zum Wiederfüllen der Fabrik zurückgegeben werden. Es genügt die Handwärme, um das in der Tube befindliche Chloräthyl unter Druck zu setzen und bei geeigneter Stellung des Ausflußrohres in kräftigem Strahl herausspritzen zu lassen. Die Verdunstungskälte des Mittels erzeugt eine Temperatur von — 35° C und läßt die Haut sofort gefrieren, wenn man es aus einer Entfernung von 30—40 cm auf die zu betäubende Stelle aufstäubt und durch Anblasen die Verdunstung beschleunigt.

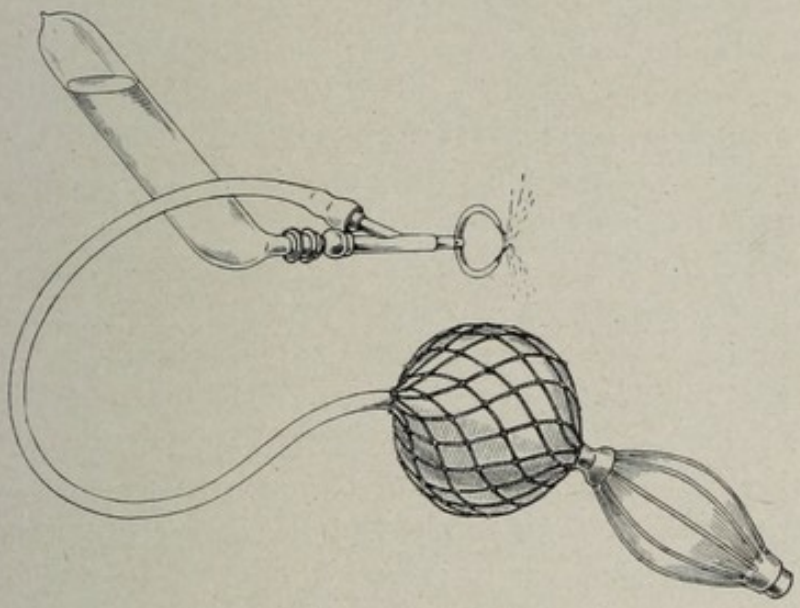


Abb. 3. Kühnenscher Gabelvereiser.

Ein für die Anwendung des Chloräthyls bei Zahnextraktionen unentbehrlicher Apparat ist der Kühnensche Gabelvereiser (Abb. 3). Er läßt sich auf die Henningschen Tuben anschrauben. Unter Zuführung eines ununterbrochenen Luftstromes wird das aus den beiden Öffnungen der Gabel ausströmende Chloräthyl rasch zum Verdunsten gebracht und gleichzeitig aus nächster Nähe auf das Zahnfleisch zu beiden Seiten des Zahns gebracht (Kirchner). Über die Art der Verwendung siehe 11. Abschnitt.

Chlormethyl, Methylchlorid, CH_3Cl, stellt, unter hohen Druck gebracht, eine farblose Flüssigkeit dar, welche bereits bei — 23° siedet. Es muß deshalb in widerstandsfähigen Gußstahlzylindern aufbewahrt werden und wurde zuerst von Lallier und Debove zur örtlichen Betäubung empfohlen. Sie bedienten sich direkt des aus dem Behälter

ausströmenden Flüssigkeitsstrahls, der eine Temperaturerniedrigung auf — 55° veranlaßt und deshalb auch sehr leicht Schädigungen der Haut, Blasenbildung und Gangrän verursacht. Zweckmäßiger und weniger bedenklich erscheint, wenn man das Mittel anwenden will, Baillys indirektes Verfahren. Tampons von verschiedener Form und Größe, welche innen aus Watte, außen aus Flockenseide und einer Schicht Seidengaze bestehen, werden mit Chlormethyl getränkt, indem man sie in den dem Metallbehälter entströmenden Strahl hält oder in das flüssige Chlormethyl taucht, welches sich in einem von Bailly konstruierten Thermoisolator fast drei Stunden aufbewahren läßt. Dieser Apparat besteht aus einem 15 cm langen Glasrohr, das axial in einem auf Holzfuß befestigten Glasgefäß angebracht ist. Die Ränder der Röhre sind mit denen des sie umschließenden Gefäßes luftdicht verbunden, der Zwischenraum ist luftleer gemacht. Das Ganze ist durch einen schlechten Wärmeleiter isoliert, der Innenraum, welcher das Chlormethyl enthält, durch einen Korkstöpsel abgeschlossen. Ein denselben durchbohrendes Kapillarrohr ermöglicht das Entweichen des gasförmig gewordenen Chlormethyls. Die Tampons werden mit Zangen aus Holz oder Hartgummi gefaßt und in der beschriebenen Weise mit Chlormethyl getränkt. Eine derartig mit Tampon versehene Zange nennt Bailly „Stype", die mit derselben vorgenommene Betäubung „Stypage". Die Tampons werden auf die zu betäubende Hautstelle so lange aufgehalten, bis das Gewebe gefroren ist, was nach wenigen Sekunden geschieht. Durch einen mit Chlormethyl getränkten Haarpinsel läßt sich die Betäubung auf kleinste Gebiete beschränken; bei unvorsichtiger Handhabung kann aber das Mittel, auch wenn es in dieser indirekten Form gebraucht wird, Gewebsschädigungen verursachen (Feibes).

Unter der Bezeichnung Anästol, Anästyl, Metäthyl, Koryl kommen Mischungen von Chloräthyl mit Chlormethyl in verschiedenem Verhältnis in den Handel. Sie wirken noch schneller als reines Chloräthyl, aber nicht so heftig wie Chlormethyl, und werden angewendet wie das erstere.

Mit noch größerer Vorsicht wird die von Wiesendenger und Kümmell empfohlene flüssige und feste Kohlensäure zur örtlichen Betäubung angewendet werden müssen. Die direkte Verwendung der aus einem Ballon ausströmenden Strahlen der schon bei — 78° siedenden Flüssigkeit auf die Haut ist natürlich ausgeschlossen. Nach Wiesendenger läßt man die flüssige Kohlensäure in eine Metalltube laufen oder füllt dieselbe mit fest gestampftem Kohlensäureschnee. Bei Be-

rührung der Haut mit dem kalten Metall tritt Anästhesie ein. Vorsicht ist auch bei diesem Verfahren angebracht.

Von den hier erwähnten Mitteln ist das reine Chloräthyl neben dem alten Ätherzerstäuber am meisten zu empfehlen und hat schnell eine sehr weite Verbreitung erlangt. Die kleinen Glastuben, in denen es versendet wird, sind sehr bequem, ihre Anwendung ist sehr einfach, das Mittel ist nicht teuer; 100 ccm kosten zirka 3 M., die einmalige Anwendung kommt auf wenige Pfennige zu stehen. Eisbildung in der Haut oder Schleimhaut und Gefühllosigkeit derselben wird auch in blutreichen Geweben nach Bruchteilen einer Minute erzielt, Frostschädigungen lassen sich vermeiden, wenn gewisse Vorsichtsmaßregeln beachtet werden. Hierzu gehört, daß die Berieselung mit Chloräthyl bald unterbrochen wird, nachdem einmal die oberflächlichen Gewebsschichten gefroren sind. Wird die Abkühlung der Gewebe alsdann noch längere Zeit fortgesetzt, um etwa eine größere Tiefenwirkung zu erzielen, so erlebt man fast unfehlbar dauernde Schädigungen der Haut. Ferner ist es nicht ratsam und auch unnötig, mit dem Chloräthylspray die künstliche Blutleere zu verbinden. So angebracht sie beim Gebrauch des Äthers ist, so wenig ist sie es beim Chloräthyl, dessen starke Verdunstungskälte an abgeschnürten Extremitäten selbst bei sehr kurzer Einwirkung Hautentzündung, Blasenbildung und oberflächliche Gangrän verursachen kann. Das von vielen Autoren empfohlene Einreiben der Haut mit Vaseline oder Glyzerin mildert die Einwirkung der Kälte nicht nennenswert; es schützt nur die Haut vor chemischer Reizung seitens der zur Betäubung angewendeten Mittel, wie sie z. B. der Schwefeläther zeigt. Chloräthyl reizt aber die Haut an sich so gut wie gar nicht.

Eine Veranlassung, Flüssigkeiten mit tieferem Siedepunkt als Chloräthyl zur Abkühlung der Haut zu verwenden, liegt meiner Ansicht nach nicht vor, denn der damit anscheinend verbundene Vorteil, daß Gefühllosigkeit der Haut einige Sekunden früher zu erzielen ist, wird reichlich wett gemacht dadurch, daß die künstliche Abkühlung ebenso schnell unterbrochen werden muß und die betäubende Wirkung eine immer oberflächlichere wird. Dahingegen sollte der Richardsonsche Ätherzerstäuber nicht ganz vergessen werden. Man braucht zwar einige Minuten länger, bis die Haut gefriert und gefühllos wird, es unterliegt aber keinem Zweifel und ist auch ganz natürlich, daß bei langsamer Abkühlung der Gewebe zum mindesten eine Abstumpfung des Gefühls auch tieferer Teile möglich ist ohne die Gefahr einer Schädigung der Haut. Ferner ist der der Gefühllosigkeit vorangehende Nervenreiz um so geringer, je langsamer die Abkühlung erfolgt.

Die Brennbarkeit mancher Kohlenwasserstoffe und ihrer Dämpfe erheischt große Vorsicht. In Gegenwart offener Flammen und des glühenden Thermokauters darf der Ätherzerstäuber nicht verwendet werden. Flüssiges Chlormethyl und Chloräthyl sind zwar brennbar, aber ihre Dämpfe entzünden sich auch an einer offenen Flamme, in die man sie hineinströmen läßt, nicht und sind nicht explosiv. Man kann daher ohne Sorge den Chloräthylspray benutzen und die gefrorenen Gewebe nachher mit dem Thermokauter verschorfen. Bromäthyl und selbstverständlich auch Kohlensäure sind überhaupt nicht brennbar. In neuester Zeit kommt Chloräthyl in den Handel, in welchem reines basisches Kokain gelöst ist (Bardet). Da jedoch das Chloräthyl hierbei lediglich als Lösungsmittel dient, erörtern wir diese Anwendungsform des Kokains an anderer Stelle.

Die Betäubung durch Kälte hat den Vorteil, sehr einfach in ihrer Handhabung zu sein. Ohne große technische Vorkenntnisse kann sie jeder Arzt überall anwenden, wenn er das stets gebrauchsfertige Chloräthylröhrchen seinem Instrumentarium einverleibt. Diesem Vorteile stehen aber Nachteile gegenüber, welche sie als ein ideales Betäubungsverfahren keineswegs erscheinen lassen. Die Gefahr einer Frostschädigung der Gewebe ist ja bei einiger Vorsicht wohl zu vermeiden, jedenfalls kommt sie an Körperstellen mit freiem Blutkreislauf sehr selten vor. Weit mehr wird die Brauchbarkeit des Verfahrens dadurch beeinträchtigt, daß die Gefühllosigkeit nicht weit in die Tiefe dringt, daß ferner die hart gefrorenen Gewebe gleichmäßige Beschaffenheit annehmen, kranke und gesunde Teile sich nicht mehr unterscheiden lassen, ein präparatorisches Operieren nicht zulassen, und daß endlich sowohl das Gefrieren wie das Auftauen der Gewebe als Schmerz, von vielen Menschen an entzündeten, überempfindlichen Teilen sogar als sehr heftiger Schmerz empfunden wird. Deshalb ist seit ihrer Einführung bis zum heutigen Tage die Betäubung durch Kälte in der Regel nur angewendet worden zur Ausführung kurz andauernder und oberflächlicher Eingriffe. Die Versuche, sie bei größeren chirurgischen Operationen allein zu verwenden, sind immer vereinzelt geblieben. Wir hören von Dolbeau, daß er mit befriedigendem Ergebnis eine Ausschneidung des Schulterblatts mit dem Ätherzerstäuber gemacht habe, indem er die Schnittfläche immer wieder von neuem dem Ätherstrahl aussetzte. Es muß ein solches Verfahren scheitern, teils an der Unmöglichkeit der Ausführung in den meisten Fällen, teils an der Blutung, die durch den Ätherstaub keineswegs gestillt wird, teils an der Wirkung der Kälte selbst, welche eine sorgfältige Trennung der tieferen Schichten verhindert, die Instru-

mente mit einer Eiskruste bedeckt und den Fingern ihr sicheres Gefühl nimmt (Kappeler).

Eine Ovariotomie unter Ätherspray versuchte Spencer Wells. Der Bauchschnitt konnte schmerzlos ausgeführt werden, zur Lösung der Adhäsionen war Chloroformnarkose nötig. Richardson und Greenhalgh vollführten mit Hilfe des Ätherzerstäubers einen Kaiserschnitt fast schmerzlos. Es unterliegt keinem Zweifel, daß von größeren Eingriffen Bauchoperationen jedenfalls noch am ehesten der örtlichen Betäubung durch Kälte zugänglich sind. Es liegt das aber nicht an der Vollkommenheit des Verfahrens, sondern daran, daß in manchen Fällen, aber keineswegs immer, die Betäubung der Bauchdecken oder selbst nur der Haut genügt, um die Operation zu ermöglichen, da die weiteren Eingriffe im Bauch häufig sehr gut ertragen werden. Einer Verallgemeinerung dieses Verfahrens, wie sie neuerdings von Bloch befürwortet wird, stehen aber doch erhebliche Bedenken gegenüber. Bloch ist der Ansicht, daß meist die Betäubung der Haut, wozu er sich des Chloräthyls bedient, genüge, um viele große Operationen vornehmen zu können, ohne dem Kranken erwähnenswerte Schmerzen zu verursachen. Er berichtet über 503 derartige Operationen, darunter zahlreiche Bruch- und Luftröhrenschnitte, Thorakotomien, Kolostomien und andere Operationen. Es ist unzweifelhaft richtig, daß bei sehr vielen, auch größeren chirurgischen Eingriffen und namentlich, wie schon erwähnt, Bauchoperationen, der Hautschnitt der schmerzhafteste Teil der Operation ist und mit Hilfe des Chloräthyls unempfindlich wird. Aber auch für das Ertragen der weiteren Eingriffe ist doch in der Regel eine Standhaftigkeit nötig, die nicht überall und bei allen Kranken zu finden ist. Die Bedenken, die sich der Anwendung jeder unsicheren und unvollkommenen Anästhesierungsmethode entgegenstellen, sind bei Blochs Verfahren auch vorhanden. Für die Betäubung des Hautschnitts allein oder in Verbindung mit Narkose besitzen wir außerdem bessere Verfahren als die Abkühlung mit Chloräthyl.

Die Anwendung der Kälte als örtliches Betäubungsmittel dürfte nach wie vor im allgemeinen zu beschränken sein auf rasch ausführbare, oberflächliche Einschnitte, namentlich Abszeß-, Furunkel-, Fistelspaltungen, Punktionen von Körperhöhlen und ähnliche kleine Eingriffe an Haut und Schleimhaut. Und selbst da ist die Wirkung oft recht mangelhaft, weil namentlich bei starker Entzündung auch die tieferen Teile sehr empfindlich sind und, auch wenn die Haut gefroren und unempfindlich ist, jeder Druck und jede Zerrung der Gewebe heftigen Schmerz verursacht.

Recht oft gelingt es, Extraktionen gut zugänglicher, periostitisch erkrankter Zähne leichter erträglich oder selbst unempfindlich zu machen, wenn das Zahnfleisch zu beiden Seiten der Alveole durch den Äthylchloridstrahl zum Gefrieren gebracht wird. Bei Pulpitis ist dies Verfahren jedoch seiner großen Schmerzhaftigkeit wegen gewöhnlich nicht anwendbar.

Die Tatsache, daß die Leitungsfähigkeit freigelegter Nervenstämme bei Tieren durch starke Abkühlung beeinträchtigt oder aufgehoben werden kann, hat Versuche veranlaßt, auch beim Menschen durch perkutane Einwirkung der Kälte auf Nervenstämme Leitungsanästhesie in ihrem Verbreitungsbezirk hervorzurufen. Von der Möglichkeit einer derartigen Beeinflussung oberflächlich gelegener Nervenstämme kann man sich sehr leicht durch Versuche am eigenen Körper überzeugen.

Ich ließ den Äthylchloridstrahl auf die Gegend des N. ulnaris am Condylus int. humeri einwirken. Nachdem Eisbildung in der Haut eingetreten war, verging unter fortdauernder Abkühlung etwa noch eine halbe Minute, bis der Nervenstamm beeinflußt wurde. Es traten plötzlich äußerst heftige Schmerzen im ganzen Verbreitungsbezirk desselben auf, dann, nach etwa einer Minute, entstand am Vorderarm, sowie im vierten und fünften Finger taubes Gefühl und stellenweise Gefühllosigkeit. Der Eintritt vollkommener Leitungsunterbrechung konnte der heftigen Schmerzen wegen nicht abgewartet werden. Zwei Minuten nach Unterbrechung der Chloräthylbestäubung war nichts mehr von der Beeinträchtigung der Nervenfunktion zu bemerken. Hingegen bildeten sich an der Anwendungsstelle Blasen und ein schmerzhaftes Infiltrat. Am N. radialis dicht über dem Handgelenk gelang der Versuch insofern besser, als die Leitungsfähigkeit des Nerven für kurze Zeit völlig aufgehoben werden konnte. Im übrigen zeigte sich hier das gleiche wie dort, sobald die Frostwirkung den Nerven erreicht hatte, traten sehr charakteristische, kaum erträgliche Schmerzen auf, die Haut wurde schwer geschädigt, es entstand ein langsam heilendes, schmerzhaftes Geschwür.

Geeigneter als der Chloräthylstrahl erweist sich, wie oben erwähnt, der Ätherzerstäuber, wenn man Tiefenwirkungen beabsichtigt. Es dauert dabei allerdings mehrere Minuten, bis z. B. im N. ulnaris oder radialis die Leitung unterbrochen ist, und die vorangehenden Schmerzen sind ebenfalls sehr heftig, aber es bleibt wenigstens die Gewebsschädigung aus. Der Versuch, einen Finger gefühllos zu machen durch Anwendung des Ätherzerstäubers ringsherum an der Wurzel des Fingers, erwies sich als unausführbar; sobald die Abkühlung der Gewebe in die

Tiefe drang, wurden die Schmerzen unerträglich. Dies spricht also nicht gerade für die praktische Verwendbarkeit der durch Abkühlung der Nervenstämme hervorzurufenden Leitungsanästhesie, wenigstens wenn es sich um größere Nervenstämme handelt. Eine Abstumpfung der Empfindlichkeit, wenn auch nicht völlige Schmerzlosigkeit, ist aber gewiß zuweilen zu erreichen. Versuche in dieser Richtung sind wiederholt gemacht worden. Roßbach teilt mit, daß es ihm gelungen sei, durch zwei Minuten lange Anwendung des Ätherzerstäubers auf eine Stelle der Halshaut beiderseits unterhalb des Endes des großen Zungenbeinhorns den Nervus laryngeus superior und damit den Kehlkopf unempfindlich zu machen. Scheller und von Hacker ließen zur Ausführung von Zahnextraktionen den Äthylchloridstrahl nicht auf das Zahnfleisch, sondern außen auf die Haut in der Gegend der Vorderfläche des Unterkiefers, der Fossa canina, vor dem Ohr einwirken. Beide Autoren geben an, daß auf diese Weise zuweilen eine für Zahnextraktion ausreichende Abschwächung der Empfindlichkeit oder selbst eine völlige Aufhebung derselben zu beobachten war, beide betonen aber auch die Unsicherheit des Verfahrens. Ich erwähne nochmals, daß hierzu der Richardsonsche Ätherzerstäuber weit geeigneter erscheint als der Chloräthylstrahl.

Noch in anderer Weise, durch Einspritzung abgekühlter Flüssigkeiten in die Gewebe, hat man versucht, Temperatureinwirkungen den Zwecken der örtlichen Betäubung dienstbar zu machen. Heinze (VI, 16) und der Verfasser (VI, 2) haben die physiologischen Wirkungen verschieden temperierter Flüssigkeiten auf die sensibeln Nerven durch Einspritzung derselben in die eigene Haut studiert. Wir bedienten uns hierzu einer an und für sich indifferenten 0,9%igen Kochsalzlösung, welche, bei Körpertemperatur eingespritzt, die sensibeln Nerven weder reizt noch lähmt. Es zeigte sich, daß jede stärkere Abweichung der Temperatur der Lösung von der Körpertemperatur nach unten einen schmerzhaften Reiz auslöst, um so lebhafter, je kälter die Lösung ist. Abkühlung der Lösung auf 0° und darunter bewirkt im Anschluß an den Reiz eine wenige Sekunden anhaltende Aufhebung der Schmerzempfindung, während Lösungen mit einer nur wenig höheren Temperatur das Hautgefühl gar nicht herabsetzen. Bei Durchtränkung größerer Gewebsabschnitte mit bis auf 0° abgekühlten Lösungen werden solche stärker zur Wirkung kommen, weil sie sich weniger schnell erwärmen können. Létang, der zur Erzielung örtlicher Betäubung auf 0° abgekühlte Kochsalzlösungen von 0,5—1% oder Mischungen von Wasser, Glyzerin und Äther einspritzt, geht in der Empfehlung dieses Verfahrens

sicherlich zu weit. Wir werden von ihr nicht viel erwarten können im Hinblick auf die Erfahrungen mit dem Äther- und Chloräthylspray, wo wir sehr starke, durch Einspritzung kalter Lösungen niemals zu erreichende Abkühlung der Gewebe brauchen, um eine auch nur kurze Zeit andauernde Aufhebung der Schmerzempfindlichkeit zu erhalten. Létang sagt, man könne durch von neuem wiederholte Einspritzungen die Dauer der Schmerzlosigkeit beliebig verlängern. Das dürfte in der Praxis ein großer Übelstand sein und die Operation ins Ungemessene verlängern. Von Schleich wurde empfohlen, Kokainlösungen abgekühlt einzuspritzen. Wenn sich ihm dies als nützlich erwiesen hat, so ist daran nicht die Einwirkung der kalten Flüssigkeit schuld, sondern der Umstand, daß in abgekühlten Geweben die Resorption verlangsamt wird und deshalb die örtliche Kokainwirkung stärker sich äußert. Über die Anwendung der Abkühlung als Hilfsmittel bei der Anwendung örtlich betäubender Arzneimittel siehe 8. Abschnitt.

5. Die osmotische Spannung wässeriger Lösungen. Quellungs- und Schrumpfungsanästhesie.

Hängt man einen unten durch eine tierische Membran verschlossenen Zylinder mit einer konzentrierten Salzlösung in ein mit reinem Wasser gefülltes Gefäß, derart, daß die Spiegel beider Flüssigkeiten in gleicher Höhe stehen, so findet zwischen beiden Flüssigkeiten ein Austausch ihrer Moleküle statt. Es geht ein Wasserstrom aus dem äußeren in das innere Gefäß und ein Salzstrom aus dem inneren in das äußere. Jener ist aber viel stärker als dieser, so daß der Rauminhalt der inneren Flüssigkeit zunimmt; ihr Spiegel steigt. Dieser Austausch findet so lange statt, bis in beiden Gefäßen sich eine Salzlösung von gleicher Konzentration befindet. Der gleiche Vorgang vollzieht sich, wenn über einer konzentrierten Salzlösung ohne Einschaltung einer Membran Wasser aufgeschichtet wird. In diesem Fall nennt man ihn Diffusion, in ersterem Osmose oder Membrandiffusion. Die Kraft, welche die Bewegung der Moleküle und das Steigen der Flüssigkeitssäule in dem die Salzlösung enthaltenden Gefäß hervorbringt, nennt man osmotischen Druck oder osmotische Spannung. Sie

ist eine dem Wasser und allen wässerigen Lösungen innewohnende, schlummernde physikalische Eigenschaft und ist abhängig von der Anzahl der im Liter der Lösung enthaltenen Moleküle und von deren Dissoziationsgrad. Die Geschwindigkeit des Salzstromes hängt ab von der Art des gelösten Körpers, von der Durchlässigkeit der die beiden Flüssigkeiten trennenden Membran und von der Konzentration der Salzlösung. Die Geschwindigkeit des einer Salzlösung zustrebenden Wasserstroms ist ihrer Konzentration nahezu verhältnisgleich und wächst mit steigender Temperatur. Auf die Bewegungsgeschwindigkeit des Salzstroms ist die Temperatur von weniger großem Einfluß. Kolloidsubstanzen, Eiweiß, Schleim, Leim, Gummi usw. diffundieren im Gegensatz zu den meisten kristalloiden Stoffen sehr wenig durch tote Membranen und verändern nicht den osmotischen Druck der Lösungen, in denen sie sich befinden. Werden nicht Wasser und Salzlösungen, sondern verdünnte und konzentrierte Lösungen desselben Salzes in Wechselwirkung gebracht, so geht ein Wasserstrom aus der verdünnten in die konzentrierte Lösung über; ein Salzstrom bewegt sich in umgekehrter Richtung. Die Stärke der Ströme wird in diesem Fall u. a. abhängig sein von dem Konzentrationsunterschied beider Lösungen.

Werden Lösungen verschiedener Salze zusammengestellt, so kann zu jeder Lösung des einen eine Lösung des anderen gefunden werden, welche sich insofern nicht beeinflussen, als kein Wasser aus der einen in die andere übergeht. Derartige Lösungen, welche den gleichen osmotischen Druck besitzen, nennt man isosmotisch oder isotonisch; wird nun eine der beiden Lösungen mit Wasser verdünnt, so heißt sie im Verhältnis zur anderen hyposmotisch oder hypotonisch und gibt Wasser an sie ab; wird sie konzentrierter gemacht, so heißt sie hyperosmotisch oder hypertonisch und empfängt Wasser so lange, bis beide wieder isosmotisch sind. Gleichzeitig aber und unabhängig von dem Wasserstrom findet bei der Wechselwirkung von Lösungen verschiedener Salze, auch wenn sie isosmotisch sind, ein Austausch ihrer Salzmoleküle statt, bis auch sie auf beiden Seiten gleich verteilt sind.

Überall im Haushalt der Natur, überall, wo lebende Zellen und Gewebsflüssigkeiten miteinander in Berührung treten, spielen diese osmotischen Vorgänge eine Rolle. Namentlich die Regelung derselben, derart, daß den Gewebssäften unter normalen Verhältnissen stets ein bestimmter Salzgehalt erhalten bleibt, ist eine Leistung des Organismus, deren Studium neuerdings eifrig betrieben wird und auch für die Pathologie und Therapie Bedeutung gewonnen hat.

Die regelrechte Funktion der Nervenelemente und überhaupt aller lebenden Gewebe ist bekanntlich gebunden an ihre Durchtränkung mit einer Ernährungsflüssigkeit, bestehend aus Wasser, Eiweißsubstanzen und Salzen. Sie muß aber nicht nur eine gewisse chemische Beständigkeit besitzen, die ihr durch ihre Zusammensetzung gegeben wird, sie bedarf auch einer physikalischen Beständigkeit, also einer gewissen Temperatur und einer gewissen Konzentration ihres Salzgehalts, welche ihre osmotische Spannung bestimmt.

Die Konzentration des Salzgehalts, verschieden bei verschiedenen Tieren und Pflanzen, ist von derartiger Bedeutung, daß man lebende Gewebe und im besonderen auch Nervenelemente eine Zeitlang in manchen wässerigen Lösungen lebend erhalten kann, wenn sie nur einen ganz bestimmten Salzgehalt besitzen, ohne in ihrer chemischen Zusammensetzung mit der regelrechten Ernährungsflüssigkeit übereinzustimmen (sogenannte physiologische Lösungen), während geringe Änderungen des Salzgehalts das schnelle Aufhören der Funktion und Formveränderungen der Gewebe veranlassen. Die Ursache dieses Verhaltens ist hier das Vorhandensein, dort das Fehlen osmotischer Spannungsunterschiede zwischen der Salzlösung und der Gewebsflüssigkeit. Die Lösungen, in denen Form und Funktion der Gewebe am besten erhalten bleibt, sind isotonisch dem regelrechten Ernährungssaft.

Der erste, der in dieser Richtung Versuche angestellt hat, war Nasse. Er legte Froschmuskeln in Salzlösungen und prüfte, bei welcher Konzentration sie ihre Erregbarkeit am längsten bewahren. Er fand, daß sie dies z. B. in einer Chlornatriumlösung von 0,6%, einer Jodnatriumlösung von 1,75%, einer Natronsalpeterlösung von 1% tun. Diese Lösungen und das Froschblut besitzen annähernd den gleichen osmotischen Druck.

Der eigentliche Entdecker der Isotonie aber war De Vries, der eine große Anzahl isosmotischer Konzentrationen organischer und anorganischer Verbindungen bestimmte und ihre Beziehung zum Molekulargewicht studierte. Als Merkmal der Isotonie diente ihm der Umstand, daß wässerige Lösungen von einer bestimmten Konzentration einer jeden Verbindung gewisse, durch Wasserentziehung zu erklärende Erscheinungen (Plasmolyse) an Pflanzenzellen und jungen Pflanzensprossen hervorrufen. Die niedrigst konzentrierten Lösungen, welche eben noch in der bezeichneten Art wasserentziehend wirken, sind untereinander isotonisch.

In ähnlicher Weise, mit Hilfe einer physiologischen Methode, benutzten Hamburger, Köppe und Hedin die roten Blutkörperchen

verschiedener Tiere und des Menschen dazu, um mit Hilfe der an ihnen unter dem Mikroskop zu beobachtenden Erscheinungen der Quellung und Wasserentziehung die isotonischen Konzentrationen wässeriger Lösungen zu finden. Hamburger prüfte, bei welcher Konzentration die roten Blutkörperchen rasch und vollständig zu Boden sinken, und bei welcher niedrigsten Konzentration sie eben Farbstoff abgeben, das Mittel aus beiden Werten ergab die mit De Vries' Untersuchungen im allgemeinen übereinstimmenden isotonischen Konzentrationen der Verbindungen. Köppe und Hedin verwendeten den durch besondere Methoden zu bestimmenden Rauminhalt der roten Blutkörperchen, der sich bei der Einwirkung hypotonischer, quellender Lösungen vergrößert, bei Anwendung hypertonischer Lösungen vermindert, als Prüfstein für die Isotonie der Lösungen. Diese sehr interessanten physiologischen Methoden werden heute selten noch geübt werden, nachdem die physikalische Chemie exaktere und einfachere Verfahren erfunden hat, um die osmotische Spannung einer Lösung zu bestimmen.

Das einfachste dieser Verfahren ist die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung, welche das Wasser erleidet, wenn kristalloide Körper in ihm gelöst werden. Alle wässerigen Lösungen, welche den gleichen Gefrierpunkt besitzen, sind isosmotisch. Osmotisch indifferent in bezug auf Wasseraufnahme und -abgabe bei ihrer Einwirkung auf menschliche Gewebe sind daher Lösungen, welche den gleichen Gefrierpunkt haben wie die normalen Körpersäfte, z. B. Blut. Gefrierpunktsbestimmungen des menschlichen Bluts, der Lymphe, ferner von Transsudaten und Exsudaten des menschlichen Körpers sind zuerst von Dreser, dann von Hamburger, Koranyi, Tauszk, Winter und dem Verfasser ausgeführt worden, heute ist die Gefrierpunktsbestimmung des Bluts zu einer klinischen Untersuchungsmethode geworden.

Als Gefrierpunkte des Bluts gesunder Menschen fand

Dreser	—0,56°
Hamburger	—0,557°
Koranyi	—0,56°
Winter	—0,55°

Die neueren Untersucher geben meist —0,56° als Mittel an, ich selbst fand —0,555° als Mittelwert. Die Schwankungen nach oben und unten sind unter regelrechten Verhältnissen außerordentlich geringe. Werte von —0,54 und 0,57° werden bei gesunden Menschen kaum vorkommen, bei gewissen Krankheiten beobachtet man Abweichungen um wenige Hundertstel Grade nach oben und unten.

Wässerige Lösungen mit einem Gefrierpunkt von —0,55° bis —0,56° haben daher annähernd den gleichen osmotischen Druck wie das menschliche Blut; Lösungen, deren Gefrierpunkt näher an 0° liegt, sind hyposmotisch, solche mit einem Gefrierpunkt tiefer als —0,55° sind hyperosmotisch gegenüber der Ernährungsflüssigkeit des menschlichen Körpers. Einzellige Pflanzen und Tiere können infolge der Beschaffenheit der sie umhüllenden Membran, ohne aufzuquellen und ihren Salzgehalt zu verändern, im Wasser leben, das Deckepithel und das Epithel der meisten Schleimhäute schützt die menschlichen Gewebe vor gewissen Einwirkungen von Lösungen mit abweichendem osmotischen Druck. Werden aber solche Lösungen in Wunden gebracht oder in die Gewebe eingespritzt, so geschieht zunächst das, was bei dem physikalischen Experiment, von dem wir ausgingen, im Steigen der Flüssigkeitssäule, an Pflanzenteilen, an roten Blutkörperchen in einer Volumvermehrung oder Volumverminderung, Schrumpfung, Plasmolyse seinen sichtbaren Ausdruck findet: hyposmotische Lösungen bringen Zellen und andere Gewebsbestandteile zur Quellung, hyperosmotische entziehen ihnen Wasser, lassen sie schrumpfen, beides um so intensiver, je weiter ihr Gefrierpunkt von dem des Blutes abweicht.

Sowohl die Quellung als auch die Wasserentziehung beeinflußt unabhängig von den etwa im Wasser gelösten Körpern die sensibeln Nerven und schädigt die Gewebe. Verfasser hat, wiederum unterstützt durch Heinze, diese physiologischen Wirkungen osmotischer Spannungsunterschiede experimentell untersucht mit Hilfe von Einspritzung blutwarmen Wassers und verschieden konzentrierter Kochsalzlösungen in die eigene Haut und die anderer Versuchspersonen. Spritzt man mit Hilfe einer flach, fast parallel zur Hautoberfläche eingestochenen Hohlnadel, unter Vermeidung des lockeren subkutanen Zellgewebes, in das straffe Gewebe der Haut eine Flüssigkeit, so erhebt sich das von ihr durchtränkte Gebiet in Form einer runden, blassen, für das Auge sichtbaren Quaddel über die Hautoberfläche. An dieser Quaddel können die durch die fremdartige Flüssigkeit gesetzten Veränderungen und, infolge des großen Nervenreichtums der Haut, ganz besonders deren Einwirkungen auf die Sensibilität sehr leicht geprüft werden. Künstliche Hautquaddeln sind für diesen Zweck zuerst von Schleich gebraucht worden. Die Beobachtungen, die Schleich mit Hilfe der Quaddelprüfungen gemacht hat, haben sich aber bei Nachprüfung von verschiedensten Seiten vielfach als ungenau erwiesen. Die Ergebnisse unserer Versuche veranschaulicht die umstehende Tabelle (Abb. 4).

Auf der wagerechten Linie sind aufgetragen die Konzentrationen von Kochsalzlösungen von 0%, also Wasser, bis 10%, von einem Teil dieser Lösungen sind auch die Gefrierpunkte angegeben. Die ausgezogene Kurve bedeutet einen sensibeln Reiz, welcher als Schmerz sich äußert, wenn die Lösungen in die Kutis eingespritzt werden, die punktierte Kurve bedeutet die Gefühlslähmung, welche diesem Reiz folgt. Der Abstand der Kurvenpunkte entspricht der verhältnismäßigen Stärke des Reizes und der Lähmung. In der Mitte steht die Kochsalzlösung von 0,9%, sie hat einen Gefrierpunkt von —0,55°, besitzt also annähernd die gleiche osmotische Spannung wie das menschliche Blut. Alle links von ihr bezeichneten Lösungen bringen die Gewebe zur Quellung, alle rechts bezeichneten entziehen ihnen Wasser. Wird die 0,9%ige Kochsalzlösung körperwarm in die Haut gespritzt, so ist die Einspritzung schmerzlos, es wird kein Reiz ausgelöst, ebensowenig wird an der Quaddel irgend eine Veränderung des Empfindungsvermögens, jedenfalls keine Herabsetzung desselben beobachtet. Die entstandene Quaddel verschwindet spurlos nach kurzer Zeit. Wird die Lösung nun mehr und mehr verdünnt und wieder eingespritzt, so entsteht, in der Regel bei 0,55%, ein Schmerz bei der Einspritzung, der bei weiterer Verdünnung rasch an Intensität zunimmt, um beim reinen Wasser seine größte Heftigkeit zu erreichen. Die Einspritzung von Wasser ist außerordentlich schmerzhaft. Der Schmerz, wir nennen ihn Quellungsschmerz, ist aber nur von kurzer Dauer, ihm schließt sich an eine Beeinträchtigung oder Aufhebung des Gefühls im Bereich der Quaddel, welche wiederum mit der Verdünnung der Lösung an Stärke und Dauer allmählich zunimmt und beim reinen Wasser am längsten, bis etwa 15 Minuten, anhält. Wir nennen sie Quellungsanästhesie. Endlich verursachen sehr verdünnte Lösungen eine Schädigung der Gewebe, die sich darin äußert, daß an Stelle der Quaddel schmerzhafte Infiltrate zurückbleiben. Reines Wasser bewirkt nicht selten oberflächliche Gewebsnekrosen, Quellungsnekrosen. — An Lösungen, welche mehr als 0,9% Kochsalz enthalten, beobachtet man die physiologischen Erscheinungen der Wasserentziehung. Sie bestehen gleichfalls in Reiz, Lähmung und Gewebsschädigung. Der Reiz wird in anderer Weise empfunden als der Quellungsschmerz, er folgt der an sich schmerzlosen Einspritzung und hält mehrere Minuten an, während die Quaddel stark überempfindlich ist. Hierauf tritt Gefühllosigkeit ein. Gleichzeitig macht die Quaddel sehr eigentümliche und kennzeichnende Formveränderungen durch. Wenn der brennende Schmerz nachläßt und die Gefühllosigkeit beginnt, sinkt schnell der Mittelpunkt der Quaddel in Form

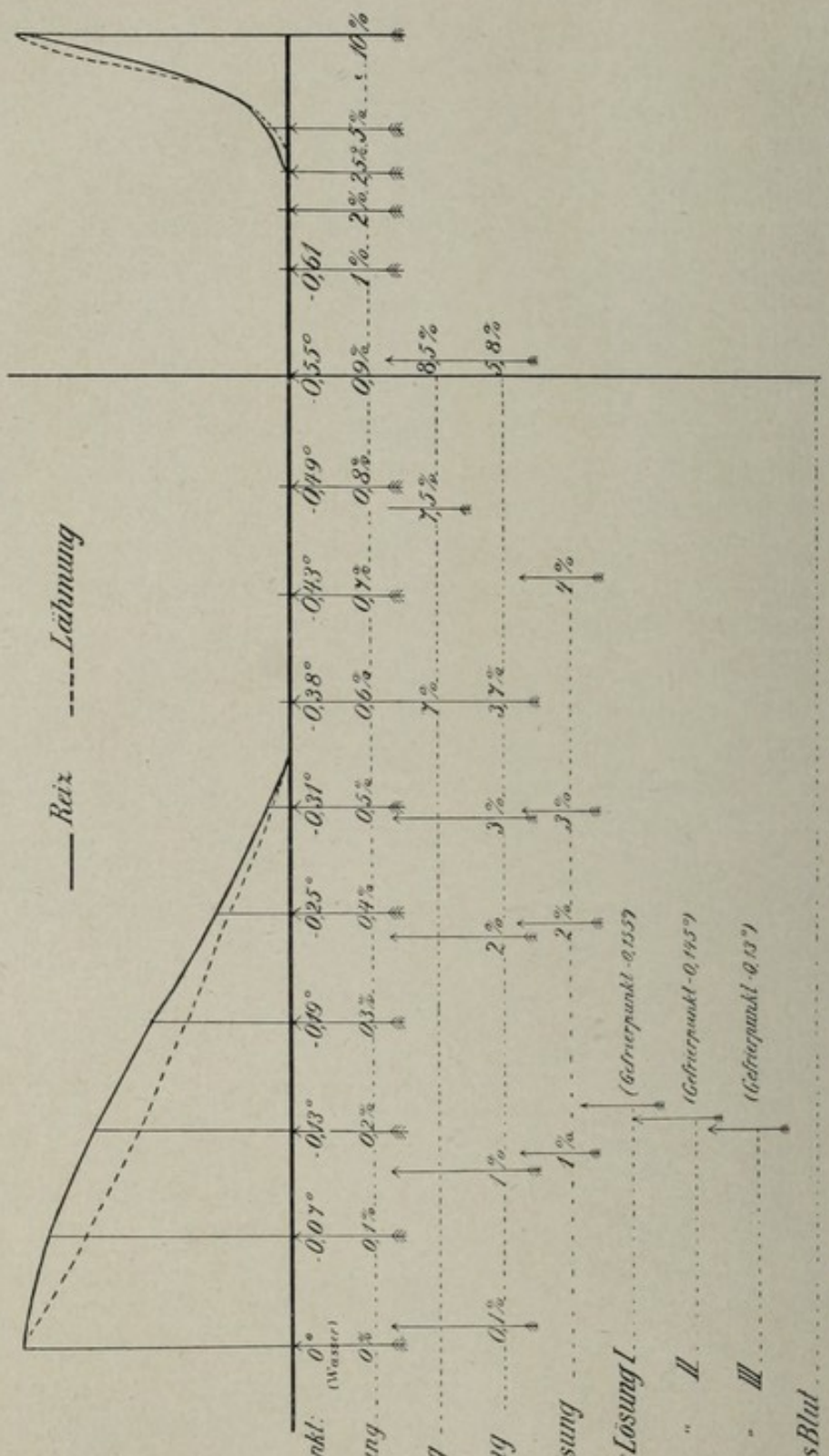


Abb. 4. Reiz- und Lähmungskurven zur Veranschaulichung der Wirkung der osmotischen Spannung wässeriger Lösungen auf die Nervensubstanz.

einer Delle ein, während ihr Rand einen kreisförmig erhabenen Wall bildet; der blutleere Wall und das blutleere Zentrum sind meist durch einen schmalen, geröteten Ring getrennt. Nach etwa 15 Minuten wird die Quaddel wieder gleichmäßig flach und vergrößert sich über den Rand, um dann zu verschwinden, während das Gefühl wiederkehrt. Konzentrierte Kochsalzlösungen schädigen ferner die Gewebe. Die Stärke aller dieser Erscheinungen wächst mit der Konzentration der Kochsalzlösung, bei etwa 2,5% sind sie bereits zu erkennen; mehr als 10% Kochsalzlösung einzuspritzen, ist kaum erträglich. — Geringe Grade von Quellung und Wasserentziehung sind nicht erkennbar, derart, daß in der Nachbarschaft der 0,9%igen Kochsalzlösung eine indifferente Zone, eine Anzahl von Lösungen (0,55 bis 2,5%) vorhanden ist, welche die oben geschilderten Erscheinungen noch nicht hervorrufen. Unsere Schmerz- und Lähmungskurven entsprechen aber natürlich nicht unbedingten Werten. Sie wurden gefunden an der Haut unserer Vorderarme. Wenn Kochsalzlösungen in überempfindliche Gewebe oder bei an sich sehr empfindlichen Personen eingespritzt werden, so müssen auch weniger stark quellende und wasserentziehende Lösungen schon als solche empfunden werden. Schmerz- und Lähmungskurven werden in diesem Fall die Wagerechte näher ihrem Mittelpunkt erreichen, als wir gefunden haben, die anscheinend indifferente Zone wird schmäler sein.

Daß hier wirklich die Symptome der Quellung und Wasserentziehung vorliegen, schließen wir aus folgenden Umständen. Da das überall in unserem Körper vorhandene Wasser und Kochsalz schwerlich spezifisch chemisch auf die Gewebe einwirken kann, muß eine physikalische Eigenschaft der Lösungen es sein, welche Schmerz, Lähmung und Gewebsschädigung bedingt. Diese kann aber nur der osmotische Druck der Lösungen sein, da sich die Symptome verändern mit dem osmotischen Druck und verschwinden, wenn Druckunterschiede zwischen Blut und Lösung fehlen. Endlich gibt es außer dem Kochsalz eine Anzahl Salze, welche gar nicht oder wenig und langsam spezifisch chemisch die Gewebe beeinflussen. Hierzu gehören die meisten Natriumsalze, wie phosphorsaures, schwefelsaures, kohlensaures, borsaures Natron, ferner Zucker und einige Harnstoffverbindungen. Untersucht man planmäßig die Lösungen dieser Salze in der oben beschriebenen Weise, so findet man, daß sie, wie das Kochsalz, jene indifferente Zone besitzen in der Umgebung der mit Hilfe der Gefrierpunktsbestimmung festzustellenden, dem Blut isotonischen oder physiologischen Konzentration, und daß überhaupt ihre Lösungen die gleichen Symptome machen wie Kochsalzlösungen mit dem gleichen Gefrier-

punkt, vom Quellungsschmerz bis zu der eigentümlichen Formveränderung der Quaddel durch stark wasserentziehende Lösungen. Unsere Reiz- und Lähmungskurven gelten demnach für die wässerigen Lösungen aller Stoffe; die Symptome ihrer physikalischen Einwirkung werden aber bei den meisten von ihnen verdeckt, weil sie infolge chemischer Differenz die sensibeln Nerven reizen oder lähmen, die Gewebe schädigen oder zerstören. Es ist in diesem Fall notwendig, den Gefrierpunkt einer Lösung zu bestimmen, um zu erfahren, wie sie physikalisch auf die Gewebe einwirkt.

In Abb. 4 sind die Gefrierpunkte der wässerigen Lösungen einiger anderen Salze notiert und an der ihnen zukommenden Stelle eingesetzt. Man sieht, daß die physiologische Konzentration des Rohrzuckers ungefähr bei 8,5% liegt. Diese Lösung ist gänzlich indifferent und erzeugt bei der Einspritzung weder Schmerz noch Gefühllosigkeit. Die Einspritzung der gewöhnlich für Infusionszwecke gebrauchten, viel mehr verdünnten Zuckerlösungen muß natürlich schmerzhaft sein, weil sie osmotische Spannungsdifferenzen veranlassen. Die Abbildung zeigt dann noch die Gefrierpunkte einiger Lösungen örtlich betäubender Arzneimittel, auf welche später zurückzukommen ist.

Es sind jetzt noch einige geschichtliche Anmerkungen nachzutragen.

Seit sehr langer Zeit, solange überhaupt anatomische und physiologische Studien getrieben werden, ist es bekannt, daß dem Wasser die Eigenschaften eines Protoplasmagiftes innewohnen, daß es die Struktur derjenigen Zellen zerstört, welche nicht durch besondere Einrichtungen (Undurchlässigkeit der Zellenmembran) gegen seine Einwirkung geschützt sind, und sie tötet. Der schädliche Einfluß der Quellung konnte unter dem Mikroskop beobachtet werden: die mit Wasser durchtränkten Gewebe vergrößern ihr Volumen, verlieren ihre Struktur, alle Gewebsbestandteile quellen auf, die Sarkolemmschläuche der Muskelfasern zerplatzen, und wenn frische Nervenfasern mit Wasser zusammengebracht werden, so entstehen jene ihrer völligen Zerstörung gleichkommenden Formveränderungen, welche schon den alten Anatomen in hohem Grade aufgefallen sind. Längst ist es ferner den Physiologen bekannt, daß lebende Gewebe in ihrer Funktion gestört werden, wenn sie quellen, oder wenn ihnen durch Austrocknen oder durch die Einwirkung konzentrierter Salzlösungen Wasser entzogen wird. Frische Muskeln, in Wasser gelegt, verlieren ihre Erregbarkeit und Kontraktionsfähigkeit und werden starr. (Swammerdamm.) Quellung und Wasserentziehung, wenn sie einen Nervenstamm betreffen, wirken als

Reiz und vermindern seine Erregbarkeit. Wasser, zwischen die Fibrillenbündel eines Nervenstammes gespritzt, unterbricht sofort dessen Leitungsfähigkeit und schädigt ihn gleichzeitig auf das schwerste. (Biberfeld.) Die Beobachtung, daß diese Erscheinungen ausbleiben, wenn im Wasser bestimmte Mengen von Salzen gelöst sind, führte endlich zur Entdeckung der Isotonie der Lösungen und deren Zusammenhang mit dem Molekulargewicht der gelösten Körper; sie ist dadurch von weittragender Bedeutung für die theoretische Chemie geworden, denn van t'Hoffts Theorie der Lösungen weist zurück auf die Arbeiten von De Vries und Hamburger.

Die Überschwemmung des Körpers mit Wasser bei Tieren verursacht infolge der Herabsetzung des osmotischen Drucks des Bluts und der Körpersäfte schwere Allgemeinerscheinungen. Nach Falck sterben Hunde, wenn ihnen intravenös 88 ccm Wasser pro Kilo eingespritzt werden. Subkutane Einspritzung von etwa 200 ccm Wasser bewirkt bei Kaninchen den Tod unter Erscheinungen von erschwerter Atmung, gestörter Herztätigkeit, Temperaturabfall, Krämpfen. Zugleich tritt Hämoglobinurie auf. (Falck, Emmerich.) Das gleiche beobachtete Custer, wenn er Kaninchen subkutan größere Mengen sehr verdünnter Kokainlösung einverleibte. Die Tiere starben nicht an Kokainvergiftung, sondern an den Folgen der Wasserdurchtränkung. Durch Kochsalzzusatz lassen sich diese übeln Erscheinungen vermeiden. Lange Zeit war die Ansicht verbreitet, daß eine Kochsalzlösung von 0,6% die hierzu am meisten geeignete Flüssigkeit sei, sie pflegte deshalb physiologische Kochsalzlösung genannt zu werden. Hamburger und Koeppe wiesen aber bereits darauf hin, daß diese Lösung, deren Anwendung auf die obenerwähnten Versuche Nasses an Froschmuskeln zurückgeht, noch quellend wirkt, und daß eine Kochsalzlösung von 0,92% die gleiche osmotische Spannung besitzt wie das menschliche Blut. Eine 0,6%ige Kochsalzlösung besitzt daher die physiologische Konzentration für den Frosch, eine solche von 0,92% die physiologische Konzentration für den Menschen.

Daß dem Wasser bei subkutaner Einspritzung eine schmerzstillende Wirkung zukomme, haben mehrere Beobachter festgestellt. Die ersten darauf bezüglichen Beobachtungen stammen von Potain (1869) und Dieulafoy (1870). Lafitte teilt mit, er habe bei allen möglichen mit Schmerz verbundenen Affektionen, wie Ischias, Neuralgien, Rheumatismus, durch Wasserinjektionen unmittelbar in den befallenen Teil äußerst gute Erfolge erzielt. Unangenehm sei nur das während der Einspritzung auftretende heftige Brennen, das aber rasch verschwinde. Die schmerz-

stillende Wirkung schreibt er der durch die eingespritzte Flüssigkeit hervorgerufenen Kompression oder der Durchtränkung der sensibeln Nervenfasern zu, wodurch letzteren momentan die Fähigkeit entzogen werde, Schmerzempfindungen aufzunehmen und weiter zu leiten. Ähnliches berichten Lelut, Burney Yes, Griffith.

Die anfangs erregende, später betäubende Wirkung des Wassers, sowie seine Indifferenz bei Kochsalzzusatz, endlich die wiederum betäubende Wirkung stärker konzentrierter Kochsalzlösungen beobachteten ferner Liebreich und Schleich. Unter Liebreichs Leitung unternahm Bussenius Tierversuche, um die örtlich betäubende Wirkung einiger Stoffe festzustellen. Er spritzte deren Lösungen subkutan bei Kaninchen ein und fand, daß 0,6% Kochsalzlösung das Gefühl intakt läßt, während 5% und 10% Kochsalzlösung geringe Herabsetzung der Empfindlichkeit hervorruft. Wieviel genauere Ergebnisse sich erzielen lassen, wenn die Versuche durch Quaddelbildung am eigenen Körper vorgenommen werden, haben wir oben gezeigt. Schleich nahm an, daß zwischen dem reinen Wasser und einer 0,6%igen Kochsalzlösung eine Konzentration liegen müsse, welche keinen Einspritzungsschmerz, wohl aber wegen ihrer größeren Ähnlichkeit mit reinem Wasser später Betäubung erzeugen würde und glaubte, in der 0,2%igen Kochsalzlösung ein brauchbares Betäubungsmittel gefunden zu haben. Quellungsanästhesie und Quellungsschmerz sind jedoch stets miteinander verbunden. Wird die quellende Wirkung des Wassers vermindert, so vermindert sich zwar der Quellungsschmerz, es wird aber auch die Quellungsanästhesie unvollkommen.

Zur Ausführung von Operationen ist die Quellungsanästhesie nur selten und vorübergehend versucht worden, u. a. von Halsted und Gant. Schleich teilt mit, daß er mit Hilfe von Wassereinspritzung das Aufschneiden eines Karbunkels schmerzlos habe ausführen können. Seine späteren Versuche, eine 0,2%ige Kochsalzlösung zu örtlicher Betäubung zu verwenden, dürften wohl vereinzelt geblieben sein. Die Einspritzung dieser Lösung ist immer noch sehr schmerzhaft, die ihr folgende Gefühllosigkeit unvollkommen und von sehr kurzer Dauer. Eine Anästhesie, die durch Schmerz erkauft werden muß, nannte Liebreich: Anaesthesia dolorosa. Auch die Quellungsanästhesie ist eine solche Anaesthesia dolorosa und ist deshalb, und weil mit ihr eine Gewebsschädigung verbunden ist, praktisch nicht verwendbar. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die physikalischen Nebenwirkungen wässeriger Lösungen lassen sich vielmehr folgendermaßen zusammenfassen.

Zu Gewebseinspritzungen, welchem Zweck sie auch dienen mögen, dürfen nur Flüssigkeiten verwendet werden, welche annähernd den gleichen osmotischen Druck, den gleichen Gefrierpunkt besitzen wie die Gewebssäfte des menschlichen Körpers. Da die örtlich betäubenden Mittel zu Gewebseinspritzungen in weit geringerer, als ihrer physiologischen Konzentration, Anwendung finden, muß durch Zusatz einer entsprechenden Menge eines indifferenten Salzes, wie Kochsalz, die quellende, gewebsschädigende Wirkung ihrer Lösungen beseitigt werden.

6. Indifferente und differente Stoffe. Resorption und örtliche Vergiftung. Prüfungsverfahren, allgemeine Eigenschaften und Anwendungsformen örtlich betäubender Mittel.

Wir lernten im vorigen Abschnitt einige Stoffe kennen, welche wesentliche örtliche Einwirkungen auf die Gewebe auszuüben nicht imstande sind, und welche deshalb ein Studium der physikalischen Nebenwirkungen ihrer wässerigen Lösungen bei Einspritzung in die Gewebe ermöglicht haben. Welches ist nun das weitere Schicksal dieser eingespritzten Stoffe? Ein kleiner Teil mag wohl stets unmittelbar in eine Vene oder einen Lymphspalt hineingelangen und schnell dem Kreislauf einverleibt werden, der größere Teil aber bleibt zunächst an der Einspritzungsstelle liegen und kommt erst auf Umwegen zur Aufsaugung, nachdem er mehr oder weniger schnell oder mehr oder weniger weit in die Gewebe der Umgebung sich verbreitet hat, ohne an ihnen örtliche Veränderungen hervorzurufen. Sind osmotische Spannungsunterschiede entstanden, so wird deren Ausgleich erstrebt. Wenigstens weisen die interessanten Untersuchungen Hamburgers über die Resorption wässeriger Lösungen aus serösen Höhlen darauf hin. Hamburger beobachtete dabei nämlich folgendes. 1. Seröse Flüssigkeiten und Salzlösungen werden, nachdem sie in die Bauchhöhle von Tieren gebracht sind, resorbiert. 2. Sind diese Flüssigkeiten dem Blut des Versuchstieres isotonisch, so verändern sie ihre osmotische Spannung nicht.

3. Hypotonische und hypertonische Lösungen werden in der Bauchhöhle isotonisch während der Resorption. 4. Während ihres Aufenthalts in der Bauchhöhle wechselt die intraperitoneale Flüssigkeit Bestandteile mit dem Blutplasma aus; so fand sich z. B. nach Einspritzung einer mit dem Kaninchenblut isotonischen 1,7%igen Lösung von schwefelsaurem Natron eine bedeutende Menge von Kochsalz, Natriumphosphat und Eiweiß in der isotonisch bleibenden Flüssigkeit. Eine Verzögerung der Resorption der gelösten Substanz bei bestehenden osmotischen Druckunterschieden zwischen Lösung und Blutplasma ist aus Hamburgers Versuchen nicht zu ersehen. Hamburger betont vielmehr ausdrücklich, daß der Ausgleich der Druckunterschiede während der Resorption und unabhängig von ihr stattfindet. Das ist nicht ohne praktisches Interesse, weil irrtümlich angenommen wird (Legrand), daß Kokain aus untertonischen Lösungen langsamer wie aus gleichtonischen resorbiert werde, und die Anwendung gleichtonischer Lösungen aus diesem Grunde nicht vorteilhaft sei.

Ebenso zeigen die Untersuchungen Schnitzlers und Ewalds, daß lediglich die Konzentration der Salzlösung auf die Geschwindigkeit der Resorption einwirkt. Es ließ sich nachweisen, daß eine bestimmte Menge des Salzes (Jodkalium, Salizylsäure) um so eher durch die Nieren ausgeschieden wurde, also wohl auch um so schneller resorbiert worden sein muß, je konzentrierter die in die Bauchhöhle gebrachte Lösung war. Die außerordentliche Geschwindigkeit, mit der in die Bauchhöhle gebrachte Substanzen im Harn wieder erscheinen, bestätigen die später durch Klapp schlagend bewiesene Annahme von Heidenhain, Orlow, Starling und Tubby, O. Cohnheim u. a., daß die Resorption in Wasser gelöster Substanzen aus serösen Höhlen vorzugsweise auf dem Wege der Blutbahn erfolgt. Die genannten Autoren halten es entgegen der Meinung Hamburgers und Cohnsteins für unzweifelhaft erwiesen, daß neben der Osmose, neben der Filtration unter erhöhtem intraperitonealem Druck die vitalen Kräfte der lebenden Bauchwand eine wesentliche Rolle spielen und bei der Resorption aus der Bauchhöhle jene rein physikalischen Vorgänge beeinflussen müssen.

Die Erscheinungen bei der interstitiellen Resorption ins Unterhautzellgewebe eingespritzter wässeriger Lösungen weichen schwerlich erheblich von denen ab, welche sich in der Bauchhöhle abspielen. Unabhängig von dem Wasserstrom, der eine Quellung oder Schrumpfung der Gewebe veranlaßt, wird, wie im physikalischen Experiment, ein Austausch der Moleküle der in den Lösungen und in der Gewebs-

flüssigkeit enthaltenen Salze stattfinden, selbst eine osmotisch indifferente Kochsalzlösung wird in dieser Hinsicht keineswegs ganz indifferent sein, weil die Gewebsflüssigkeiten eben auch noch andere Substanzen enthalten als Kochsalz. In der Tat hat Hamburger gefunden, daß die roten Blutkörperchen an eine derartige Salzlösung Blutfarbstoff abgeben. Nach Höbers Beobachtungen würde dabei sogar vorübergehend eine vorhandene Isotonie gestört werden können. Die in der Zeiteinheit in die Umgebung der Einspritzungsstelle diffundierende Menge des gelösten Stoffes muß abhängig sein von der Konzentration der Lösung und von der Diffusionsgeschwindigkeit der Substanz, welche ihrerseits wieder beeinflußt wird von der verschiedenen Durchlässigkeit der in Betracht kommenden Membranen und Häute. Steht die eingespritzte Lösung unter höherem Druck, so wird sie auch mittels einfacher Filtration in die Umgebung vordringen. Der Vorgang aber, durch den schließlich der größte Teil der gelösten Substanz, wie des Lösungsmittels in den Kreislauf gelangt, die Resorption, ist sicherlich ein lebendiger Vorgang; er ist gebunden an die Tätigkeit der lebenden Gewebe, langsam bei geringem, beschleunigt bei lebhaftem Stoffwechsel, aufgehoben, solange die Lebensvorgänge an den Geweben unterbrochen sind. Es darf ferner als feststehend angesehen werden, daß die aus dem Unterhautzellgewebe zur Resorption kommenden wässerigen Lösungen zum überwiegenden Teil ohne Vermittelung der Lymphgefäße dem Blutstrom zugeführt werden (Magendie, Lebküchner, Asher, Munk, Hamburger), während andererseits ölige Lösungen fast ausschließlich durch die Lymphwege, infolgedessen langsamer aufgesaugt werden.

Den wenigen, früher erwähnten, indifferenten oder fast indifferenten Substanzen, deren Lösungen auf lebende Gewebe fast ausschließlich physikalische Nebenwirkungen zeigen, steht eine unendliche Zahl differenter Mittel gegenüber, welche auch andere als physikalische, d. h. durch ihre chemische Zusammensetzung bedingte Veränderungen an den Gewebsteilen verursachen, mit denen sie in wirksame Berührung gebracht werden. Diese Veränderungen, deren Summe örtliche Vergiftung genannt werden kann, äußern sich am lebenden Körper als Steigerung, Störung oder Aufhebung der Funktion, Erregung oder Lähmung der sensibeln Nerven, Gewebsschädigung, örtlicher Gewebstod. Sie sind manchmal vorübergehend, d. h. nach einer gewissen Zeit entledigen sich die lebenden Gewebe auf irgend eine Weise der fremdartigen, ihre Funktion störenden, ihr Leben bedrohenden Substanzen und nehmen ihre Funktion wieder auf, ohne daß ein Schaden zurück-

bleibt. In den meisten Fällen indessen bewirkt die örtliche Vergiftung bleibende Veränderungen, mehr oder weniger intensive Gewebsschädigung, Entzündung, Gewebstod. Die Mehrzahl aller differenten Substanzen lassen am Ort ihrer Einwirkung die Gewebe blutüberfüllt werden, einige verändern die Blutfülle nicht wesentlich, einige wenige bringen die Blutgefäße zur Zusammenziehung und machen die Gewebe blutarm oder blutleer. Manche endlich rufen unmittelbar nach der Anwendung eigentümliche, flüchtige, örtliche Ödeme hervor, ein Symptom, welches dem sofort bekannt erscheint, der sich an die Folgen eines Insektenstichs erinnert.

Der Ablauf des Resorptionsvorganges muß bei differenten Mitteln sich anders gestalten als bei indifferenten. Denn die geschilderten örtlichen Veränderungen lassen sich schwer denken ohne einen Stoffverbrauch: eine örtliche Wirkung kann in der Regel nur dadurch zustande kommen, daß ein Teil des wirksamen Stoffes an Ort und Stelle gebunden, zunächst also der Überführung in den Kreislauf entzogen wird. Das weitere Schicksal dieses Teils entzieht sich bei den meisten Stoffen unserer Kenntnis. Für einige Alkaloide, und zu diesen gehört das Kokain und das Suprarenin, ist jedoch der Nachweis erbracht, daß sie nach ihrer Bindung im lebenden Körper überhaupt nicht wieder in ihrer alten Form resorbiert werden, sondern daß der Körper sich ihrer entledigt, indem er sie zersetzt. Es findet dadurch also eine Entgiftung im lebenden Körper statt. Je langsamer ein Mittel vom Ort seiner Einverleibung resorbiert wird, desto länger bleibt es daselbst liegen, kann die Gewebe weithin durchdringen und erheblich stärkere und umfangreichere örtliche Wirkungen entfalten, als wenn es durch schnelle Resorption sofort vom Einverleibungsort weggeschafft wird. Wir werden daher die künstliche Verzögerung der Resorption als ein wichtiges Hilfsmittel der örtlichen Betäubung kennenlernen. Wenn chemisch differente Mittel mit sensibeln Nerven in wirksame Berührung gebracht werden, so rufen sie ausnahmslos eine vorübergehende oder dauernde Lähmung, also Gefühllosigkeit hervor, welcher meistens ein heftiger Reizzustand vorangeht. Einige wenige Mittel sind gefunden worden, deren Anwendung ohne merklichen Reiz und ohne Gewebsschädigung eine örtliche Vergiftung mit vorübergehender sensibler Lähmung zur Folge hat. Das sind diejenigen Mittel, welche zur örtlichen Betäubung geeignet sein können.

Die Untersuchungsmethoden, welche sich bestreben, das örtliche Betäubungsvermögen verschiedener Mittel festzustellen, leiden unter dem Umstand, daß diese Fähigkeit, örtliche Betäubung her-

vorzurufen, in hohem Grade abhängig ist von der Art und dem Ort der Anwendung der Mittel. Die ersten darauf gerichteten Versuche knüpfen sich wiederum an die Vorstellung, daß allgemein betäubende, narkotisierende Mittel, unmittelbar auf einen Nerven gebracht, ähnliche Wirkungen haben müßten, wie wenn sie dem Gehirn durch den Blutstrom zugeführt werden. Es zeigte sich, daß Äther und Chloroform, wenn sie in flüssigem oder gasförmigem Zustande auf einen freigelegten Nerven wirken, dessen Leitungsfähigkeit zu unterbrechen vermögen (Longet, Bernstein, Ranke u. a.). Sie haben das jedoch mit außerordentlich vielen anderen, nicht narkotischen Mitteln gemeinsam, weil die Funktion des Nerven an dessen Durchtränkung mit einer Flüssigkeit von bestimmter Zusammensetzung gebunden ist.

Zahlreiche experimentelle Arbeiten der Physiologen beschäftigen sich mit der Reizwirkung chemischer Stoffe und deren Zusammenhang mit der chemischen Zusammensetzung der Verbindungen (Grützner). Für die örtliche Betäubung sind sie ohne Belang.

Die ersten, welche eine große Anzahl organische und anorganische Verbindungen auf ihre Fähigkeit, örtliche Betäubung hervorzurufen, planmäßig geprüft haben, waren Liebreich und seine Schüler Bussenius, Müllerheim und Kunowski. Die Mittel wurden gelöst, soweit sie nicht schon flüssig waren, und Tieren, Meerschweinchen, Kaninchen und Fröschen, subkutan eingespritzt oder in den Bindehautsack gebracht. Die Prüfung des Gefühls geschah durch Einstechen von Nadeln, durch Reizung der Hornhaut, durch den Türkschen Versuch (s. u.). Das subkutane Gewebe ist für derartige Versuche wenig geeignet, weil seine Empfindlichkeit sehr gering ist, weil es ferner nicht an der Oberfläche des Körpers liegt und deshalb nicht Gefühlsstörungen der Gewebsteile, wohin die Mittel wirklich gelangt sind, geprüft werden können, sondern nur diejenigen der darüberliegenden Haut. Trotz der Unvollkommenheit der Methode fanden die genannten Autoren, daß weitaus die meisten der von ihnen untersuchten narkotischen und nicht narkotischen Mittel das Gefühl nicht unberührt lassen, sondern „Anaesthetica dolorosa“ im Sinne Liebreichs sind, d. h. Gefühllosigkeit hervorrufen, nachdem sie zuvor gereizt haben.

Noch viel größer erweist sich die Zahl der Anaesthetica dolorosa, wenn verdünnte Lösungen chemischer Verbindungen mit Hilfe der Quaddelbildung am Körper geeigneter Versuchspersonen auf ihr Betäubungsvermögen geprüft werden. Eine experimentelle Verwertung dieser Methode wurde jedoch erst ermöglicht nach Kenntnis der physiologischen Wirkung der Quellung und Wasserentziehung und Be-

stimmung des osmotischen Druckes der zu prüfenden Lösungen, wie dies im vorigen Kapitel eingehend geschildert wurde. Den Lösungen muß entweder durch die Konzentration, in der das Mittel in ihnen enthalten ist, oder durch Zusatz eines indifferenten Stoffes ein Gefrierpunkt gegeben werden, der von demjenigen des Blutes nicht allzuweit entfernt ist. Denn wir lernten in dem Vorhandensein osmotischer Spannungsunterschiede zwischen Gewebsflüssigkeiten und eingespritzten Lösungen einen Umstand kennen, der für sich allein schon imstande ist, das Gefühl aufzuheben. Die besondere Wirkung eines in Wasser gelösten Mittels kann daher nur in osmotisch indifferenten Lösungen studiert werden. Mit Hilfe der Quaddeluntersuchung und unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse fanden Heinze und der Verfasser*), daß es nur sehr wenige chemisch indifferente oder fast indifferente Verbindungen gibt, welche das Gefühlsvermögen nicht stören, wenn sie mit sensibeln Nervenbestandteilen zusammengebracht werden. Die meisten sind different, die wenigsten sind imstande, die Funktion der sensibeln Nerven vorübergehend ohne starken Reiz und ohne Hinterlassung einer Gewebsschädigung zu beeinträchtigen. Das Verfahren der Quaddelprüfung am menschlichen Körper liefert aber auch wirkliche, allerdings bedingte Werte, die die örtlich betäubende Kraft eines Mittels im Vergleich zu einem anderen kennzeichnen.

Der eine Wert ergibt sich aus der Bestimmung der niedrigsten Konzentration der Lösung eines Mittels, bei welcher eine örtliche Einwirkung noch eben bemerkbar ist. Das geschieht in der Weise, daß allmählich immer mehr verdünnte Lösungen der Mittel unter Ausschaltung ihrer physikalischen differenten Eigenschaften untersucht werden. Je niedriger die Grenze der Wirksamkeit liegt, desto größer muß auch annähernd die Affinität der Mittel zum Protoplasma der Gewebszellen, d. h. seine örtlich betäubende Kraft sein. Alle unsere örtlich betäubenden Arzeimittel zeichnen sich dadurch aus, daß sie in außerordentlich großer Verdünnung die Nervenbestandteile beeinflussen.

Der zweite Wert ist ebenfalls ein bedingter. Es kann an mehreren Quaddeln, welche gleichzeitig nebeneinander an einer Versuchsperson durch Einspritzung gleicher Mengen gleichkonzentrierter — theoretisch richtiger, aber praktisch unbequemer, wäre äquimolekularer — Lösungen verschiedener Mittel hergestellt sind, annähernd die Zeit bestimmt werden, während welcher das Hautgefühl aufgehoben ist. Je länger dies

*) Die Ergebnisse unserer Untersuchungen am eigenen Körper über Quellung, Wasserentziehung und spezifische Wirkung sind 23 Jahre später von Rhode (VI, 24) nachgeprüft und bis ins einzelne bestätigt worden.

geschieht, desto beständiger müssen die Veränderungen sein, welche das Mittel an der Nervensubstanz hervorruft. Im übrigen ist die Zeitdauer der Anästhesie von vielen anderen Umständen abhängig, u. a. von der Versuchsperson, der Blutfülle der Einverleibungsstelle, der Resorptionsgeschwindigkeit, der Konzentration der Lösungen.

An den für das Auge sichtbaren Hautquaddeln können nun außerdem die sonstigen Gewebsveränderungen leicht erkannt werden. Es kann z. B. festgestellt werden, ob die Quaddeln rasch und spurlos verschwinden, d. h. ob das Mittel ohne örtliche Gewebsschädigung resorbiert worden ist, oder ob sie Infiltrate hinterlassen, schmerzhaft werden, Entzündungen sich einstellen, das Gewebe abstirbt, ob die Blutgefäße sich erweitern oder sich zusammenziehen. Bei Versuchen mit Kodein, Morphium, Peronin und Tropakokain fand ich, daß diese Mittel, gleich den Insektengiften, akute, örtliche Ödeme verursachen. Auf diese Weise kann also ein Mittel leicht und schnell und — vorausgesetzt, daß die Untersuchung mit stark verdünnten Lösungen begonnen wurde — ohne Schaden für die Versuchsperson geprüft und mit einem anderen verglichen werden. Die Ergebnisse einer derartigen Prüfung können sofort in die Praxis übertragen werden.

Sobald jedoch die Teilchen des Mittels nicht unmittelbar durch unsere Spritze an die Nervenbestandteile gebracht werden, sondern erst auf dem Wege der Diffusion hingelangen müssen, wird die betäubende Wirkung nicht allein durch die obigen Werte, sondern auch durch die Durchlässigkeit der in Betracht kommenden Membranen und die Diffusionsgeschwindigkeit der Mittel bestimmt. So kann z. B. ein Mittel mit einer großen örtlich betäubenden Kraft für einen bestimmten Zweck wenig oder gar nicht brauchbar sein, weil es durch irgend eine Membran oder eine Gewebsschicht nicht zu diffundieren und gar nicht an die Nervenelemente heranzukommen vermag. Das Kokain mit seiner hohen örtlich betäubenden Kraft ist, auf die Haut gebracht, völlig unwirksam, weil es sie nicht durchdringen kann. Verdünnte Karbolsäurelösungen mit viel geringerer örtlich betäubender Kraft setzen das Hautgefühl bei gleicher Anwendungsweise bedeutend herab. Ein Vergleich verschiedener Mittel, deren Unschädlichkeit zuvor festgestellt ist, hinsichtlich ihrer durch Diffusionsvorgänge veränderten örtlich betäubenden Kraft kann gewonnen werden, wenn Lösungen von gleicher Konzentration bei Versuchspersonen in die Umgebung gewisser oberflächlich im Unterhautzellgewebe gelegener Hautnerven eingespritzt und Dauer und Ausbreitung der im Innervationsgebiet dieser Nerven entstehenden Gefühllosigkeit beobachtet werden.

Recke hat auf meine Veranlassung eine vergleichende Untersuchung der neueren Ersatzmittel des Kokains von den eben geschilderten Gesichtspunkten aus vorgenommen. Ihre Ergebnisse werden später wiederholt herangezogen werden.

Der Quaddelversuche bedienten sich neuerdings auch Hoffmann und Kochmann (VII, 21, 24) zur vergleichenden Bestimmung des Wertes der verschiedenen Betäubungsmittel. Sie setzten noch einen weiteren, wichtigen Faktor dabei in Rechnung, die allgemeine Giftwirkung der Mittel. Aus ihren Versuchen ergab sich folgende einfache Formel:

$$W = \frac{1}{K} L,$$

wobei W den anästhetischen Wert des Mittels, K die niedrigste noch betäubende Konzentration seiner Lösung in Prozenten und L die letale Dosis bedeutet.

Ebenfalls wirkliche, aber bedingte Werte für die örtlich betäubende Kraft chemischer Verbindungen bei ihrer Einwirkung auf die Froschhaut hat Gradenwitz gefunden. Seine Versuchsanordnung war folgende. Frösche wurden des Gehirns und des verlängerten Marks beraubt, ferner wurde das Herz entfernt und das Gefäßsystem durch Spülung von seinem Blut befreit. Es sollte auf diese Weise die Aufsaugung der Mittel verhindert werden, um deren örtliche Wirkung rein zu erhalten. Die zu prüfende Lösung wurde auf das linke Bein des Frosches gepinselt und nach bestimmter Einwirkungszeit abgespült. Dann wurden beide Beine mittels des Türckschen Versuchs durch Eintauchen in $^1/_6$%ige Salzsäure auf das Verhalten der Reflexe geprüft. Es lagen jetzt vier Möglichkeiten vor. 1. Beide Beine wurden nach gleicher Zeit angezogen: das Mittel war wirkungslos. 2. Das linke Bein wurde nach kürzerer Zeit angezogen: das Mittel hatte also die Empfindlichkeit der Haut gesteigert. 3. Das rechte Bein wurde eher angezogen wie das linke: das Gefühlsvermögen des linken war also herabgesetzt worden. 4. Das linke Bein wurde nicht angezogen: das Gefühl war also aufgehoben. Dieser letztere Fall wurde durch Eintauchen der Beine in 25%ige Salzsäure kontrolliert.

Die Ergebnisse der Gradenwitzschen Untersuchungen gelten nur für die Froschhaut, durch deren physiologische Eigenschaften die örtliche Wirksamkeit der Mittel wesentlich beeinflußt werden muß. So ist es z. B. auffallend, daß Reizwirkungen irgend welcher Art auch bei Mitteln, welche nach den Untersuchungen der Liebreichschen Schüler und des Verfassers als ausgesprochene Anaesthetica dolorosa gelten müssen, so gut wie niemals zu bemerken waren. Eine Übertragung der Be-

obachtungen Gradénwitz' auf praktische Verhältnisse beim Menschen, ein Vergleich derselben mit Werten, die durch andere Untersuchungsmethoden gewonnen sind, ist nicht möglich, solange die Durchlässigkeit der Froschhaut für die verschiedenen Mittel eine unbekannte Größe ist.

Wieder einen anderen Weg des Tierversuchs schlugen Löwy und Müller bei der Prüfung eines neuen angeblichen Betäubungsmittels, des Yohimbins, ein. Läßt man Tiere Ammoniak einatmen, so tritt durch Reizung der Trigeminusenden in der Nasenschleimhaut sofort exspiratorischer Atemstillstand ein. War die Nasenschleimhaut betäubt worden, so war die Ammoniakwirkung abgeschwächt, d. h. die Atmung wurde langsamer und flacher, oder aufgehoben. Wie schwierig aber einwandfreie Sensibilitätsprüfungen beim Tier sind, wird jeder wissen, der sich mit solchen beschäftigt hat. Man kann nur Annäherungswerte erhalten. Interessante Ergebnisse, auf die wir noch wiederholt zurückkommen müssen, haben dagegen die von Läwen und besonders von Groß angestellten Untersuchungen gehabt. Sie ließen die Lösungen der betäubenden Arzneimittel auf den freigelegten N. ischiadicus des Frosches einwirken, bestimmten den Einfluß, den das Mittel auf die motorische Erregbarkeit des Nerven ausübte und verglichen die gewonnenen Werte miteinander und mit den durch Quaddelprüfungen gefundenen Werten.

Es hat sich gezeigt, daß das Betäubungsvermögen chemischer Verbindungen gebunden ist an bestimmte in ihnen enthaltene Atomgruppen, welche Ehrlich anästhesiphore Atomgruppen nannte, während die übrigen Atomgruppen unter Bildung neuer, nun ebenfalls örtlich betäubender Mittel durch andere ersetzt werden können. Wir begegnen hier also Ehrlichs Namen schon auf dem gleichen Wege, der später zur Entdeckung des Salvarsans geführt hat. Nachdem Einhorn die chemische Zusammensetzung des Kokains und die Gruppierung seiner Atome erkannt und damit die synthetische Darstellung dieses Alkaloids ermöglicht hatte, diente es zum Ausgangspunkt zahlreicher hochinteressanter Versuche, seine anästhesiphore Atomgruppe mit neuen Atomgruppen zu verbinden. Das Ergebnis war, daß auf dem Wege planmäßiger, chemischer Forschung eine Anzahl neuer Betäubungsmittel (Holokain, Eukain und die Anästhetika der Orthoformgruppe, später Stovain, Alypin und Novokain) entdeckt worden sind, gewiß ein Triumph der deutschen Wissenschaft. Bezüglich der chemischen Beziehungen dieser Mittel zueinander muß ich auf die übersichtliche Zusammenstellung Einhorns verweisen.

Die bisher gefundenen, praktisch brauchbaren, örtlich betäubenden Mittel haben folgende allgemeine Eigenschaften. Sie sind, gleich den narkotischen Mitteln, allgemeine Protoplasmagifte, welche nicht nur die Nervenbestandteile, sondern die Funktion jedes Protoplasmas lähmen, mit dem sie in wirksame Berührung gebracht werden. Diese umfassende Allgemeinheit der Wirkung teilen sie aber mit unzähligen anderen differenten Stoffen, selbst die physikalische Wirkung des Wassers auf das Protoplasma ist durchaus allgemein.

Kennzeichnend ist für sie dagegen ihre ganz besonders starke Wahlverwandtschaft zum Nervengewebe. Sie lähmen die Funktion des Nervengewebes, mit dem sie in wirksame Berührung kommen, bereits in außerordentlich starker Verdünnung, welche nicht genügen würde, um Protoplasma anderer Art merklich zu beeinflussen. Sie müssen demnach, wenn sie in genügender Menge und genügend schnell in den Kreislauf gelangen, außer der beabsichtigten örtlichen Wirkung auch allgemeine Vergiftungen hervorrufen. Die Wahlverwandtschaft der Mittel zum Nervensystem bedingt, daß diese giftigen Nebenwirkungen vorzugsweise das Zentralnervensystem betreffen.

Es ist von großer praktischer Wichtigkeit, daß diese Nebenwirkungen durchaus nicht allein abhängig sind von der angewendeten Dosis — die betäubenden Mittel besitzen keine sogenannte Maximaldosis — sondern ebensosehr von der Geschwindigkeit, mit der die verabreichte Menge dem Körper zugeführt wird und zur Aufsaugung gelangt. Näheres hierüber findet sich im folgenden Abschnitt über Kokain.

Kennzeichnend für die örtlich betäubenden Mittel ist ferner die Rückbildungsfähigkeit der von ihnen verursachten Veränderungen. Sie vermögen die Nervenfunktion vorübergehend zu unterbrechen, ohne dauernde Wirkungen, dauernden Schaden zu hinterlassen. Von den Anaestheticis dolorosis Liebreichs unterscheiden sie sich dadurch, daß sie lähmen, ohne zuvor zu reizen, und daß sie keine Gewebsschädigungen verursachen.

Seine eben erwähnten Untersuchungen über die allgemeinen Eigenschaften der örtlich betäubenden Mittel faßt Groß folgendermaßen zusammen. Die Basen der Mittel — geprüft wurden Kokain, Novokain, Stovain, Eukain, Alypin — haben alle die annähernd gleiche, und zwar wesentlich stärkere Wirkung als ihre Salze. Dies war daran zu erkennen, daß jene schneller und in größerer Verdünnung wirkten, wie diese. Das anästhetische Potential eines Salzes eines Betäubungsmittels ist abhängig von dem anästhetischen Potential der Base und von dem Grade der hydro-

lytischen Spaltung der Salzlösung. Der Unterschied in der Wirkung, den die Lösungen der Chloride der gebräuchlichen Mittel zeigen, ist lediglich durch den verschiedenen Grad der hydrolytischen Spaltung der Lösungen bedingt. Je schwächer die ein Salz bildende Säure ist, desto größer ist die hydrolytische Spaltung der Lösung. D. h. also: die Lösungen der Salze der Mittel sind um so wirksamer, je schwächer die in ihnen enthaltene Säure ist. Beispielsweise zeigte eine Novokainbikarbonatlösung eine etwa fünfmal stärkere Wirkung, wie eine äquimolekulare Novokainchloridlösung. Die sensibeln Nerven erwiesen sich — was vom Kokain bereits früher festgestellt war (s. S. 85) — als empfindlicher gegen die Betäubungsmittel, wie die motorischen Nerven. Nach meinen Untersuchungen und Erfahrungen dürfen auch im übrigen die am motorischen Nerven gefundenen Verhältnisse nicht ohne weiteres auf die sensibeln Nerven und die Praxis der örtlichen Betäubung übertragen werden. Ich habe mich z. B. weder bei Quaddeluntersuchungen noch bei Einspritzung an Nervenstämme am eigenen Körper davon überzeugen können, daß Novokainbikarbonat stärker wirkt als Novokainchlorid (VIII, 281). Das beste Mittel zur vergleichenden Untersuchung von Betäubungsmitteln ist bis jetzt das Quaddelprüfungsverfahren.

Groß hat ferner versucht, die Vorgänge aufzuklären, welche der örtlich betäubenden Wirkung zugrunde liegen. Er ging dabei von den Untersuchungen Meyers und Overtons über die Narkose aus. Nach diesen ist die Wirkung der Narkotika durch ihr Verhalten gegenüber den Lipoiden des Zentralnervensystems bedingt. Sie hängt ab von der Fettlöslichkeit der Arzneimittel. Sie ist um so stärker, je größer die Fettlöslichkeit des Mittels, bzw. sein sogenannter Teilungskoeffizient ist, d. h. das Verhältnis seiner Fettlöslichkeit zu seiner Wasserlöslichkeit. Infolge ihrer starken Fettlöslichkeit häufen sich die Narkotika im Zentralnervensystem an, wo sie nach Meyer und Overton keine chemische Verbindung eingehen, sondern lediglich physikalische Zustandsänderungen an den Lipoiden hervorrufen, mit ihnen eine Art fester Lösung bilden sollen. Nach Groß hat nun diese Theorie für die örtlich betäubenden Mittel und ihre Wirkung auf das periphere Nervensystem entsprechende Geltung.

Verworn, Bürker u. a. halten dagegen, ohne die von Meyer und Overton gefundenen Beziehungen zwischen narkotischen Mitteln und Lipoiden zu bestreiten, an der älteren Auffassung fest, daß die narkotischen Wirkungen nur durch Bildung chemischer Verbindungen im Zentralnervensystem zu erklären sind. Beide nehmen an, daß die Narkotika den Sauerstoff der nervösen Substanz mit Beschlag belegen,

worauf es zu einer zeitweiligen Erstickung, verbunden mit Lähmung der physiologischen Funktion kommt. Der Umstand, daß bei der örtlichen Vergiftung ein Teil des angewendeten Betäubungsmittels an Ort und Stelle verbraucht wird und daß dieser Teil überhaupt nicht in den Kreislauf gelangt, sondern vorher zerlegt wird, spricht, wenigstens soweit es sich um die örtliche Betäubung handelt, sehr zugunsten der chemischen Theorie (s. S. 64 und S. 84).

Wir wollen die bei der Narkose und örtlichen Betäubung an der Nervensubstanz sich abspielenden feineren Vorgänge einstweilen noch auf sich beruhen lassen und, um nichts vorwegzunehmen, die ältere Theorie Preyers folgendermaßen fassen: Die allgemein und örtlich betäubenden Mittel rufen im Zentralnervensystem bzw. an den peripheren Nerven Veränderungen hervor, zu deren Beseitigung die Zellen unter vorübergehender Aufgabe ihrer Funktion ihre gesamte lebendige Energie verwenden müssen.

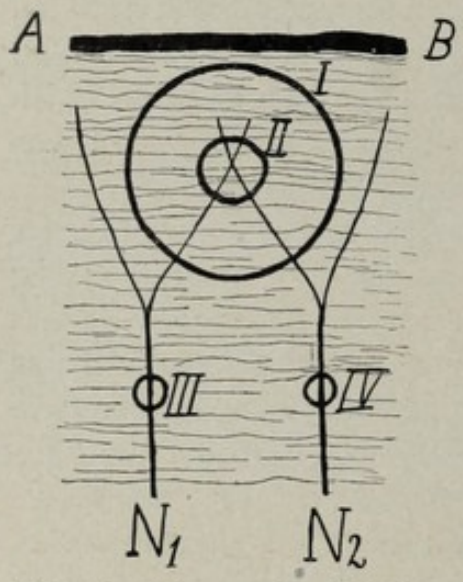


Abb. 5. Schema der örtlichen Betäubungsmethoden.

Bevor wir nunmehr die einzelnen örtlich betäubenden Mittel kennenlernen, ist es notwendig, zu wissen, auf welchen Wegen durch ihre Anwendung beim Menschen terminale und Leitungsanästhesie hervorgerufen werden kann.

Abbildung 5 stellt einen schematischen Querschnitt durch irgend ein Gewebe des Körpers vor, welches mit einer Oberfläche AB, z. B. der Haut, Schleimhaut, einer serösen Haut, einer Synovialhaut an die Außenwelt oder einen Hohlraum des Körpers grenzt. N_1 und N_2 bezeichnen zwei sensible Nervenstämme, welche sich in dem Gewebe verästeln und deren Innervationsgebiete, wie das fast die Regel ist, ineinander übergreifen, derart, daß ein Gewebsbezirk von der Endausbreitung mehrerer Nerven versorgt wird. Wir wollen uns nun die Aufgabe stellen, den von dem Kreis I umschriebenen Bezirk mittels Anwendung von Arzneimittellösungen unempfindlich zu machen.

Der Bezirk I kann unempfindlich werden, wenn die in ihm befindlichen sensibeln Nervenendigungen sämtlich in Berührung gebracht werden mit wirksamen Mengen eines Mittels, das ihre Funktion aufhebt.

Es entsteht alsdann terminale Anästhesie. Dies ist auf mehreren Wegen zu erreichen.

1. Es kann mit Hilfe einer durchbohrten Nadel eine different wirkende Lösung unter einem gewissen Druck derart in das Gewebe eingespritzt werden, daß der ganze Bezirk I von ihr unmittelbar durchtränkt wird, von ihr infiltriert wird, die Lösung die normale Gewebsflüssigkeit verdrängt und sich an ihre Stelle setzt. Die Teilchen der gelösten Substanz gelangen, mechanisch hineingepreßt, überall sofort in Berührung mit den Gewebselementen und äußern ihre örtliche Wirkung unmittelbar nach der Einspritzung gleichmäßig in dem ganzen Bezirk. Ihre chemische Differenz wird sich naturgemäß auch dann noch bemerklich machen, wenn die Verdünnung der Lösungen so groß ist, daß die untere Grenze der Wirksamkeit des gelösten Mittels beinahe erreicht ist. Der Typus eines derartig infiltrierten Gewebes ist die künstliche Hautquaddel, und wir nennen eine auf solche Weise hervorgebrachte örtliche Betäubung nach Schleich Infiltrationsanästhesie. Dauer und Stärke der Gefühllosigkeit im infiltrierten Gebiet ist u. a. abhängig von der Beständigkeit der im Nervengewebe vor sich gehenden Veränderung und von der Zahl der Teilchen des Mittels, welche in Wirksamkeit treten, d. h. mit anderen Worten, von der Konzentration der Lösung. Je konzentrierter die Lösung eines betäubend wirkenden Mittels ist, desto längere Zeit macht sie das mit ihr infiltrierte Gewebe unempfindlich. In dem ganzen Bezirk ist die Beeinträchtigung des Gefühlsvermögens von gleicher Dauer und gleicher Stärke, weil alle seine nervösen Bestandteile in gleicher Weise betroffen sind.

2. In dem Bezirk I kann auch noch auf andere Weise terminale Anästhesie entstehen. Werden Lösungen differenter Stoffe in seinen Mittelpunkt, also etwa in einen vom Kreis II begrenzten Bezirk eingespritzt, so werden sich in diesem Bezirk II sofort jene örtlichen, eben geschilderten Veränderungen einstellen, welche zur Infiltrationsanästhesie führen können. Nun beginnt aber, mögen die Lösungen einen vom Blut abweichenden osmotischen Druck besitzen oder nicht, ein Austausch der Teilchen der gelösten Substanz und der Salze der Gewebsflüssigkeiten. Die ersteren diffundieren, schnell oder langsam, weit oder weniger weit, je nach ihrer Diffusionsgeschwindigkeit, je nach der Durchlässigkeit der in Betracht kommenden Membranen für das angewendete Mittel, je nach der Konzentration der Lösung, in die Nachbarschaft und können nach Ablauf einer gewissen Zeit in dem ganzen Bezirk I die gleichen Veränderungen hervorrufen wie in seinem unter der unmittel-

baren Einwirkung des Mittels stehenden Mittelpunkt. Aber ein Unterschied besteht doch. Auf ihrem Diffusionswege nämlich wird die eingespritzte Lösung immer mehr verdünnt, je weiter sie sich vom Mittelpunkt entfernt, immer weniger Teilchen des gelösten Mittels treten in Wirksamkeit, weil sie sich in einem räumlich immer größeren Gewebsbezirk verbreiten müssen und ein Teil schon auf dem Wege gebunden wird. Infolgedessen wird die Stärke der örtlichen Vergiftung vom Mittelpunkt nach dem Rande abnehmen, im gegebenen Fall wird, einige Zeit nach der Einspritzung, in dem Bezirk I eine Gefühllosigkeit entstehen, deren Dauer und Stärke vom Mittelpunkt nach dem Rande abnimmt. Örtliche Diffusionswirkungen dieser Art werden kaum von solchen Lösungen zu erwarten sein, die so weit verdünnt sind, daß die gelöste Substanz gerade eben noch geeignet ist, örtliche Wirkungen im unmittelbar infiltrierten Gebiet erkennen zu lassen. Denn die Zahl der Teilchen, welche dann noch in die Umgebung des infiltrierten Bezirks diffundiert, ist viel zu gering, um noch einen merklichen Einfluß gewinnen zu können. Es sind also konzentriertere Lösungen, aber kleinere Mengen derselben notwendig, um auf solche Weise die gleiche schmerzstillende Wirkung zu erhalten, wie wenn der ganze Bezirk I infiltriert worden wäre. Soll dies Kind auch einen Namen haben, so nennen wir es „indirekte Infiltrationsanästhesie".

3. Auf dem Wege der Diffusion können ferner Teilchen des gelösten Mittels zu den im Bezirk I gelegenen nervösen Bestandteilen gelangen, wenn eine Lösung auf die freie Oberfläche AB gebracht wird. Schmerzstillende Wirkungen können nur dann zustande kommen, wenn die die Oberfläche bedeckende Membran für das Mittel durchlässig ist, wenn ferner die Konzentration der Lösung sehr viel stärker ist als die, welche bei unmittelbarer Berührung mit dem Nerven noch eben das Gefühlsvermögen beeinträchtigt. Wie jede Diffusionsanästhesie, so braucht auch diese Zeit zu ihrer Entwicklung.

Differente chemische Verbindungen können aber auch die Leitungsfähigkeit der Nervenstämme fern von ihrer Endausbreitung beeinträchtigen. Wenn daher ihre Lösungen bei III und IV in die Umgebung der beiden Nervenstämme, welche den Bezirk I innervieren, eingespritzt werden, so können sie in dieselben hinein diffundieren und ihre Leitung unterbrechen. Dann tritt im Bezirk I Leitungsanästhesie ein. Lösungen von niedrigster, eben noch wirksamer Konzentration können diese Wirkung nur dann haben, wenn sie mit der Spritze unmittelbar in den Nervenstamm, zwischen die Fibrillenbündel gespritzt werden, den Nerven gleichsam infiltrierend. Werden sie in die Nachbarschaft des Nerven-

stammes gebracht, so müssen sie konzentrierter sein, und die beabsichtigte Wirkung braucht ebenfalls wiederum Zeit zu ihrer Entwicklung.

Endlich kann durch Einspritzung eines Betäubungsmittels in eine Arterie oder Vene bei gleichzeitiger Unterbrechung des Blutstromes im Verbreitungsbezirk des betreffenden Gefäßes terminale und Leitungsanästhesie hervorgerufen werden (arterielle Anästhesie und Venenanästhesie).

---

7. Die örtlich betäubenden Arzneimittel.

Neue und erfolgreiche Bahnen sind der örtlichen Betäubung durch die Anwendung spezifisch wirkender Arzneimittel erschlossen worden. Die bis in das früheste Altertum zurückreichenden Versuche, schmerzstillende Arzneimittel zur örtlichen Betäubung anzuwenden, blieben ohne Ergebnis, bis hierzu geeignete Mittel entdeckt worden waren. Das älteste von ihnen, und lange Jahre das einzige brauchbare ist das Kokain, das im Kokastrauch enthaltene Alkaloid. Seine Eigenschaften sind sehr eingehend studiert, und da sie zum Teil typische, allen örtlich betäubenden Mitteln zukommende Eigenschaften sind, werden wir uns beim Kokain etwas länger aufhalten, als bei seinen Ersatzmitteln, obwohl diese ihrem Ahnen den Rang abgelaufen haben.

A. Kokain.

Der Kokastrauch, Erythroxylon Koka Lam., ist einheimisch in Peru und Bolivia, wo er seit uralter Zeit kultiviert wurde und im staatlichen und religiösen Leben des Volkes eine hervorragende Rolle spielte. Die Kokapflanze galt als göttliches Geschenk, welches „die Hungrigen sättigt, den Müden und Erschöpften neue Kräfte verleiht und die Unglücklichen ihren Kummer vergessen macht“ (Novinny). Zur Zeit der Inkas besaß allein die königliche Familie das Recht, Koka anbauen zu lassen und ihrem Genusse sich hinzugeben. Als Franz Pizarro 1532 in das Innere von Peru vordrang, fand er die Kokablätter bereits als ein weitverbreitetes und häufig mißbrauchtes Genußmittel vor. Unter spanischer Herrschaft wurde die Kokakultur zuerst verboten, dann monopolisiert, endlich wieder freigegeben, aber mit einer Steuer belegt, welche nach Wedell in Bolivia allein im Jahre 1850 etwa 3 Millionen spanische Taler abwarf. Das Interesse der europäischen wissenschaft-

lichen Welt wurde zuerst wachgerufen durch die Mitteilungen von Reisenden, wie Tschudi und Pöppig, wonach die Kokablätter von den Eingeborenen Südamerikas gekaut und als anregendes, das Bedürfnis des Schlafs und der Nahrung zeitweilig beschwichtigendes, die Körperkräfte steigerndes Genußmittel gebraucht werden, während ein Übermaß des Kokagenusses bald zu einer völligen Zerrüttung des Nervensystems führt. Noch heute gelten die Kokablätter dem Eingeborenen als unentbehrlich bei Verrichtung schwerer körperlicher Arbeit. Die glänzend grünen Blätter werden, sobald sie reif sind, von dem Strauch abgepflückt, in der Sonne getrocknet und sogleich verpackt. Eine größere Menge von ihnen brachte zuerst Scherzer nach Europa. Einen Teil derselben erhielt Wöhler in Göttingen, dessen Schüler Niemann und Lossen aus ihnen das Kokain darstellten. Später ist das Mittel von Merck, Skraup, Einhorn, Liebermann und Giesel auch synthetisch hergestellt worden.

Chemische und physikalische Eigenschaften. Kokain ($C_{17}H_{21}NO_4$) kristallisiert in großen, vier- bis sechsseitigen, farblosen Prismen. Es ist in Wasser fast gar nicht, leicht in Alkohol, Äther, Chloräthyl löslich, von bitterem Geschmack und alkalischer Reaktion. Es schmilzt bei 98°, wobei es sich unter Bildung von Ecgonin zersetzt. Es bildet mit Säuren Salze, von denen das Chlorhydrat das bekannteste und am häufigsten therapeutisch verwendete ist. Das Cocainum hydrochloricum, $C_{17}H_{21}NO_4HCl$, bildet ein weißes, kristallinisches, in Wasser und Alkohol sehr leicht lösliches Pulver. Auf die Zunge gebracht, verursacht es bitteren Geschmack und pelziges Gefühl. Der Kürze halber werden wir das salzsaure Kokain im folgenden einfach als Kokain bezeichnen.

Geschichte der Kokainbetäubung und Kokainvergiftung.

Durch die Entdeckung der betäubenden Eigenschaften des Kokains wurden der örtlichen Betäubung ganz neue Wege eröffnet, und ihre Geschichte ist für mehr als zwei Jahrzehnte fast identisch mit der der Kokainanästhesie. Ersatzmittel für Kokain sind erst seit wenigen Jahren bekannt.

Die ersten Mitteilungen über die betäubenden Eigenschaften des Mittels stammen von Scherzer, welcher beobachtete, daß beim Kauen von Kokablättern das Gefühl der Zunge sich abstumpft. Die gleiche Eigenschaft zeigte das von Garnecke (1855) und Percy (1857) aus den Kokablättern dargestellte Erythroxylin und in noch höherem Grade das

Kokain selbst [Niemann (1860), Demarle, Schroff (1862), Moreno y Maiz (1868), von Anrep (1879)]. Von Anrep untersuchte ferner die örtliche Einwirkung des neuen Mittels auf die Haut und auf das Auge. Er spritzte sich unter die Haut seines Armes eine schwache Kokainlösung: es entstand zuerst ein Gefühl von Wärme, dann trat Unempfindlichkeit gegen Nadelstiche an der Stelle der Einspritzung ein: nach 15 Minuten wurde die Haut an dieser Stelle rot, nach weiteren 25—30 Minuten verschwanden diese Erscheinungen. Bei der Einträufelung von Kokainlösungen in das Auge von Tieren beobachtete er nur die schon früher bekannte mydriatische Wirkung des Mittels. Dagegen überzeugten sich 1880 Coupard und Borderau, daß Kokain bei örtlicher Anwendung völligen Verlust der Augenreflexe bei Tieren bewirkt, und schon vorher bedienten sich Fauvel, Saglia u. a. der Kokablätter und ihrer Extrakte zur Behandlung schmerzhafter Erkrankungen des Larynx und Pharynx. So waren die Dinge vorbereitet, als Koller und kurz darauf Königstein zeigten, daß an dem durch Einträufelung 2%iger Kokainlösung unempfindlich gemachten Auge alle möglichen Operationen schmerzlos ausgeführt werden können. Kollers darauf bezügliche Mitteilungen auf dem Heidelberger Ophthalmologenkongreß 1884 fanden schnell ihre autoritative Bestätigung (Agnew, Moore, Minor, Knapp, Hirschberg, Gräfe, Abadie, Panas, Trousseau, Horner), und die Kokainisierung des Auges und überhaupt der Schleimhäute zur Erzeugung operativer Schmerzlosigkeit wurde überall geübt. Bereits in demselben Jahr fand das Kokain ausgedehnte Anwendung in der Laryngologie (Jellinek, Schroetter, Stoerk, Zaufal, Fauvel) und Rhinologie (Bosworth, Lublinski); Otis und Knapp bedienten sich desselben zur Betäubung der Schleimhaut der männlichen Harnröhre, Fränkel der weiblichen Geschlechtsteile. War schon für die Ophthalmologie die neue Entdeckung von größtem Wert, weil jetzt viele Augenoperationen, für welche die Narkose nicht gebraucht werden konnte, sich besser und sicherer ausführen ließen, so gewann sie für die Laryngologie und Rhinologie eine Bedeutung, nicht unähnlich der, welche die Erfindung der in jenen Disziplinen selten verwendbaren Inhalationsanästhesie für die Chirurgie im allgemeinen gehabt hat. Schroetter, der sich anfangs etwas zurückhaltend gegenüber den Erfahrungen seines Schülers Jellinek verhalten hatte, äußerte kurz darauf: „Man kann wohl sagen, daß die technischen Schwierigkeiten bei der Ausführung der Operationen in der Kehlkopfhöhle überwunden sind und daß die Laryngochirurgie jetzt Gemeingut aller Ärzte geworden ist.“ Der Ausbau der Technik, der heutige Stand

der Laryngologie und Rhinologie ist nicht denkbar ohne ein Mittel wie das Kokain, welches nicht nur den Schmerz beseitigt und die Reflexe aufhebt, sondern auch die Schleimhaut zusammenfallen läßt, so daß Kehlkopf und Nasenhöhle viel leichter zugänglich werden.

Durch Injektion von Kokainlösungen in die Gewebe wurde die Kokainbetäubung auch der übrigen Chirurgie und der Zahnheilkunde dienstbar gemacht. Zunächst brauchte man hierzu meist konzentrierte (2—20%ige) Kokainlösungen. Werden einige Tropfen einer solchen in das Unterhautzellgewebe gespritzt, so wird nach kurzer Zeit infolge von Diffusion des Mittels nicht nur die darüberliegende Haut unempfindlich, wie es schon vor Jahren Anrep beobachtet hatte, sondern auch die unterliegende Faszie, und ebenso breitet sich die Schmerzlosigkeit der Fläche nach aus. Durch Einspritzung einer Anzahl von derartigen, in gewissen Abständen angeordneten Kokainmengen können größere Gewebsabschnitte unempfindlich gemacht werden. Das war das Verfahren der Kokainisierung, welche nach dem Vorgang von Corning, Roberts, Landerer, Wölfler, Dujardin Beaumez, Verchère, Hall, Witzel u. a. anfangs fast allgemein angewendet wurde. Von wesentlicher Bedeutung war die schon 1885 mitgeteilte Beobachtung Cornings, daß bei gleichzeitiger Unterbrechung des Blutstroms die betäubenden Wirkungen des Kokains sehr viel stärker werden und auf diese Weise ohne die Gefahr der Kokainvergiftung mit verdünnten Lösungen ($^1/_4$—$^1/_3$%) die gleichen betäubenden Wirkungen zu erzielen sind, wie am durchbluteten Gewebe mit sehr viel konzentrierteren Lösungen. Zur Unterbrechung des Blutstroms bediente er sich an den Gliedern der Esmarchschen Blutleere, für andere Körperstellen stellte er Klemmen und mit Kautschuk überzogene Drahtringe her, welche auf die Haut aufgedrückt wurden. Er legte Wert darauf, daß die Einspritzung der Kokainlösung vor der Unterbrechung des Blutstroms geschehe. Mit Hilfe dieser Methode konnte Roberts eine teilweise Ellbogenresektion (Kokainverbrauch 0,06), später eine Osteotomie des Femurs wegen Genu valgum (Kokainverbrauch 0,19) schmerzlos ausführen. Er machte hierbei die Beobachtung, daß nach Einspritzung von Kokainlösung unter die Knochenhaut sowohl das Abheben desselben, als auch die Durchtrennung des Knochens unempfindlich wurde. Conway bediente sich des gleichen Verfahrens zur Betäubung der Bruchstelle gebrochener Knochen. Die betäubende Wirkung des Kokains bei der Einspritzung in Hydrozelensäcke beobachtete Burdel, später Thiéry u. a. Das Jahr 1887 brachte, dank einer Anregung Wölflers, eine außerordentlich große Zahl kasuistischer Mitteilungen über die bei der Kokaini-

sierung zum Zweck chirurgischer Operationen gemachten Erfahrungen (Schustler, Fränkel, Spitzer, Chiari, von Fillenbaum, Lustgarten, Frey, Hoffmann, Fux, Hochstetter, Orloff u. a.). Auf allen Gebieten der Chirurgie wurde die Kokainbetäubung versucht, wobei man sich keineswegs auf die kleine Chirurgie beschränkte. Unterschenkelamputationen, Tracheotomien, Exstirpationen größerer Geschwülste, Herniotomien und Bauchoperationen aller Art wurden mit mehr oder weniger Erfolg ausgeführt. Viele Chirurgen (u. a. Wölfler, Fränkel, Orloff) betonen, daß nur dann mit Sicherheit die Gewebe unempfindlich werden, wenn man sie überall mit Kokainlösung durchtränkt, und daß man sich auf die Diffusionswirkungen des Mittels nicht sicher verlassen könne. Die planmäßige Durchtränkung der Haut mit Kokainlösung beschreibt bereits Roberts (1885): er zeichnete sich die Schnittlinie vor, indem er eine ganz oberflächliche Einspritzung machte, am Rande des durch die vorherige Einspritzung entstandenen blutleeren Gebiets die Hohlnadel von neuem einstach, wieder einspritzte usw. in der ganzen Ausdehnung des beabsichtigten Hautschnitts. Ebenso wurden, wie Roberts sagt, die tieferen Teile behandelt. Die planmäßige Ausbildung dieses Verfahrens, das wir heute nach Schleich als Infiltrationsanästhesie bezeichnen, erfolgte jedoch erst später durch Reclus und Schleich selbst. Noch in anderer Richtung wurden die Eigenschaften des neuen Mittels bei chirurgischen Operationen verwertet. Die bereits an Tieren und von Corning und Goldscheider am Menschen festgestellte Tatsache, daß Kokainlösungen die Leitungsfähigkeit von Nervenstämmen unterbrechen, und die Schmerzlosigkeit sich dem Verlauf der sensibeln Nerven entsprechend ausbreitet, fand schon 1885 praktische Anwendung bei Zahnextraktionen durch Halstedt, welcher das Kokain nicht in die Nachbarschaft des zu extrahierenden Zahns, sondern an den Stamm des N. infraorbitalis von der Mundhöhle aus einspritzte, und später bei Operationen an den Fingern und Zehen durch Kummer und Pernice (Oberst). Eine weitere wichtige Beobachtung wurde 1885 von Corning gemacht: er injizierte einem Hund und einem Menschen 2—3% Kokainlösung zwischen die Dornfortsätze der unteren Brustwirbelsäule, sah, wie das Mittel seinen Einfluß auf das Rückenmark äußerte und die unteren Extremitäten unempfindlich wurden. Erst in neuester Zeit hat diese sogenannte Rückenmarksanästhesie praktische Bedeutung erlangt. Endlich ist hier, zunächst nur kurz, darauf hinzuweisen, daß 1886 Wagner und Herzog die kataphorische Wirkung des galvanischen Stroms zu benutzen versuchten, um die unverletzte menschliche Haut, welche für

Kokain an sich undurchdringlich ist, unempfindlich zu machen. So waren also in kürzester Zeit alle Wege beschritten worden, welche zur örtlichen Betäubung mit Kokainlösungen denkbar sind. Der Rückschlag auf die anfangs von vielen Seiten der Kokainanästhesie, in der man einen vollwertigen Ersatz für die Narkose gefunden zu haben vermeinte, entgegengebrachte Begeisterung konnte nicht ausbleiben.

Eins der Bedenken, welche damals geäußert wurden (Hoffmann, Fränkel), richtet sich gegen die örtliche Betäubung überhaupt. Wir können bei der gegenwärtigen Beschaffenheit des Menschengeschlechts die mit der Narkose verbundene Bewußtlosigkeit nicht so leicht entbehren, „das Verträumen eines so fatalen Ereignisses, wie es jede Operation darstellt, ist sehr wünschenswert für viele Menschen“ (Fränkel). Das zweite, viel gewichtigere Bedenken war die nicht unerhebliche Gefahr der damaligen Kokainbetäubung. Vergeblich suchte man ihr entgegenzutreten mit dem bei der therapeutischen Verwendung anderer Gifte erprobten Verfahren, der Feststellung einer Maximaldosis, und der Hinweis Cornings, „es ist fast sicher, daß ein Mittel, welches starke chemische Verwandtschaft zu den Nerven besitzt, auch auf Herz und Zentralnervensystem wirken muß, wenn es in konzentrierter Lösung in den Blutstrom gelangt“, hatte nicht die genügende Beachtung gefunden.

Leichte, schwere und auch tödliche Kokainvergiftungen sind bei jeder Art der Anwendung dieses Mittels, bei innerer und subkutaner Einverleibung und bei der Schleimhautbetäubung in großer Zahl beobachtet worden, am häufigsten naturgemäß bei seiner Verwendung zu chirurgischen Zwecken. Eine Zusammenstellung der veröffentlichten Fälle von Kokainvergiftung — sicher nur ein kleiner Teil der wirklich beobachteten — hat Falk und später auf meine Veranlassung Weigand vorgenommen. Sie leidet zwar darunter, daß in den Veröffentlichungen vielfach die Konzentration der angewendeten Lösung nicht angegeben ist, die meisten derartigen Fälle stammen aber aus einer Zeit, in der man voraussetzen darf, daß die Lösungen konzentriert waren. Und so kann man immerhin manche Schlüsse ziehen. Die Fälle, wo das dem Körper einverleibte Kokain auch wirklich resorbiert worden ist, also bei innerer Anwendung und bei Gewebseinspritzungen, erfordern eine andere Beurteilung als diejenigen, in denen nur ein Teil der verabreichten Menge in Wirksamkeit getreten und die wirklich resorbierte Menge nicht zu bestimmen ist, also bei der Betäubung resorbierender Schleimhäute und seröser Häute. In letzterem Falle spielt die Größe der gleichzeitig mit Kokain behandelten resorbierenden

Fläche eine wesentliche Rolle. Die Augenärzte, welche das Kokain am häufigsten anwenden, beobachteten nur selten Kokainvergiftungen: unter Weigands 26 Fällen befindet sich keiner mit tödlichem Ausgang. Wenigstens ist ein von Bottard (La Normandie méd. 1887, zitiert bei Auber) mitgeteilter Fall, wo nach Einträufelung von 2%iger Kokainlösung der Tod eingetreten sein soll, wohl mit Recht angezweifelt worden. Der Grund ist leicht einzusehen: die Konzentration der angewendeten Kokainlösung beträgt selten mehr als 2—4%, die behandelte Schleimhautfläche ist eine sehr kleine. Unter 17 von Weigand zusammengestellten Vergiftungen nach Kokainisierung der Nasenschleimhaut befindet sich kein Todesfall, unter 12 Vergiftungen nach Anwendung im Mund und Rachen deren 2, unter 11 Vergiftungen nach Kehlkopfbetäubung 1 Todesfall. Bei der Kokainisierung der Mastdarmschleimhaut sind 3 Todesfälle notiert, von denen aber 2 offenbar ein und denselben Patienten betreffen, dessen Tod den Selbstmord des unglücklichen Chirurgen Kolomnin veranlaßte. Unzweifelhaft besonders gefährlich ist die Anwendung der zumeist üblichen 2—10%igen Kokainlösungen in abgeschlossenen, mit Schleimhaut oder Serosa ausgekleideten Höhlen: Harnröhre, Blase und Skrotalhöhle. Unter den 24 von Weigand gesammelten Fällen befinden sich viele schwere Vergiftungen und 3 Todesfälle. (Sims 0,8 Kokain, Konzentration nicht mitgeteilt — Reclus 1,0 Kokain in 5%iger Lösung — Pfister 1,0 Kokain in 20%iger Lösung.) Über einen neueren Fall berichtet Czerny. Nach Einspritzung von 7 ccm 1%iger Kokainlösung in die Harnröhre trat der Tod ein. Zwei nicht veröffentlichte ähnliche Fälle, wo nach Injektion einiger Kubikzentimeter 5%iger Kokainlösung in die Blase der Tod eintrat, sind mir durch mündliche Überlieferung bekannt geworden. Hierzu kommt noch der Fall von Berger, wo Einspritzung von etwa 0,35 Kokain in 2%iger Lösung in die Skrotalhöhle den Tod zur Folge hatte. Einen ganz gleichen Todesfall erlebte noch im Jahre 1905 (!) Brouardel nach Injektion von 40 ccm einer 5%igen Kokainlösung in die Skrotalhöhle, obwohl die Lösung nach 3—4 Minuten wieder abgelassen worden war. Die Zahl der wirklich vorgekommenen Todesfälle ist unzweifelhaft viel größer als die Zahl der veröffentlichten. Wir werden also zu dem Schluß kommen müssen, daß die Behandlung großer, resorbierender Flächen mit starken Kokainlösungen gefährlich und unzulässig ist. Vergiftungen nach Aufnahme des Mittels durch den Magen verzeichnet Weigand 15 mit 4 Todesfällen bei Kokaindosen von 0,8—1,5, Vergiftungen nach Gewebseinspritzung finden sich 132 mit 8 Todesfällen, von dem schon erwähnten Bergers abgesehen. Die

Konzentration der Lösungen war meist 4% und mehr, soweit ersichtlich, die Dosis war meist eine außerordentlich hohe, bis zu 4,0 Kokain, in 2 Fällen aber nur 0,04 und 0,06. Reclus und Auber halten diese beiden Fälle nicht für Kokainvergiftungen, ebenso wie ein Fall von Bettelheim, wo nach Injektion von 0,01 Kokain in den Vorderarm sich schwere Zufälle einstellten, in seiner Ätiologie von Wölfler angezweifelt wurde. Es ist jedoch ziemlich gleichgültig, wie man hierüber denkt, denn in Weigands Zusammenstellung befinden sich nicht weniger als 40 Fälle, wo für gewöhnlich ganz unschädliche Dosen von 0,01—0,05 in einer Konzentration von 5% bis 30% eingespritzt wurden und Vergiftungen, zum Teil sehr schwerer Art, verursachten. Auf der anderen Seite werden gelegentlich bei Einspritzung einer sehr großen Dosis (2,0—2,5, Buebler) nur relativ leichte Vergiftungserscheinungen beobachtet. Wir entnehmen diesen Beobachtungen, daß auch da, wo eine genaue Dosierung des Kokains möglich ist, bei der Einspritzung des Mittels in die Gewebe, nicht die Dosierung allein es ist, welche den Eintritt oder das Ausbleiben der Vergiftung zur Folge hat, sondern daß noch andere Umstände hierbei in Betracht zu ziehen sind. Diese können entweder in der Beschaffenheit der Kranken liegen, es kann — wie gewöhnlich angenommen wird — eine weitverbreitete regelwidrige Empfindlichkeit gegen Kokain unter den Menschen vorhanden sein, oder die Eigenschaften des Kokains selbst bedingen seine ungleichmäßige Einwirkung auf den Körper. Was ist richtig? Können Kokainvergiftungen vermieden werden, und wie ist dies möglich?

Physiologische Wirkungen des Kokains.

Die physiologischen Wirkungen des Kokains sind die eines allgemeinen Protoplasmagiftes, welches überall da das Protoplasma beeinflußt, wo es mit ihm in Berührung kommt. Die Kennzeichen seiner Einwirkung äußern sich daher teils am Ort, wo es dem Körper einverleibt wurde, teils an entfernten Körperstellen: dementsprechend ist zu unterscheiden eine örtliche und eine allgemeine Kokainvergiftung.

Wesen und Mechanik der örtlichen Kokainvergiftung.

Das Kokain lähmt, vorübergehend und ohne einen dauernden Schaden zu hinterlassen, die Funktion der sensibeln und motorischen peripheren Nerven (Alms, Mosso), der quergestreiften und glatten Muskeln (Albertoni, Sighicelli) und der Herzmuskulatur (Mosso),

vorausgesetzt, daß es nicht allzu verdünnt mit diesen Geweben in wirksame Berührung gebracht wird. Werden freigelegte Nervenstämme mit Kokainlösungen behandelt, so erlischt sehr bald die Leitungsfähigkeit der sensibeln, später der motorischen Fasern (Torsellini, Feinberg, Alms, Kochs, Witzel, Goldscheider, Corning, Mosso). Herrenheiser stellte fest, daß das Kokain in gleicher Weise imstande ist, die Funktion des Nervus opticus zu lähmen. Aducco und Mosso (1890) zeigten, daß wenige Tropfen einer 10—20%igen Kokainlösung, auf den Boden des vierten Hirnventrikels gebracht, sofort das Atemzentrum lähmen, daß aber die Tiere durch künstliche Atmung am Leben erhalten werden können. Wie ganz besonders empfindlich das Zentralnervensystem gegen das Kokain ist, erschließen wir aus den Symptomen der allgemeinen Kokainvergiftung bei Menschen und Tieren. Daß unter der örtlichen Einwirkung des Kokains Drüsen ihre Sekretion einstellen, Spermatozoen, Flimmerepithelien, die Blutkörperchen des Krebses, Lepidopterenlarven und Amöben ihre Beweglichkeit einbüßen, fand Albertoni. Derselbe Verfasser und Maurel beobachteten, wie durch kokainhaltiges Blut die Leukozyten gelähmt werden, ihre Kontraktilität, ihre Fähigkeit, aus den Gefäßen auszuwandern, verlieren, runde Form annehmen und sich in den Kapillaren ansammeln. Danilewski konnte an den abgeschnittenen Fühlern von Aktinien alle elementaren Erscheinungen der Kokainvergiftung studieren und sehen, wie auch sie nach Beseitigung des Giftes weiter lebten. Charpentier, Mosso u. a. endlich zeigten, daß auch die Pflanzen in gleicher Weise der Kokainvergiftung unterworfen sind.

Unter dem Einfluß des Kokains kontrahieren sich, besonders auffallend bei örtlicher Einwirkung auf Schleimhäute, die kleinen Arterien und Kapillaren, so daß der Blutgehalt der vergifteten Gewebe zeitweilig erheblich vermindert ist. Eversbusch, Laborde u. a. hatten diese Blutleere für die wesentliche Ursache der örtlichen und allgemeinen Kokainvergiftung gehalten. Am weitesten ist hierin Maurel gegangen, der mit einem außerordentlichen Aufwand von Mühe und Arbeit nachzuweisen versuchte, daß die unter dem Einfluß von Kokain gelähmten und die Kapillaren verstopfenden Leukozyten den Kreislauf in den bereits kontrahierten Gefäßen unterbrächen, und auf diese Weise die protoplasmatischen Funktionen gestört würden. Schon lange vor Maurel aber war die Unabhängigkeit der Kokainwirkung von Veränderungen des Blutgehalts der Organe offensichtlich. Beweisend für diese Tatsache ist ja schon die allgemeine Wirkung des Mittels, der Umstand, daß Kaltblüter, welche ohne Blut weiter leben können, Orga-

nismen, welche überhaupt keinen Kreislauf besitzen, auf Kokain reagieren. An Fröschen, deren Gefäße mit Kochsalzlösung gefüllt sind, lassen sich die Symptome der allgemeinen und örtlichen Kokainvergiftung in gleicher Weise studieren wie an bluthaltigen Fröschen und Warmblütern. Auch die ausgeschnittenen, einige Zeit überlebenden Organe von Warmblütern (z. B. Nervmuskelpräparate) reagieren nicht anders auf das Kokain, als wenn sie im Körper des Tieres von Blut durchströmt sind. Arloing kokainisierte das Auge eines Kaninchens und durchschnitt hierauf den Sympathikus derselben Seite. Obwohl jetzt die Bindehaut stark blutüberfüllt wurde, blieb sie doch gefühllos. Hierzu kommt weiter, daß die neueren Betäubungsmittel zum Teil sehr ähnlich wie Kokain wirken, während sie eine Gefäßzusammenziehung nicht verursachen, und endlich, daß Blutarmut, selbst völlige Blutleere der Gewebe, viele Symptome der Kokainvergiftung, insbesondere auch eine schnell einsetzende örtliche Lähmung des Schmerzsinnes, gar nicht hervorzubringen imstande ist (siehe Seite 36). Ein Einfluß der Blutarmut der Gewebe kann hier nur mittelbar in dem Sinne in Betracht kommen, als die Verminderung der Blutzufuhr die Resorption des Mittels verlangsamt und ihm dadurch eine stärkere örtliche Einwirkung ermöglicht. Die Gefäßkontraktion könnte das allgemeine Bild der Vergiftung unmittelbar nur dann beeinflussen, wenn gegen Schwankungen des Blutgehalts sehr empfindliche Organe, wie die Großhirnrinde, von der Vergiftung betroffen sind. Auf diesen Punkt wird noch zurückzukommen sein.

Leukozytenlähmung, Gefäßkontraktion, Blutleere sind nicht die Ursache, sondern sind Teilerscheinungen, sind die Folgen der Kokainvergiftung, deren Kennzeichen am wahrscheinlichsten durch die Annahme einer chemischen Verwandtschaft des Mittels zum Protoplasma erklärt werden können. Welcher Art die Verbindungen sind, welche unter der Einwirkung von Kokain im Protoplasma entstehen, ist nicht bekannt, nur so viel läßt sich sagen, daß es sehr lockere und flüchtige Verbindungen sein müssen, welche ebenso schnell wieder zerlegt werden, wie sie entstanden sind, worauf die gestörte oder unterbrochene Funktion der Gewebe wiederkehrt. Die Zerlegung der Verbindungen aber ist an die in den Geweben sich abspielenden Lebensvorgänge selbst gebunden, denn die bei der örtlichen Kokainvergiftung zu beobachtenden Erscheinungen lassen sich durch Unterbrechung des Blutstroms unter geeigneten Verhältnissen beliebig lange festhalten. Einige Eigentümlichkeiten der Kokainvergiftung machen es ferner mehr wie wahrscheinlich, daß dasjenige Kokain, welches einmal irgendwo gebunden

gewesen ist, nicht wieder als solches in den Kreislauf zurückgelangt, sondern in seine molekularen Bestandteile zerlegt wird. Damit stimmt überein, daß in den Exkreten und Organen mit Kokain vergifteter Tiere Kokain wenig oder gar nicht nachweisbar ist. Nach Wiechowskis Untersuchungen scheidet der Hund von einer kräftig toxisch wirkenden Kokaindosis nur 5,1%, das Kaninchen aber gar nichts aus. Werden dagegen die Organe frisch getöteter Tiere mit Kokain behandelt, so kann der größte Teil (80%) wiedergewonnen werden. Es ist also die Zersetzung des Alkaloids an die Lebensvorgänge gebunden. Die älteren Versuche (1886) von Helmsing sind weniger verwertbar, weil eine kennzeichnende chemische Reaktion auf Kokain damals nicht bekannt war, doch spricht auch dieser Autor bereits die Vermutung aus, daß das Kokain im Tierkörper zersetzt werde.

Verschiedene Formen von Protoplasma, verschiedene Arten von Organismen, verschiedene Teile eines Organismus sind nicht gleich empfindlich gegen Kokain; ein Protoplasma braucht größere Dosen, um vergiftet zu werden, als ein anderes. Ebenso verschieden ist das äußere Bild der Vergiftung. Das eine Mal ist der jeder Kokainlähmung vorausgehende Erregungszustand sehr gering, oft gar nicht nachweisbar, ein anders Mal wird die Lähmung eingeleitet durch Reizerscheinungen heftigster Art. Der geringste Grad der Vergiftung äußert sich endlich überhaupt nur in einer Erregung, Funktionssteigerung, welcher das Kokablatt seine kulturhistorische Bedeutung verdankt. Am empfindlichsten gegen das Gift ist die Großhirnrinde, demnächst das verlängerte Mark und das Rückenmark. Daher beherrschen die Kennzeichen der Funktionsstörung dieser Organe: heftige Erregung, Krämpfe, dann Lähmung, das Krankheitsbild der allgemeinen Kokainvergiftung bei Warmblütern.

Sehr empfindlich gegen Kokain sind weiterhin die peripheren sensibeln Nervenelemente, mag ihnen das Gift zugeführt werden von der Oberfläche einer Schleimhaut aus, oder durch Einspritzung in die Gewebe oder in die dieselben ernährenden Arterien (Alms, Maurel). Die Empfindlichkeit der sensibeln Nervenendigungen der menschlichen Haut kann mit Hilfe der Quaddelprüfung zahlenmäßig festgestellt werden (s. Seite 66). Wird eine an und für sich indifferente Flüssigkeit, wie 0,9%ige Kochsalzlösung, in die Haut eingespritzt, so genügt ein Zusatz von 0,005% (1:20000) Kokain zu ihr, damit im Bereich der Hautquaddel für kurze Zeit das Schmerzgefühl aufgehoben wird (Braun, Heinze). Noch weiter verdünnte Lösungen lassen diese Wirkung nicht mehr erkennen. Verdünnte und osmotisch

indifferent gemachte Kokainlösungen sind bei der Einspritzung schmerzlos, konzentrierte, mehr als 3—4%ige Lösungen verursachen einen blitzartig kurzen, spezifischen Reiz, der sofort von tiefer örtlicher Lähmung des Hautgefühls gefolgt ist. Die nach der Örtlichkeit und individuell wechselnde Dauer der Gefühlsstörung wächst mit der Konzentration der Lösungen. Dauert die Gefühlsstörung in einer mit 1%iger Lösung angelegten Hautquaddel 25 Minuten, so hält sie in einer, bei derselben Person, an einer der ersten benachbarten Stelle, mit 0,1%iger Kokainlösung angelegten Quaddel 15 Minuten an. Gefrierpunktsbestimmungen von Kokainlösungen ergeben folgendes:

0,1%ige	Lösung	Gefrierpunkt	—0,02°
1%ige	„	„	—0,115°
2%ige	„	„	—0,23°
3%ige	„	„	—0,305°
4%ige	„	„	—0,410°
5,8%ige	„	„	—0,565°

Die physiologische Konzentration liegt also etwa bei 5,8%. Verdünntere wässerige Lösungen wirken quellend. Der bei ihrer Einspritzung zu erwartende Quellungsschmerz wird jedoch bis herab zu etwa 0,05% durch die sofortige spezifische Lähmung verdeckt. 0,01%ige wässerige Lösungen rufen bereits lebhaften Quellungsschmerz bei der Einspritzung hervor. Gewebsschädigungen lassen verdünnte osmotisch indifferente Kokainlösungen nicht erkennen: die Quaddeln verschwinden schnell, ohne Infiltrate oder andere örtliche Veränderungen zu hinterlassen. Die Stärke und Ausdehnung der durch Diffusion des Mittels entstehenden Gefühlsstörung hängt von der Konzentration der Lösungen ab. Verdünnte Kokainlösungen lassen sie nicht erkennen, die Gefühlsstörung bleibt auf die Quaddel beschränkt. Bei Einspritzung 2%iger Kokainlösung entsteht bereits ein ziemlich großer, gefühlloser oder halbgefühlloser Hof um die Quaddel. Wird eine verdünnte (etwa 0,1%ige) Kokainlösung in das subkutane Zellgewebe, also nicht in die Haut, eingespritzt, so beobachtet man an der die Einspritzungsstelle bedeckenden Haut in der Regel keine erheblichen Gefühlsstörungen. Steigert man aber die Konzentration der Lösung bis auf 2% und mehr, so erstreckt sich die einige Minuten nach der Einspritzung eintretende Gefühllosigkeit der Gewebe nicht nur auf die Haut, sondern auch auf die tiefer gelegenen Teile, Faszien, Muskeln, Periost usw. Desgleichen dringen Kokainlösungen auch beim Menschen in Nervenstämme ein, wenn es gelingt, sie in deren nächste Umgebung zu bringen, und unter-

brechen deren Leitungsfähigkeit, wenn sie in genügend starker (2—4%) Konzentration angewendet wurden. Auf die Geschichte, Theorie und Praxis dieses Verfahrens werden wir später ausführlich zurückkommen. Über die Steigerung der örtlichen Kokainvergiftung, welche durch Beschränkung oder Verhinderung der Resorption erzielt werden kann, siehe 8. Abschnitt.

Die Beziehungen des Kokains zu den verschiedenen Qualitäten der Hautsinnesempfindungen hat Goldscheider studiert und hat gefunden, daß von ihnen das Kitzelgefühl und der Temperatursinn am empfindlichsten gegen die Kokainvergiftung sind. Er beobachtete ferner die merkwürdige Erscheinung, daß sich an der menschlichen Haut oder der Zungenschleimhaut leicht ein geringer Grad von Vergiftung hervorbringen läßt, bei dem der Temperatursinn völlig gelähmt ist, aber eine Überempfindlichkeit gegen Wärmereize besteht, d. h. also: mäßige Wärmereize, welche an der normalen Haut lediglich als Temperaturunterschied empfunden werden, erregen in der kokainisierten Haut oder Schleimhaut heftigen Schmerz. Es kann daraus auf das Bestehen eines Erregungszustandes der schmerzempfindenden Nerven geschlossen werden. Von der Richtigkeit dieser Beobachtung Goldscheiders habe ich mich überzeugt.

Tast- und Drucksinn sind weniger empfindlich gegen Kokain, denn wir finden sehr häufig einen Zustand von örtlicher Kokainvergiftung, wo zwar das Schmerzgefühl aufgehoben ist, Tast- und Druckreize aber noch empfunden werden. Die verschiedene Empfindlichkeit der Sinnesnerven äußert sich aber auch — und hier weichen meine Beobachtungen von denen Goldscheiders ab — darin, daß nach gleichzeitiger örtlicher Vergiftung mit einer Kokainlösung von bestimmtem Prozentgehalt die Empfindung für Tast- und Druckreize zuerst zurückkehrt, nach einer Weile folgt die Schmerzempfindung, zuletzt die Temperaturempfindung.

Der Versuch wird am besten so angestellt, daß man sich eine etwa talergroße Hautfläche intrakutan mit 0,001—0,1%iger Kokainlösung (mit Zusatz von 0,9% Kochsalz) infiltriert. Man erhält dann einen größeren Bezirk, in dem überall ein gleichmäßiger und leicht nach der Konzentration der Lösungen zu wechselnder Grad örtlicher Kokainvergiftung hervorgerufen und die Reaktion der Sinnesempfindungen auf Reize sicher geprüft werden kann. Auch sind die eingespritzten Kokainmengen so gering, daß eine Allgemeinwirkung hier ausgeschlossen werden kann, während Mosso (1890) schon bei internen Kokaingaben von 0,05—0,1 beim Menschen eine Steigerung der gesamten Hautsensibilität eintreten sah. Zunächst kann nun festgestellt werden, daß mit der Konzentration der verwendeten Kokainlösungen die Dauer der Anästhesie steigt. Weiter ergibt sich, daß die verdünntesten Kokainlösungen (0,001—0,003%ige) — die Konzentration wechselt nach Zeit

und Individuum — nur den Temperatursinn lähmen und jene Hyperalgesie gegen Wärmereize veranlassen, etwas stärkere (bei mir meist 0,005%ige) auch Analgesie machen, noch stärkere stets alle Sinnesqualitäten lähmen. Prüft man nun den zeitlichen Verlauf der Lähmung, so ergibt sich ganz konstant, daß Tast- und Drucksinn zuerst wiederkehren, dann die Schmerzempfindlichkeit, zuletzt immer der Temperatursinn. Und auch hier kann, wenn die Kokainvergiftung im Abklingen begriffen ist, stets eine Zeitlang jene Überempfindlichkeit gegen Wärmereize beobachtet werden, auffallenderweise schon zu einer Zeit, wo Nadelstiche, Schnitte, faradische Reize noch kaum als Schmerz empfunden werden. Das hat eine gewisse praktisch-chirurgische Bedeutung. Denn wir haben hier die Erklärung für eine Erscheinung, die uns oft in der Praxis entgegentrat, daß bisweilen bei der Anwendung des Thermokauters in mit Kokain vergifteten Geweben die Schmerzempfindlichkeit auffallend schnell zurückkehrte. Wir bedürfen daher nicht mehr der ziemlich unwahrscheinlichen Erklärung Reclus' für diese Tatsache, wonach infolge der Glühhitze das in den Geweben befindliche Kokain schneller als sonst zersetzt werden soll. Auch an einem Finger, den man sich in später zu schildernder Weise durch Einspritzung von Kokainlösungen an die Nervenstämme unempfindlich gemacht hat, kann das zeitlich verschiedene Abklingen der örtlichen Kokainvergiftung im Bereich der einzelnen Hautsinnesqualitäten sehr gut beobachtet werden.

Auf Schleimhäute gebracht, lähmt Kokain nicht allein die Schmerzempfindung, sondern auch andere, der Schleimhaut angehörige Sinnesempfindungen, wie Geschmacksempfindung und Geruchsempfindung (Zwaardemacker).

Weniger empfindlich, als die sensibeln, sind die motorischen Nerven, so viel weniger, daß wiederholt ihre Giftfestigkeit gegen das Kokain behauptet wurde. Alms und Kochs, später Mosso (1890), ferner Läwen (VII, 27) und Gros (VII, 13—15) zeigten jedoch, daß das nicht der Fall ist. Mosso brachte auf die Zwerchfellnerven des Hundes Kokain und sah danach rasch eine Lähmung des Zwerchfells eintreten. Frank benutzte diese Eigenschaft des Kokains geradezu anstatt der Nervendurchschneidung bei physiologischen Experimenten an lebenden Tieren. Alms und Maurel spritzten Tieren Kokain in eine Arterie und beobachteten motorische Lähmung in den von ihr versorgten Muskeln. Mosso leitete an den Extremitäten von Fröschen und Warmblütern künstlichen Kreislauf mit Kochsalzlösung und defibriniertem Blut ein, denen Kokain in verschiedener Konzentration zugesetzt war. Betrug die Kokainmenge 0,6%, so wurden die Muskeln erst erregt, dann gelähmt und erholten sich, wenn sie mit kokainfreier Kochsalzlösung oder kokainfreiem Blut durchspült wurden. Enthielt die Spülflüssigkeit größere Mengen Kokain, so trat sofort Lähmung ein. Bei meinen Versuchen über Leitungsanästhesie (XI, 5) am lebenden Menschen trat stets eine Leitungsunterbrechung auch der motorischen und vasomoto-

rischen Bahnen gemischter Nerven ein, wenn nur die Kokainwirkung genügend stark war; stets aber wurden die sensibeln Bahnen früher und auch für längere Zeit gelähmt, als die motorischen. War die Kokainwirkung weniger stark, so blieb die motorische Lähmung aus, während gleichzeitig die sensible Lähmung vollkommen ausgebildet sein konnte.

Das Froschherz wird nach Mosso erregt, wenn es durchströmt wird von Kochsalzlösung mit 0,04% Kokaingehalt, gelähmt, wenn 0,08% Kokain in ihr enthalten sind. Auch hier erfolgt vollständige Wiederherstellung, wenn kein Gift mehr zugeführt wird. Albertonis Lepidopterenlarven und Amöben wurden durch Aufenthalt in ½%igen Kokainlösungen gelähmt. Was die Empfindlichkeit der Pflanzen anbelangt, so begünstigen 0,05—0,1%ige Kokainlösungen das Keimen des Samens und das Wachstum der Pflanzen, während 1%ige Lösungen diese Vorgänge verzögern und 2%ige Lösungen sie unterbrechen. Verhältnismäßig empfindlich sind die Leukozyten. Die menschlichen Leukozyten werden nach Maurel schon bei einem Kokaingehalt des Blutes von 0,02% gelähmt. Unbewegliche, in den Kapillaren angesammelte Leukozyten bilden in der Tat einen regelmäßigen Befund bei der allgemeinen Kokainvergiftung, der aber freilich nicht die Bedeutung hat, die Maurel ihm zuschrieb. Wenn nun festgestellt ist, daß die Empfindlichkeit der sensibeln Nerven gegen Kokain eine außerordentlich große ist, so wird man nicht umhin können, dem Kokain trotz seiner allgemeinen Wirkung eine gewisse Spezifität gegenüber den peripheren sensibeln Nerven einzuräumen. Jedenfalls hat man bis zur Entdeckung des Kokains kein Mittel gehabt, welches gleich stark auf die peripheren sensibeln Nerven einwirkte, ohne sie erkennbar zu reizen, ohne sie dauernd zu schädigen.

Nicht zutreffend ist freilich die Bezeichnung „sensitives Curare", welche Anrep, Laffont, Laborde, Dastre dem Kokain gegeben haben. Denn die motorischen und sensibeln Lähmungen, welche nach der Einverleibung toxischer Kokaindosen beobachtet werden, sind zentraler Natur und sind nicht durch die Einwirkung des Mittels auf die peripheren Nerven verursacht (Mosso, s. jedoch S. 92).

Wesen und Mechanik der allgemeinen Kokainvergiftung.

Wenn Kokain dem Körper einverleibt wird und, resorbiert, in den Kreislauf gelangt, so kann es auch an anderer als der Einverleibungsstelle auf das Protoplasma der Organe wirken. Letztere werden dann vergiftet werden und mit Reiz oder Lähmung antworten, wenn das Blut, welches sie durchströmt, Kokain in einer für das betreffende

Organ wirksamen Konzentration enthält. Diese von Albertoni formulierte Einheit der lokalen und allgemeinen Kokainvergiftung bildet den Schlüssel zum Verständnis der eigentümlichen Wirkungen des Mittels.

Die schon von Mantegazza studierte und kulturgeschichtlich bedeutungsvolle Eigenschaft kleiner Kokaindosen — wie sie beim Kauen der Kokablätter in den Körper gelangen —, die Motilität und Sensibilität vorübergehend innerhalb regelrechter Grenzen zu erregen, die Leistungsfähigkeit und Aufnahmefähigkeit, den Stoffwechsel zu steigern, wurde später von von Anrep, Mosso, Fleischer, Freud u. a. auch beim reinen Kokain wiedergefunden. Diese unzweifelhaft zentrale Wirkung kleiner Dosen des Gifts ist für uns nur von nebensächlichem Interesse. Bei der Schilderung des an Einzelheiten reichen, wechselvollen Bildes der akuten Kokainvergiftung nach Einverleibung größerer Dosen beim Menschen folgen wir in der Hauptsache Husemann. Störungen von seiten des gegen Kokain empfindlichsten Organs, des Zentralnervensystems, beherrschen dieses Bild. Die leichteste Form der Vergiftung besteht in einem plötzlich, gewöhnlich sehr schnell nach der Einverleibung sich einstellenden und auch bald wieder vorübergehenden Schwindelanfall. Letzterer kann sich steigern bis zur Ohnmacht mit kleinem, fliegendem Puls, Kriebeln und Kältegefühl in den Gliedern, unregelmäßiger, erschwerter Atmung, kaltem Schweiß. In schwereren Fällen stellt sich ein Ohnmachtsanfall mit Bewußtlosigkeit ein, dem ein mehrere Stunden anhaltender Schwächezustand folgt. Auch Erbrechen wird häufig beobachtet. Es ist, wie bereits angeführt, möglich und wahrscheinlich, daß bei der Entstehung der leichtesten Formen der Kokainvergiftung die Hirnanämie, welche das Mittel bewirkt, eine gewisse, im ganzen wohl nebensächliche Rolle spielt. Einem höheren Grad der Vergiftung des Zentralnervensystems entspricht ein Bild, das hauptsächlich gekennzeichnet ist durch einen mehr oder weniger starken Erregungszustand der Großhirnrinde (Kokainrausch). Die Kranken sind unnatürlich aufgeregt, meist heiter, lachen, schwatzen, delirieren, halluzinieren; auch Melancholie und Verfolgungsideen werden beobachtet. Allerlei regelwidrige Empfindungen stellen sich ein, Trockenheit im Halse, Präkordialangst, Parästhesien, Anästhesien, Verlust des Gesichts-, des Geruchsinns, des Gehörs. Die Pupillen sind erweitert und starr, wie beim kokainisierten Auge. Bisweilen steigert sich die Erregung bis zur Tobsucht. Schwere, lebensgefährliche Kokainvergiftungen werden fast stets eingeleitet durch heftige, epileptiforme Krämpfe mit Exophthalmus und Bewußtlosigkeit. Dann schwinden

Sensibilität, Motilität, die Reflexe, zuletzt der Kornealreflex, die Kranken liegen in tiefer Bewußtlosigkeit, schließlich erfolgt der Tod infolge von Lähmung des Atemzentrums. Die Reihenfolge der Erscheinungen ist also die gleiche wie bei der Inhalationsnarkose mit Chloroform, Äther und ähnlichen Mitteln; dort sind aber die Reizerscheinungen gering, die Lähmung überwiegt, hier beherrscht die Erregung des Zentralnervensystems das Krankheitsbild. Zu Krampfanfällen neigende Personen bekommen leichter Kokainkrämpfe als andere. Bei nervösen Individuen sah man im Anschluß an die Vergiftung einen 3—4 Wochen anhaltenden, mit zeitweiligen Krämpfen verbundenen Krankheitszustand entstehen. Die vielfachen, in ihrer Stärke und Gruppierung wechselnden Erscheinungen der akuten Kokainvergiftung sind hiermit noch nicht annähernd erschöpft, es gibt kaum eine krankhafte Äußerung des Körpers, welche dabei nicht beobachtet worden wäre. Experimentelle Untersuchungen über die allgemeine Kokainvergiftung bei Tieren sind von Schroff (1862), Danin (1873), von Anrep (1879), Vulpian (1883), Mosso (1887), Albertoni (1890), Maurel (1892) und vielen anderen angestellt worden und haben den Zusammenhang der Erscheinungen geklärt. Die Erscheinungen betreffen, wie beim Menschen, fast ausschließlich das Zentralnervensystem. Bei intelligenten Tieren, z. B. Hunden, kann nach Einverleibung kleiner Dosen ein ähnlicher Reizzustand beobachtet werden wie beim Menschen: Aufregung, Depression, Halluzinationen. (Feinberg und Blumenthal, Mosso.) Jede schwere Vergiftung beginnt — gewöhnlich sofort nach der Aufnahme des Kokains — beim Warmblüter mit heftigen klonischen Krämpfen, Exophthalmus und Verlust des Bewußtseins. Bei Kaltblütern fehlen die Krämpfe, bei Warmblütern können sie ganz oder fast ganz fehlen, zumal wenn das Gift allmählich in verdünnter Lösung dem Tier zugeführt wird. (Nach eigenen Beobachtungen.) Wie beim Menschen folgt den Krämpfen tiefes Koma mit Verlust der Sensibilität, der Motilität, der Reflexe. Der Tod erfolgt während oder nach dem Krampfstadium durch Atemlähmung. Feinberg und Blumenthal haben den zentralen Ursprung der Kokainkrämpfe erwiesen, denn sie bleiben aus bei Tieren, denen die motorischen Rindenzentren exstirpiert sind, sie fehlen ferner bei neugeborenen Tieren, deren Rindenregion nach Soltmann bis zum 20. Tage nicht erregbar ist, und fehlen endlich, wenn durch Chloroform-, Äther- oder Chloralhydratnarkose zuvor die Hirnrinde gelähmt wurde. (Mosso.) Feinberg und Blumenthal, deren Beobachtungen später Soulier und Guinard bestätigten, glaubten, daß die Ursache der Krämpfe eine Hirnanämie sei. Es

kann jedoch heute nicht mehr zweifelhaft sein, daß die spezifische Einwirkung des Giftes auf das Zentralnervensystem die Erregung der Rinde hervorruft. Denn erstens ist während des Krampfstadiums das Gehirn nicht anämisch, sondern enorm mit Blut überfüllt, wodurch auch der Exophthalmus zustande kommt, und zweitens erregen dem Kokain nahestehende, sehr ähnlich wirkende Mittel ganz gleichartige Krämpfe, obwohl sie das Gehirn nicht anämisch machen. (Tropakokain.) Auch die durch Kokain verursachten sensibeln und motorischen Lähmungen sind nach Mosso zentral bedingt. Neuere Untersuchungen (Kast und Meltzer, Ritter, A. W. Meyer) scheinen jedoch zu zeigen, daß auch die peripheren Nervenendigungen durch das in genügender Menge intravenös einverleibte Kokain unmittelbar gelähmt werden können.

Bei Kokainvergiftungsversuchen an Tieren treten mancherlei Eigenarten der Kokainwirkung in Erscheinung, die ihre Erklärung in dem Verhalten dieses Alkaloids zum Protoplasma finden. Wir haben als wesentliche Eigenschaften des Kokains erkannt: 1. seine große Verwandtschaft zum lebenden Protoplasma aller Art, welche zur Folge hat, daß das in den Körper eingeführte Mittel sofort gebunden wird, 2. seine Fähigkeit, flüchtige, wenig feste Verbindungen mit dem Protoplasma einzugehen, welche vorübergehend dessen Funktion unterbrechen, sich schnell wieder zersetzen und bei der Zersetzung nicht wieder als Kokain in den Kreislauf gelangen. Diese Eigenschaften bedingen die örtlich betäubenden Eigenschaften des Mittels und erklären folgende Eigentümlichkeiten der allgemeinen Kokainvergiftung.

Werden Kokainlösungen bei Tieren intravenös eingespritzt, so reagieren die Tiere genau und gleichartig auf eine Kokaindosis, vorausgesetzt, daß letztere in der gleichen Menge Wassers oder eines anderen Lösungsmittels gelöst war; die gleiche Dosis aber wirkt anders, wenn sie in anderer Konzentration, oder nicht auf einmal, sondern in kurzen Intervallen eingespritzt wird. Dies Verhalten ist zuerst von Maurel eingehend studiert worden.

Nach Maurels Versuchen bewirkt 0,01 Kokain in 5%iger Lösung, einem Kaninchen in die Ohrvene gespritzt, den sofortigen Tod des Tieres, 0,005 pro Kilo erregen heftige Krämpfe, 0,0025 nur Andeutungen von Vergiftung. Wird 0,002 pro Kilo in 5%iger Lösung wiederholt in Pausen von 5—10 Minuten intravenös eingespritzt, so kann 0,03 pro Kilo Kokain zugeführt werden, ohne daß Vergiftung eintritt. Ebensowenig tritt Vergiftung ein, wenn 0,03 pro Kilo auf einmal, aber nicht in 5%iger, sondern in ¼%iger Lösung eingespritzt wird. Ähnliche, von mir früher angestellte Versuche sind von Weigand mitgeteilt worden: 3 Kaninchen von annähernd gleichem Gewicht (1800 g) wurde Kokain in die Ohrvene gespritzt:

dem ersten 0,005 in 10%iger Lösung. Ergebnis: schwere Krämpfe mit Lähmung.
„ zweiten 0,005 „ 1%iger „ „ keine Vergiftung.

dem zweiten 0,01 in 1%iger Lösung. Ergebnis: kurze heftige Krämpfe.
„ dritten 0,02 „ 0,2%iger „ „ vorübergehende Schwäche.
„ dritten 0,02 „ 0,1%iger „ „ keine Vergiftung.

Also die vierfache Menge einer Kokaindosis, welche in 10%iger Lösung schwere Symptome von seiten des Zentralnervensystems hervorruft, wird in 0,1%iger Lösung ohne Schaden vertragen. Die Abschwächung der Giftwirkung, wenn eine Kokainmenge nicht auf einmal, sondern geteilt in kurzen Intervallen intravenös gegeben wird, beobachteten Feinberg und Blumenthal auch an Hunden. Die Erklärung dieses Verhaltens ergibt sich aus den Eigenschaften des Kokains. Das in das Blut eingeführte Gift reizt und lähmt das gegen dasselbe überaus empfindliche Zentralnervensystem zu einer Zeit, wo andere Organe noch gar nicht merklich reagieren, obwohl sie der Kokainvergiftung keineswegs unzugänglich sind. Kokainvergiftung des Zentralnervensystems, mit anderen Worten das klinische Bild der allgemeinen Kokainvergiftung, tritt dann ein, wenn das Blut, welches das Zentralnervensystem durchströmt, auch nur einen Augenblick das Alkaloid in einer für dieses Organ wirksamen Konzentration enthält. Ist diese Konzentration indessen geringer, so kann eine Zeitlang von neuem Kokain zugeführt werden, weil die kleinen, im Blut enthaltenen Kokainmengen sofort gebunden, aber auch wieder zersetzt werden; die akute Vergiftung bleibt also dann aus, weil die lebenden Zellen des Zentralnervensystems kleine, ihnen zugeführte Kokainmengen vertragen und unschädlich machen, solange Kokainzufuhr und -zersetzung in einem gewissen Gleichgewicht sich befinden. Es liegen hier demnach ganz ähnliche Verhältnisse vor, wie sie von der Vergiftung mit eingeatmetem Äther und Chloroform bekannt genug sind. Eine Maximaldosis besitzen diese Mittel nicht, eine äußerst geringe Menge von ihnen kann die Zentren der Medulla oblongata lähmen und das narkotisierte Individuum sofort töten, wenn sie in konzentrierter Form im Blut enthalten ist; die vielhundertfache Menge kann zugeführt werden, wenn das allmählich geschieht; maßgebend für den Grad der Äther- und Chloroformvergiftung ist allein der Gehalt der Atmungsluft des Betäubten an Äther oder Chloroformdampf. Ob und in welcher Weise sich die Kokainvergiftung des Zentralnervensystems äußert, das hängt ebenfalls keineswegs allein von der dem Körper zugeführten Kokaindosis ab, sondern ebenso von der Zeit, in welcher sie zugeführt wurde. Gelangt sie plötzlich, d. h. in konzentrierter Lösung, ins Blut, so kann diejenige Dosis sofort töten, welche allmählich, d. h. in verdünnter Lösung, oder ab-

geteilt in Intervallen verabreicht, nicht einmal Andeutungen einer Vergiftung des Zentralnervensystems erkennen läßt, weil die Konzentration des Kokains in den Kapillaren dieses Organs zu keiner Zeit die für dasselbe toxische Konzentration erreicht. Bei anderen Giften ist die Differenz in der Wirkung konzentrierter und verdünnter Lösungen nicht so auffallend, wie gerade beim Kokain. Besonders Gifte, welche an ihren Angriffspunkten weniger flüchtige Veränderungen hervorrufen, sich anspeichern, können diese Erscheinung gar nicht in dem hohen Maße zeigen, vielmehr muß durch eine allmählich zugeführte Dosis, infolge von Summation der Giftwirkung, schließlich ziemlich der gleiche Zustand herbeigeführt werden, wie wenn dieselbe Dosis schnell resorbiert worden wäre. Wir werden in dem Akoin ein zu diesen Giften gehöriges Betäubungsmittel kennenlernen.

Die Versuchstiere vertragen außerordentlich viel größere Mengen der gleichen Kokainlösung, wenn sie nicht in die Venen, sondern in das subkutane Zellgewebe oder zwischen die Muskeln gespritzt wird, wobei vorläufig von gewissen, noch zu erörternden Unregelmäßigkeiten in der Wirkung des Alkaloids abgesehen werden soll. Custer fand beim Kaninchen 0,03 pro Kilo in 5%iger Lösung als die niedrigste, noch deutliche Vergiftung auslösende, 0,1 pro Kilo als regelmäßig tödliche Dosis. Ich sah bei 0,02 pro Kilo in 10%iger Lösung gewöhnlich keine, bei 0,03 pro Kilo in der Regel Vergiftung, bei 0,1 pro Kilo in der Regel Exitus letalis. 0,1 pro Kilo wird von den meisten Autoren als die für das Kaninchen tödliche Dosis angegeben. Die Dosis Kokain also, welche beim Kaninchen, subkutan gegeben, toxisch oder tödlich wirkt, ist etwa zehnmal größer als die, welche, intravenös verabreicht, ähnliche Symptome hervorruft. Der Grund dieses Unterschiedes muß in erster Linie gesucht werden in der verlangsamten Resorption des subkutan einverleibten Alkaloids, in der auf ihrem Wege zum Zentralnervensystem vor sich gehenden Verdünnung der Lösung und in der bei subkutaner Einspritzung erfolgenden, teilweisen örtlichen Bindung des Mittels. Selbst bei intravenöser Einspritzung kann niemals die volle verabreichte Dosis in das Zentralnervensystem gelangen, denn gelähmte Leukozyten füllen überall die Kapillaren, durch welche Kokainlösungen hindurchgegangen sind, und müssen also einen Teil des Giftes aufgenommen haben. Die Wahlverwandtschaft des Kokains zu allen Gewebsbestandteilen muß naturgemäß in weit höherem Grade sich geltend machen und den wirklich resorbierten Teil desselben vermindern, wenn seine Lösungen subkutan eingespritzt wurden. Die Wirkung der Dosis hängt auch bei subkutaner Einspritzung in hohem Grade ab von der

Konzentration der verwendeten Lösung. Von zwei gleichgroßen Meerschweinchen wird nach Pouchet dem einen 0,04 Kokain in 4%iger Lösung, dem anderen 0,1 Kokain in $^2/_3$%iger Lösung subkutan gegeben. Das erste stirbt nach wenigen Sekunden, das zweite wird zwar vergiftet, stirbt aber nicht. Meine Versuche am Kaninchen ergeben, daß die in 5—10%iger Lösung tödliche Dosis von 0,1 pro Kilo geringe Zeichen von Vergiftung, oder auch gar keine solchen verursacht, wenn man sie in 1%iger Lösung verabreicht. Auch zeigt sich, daß Kokain in verdünnten Lösungen viel weniger stark krampferregend wirkt, als in konzentrierter Lösung. Nach Maurel wirkt beim Kaninchen schon eine Dosis von 0,025 in 0,1%iger Lösung tödlich, während Custer sah, und das stimmt auch mit meinen Beobachtungen überein, daß 0,1 pro Kilo in 0,1%iger Lösung noch keine Vergiftung verursacht, bei 0,15 pro Kilo sich die ersten Zeichen einer Vergiftung einstellen, und daß auch 0,3 pro Kilo noch nicht den Tod der Tiere herbeiführt. Die abweichenden Angaben Maurels erklären sich dadurch, daß bei subkutaner Einspritzung großer Mengen verdünnter wässeriger Kokainlösung die Tiere nicht an Kokainvergiftung, sondern, wie Custer zeigte, an den Folgen der Wasserdurchtränkung zugrunde gehen, was durch Zusatz von Kochsalz zur Kokainlösung verhütet werden kann, von Maurel aber nicht bemerkt worden ist.

Also in 5—10%iger Lösung macht eine subkutan eingespritzte Dosis Kokain ungefähr ähnliche Vergiftungserscheinungen wie die fünffache Dosis in 0,1—0,2%iger Lösung; die Gründe für diese Erscheinung wurden bereits erörtert.

Anscheinend sehr auffallende Beobachtungen hat Maurel gemacht, wenn er Kokainlösungen nicht in die Venen, sondern in die Arterien von Kaninchen injizierte. Er gibt an, daß er in die A. femoralis oder A. renalis 0,1 pro Kilo in 10%iger Lösung einspritzen konnte, ohne daß irgend welche Zeichen von Vergiftung eintraten, während die Kontrolltiere bei 0,02 pro Kilo intravenös sofort verendeten. Es stimmt dies zwar sehr schön in die Theorie, die Maurel von der Kokainwirkung entwickelt hat, aber richtig ist es nicht. Ich injizierte (1900) einem Kaninchen von 3000,0 Gewicht 0,1 Kokain=0,033 pro Kilo in 10%iger Lösung in die A. femoralis. Es trat augenblicklich der Exitus letalis ein. Bei einem zweiten Tier folgte der Injektion von 0,01 pro Kilo in 10%iger Lösung in die A. femoralis eine äußerst schwere Vergiftung, die aber nicht tödlich endete. Es ist bei diesen Versuchen selbstverständlich darauf zu achten, daß der arterielle Blutstrom während und nach der Injektion ungehindert vonstatten geht, damit das Kokain, wie beabsichtigt, auch wirklich sofort in den Kreislauf gelangt.

Es ist Mosso aufgefallen, daß Hunde gelegentlich anders als gewöhnlich antworteten, wenn er ihnen konzentrierte Kokainlösungen subkutan einspritzte. Ein Hund vertrug 0,02—0,03 pro Kilo, ohne beträcht-

liche Vergiftungserscheinungen darzubieten, ein anderer starb rasch nach 0,03 pro Kilo. Die gleiche Beobachtung wird jeder gemacht haben, der Tiere derartigen Versuchen unterzog, und wird daraus entnommen haben, daß man von tödlichen, toxischen und nichttoxischen Dosen bei dieser Art der Anwendung des Mittels nur mit einer gewissen Bedingtheit sprechen kann. Hier begegnen wir also im Tierversuch derselben anscheinenden Unregelmäßigkeit der Kokainwirkung, welche in der Geschichte der Kokainbetäubung eine so große Rolle spielt und fast allgemein angesehen wird als die Folge einer weitverbreiteten hypothetischen Überempfindlichkeit gegen das Mittel. Gewiß wird es Menschen geben, welche gegen Kokain empfindlicher sind als andere, daß aber die überwiegende Mehrzahl der beim Menschen unerwartet nach Einverleibung kleiner Kokaindosen eingetretenen Vergiftungen anders zu erklären ist, und es nicht die Überempfindlichkeit ist, welche der Dosierung des Kokains Schwierigkeiten bereitete, lehren sowohl der Tierversuch wie die neueren Erfahrungen am Menschen. Denn bei Tieren kann nur dann die unregelmäßige Wirkung, also der Eintritt von Vergiftung bei ungewöhnlich kleinen, das Ausbleiben derselben bei verhältnismäßig großen Dosen beobachtet werden, wenn man mit konzentrierten Lösungen experimentiert und sie subkutan verabreicht. Bei intravenöser Injektion äußert dagegen ein und dieselbe Menge einer Kokainlösung von gleicher Konzentration auch stets dieselbe Wirkung, und beim Menschen gibt es nach tausendfältiger Erfahrung jene angebliche Überempfindlichkeit nicht, wenn zu Gewebseinspritzungen nicht mehr konzentrierte, sondern verdünnte Kokainlösungen benutzt werden. Ferner ergibt sich, daß die unregelmäßige, ungewöhnliche Wirkung einer Kokaindosis gelegentlich bei einem und demselben Tier sich zeigt, das vorher und nachher in der gewöhnlichen, regelrechten Weise auf sie reagierte. 0,03 pro Kilo Kokain in 10%iger Lösung einem Kaninchen subkutan eingespritzt, veranlassen für gewöhnlich sofort schwere Vergiftung, heftige Krämpfe mit folgender Lähmung, ohne zu töten. Am 19. Juni 1898 wurde einem Kaninchen von 2850 g Gewicht 1 ccm 10%ige Kokainlösung (= 0,035 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut gespritzt. Es trat keine Vergiftung ein. Dasselbe Tier hatte einige Tage vorher auf 0,03 pro Kilo in 10%iger Lösung in regelrechter Weise reagiert und tat dasselbe drei Tage später. Hier reicht also weder eine von Aducco angenommene kumulative Wirkung des Mittels, noch eine Gewöhnung an dasselbe, wie sie Custer bemerkt zu haben glaubt, zur Erklärung aus. Ähnliche Beobachtungen wurden häufig beim Menschen gemacht, aller-

dings bei der Schleimhautbetäubung, wo eine genaue Dosierung nicht möglich ist. Weinrich z. B. berichtet über eine schwere Vergiftung nach Einführung von 2,0 Kokain in 20 ccm Wasser in die Blase, nachdem eine Zeit zuvor schon fünfmal die gleiche Menge anstandslos vertragen worden war; sieben Tage später bewirkte 1,0 Kokain in 30 ccm Wasser, in gleicher Weise angewendet, keine Vergiftung. Weinrich fügt hinzu, daß er einen zweiten, ganz gleichen Fall gesehen hat. Bergmann berichtet über eine schwere Kokainvergiftung, welche nach Einspritzung von 0,02 in 5%iger Lösung in den Oberschenkel eintrat. Am Tage vorher war 0,05 in 5%iger Lösung in gleicher Weise angewendet worden ohne folgende Vergiftung. Bei der Betäubung der Nasenschleimhaut machten Hobbs und Rieke ähnliche Erfahrungen. Hobbs sagt deshalb, daß von einer toxischen oder nichttoxischen Kokaindosis gar keine Rede sein könne, da die nämliche Person zu verschiedener Zeit eine andere Empfänglichkeit gegen Kokain zeige. Mitteilungen hingegen darüber, daß ein und dieselbe Person immer wieder als besonders empfindlich gegen Kokain sich erwiesen hat; sind nur wenige zu finden. Die Erklärung dieser Erscheinungen unterliegt auch ohne die Annahme einer weitverbreiteten Überempfindlichkeit keinen Schwierigkeiten. Typisch und regelmäßig sind allein die Wirkungen der dem Blutstrom unmittelbar, durch intravenöse Einspritzung, zugeführten Kokainlösungen; äußerst kleine Mengen konzentrierter Lösungen sind imstande, das Zentralnervensystem schwer zu schädigen. Je mehr aber die Lösungen verdünnt werden, desto größer wird die gleichgiftige Dosis. Werden nun konzentrierte Kokainlösungen zur Betäubung der Schleimhäute benutzt oder subkutan eingespritzt, so wird die Resorption eine weit langsamere sein als bei intravenöser Einspritzung, das Kokain wird verdünnt, ehe es an das Zentralnervensystem gelangt, deshalb bleibt die Vergiftung in der Regel aus bei viel größeren Dosen als die, welche, intravenös einverleibt, toxisch wirken müssen. Durch Eindringen einer kleinen Quantität der konzentrierten Lösung in ein Blutgefäß oder ein Lymphgefäß, oder durch sonstige, im Allgemeinzustand des Individuums oder der Beschaffenheit des Einverleibungsorts liegende Umstände kann mehr oder weniger zufällig die Resorptionsgeschwindigkeit gesteigert werden, eine verhältnismäßig kleine Dosis wirkt, als wäre sie intravenös gegeben worden. So erklärt also die besonders geartete, bei keinem der vor seiner Entdeckung bekannten Arzneimittel in ähnlicher Form anzutreffende Wahlverwandtschaft des Kokains zum Protoplasma nicht nur örtlich betäubende Eigenschaften, sondern auch die Art seiner

Einwirkung auf den Gesamtorganismus, den großen Unterschied in der Giftigkeit konzentrierter und verdünnter, intravenös und subkutan einverleibter Kokainlösungen und die anscheinende Ungleichmäßigkeit der Wirkung ein und derselben Dosis. Die Betrachtung der örtlichen und allgemeinen Kokainvergiftung lehrt sehr deutlich, wie Resorption, allgemeine und örtliche Wirkung in einem bestimmten Wechselverhältnis zueinander stehen.

Verhütung und Behandlung der Kokainvergiftung. Die Dosierung des Kokains.

Wie den Gefahren der Kokainanwendung begegnet werden kann, das ergibt sich aus den obigen Betrachtungen und den vorliegenden Erfahrungen beim Menschen. Es genügt hierzu nicht das Innehalten einer absoluten Maximaldosis; die große Verschiedenheit der von einzelnen Autoren als ungefährlich angegebenen Dosis (Landerer 0,01, Wölfler 0,02—0,05, Kocher 0,1, Reclus 0,2, Gluck 0,2—0,3) läßt schon erkennen, in welche Schwierigkeiten man bei der Dosierung des Mittels geraten ist. Die deutsche Pharmakopöe bezeichnet als Maximaldosis 0,05 pro dosi. Diese Angabe ist nur bedingt richtig, das Vertrauen auf sie hat noch neuerdings schwere Vergiftungen (Bergmann) veranlaßt. 0,05 pro dosi ist keine Maximaldosis, da sie weder vor Kokainvergiftungen schützt, noch diejenige größte Menge angibt, welche ungestraft verabreicht werden darf. Als unbedingte Maximaldosis könnte allein diejenige größte Menge Kokain angesehen werden, welche, wenn sie in konzentrierter Form unmittelbar in das Blut gelangt, keine Vergiftung verursacht; diese Menge ist viel kleiner als die angebliche Maximaldosis der deutschen Pharmakopöe und wird sich auf Bruchteile eines Zentigramms belaufen; ihre Feststellung hätte nicht den geringsten praktischen Wert, da unter Berücksichtigung gewisser, aber allerdings unerläßlicher Vorsichtsmaßregeln sehr viel größere Kokainmengen ohne Schaden dem Körper zugeführt werden können. Diese Vorsichtsmaßregeln laufen in der Hauptsache darauf hinaus, die Resorptionsgeschwindigkeit des Mittels zu verlangsamen und zu verhüten, daß jene kleinste Maximaldosis zu irgend einer Zeit auf einmal im Blut vorhanden ist, da die Vergiftung auch bei großer Dosis ausbleibt, wenn sie dem Körper allmählich oder in Absätzen zugeführt wird, dagegen bei sehr kleiner Dosis eintritt, wenn sie auf einmal in den Kreislauf gelangt. Letzteres kann um so leichter vermieden werden, je weiter die

zur Betäubung verwendeten Kokainlösungen verdünnt werden: die Verdünnung der Lösungen ist daher ein zuverlässiges Mittel zur Verhütung der zentralen Kokainvergiftung.

Die Notwendigkeit, zu Gewebseinspritzungen verdünnte Kokainlösungen zu benutzen, ist schon sehr bald nach der Einführung des Mittels erkannt worden, zuerst, wie erwähnt, von Corning, der zeigte, daß durch $^1/_3$—$^1/_5$%ige Kokainlösungen, allerdings unter Zuhilfenahme der Esmarchschen Blutleere, örtliche Betäubung hervorgerufen werden kann, dann u. a. von Fränkel, der darauf hinwies, daß man mit 1%iger Kokainlösung bei gleicher Dosis einen weit größeren Gewebsabschnitt durch Gewebseinspritzung unempfindlich machen kann, als mit 10%iger Lösung. Motty teilte bei Gelegenheit einer Besprechung des Bergerschen Kokaintodesfalles in der Pariser chirurgischen Gesellschaft (1891) mit, daß er ausschließlich $^1/_2$%ige Kokainlösung einspritze und in Tausenden von Fällen niemals einen übeln Zufall erlebt habe. Auch Oberst (Pernice) brauchte schon seit 1889 prinzipiell $^1/_2$—1%ige Kokainlösungen, und Verfasser, der damals Obersts Verfahren kennenlernte und seitdem beinahe alltäglich angewendet hat, hat das klinische Bild der Kokainvergiftung beim Menschen niemals gesehen. Die allgemeine Anerkennung des Prinzips verdanken wir indessen den Bemühungen von Reclus und Schleich. Reclus vertrat in zahlreichen eigenen Arbeiten und solchen seiner Schüler (Auber, Fillon, Delbosc, Legrand) lange Zeit, entgegen der herrschenden Meinung, die Anschauung, daß Kokainvergiftungen vermeidbar, also auch, wenigstens in der Regel, nicht die Folge einer ungewöhnlichen Überempfindlichkeit gegen das Mittel sind, bildete ein Verfahren technisch aus, welches gestattet, mit Hilfe von 1%igen (später $^1/_2$%igen) Kokainlösungen, auch ohne Esmarchsche Blutleere, selbst große, früher nur in Narkose mögliche chirurgische Operationen auszuführen, und lieferte an mehr wie 7000 Fällen den Beweis, daß es ungefährlich ist. Ihm folgten Ceci, Hackenbruch und viele andere. Schleich endlich lehrte, wie mit noch mehr verdünnten (0,1—0,2%igen) Kokainlösungen, mit Hilfe einer besonderen Technik und in Verbindung mit der Betäubung durch Kälte die Anwendung der Kokainbetäubung noch weiter ausgedehnt werden kann. Lösungen mit einem $^1/_2$—1% übersteigenden Kokaingehalt sollten niemals zu Gewebseinspritzungen Verwendung finden.

In welcher Dosis dürfen die verdünnten Lösungen eingespritzt werden? Die ältere Literatur über die Kokainvergiftung handelt nur von konzentrierten Kokainlösungen. Auf die mit deren Anwendung

gemachten Erfahrungen stützte sich Wölfler, als er die in Deutschland anerkannte Maximaldosis für das Kokain auf 0,05 festsetzte. Es wurde schon bemerkt, daß diese angebliche Maximaldosis an sich weder vor Vergiftung schützt, noch die Kokainmenge darstellt, welche ohne Gefahr angewendet werden darf. Reclus' große Erfahrungen an mehr als 7000 Kranken scheinen zu beweisen, daß man beim Gebrauch von ½—1% iger Kokainlösung die Dosis mindestens verdoppeln kann. Denn er selbst geht bis 0,2 und hat, abgesehen von vereinzelten leichten, rasch vorübergehenden Aufregungszuständen, keine Nebenwirkungen gesehen, seit er die Konzentration der Kokainlösungen auf ½—1% herabsetzte. Reclus hält aber folgende Vorsichtsmaßregeln für unerläßlich. Der Kranke darf nur in wagerechter Lage kokainisiert werden, nach der Operation muß er 2—3 Stunden in dieser Lage bleiben, wenn es sich um einen größeren Eingriff gehandelt hat, 20 Minuten nach geringfügigen Operationen. Die Einspritzungen empfiehlt er, nie bei stillstehender Hohlnadel, sondern während des Vorschiebens und Zurückziehens auszuführen, um das Eindringen größerer Mengen von Kokain in Venen zu vermeiden. Beim Gebrauch der noch weiter verdünnten Schleichschen Lösungen mit 0,1—0,2% Kokaingehalt dürfte die Dosis von 0,1 noch viel weniger Bedenken haben. Ein wirksames Mittel zur Verzögerung der Kokainresorption und zur Verhütung von Nebenwirkungen ist, worauf Corning bereits 1885 hinwies, die Unterbrechung des Blutstroms durch Abschnürung an den Extremitäten. Beim Menschen sind schwere Kokainvergiftungen noch gar nicht beobachtet worden, wenn unter Blutleere an den Extremitäten operiert wurde. Es ist vielleicht erlaubt, unter diesen Umständen selbst konzentriertere Kokainlösungen in die abgeschnürten Glieder zu spritzen, wenn hieraus besondere Vorteile erwachsen sollten. Es ist alsdann nur darauf zu achten, daß die abschnürende Binde mindestens ½ Stunde liegenbleibt, oder aber man bedient sich des von Dumont, Wyeth, Barton, Mattison empfohlenen Verfahrens, nach Beendigung der Operation die Binde mehrmals für 2—3 Minuten zu lüften, ehe man sie ganz abnimmt, um auf diese Weise das noch in der Extremität vorhandene Kokain allmählich dem Kreislauf zuzuführen. Näheres über die Bedeutung der künstlichen Blutleere und anderer, die Resorption verzögernder Mittel für die örtliche Betäubung siehe 8. Abschnitt.

Derselbe Gesichtspunkt, der bei der Anwendung von Kokainlösungen zu Gewebseinspritzungen maßgebend ist, die Verhütung der schnellen Resorption einer auch nur kleinen Kokaindosis auf einmal, ist in gleicher Weise bei der Betäubung resorbierender Ober-

flächen durch Kokainlösungen besonders zu beachten. Die Betäubung einer Schleimhaut, wie die des Auges, der Nase, des Mundes, des Kehlkopfes, erfordert schnell wirkende, konzentrierte bis zu 20%ige Kokainlösungen. Von irgend welcher Dosierung des Mittels kann hierbei keine Rede sein. Wenn jedoch das Augenmerk darauf gerichtet wird, daß stets nur möglichst kleine Schleimhautflächen auf einmal mit der konzentrierten Kokainlösung behandelt werden, wenn ihr Überfließen aus Mund und Nase in Rachen und Speiseröhre verhütet wird, dann werden die schweren Formen der Kokainvergiftung ziemlich sicher zu vermeiden sein. Große, resorbierende Flächen, wie Blasenschleimhaut, Harnröhre, Skrotalhöhle, Gelenkhöhlen, der Einwirkung konzentrierter Kokainlösungen auszusetzen, ist in hohem Grade gefährlich, wie die Geschichte der Kokainbetäubung zeigt. Es kommt dabei offenbar nicht im geringsten darauf an, wieviel von der betreffenden Lösung in den Hohlraum eingeführt wurde; in dem schon erwähnten Fall von Berger wurde die in die Skrotalhöhle gespritzte Kokainlösung (0,35 Kokain in 2%iger Lösung) nach kurzer Zeit wieder abgelassen, trotzdem trat der Tod ein; man kann also doch nicht die Dosis 0,35 Kokain für den unglücklichen Ausgang verantwortlich machen, ebensowenig die in anderen ähnlichen Fällen in die Blase oder Harnröhre gebrachten Kokaindosen; denn die Blase wurde ebenfalls entleert und ausgespült, aus der Harnröhre fließt die eingeführte Flüssigkeit größtenteils von selbst ab. Die Unglücksfälle wären also vermutlich auch dann eingetreten, wenn von der angewendeten Kokainlösung nur ein kleiner Teil eingeführt worden wäre. Es ist auch anzunehmen, daß aus 5 ccm einer 5%igen oder 10%igen Kokainlösung, die man eine gewisse Zeit auf die Blasenschleimhaut einwirken läßt, in dieser Zeit ebensoviel Kokain resorbiert wird, wie aus 10 ccm derselben Lösung; allgemeine oder örtliche (z. B. in der Blase vorhandene Geschwürsflächen) Verhältnisse mögen im Einzelfall eine besondere Beschleunigung der Resorption und damit den Eintritt der Vergiftung veranlaßt haben. Wir haben uns hier also nicht zu fragen, eine wie große Dosis Kokain in diese Hohlräume eingeführt werden darf, sondern welche Konzentration der Kokainlösung nicht überschritten werden soll. Die Beantwortung dieser Frage ist für Hohlräume, wie Blase, Skrotalhöhle, Gelenkhöhlen, insofern sehr einfach, als deren Innenfläche bei genügend langer Einwirkung einer 0,1—0,2%igen Kokainlösung ebensogut gefühllos wird, als durch 10%ige Kokainlösung. Die männliche Harnröhre wird durch 1%ige Kokainlösung nach kurzer Zeit unempfindlich, für die großen Hohlräume ist auch diese Konzentration zu ver-

meiden. Mit jenen verdünnten Lösungen aber können sie in beliebiger Menge angefüllt werden, je nach ihrem Fassungsvermögen. Was davon während ihrer Einwirkung, im Laufe von 20—30 Minuten, resorbiert wird, das kann sich immer nur auf wenige Milligramme Kokain belaufen, denn eine meßbare Abnahme erfährt die Flüssigkeit in dieser Zeit nicht, es handelt sich lediglich um das Kokain, was in die Wandungen des Hohlraumes diffundiert. Deshalb ist es auch ganz einerlei, ob 100, 200, 300 oder mehr Kubikzentimeter eingespritzt werden. Allgemeine Vergiftung ist auf diese Weise ohne Rücksicht auf die angewendete Kokaindosis mit Sicherheit zu vermeiden.

Man hat ferner versucht, durch Zusätze anderer Stoffe die allgemeine Wirkung des Mittels zu beschränken. Stuver empfiehlt hierzu Antipyrin (5,0 Kokain, 10,0 Antipyrin, 100 Wasser), Glück Karbolsäure, Parker Resorzin. Ich habe mich bei darauf gerichteten Versuchen weder davon überzeugen können, daß bei Zusatz von 4% Karbolsäure zu wässerigen Lösungen von Kokain dessen Giftigkeit verringert, noch daß dadurch beim Menschen seine Fähigkeit, örtlich zu betäuben, gesteigert würde. Gauthier, Thomas und Guitton empfehlen, der Kokainlösung Nitroglyzerin zuzufügen (10 Tropfen einer 1%igen Nitroglyzerinlösung auf 10 ccm einer 1%igen Kokainlösung), um durch die gefäßerweiternde Wirkung dieses Mittels der gefäßverengernden des Kokains entgegenzuwirken. Da die Gefäßkontraktion nur eine Teilerscheinung der Kokainvergiftung ist, so dürfte dem Mittel höchstens insofern ein Nutzen zugesprochen werden können, als es einer Hirnanämie, wie sie als erstes und oft einziges Zeichen einer Kokainvergiftung häufig beobachtet wird, vorübergehend entgegenwirken kann. Anstatt aber ein so differentes Mittel, wie Nitroglyzerin, vorbeugend und regelmäßig bei der Kokainisierung in den Körper einzuführen, erscheint es wohl zweckmäßiger, sich nur im Falle einer Vergiftung des ähnlich wirkenden Amylnitrits zu bedienen, welches im Augenblick, wo es eingeatmet wird, auch die Gefäße des Kopfes zur Dilatation bringt. Am besten aber ist es, Hirnanämie durch wagerechte Lage nicht erst entstehen zu lassen.

Nach Wölflers Meinung treten Vergiftungen bei Einspritzung von Kokainlösung im Gesicht und am behaarten Kopf leichter ein, als bei solchen am Rumpf und an den Gliedern, weshalb er die Maximaldosis für den Kopf auf 0,02 gegen 0,05 für die Glieder und den Rumpf festsetzte. Tierversuche, sowie die Zusammenstellung der veröffentlichten Kokainvergiftungen geben über diese Frage keine Auskunft. Jedenfalls scheint beim Gebrauch weniger konzentrierter Kokain-

lösungen ein derartiger Unterschied in der Wirkung nicht zum Ausdruck zu kommen, Reclus beobachtete sie trotz seiner großen Erfahrungen niemals und glaubt, Wölflers Beobachtung finde darin seine Erklärung, daß viele Operationen am Kopf bei sitzender Stellung des Kranken ausgeführt werden.

Wenn oben der Nachweis geführt wurde, daß eine Überempfindlichkeit der Menschen gegen Kokain in dem Umfang, wie es zumeist angenommen wird, nicht vorhanden ist, und daß die anscheinend regelwidrigen Wirkungen des Mittels meist eben nur anscheinend regelwidrig sind und ihre Erklärung in den Eigenschaften desselben finden, so soll damit selbstverständlich nicht geleugnet werden, daß die Empfindlichkeit des Zentralnervensystems verschiedener Menschen wie gegen andere Nervengifte, so auch gegen das Kokain verschieden ist. Aus dem Vorhandensein einer derartigen undefinierbaren Disposition aber werden sich keine Regeln für die Anwendung des Kokains ableiten lassen.

Wo die Anwendung konzentrierter Kokainlösungen nicht zu umgehen ist, wie in der Laryngologie und Rhinologie, da wird auf die körperliche Beschaffenheit der Kranken Rücksicht genommen werden müssen. Kinder sind nach Trzebicki wenig tolerant, nach Felizet (bei Berger) gerade besonders empfindlich gegen Kokain. Körperlich heruntergekommene, nervöse Kranke, solche, die an schweren Herzfehlern leiden oder durch Schmerzen, Blutverlust und erschöpfende Krankheiten geschwächt sind, Potatoren, hysterische Personen und Epileptiker erheischen bei der Anwendung des Mittels besondere Vorsicht. (Lewin.) Bei vorsichtiger Anwendung aber und insbesondere, wo verdünnte Kokainlösungen den Zweck erreichen lassen, da bilden alle diese Zustände geradezu eine Anzeige für die Anwendung der örtlichen Betäubung, um die Narkose vermeiden zu können.

Die fortschreitende Erkenntnis der Mechanik der Kokainwirkung hat somit dazu geführt, daß ein an und für sich gefährliches Gift bei zweckmäßiger Anwendung ohne Lebensgefahr für die Kranken zur Betäubung bei chirurgischen Operationen selbst größeren Umfangs benutzt werden kann.

Bei geeigneter Vorbeugung wird die Behandlung der allgemeinen Kokainvergiftung nur selten in Frage kommen. Sie richtet sich, da dem Kokain wirklich antagonistische Mittel nicht bekannt sind, gegen die Symptome der Vergiftung. Man läßt den Kopf tief lagern und nach Schillings Empfehlung die Dämpfe einiger Tropfen Amylnitrit einatmen, ein Mittel, das sich wenigstens in den ersten Stadien der Ver-

giftung oft bewährt hat. Die Hirnanämie wird dadurch beseitigt, und das Zentralnervensystem vermag infolge reichlicher Blutdurchströmung leichter mit dem Kokain fertig zu werden. Wir sehen ja, daß auch die örtliche Kokainvergiftung in blutreichen Geweben schneller abklingt als in blutarmen. Gegen die Konvulsionen wird die Darreichung der Narkotika empfohlen, da nach Mossos Tierversuchen die Krämpfe an mit Chloralhydrat, Äther, Chloroform betäubten Tieren ausbleiben. Ganz unbedenklich dürfte diese Therapie beim Menschen nicht sein, jedenfalls dürfen Narkotika nur gegeben werden, solange ein Erregungszustand vorhanden ist. Geht die Kokainvergiftung über diesen hinaus, macht die Erregung der zentralen Lähmung Platz, so wirken die Narkotika nicht mehr antagonistisch, sondern im gleichen Sinne wie das Gift, das man bekämpfen will. Es dürfte daher ratsam sein, zur Unterdrückung der Konvulsionen ein rasch und flüchtig wirkendes Mittel, z. B. die Äthernarkose, anzuwenden und sie zu unterbrechen, sobald der Zweck erreicht ist. Wichtiger als diese Maßnahmen erscheint bei schwerer Kokainvergiftung Anregung der Herztätigkeit durch Hautabreibungen und Darreichung von Reizmitteln, innerlich oder subkutan, und vor allem die künstliche Atmung, wenn Lähmung des Atemzentrums droht. Legrand berichtet von einem Fall, wo ein Kranker 1,0 Kokain subkutan genommen hatte und durch fünf Stunden lang fortgesetzte künstliche Atmung am Leben erhalten wurde. Bei Vergiftungen per os ist natürlich eine Magenspülung vorzunehmen. Bei akuter Vergiftung nach Einspritzung in ein Glied ist sofort eine Abschnürung durch Gummischlauch oder Gummibinde für etwa eine Stunde vorzunehmen, während nach Einspritzung an einer anderen Körperstelle deren Abkühlung durch Ätherzerstäuber oder Eisbeutel zu versuchen wäre, um die schnelle Resorption des Mittels zu verhindern.

Die örtliche Schädigung der Gewebe durch Kokainlösungen. Ihre Herstellung und Sterilisation.

Mitteilungen über örtliche Schädigungen bei subkutaner oder submuköser Einspritzung von Kokainlösung entstammen ausschließlich der älteren Literatur. Einige Male (Strauß, Bousquet, Johnson u. a.) wurde örtlicher Brand an der Einspritzungsstelle oder deren Umgebung beobachtet, häufig entstanden auch örtliche Ödeme. Unreine Präparate, sekundäre, durch Schimmelpilze verursachte Verunreinigung der Lösungen, mangelhafte Sterilisation derselben oder des Operationsfeldes (Zahnfleisch!) werden meist derartige Zufälle verschuldet haben; auch

ist zu beachten, daß hochkonzentrierte Lösungen natürlich die Gewebe mehr reizen als verdünnte, und daß auch die durch sie verursachte Wasserentziehung schädlich ist. Beim Gebrauch verdünnter Kokainlösungen zu Gewebseinspritzungen wurden örtliche Schädigungen bisher nicht beobachtet. Zu beachten ist, daß die jetzt gebräuchlichen Kokainlösungen von 0,1—1% quellend wirken, um so mehr, je verdünnter sie sind. Eine 0,1%ige wässerige Kokainlösung, in die Kutis gespritzt, hinterläßt daselbst als Ausdruck einer Gewebsschädigung ein schmerzhaftes Infiltrat, während dieselbe Lösung, mit einer entsprechenden Menge Kochsalz versetzt, spurlos resorbiert wird. Um die quellende Wirkung der verdünnten Lösungen ganz auszuschalten, muß ihnen durch Kochsalzzusatz ein Gefrierpunkt gegeben werden, der dem des Blutes (—0,55 bis —0,56°) gleich ist. Der Gefrierpunkt einer wässerigen 0,1%igen Kokainlösung weicht nur um 2 Zentigrade von der des reinen Wassers ab, der der 1%igen Kokainlösung beträgt —0,115°. Durch Kochsalzzusatz von 0,6% hier, von 0,8% bei jener werden die Lösungen annähernd osmotisch indifferent und sollten zu Gewebsinjektionen auch nur so verwendet werden. Bei der Schleimhautbetäubung im Mund, Kehlkopf, in der Nase, der Blase sind Gewebsschädigungen durch Kokainlösungen nicht beobachtet worden; die bei der Kokainisierung des Auges beschriebenen örtlichen Störungen sollen an anderer Stelle abgehandelt werden (11. Abschn.).

Wässerige Kokainlösungen sind wenig haltbar und zersetzen sich, während gleichzeitig Schimmelpilze in ihnen wachsen und eine Trübung veranlassen. Je verdünnter die Lösungen sind, um so schneller tritt dieser Vorgang ein, aber auch konzentrierte Lösungen sind ihm unterworfen. Über die Sterilisation wässeriger Kokainlösung ist folgendes zu sagen. Ein einmaliges schnelles Aufkochen einer kleinen Menge der Lösung führt zu keinem wesentlichen Kokainverlust. Längeres oder wiederholtes Kochen, das Erhitzen einer größeren Menge der Lösung zum Kochen, Sterilisieren im Dampfsterilisator führt stets eine Verminderung des Kokaingehalts und eine geringere Wirksamkeit der Lösung herbei. Diejenigen, welche regelmäßig derartig behandelte Lösungen anwenden, wissen gar nicht, wie frisch hergestellte, nicht gekochte Kokainlösungen wirken. Tuffier empfahl deshalb die fraktionierte Sterilisation bei 60—70°. Dagegen hat Herissey (Reclus) nachgewiesen, daß wässerige Kokainlösung sehr gut eine Sterilisation im Autoklav unter Druck (bei 115—120°) verträgt und, steril und gut verschlossen aufbewahrt, auch eine ziemlich lange Haltbarkeit besitzt. Nach Dufour und Ribaut zersetzt sich jedoch Kokain bei dieser

Prozedur, wenn die Sterilisation in gewöhnlichen, alkalisch reagierenden Gläsern vorgenommen wird. Ich halte es immer für das ratsamste, Alkaloid- und namentlich Kokainlösungen kurz vor dem Gebrauch aus Tabletten herzustellen. Dann ist man ihrer gleichmäßigen Wirksamkeit sicher. Ein einfaches Verfahren, frische, sterile Kokainlösungen zu gewinnen, hat Mikulicz mitgeteilt. Er bringt eine bestimmte Menge Kokain, in Alkohol gelöst, in einen mit Watteverschluß versehenen, sterilisierten Glaskolben, läßt den Alkohol verdunsten und löst den Rückstand in Wasser oder Kochsalzlösung.

Die Verwendung anderer Kokainverbindungen zur örtlichen Betäubung.

Andere Verbindungen als das Cocainum hydrochloricum sind bisher nur vereinzelt zur Betäubung gebraucht worden. Zunächst die reine, in Wasser fast unlösliche Kokainbase. Bignon glaubt, beobachtet zu haben, daß die betäubende Wirkung des Kokains in alkalischen Flüssigkeiten am stärksten hervortritt. Da nun die Lösungen des salzsauren Kokains gewöhnlich freie Säure enthielten, so müßten sie neutralisiert werden. Setzt man einer Lösung des Cocainum hydrochloricum kohlensaures Natron im Überschuß zu, so scheidet sich das reine Alkaloid aus und bildet in der alkalischen Flüssigkeit eine äußerst fein verteilte Aufschwemmung. Diese Kokainmilch entfaltet nach Bignons Mitteilung die größte betäubende Wirkung, muß aber immer frisch bereitet werden. Es trifft heute jedoch nicht mehr zu, daß Kokainlösungen sauer reagieren, sie sind stets neutral. Ich habe die Wirkung einer reinen wässerigen 1%igen Lösung von Cocainum muriaticum mit der einer gleichen Lösung, aus der die Kokainbase mit Natriumkarbonat ausgefällt ist, verglichen, indem ich gleiche Mengen beider zur Bildung von Hautquaddeln und zur subkutanen Einspritzung benutzte, und fand, daß das örtliche Betäubungsvermögen der Kokainmilch sowohl bei unmittelbarer Einwirkung auf die sensibeln Nervenendigungen, als auch in bezug auf Diffusionswirkungen der 1%igen Lösung des Cocainum muriaticum weit nachsteht. Beispielsweise betrug die Dauer der Gefühllosigkeit in einer Kokainmilchquaddel 12 Minuten, in der Kokainlösungsquaddel mehr wie das Doppelte. Werden 0,2 ccm einer 1%igen Kokainlösung subkutan in stark abgekühlte Gewebe eingespritzt, so wird ein ausgedehnter Gewebsbezirk unempfindlich, während die Kokainmilch, in gleicher Weise angewendet, nicht einmal die Haut

der Injektionsstelle völlig unempfindlich macht. Man muß sich also davor hüten, Kokainlösungen mit Alkalien zusammenzubringen.

Verschiedene Fabriken bringen Tuben mit Chloräthyl in den Handel, in welchen das in diesem Mittel leicht lösliche Alkaloid zu 1—5% enthalten ist. (Bolognesi und Touchard, Legrand.) Läßt man den Strahl der Flüssigkeit auf die Schleimhaut der eigenen Lippe bis zum Gefrieren einwirken, so beobachtet man, daß nach dem Wiederauftauen die infolge der Kälteeinwirkung anfangs aufgehobene Sensibilität wiederkehrt, die Schleimhaut stark hyperämisch wird und nun, etwa fünf Minuten später, allmählich von neuem eine sehr intensive und lange anhaltende Gefühllosigkeit entsteht, eine Kokainwirkung, welche deshalb so stark ist, weil das Mittel nach dem Verdunsten des Chloräthyls in sehr fein verteiltem Zustand auf der Oberfläche der Schleimhaut zurückbleibt, und ferner weil in dem zuvor abgekühlten Gewebe seine Resorption verlangsamt wird. Diese Beobachtungen mit Kokainchloräthyl sind für mich die Veranlassung gewesen zu einem eingehenden Studium der Kokainbetäubung in stark abgekühlten Geweben, über dessen Ergebnisse noch weiter berichtet werden wird. Bolognesi und Touchard empfehlen die Methode zur Schleimhautbetäubung bei Zahnextraktionen, Abszeßeröffnungen im Munde, zur Aftererweiterung bei Hämorrhoiden und Fissura ani, zur Thermokauterisation an Glans penis und Vulva; sie ist für oberflächliche Operationen an Schleimhäuten auch nach meinen Erfahrungen geeignet und bequem. Daß das in dieser Weise angewendete Kokain aber imstande sei, die unverletzte äußere Haut zu durchdringen, wie Legrand angibt, davon habe ich mich nicht überzeugen können; der Kokainchloräthylstrahl, auf die Haut gebracht, wirkt vielmehr nicht anders, als der reine Chloräthylstrahl, d. h. er erzeugt eine Kältebetäubung, aber keine Kokainbetäubung. Von den von Merck hergestellten Kokainsalzen habe ich Cocainum salicylicum, benzoicum, nitricum und hydrobromicum selbst geprüft und habe nicht bemerkt, daß eins derselben Vorteile vor dem Cocainum muriaticum besäße.

Einige Worte noch über das ebenfalls von Merck hergestellte Cocainum phenylicum! Es ist keine chemische Verbindung, sondern eine Mischung von Kokain mit reinem Phenol. Viau erhielt durch Zusammenschmelzen von 1 Teil reinem Phenol mit 2 Teilen reinem Kokain bei gelinder Wärme ein Präparat von sirupähnlicher Konsistenz, das, auf die Schleimhaut gebracht, lebhaft örtlich betäubend wirkt, ohne zu ätzen. Praktisch angewendet scheint er es aber nicht zu haben, sondern nur wässerige Lösungen von Cocainum muriaticum mit Karbol-

zusatz, also etwas wesentlich anderes. Das später von Öfele, Veasey und Kyle empfohlene Cocainum phenylicum wird von Merck nach der Vorschrift Öfeles hergestellt und bildet eine klebrige, halb kristallinische, bräunliche Masse. Es ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in fetten Ölen, namentlich in Rizinusöl, und Alkohol. Seine alkoholische Lösung (Cocaini phenyl. 1,0, Alkohol, Aquae dest. aa 50,0) ist zu Gewebseinspritzungen nicht verwendbar, weil sie die Gewebe intensiv schädigt (Reclus); Hautquaddeln, welche ich mit einer solchen Lösung bildete, wurden gangränös. Die Ätzwirkung dieser Lösung ist nicht durch das Cocainum phenylicum, sondern vielmehr durch den Alkoholzusatz bedingt, denn ölige Lösungen des Mittels sind völlig reizlos und zeigen keinerlei Ätzwirkung. Die Einspritzung von reinem Olivenöl in die Kutis ist schmerzlos, war das Öl aber durch Erhitzen sterilisiert, so ist sie, weil Fettsäuren frei geworden sind, von ziemlich heftigem Schmerz begleitet; im übrigen verhält sich das Öl indifferent, es entsteht in der Hautquaddel keine Aufhebung oder Herabsetzung des Hautgefühls, es erfolgt allmähliche Resorption ohne erhebliche Gewebsschädigung. Wird Cocainum phenylicum in dem Öl gelöst, so wird die Einspritzung auch des sterilisierten Öls in die Kutis schmerzlos, die Resorption erfolgt gleichfalls ohne merkliche Schädigung der Gewebe. Die mit 1%iger öliger Kokainphenylatlösung gebildete Hautquaddel wird für lange Zeit (30 Minuten und länger) völlig gefühllos, 5 bis 10 Minuten nach der Injektion breitet sich die Anästhesie weit über den Bereich der Quaddel aus. Mit Hilfe einer kleinen Menge 5%iger öliger Lösung, subkutan eingespritzt, kann ein ziemlich ausgedehnter Gewebsbezirk, weit über die Einverleibungsstelle hinaus, gefühllos gemacht und die Leitungsfähigkeit von Nervenstämmen für 1—2 Stunden unterbrochen werden. Wichtig ist, daß die konzentrierten öligen Lösungen des Phenylkokains mit ihrer sehr starken betäubenden Wirkung im Gegensatz zu konzentrierten wässerigen Lösungen des salzsauren Kokains ohne Intoxikationsgefahr zu Gewebseinspritzungen Verwendung finden können. Auf die im Verhältnis zum salzsauren Kokain sehr geringe Giftigkeit des Phenylkokains wies neuerdings Dillenz (VIII, 158) hin. Seine Versuchskaninchen starben bei subkutaner Einspritzung von 0,08 Cocainum muriaticum, während bei Tieren ähnlicher Größe erst 0,3 Phenylkokain in öliger Lösung leichte Vergiftung verursachte und der Tod selbst bei einer Dosis von 0,6 ausblieb. Die Konzentration der Lösungen ist leider nicht notiert. Dillenz berichtet weiter über vergleichende Versuche, Zahnextraktionen durch subgingivale Einspritzung wässeriger Lösungen von Cocainum hydrochloricum und öliger

Lösung von Phenylkokain schmerzlos zu machen. Er fand, daß die verdünnten Lösungen des salzsauren Kokains die gewünschte Wirkung nicht haben, konzentrierte aber, wie bekannt, sehr häufig Nebenwirkungen haben. Dagegen war die Einspritzung einer 4—5%igen öligen Phenylkokainlösung immer von Erfolg begleitet, während bei zirka 700 Injektionen von 1—6%iger Lösung niemals Störungen des Allgemeinbefindens beobachtet wurden. Ich kann diese Angaben durchaus bestätigen; wenn es gelingt, subgingival beiderseits vom Zahn je ¼ Spritze 5%iger öliger Kokainphenylatlösung einzuspritzen, dann ist 5—10 Minuten später meist eine schmerzlose Extraktion möglich.

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß die geringe toxische Wirkung des Mittels weniger dem Phenolzusatz, als dem Umstand zuzuschreiben ist, daß es in öliger Lösung angewendet ist. Denn während wässerige, subkutan eingespritzte Lösungen sehr schnell auf dem Blutwege resorbiert werden, gelangen ölige Lösungen langsam durch die Lymphbahnen zur Resorption. Man wird das gleiche daher auch beobachten können, wenn man die reine Kokainbase ohne Phenolzusatz in öliger Lösung eingespritzt. Die Anwendung öliger Lösungen ist mit nicht geringen Unbequemlichkeiten verbunden.

Seit kurzem erregt ein neues Kokainpräparat einiges Aufsehen. Willstätter hatte eine ganze Reihe dem Blätterkokain isomere Pseudokokaine synthetisch hergestellt. Von diesen erwies sich eins als praktisch brauchbar und wird unter der Bezeichnung „Psikain“ in den Handel gebracht.

Es ist das das saure weinsaure Salz des rechtsdrehenden Pseudokokains. Das Mittel ist zu 20% in Wasser löslich und verträgt Auskochen sowie Erhitzen bis 120°. Die örtlich betäubende Wirkung und das Durchdringungsvermögen des Präparats stehen nach Gottlieb dem Blätterkokain in keiner Weise nach, während seine resorptiven Giftwirkungen bedeutend geringer sind. Bei intravenöser Einspritzung dagegen zeigt es keinen Unterschied gegenüber dem Kokain. Das Mittel wird von Brodt und Kümmel sowie von Voelcker als sehr gutes Schleimhautanästhetikum empfohlen.

B. Tropakokain.

In den Blättern des javanischen Kokastrauches entdeckte Giesel 1891 ein neues Alkaloid, das von Liebermann 1892 als Benzoylpseudotropein erkannt und synthetisch dargestellt wurde, von Chadbourne den Namen Tropakokain erhielt. Zur therapeutischen Ver-

wendung kommt ausschließlich sein salzsaures Salz, ein weißes, leicht in Wasser lösliches, kristallinisches Pulver mit der Formel $C_8H_{14}NOC_6H_5COHCl$. Die Lösungen sind haltbar und lassen sich durch Kochen sterilisieren. Wir bezeichnen das Tropacocainum hydrochloricum der Kürze halber als Tropakokain*).

Die örtlichen und allgemeinen physiologischen Wirkungen des Mittels wurden zuerst von Chadbourne studiert. Er fand, daß Aufträufeln einer 1%igen wässerigen Lösung auf das Auge nach einer Minute vollständige Gefühllosigkeit der Hornhaut und Bindehaut hervorruft, während Mydriasis geringen Grades nur selten, Akkommodationsstörungen nicht eintreten. Ebenso fehlt die gefäßverengende Wirkung des Kokains. Reizerscheinungen ließ nur das aus den Kokablättern hergestellte Präparat erkennen, während sie dem synthetisch dargestellten Tropakokain abgingen. Auch subkutan eingespritzte Lösungen des neuen Stoffs erzeugten örtliche Betäubung. Chadbournes Mitteilungen über die örtlichen Wirkungen des Tropakokains wurden bald von verschiedenen Seiten bestätigt. Das Mittel erwies sich nach den Beobachtungen von Schweigger, Silex, Ferdinands, Bockenham, Groenouw, Rogmann, Veasey u. a. in 2—3%iger Lösung als ein sehr brauchbares, reizloses Betäubungsmittel für das Auge. Als Vorteil vor dem Kokain wird das Ausbleiben einer Pupillen- und Akkommodationslähmung bezeichnet. Die Gefühllosigkeit tritt sehr rasch ein, ist von kürzerer Dauer als die durch Kokain hervorgerufene, kann aber durch erneutes Einträufeln beliebig verlängert werden. Ausgedehntere Anwendung hat das Mittel jedoch in der Augenheilkunde nicht gefunden. Für die Betäubung der Rachen-, Nasen- und Kehlkopfschleimhaut ist es nach Seifert weniger geeignet: es wirke entweder nicht stark genug oder verursache Reizerscheinungen, einige Male beobachtete er profuse Nachblutungen nach seiner Anwendung. Wie das Mittel einen derartigen Einfluß haben kann, ist allerdings nicht ganz klar. Zahnextraktionen können nach den Mitteilungen von Hugenschmidt, Pinet und Viau, Bauer, Zander, Dillenz durch Einspritzung von 4—5%igen Lösungen ins Zahnfleisch meist schmerzlos ausgeführt werden. Custer empfahl das Mittel für die Schleichsche Infiltrationsanästhesie, und Schleich bediente sich seiner in Substanz zur Betäubung freigelegter Nervenstämme und der Oberfläche seröser Häute (z. B. geöffneter Bruchsäcke).

Eine planmäßige Untersuchung der örtlichen Wirkungen des Tropa-

*) Hergestellt von Merck in Darmstadt.

kokains durch endermatische Einspritzung ergibt folgendes. Die Einspritzung von Tropakokainlösungen (ein indifferentes Lösungsmittel, also 0,8—0,9%ige Kochsalzlösung, vorausgesetzt) ist völlig schmerzlos bis 2%. Stärkere Lösungen bewirken, wie Kokainlösungen, einen kurzen, spezifischen Reiz. Rein wässerige Lösungen lassen von etwa 0,08% abwärts den Quellungsschmerz des Wassers erkennen. Gefrierpunktsbestimmungen wässeriger Tropakokainlösungen ergeben:

3%ige Lösung	Gefrierpunkt	—0,395°
4%ige „	„	—0,540°
5%ige „	„	—0,645°

Es ist daraus zu entnehmen, daß die physiologische Konzentration des Mittels etwa bei 4% liegt, daß wässerige Lösungen von geringerer Konzentration die physiologischen Erscheinungen der Gewebsquellung, konzentriertere Lösungen diejenigen der Wasserentziehung veranlassen müssen. Verdünntere Tropakokainlösungen erfordern daher, wenn sie zur Gewebseinspritzung gebraucht werden sollen, einen Kochsalzzusatz von 0,6—0,9%. Die durch endermatische Einspritzung von Tropakokainlösungen entstandenen Quaddeln werden sofort gefühllos; ich konnte nachweisen, daß noch eine Lösung von 0,01% Tropakokain mit Zusatz von 0,9% Kochsalz merkliche betäubende Eigenschaften besitzt. Die Quaddeln zeigen jedoch ein wesentlich anderes Verhalten als Kokainquaddeln. Ich injiziere in die Haut meines Vorderarmes 0,1%ige Kokain- und 0,1%ige Tropakokainlösung (mit dem entsprechenden Kochsalzzusatz von zirka 0,8%), so daß nebeneinander liegende, gleichgroße Quaddeln entstehen. Beide werden sofort gefühllos, aber die Dauer des Gefühlsverlustes beträgt in der Tropakokainquaddel weniger als die Hälfte wie in der Kokainquaddel, und man muß die Konzentration der Tropakokainlösung gegenüber derjenigen der Kokainlösung um das Fünf- bis Achtfache erhöhen, wenn beide Quaddeln ungefähr gleichlange Zeit gefühllos sein sollen. Die Wirkung des Tropakokains ist also, mit der des Kokains verglichen, eine erheblich flüchtigere. Weiter beobachtet man folgendes: einige Minuten nach der Injektion sieht die Tropakokainquaddel ganz anders aus wie die Kokainquaddel. Letztere hat sich etwas verkleinert, ist flacher geworden; erstere aber hat sich, unter mehr oder weniger starkem Juckreiz, mit unregelmäßigen Rändern nach allen Richtungen hin um das Doppelte und mehr vergrößert und über die Oberfläche der Haut erhoben, ohne daß mit ihrer Vergrößerung eine Ausbreitung des gefühllosen Bezirks verbunden wäre. Sie verschwindet viel später als die Kokainquaddel. Das Tropakokain

gehört also zu den S. 67 erwähnten Stoffen, welche ein sekundäres Ödem der Gewebe, in die sie gespritzt werden, veranlassen. Einen Nachteil für die praktische Anwendung stellen diese Ödeme nicht dar, da sie sehr schnell wieder verschwinden. Sie haben nichts gemein mit den namentlich von Zahnärzten beschriebenen Ödemen und Infiltraten, die nach Einspritzung konzentrierter Kokain-, Tropakokain-, Eukain- und anderer Lösungen entstehen. Konzentrierte Tropakokainlösungen zeigen, wenn sie in die Gewebe gespritzt werden, sehr ausgedehnte Fernwirkungen, die nur in bezug auf ihre Dauer denen gleichprozentiger Kokainlösungen nachstehen. 5%ige Tropakokainlösung, in die Kutis injiziert, macht die Gewebe sehr rasch weit über die Grenzen der unmittelbaren Infiltration für kurze Zeit unempfindlich. Bei Infiltration des subkutanen Zellgewebes mit ½%iger Tropakokainlösung wird auch die darüberliegende Haut unempfindlich.

Gewebsschädigungen lassen sich nach intrakutaner Einspritzung von Tropakokainlösungen geringer und mittlerer Konzentration nicht nachweisen. Die eingespritzten Lösungen werden rasch aufgesaugt, ohne Spuren zu hinterlassen. Die Blutfülle der mit Tropakokainlösungen infiltrierten Gewebe wird nicht merklich durch das Mittel beeinflußt.

Die Ergebnisse dieser Prüfung zeigen, daß das Tropakokain zur örtlichen Betäubung vielseitige Verwendung finden kann, wo auf die lange Dauer der Wirkung nicht viel ankommt. Als minderwertig gegenüber dem Kokain erweist es sich, wenn weitgehende Diffusionswirkungen verlangt werden, die erst nach Ablauf einer gewissen Zeit durch allmähliche Summation der örtlichen Giftwirkung ihre größte Stärke erreichen können, z. B. bei der Betäubung der Schleimhäute durch Oberflächenanwendung. Die örtliche Tropakokainvergiftung hat sich da meist als zu flüchtiger Natur erwiesen, auch fehlt dem Mittel die für die Rhinologie und Laryngologie wichtige gefäßverengernde Eigenschaft des Kokains. Wenn jedoch gleichzeitig Maßnahmen angewendet werden, welche die durch das Tropakokain hervorgerufenen örtlichen Veränderungen festhalten, wie z. B. die Unterbrechung des Blutstroms durch Abschnürung an den Gliedern, da ist das Tropakokain in bezug auf sein Betäubungsvermögen dem Kokain in jeder Beziehung ebenbürtig. Auch in Verbindung mit gleichzeitiger Abkühlung der Gewebe ist Tropakokain, wenn es sich um kurzdauernde Operationen handelt, ein sehr brauchbares Betäubungsmittel. Die Allgemeinwirkungen des Tropakokains sind denen des Kokains sehr ähnlich, es bewirkt, Tieren in toxischen Dosen gegeben, wie jenes einen Erregungszustand des gesamten Zentralnervensystems mit

heftigen kortikalen Krämpfen, denen, wenn nicht der Tod schon vorher eintritt, Lähmung folgt. Die Respiration ist beschleunigt, die Pulsfrequenz steigt, der Blutdruck sinkt, anders wie beim Kokain, das infolge seiner gefäßverengernden Nebenwirkung den Blutdruck erhöht. Die Körpertemperatur erfährt eine Steigerung. Betreffs des Einflusses auf den Vagus waren die Ergebnisse der Chadbourneschen Versuche nicht eindeutig. Der Tod erfolgt nach Einführung tödlicher Dosen durch Lähmung des Atemzentrums, bei intravenöser Einspritzung, auch schon kleiner Dosen, tritt Herzlähmung ein, ehe es zur Atemlähmung kommt. Erwähnt sei, daß die sehr flüchtige, schnell eintretende, aber auch schnell vorübergehende Wirkung des Tropakokains auch bei allgemeiner Vergiftung deutlich sich äußert. Mir ist es wenigstens bei Versuchen an Kaninchen und Meerschweinchen aufgefallen, wie schnell sich die Tiere, denen an der Grenze der tödlichen stehende Tropakokaindosen gegeben wurden, erholen; während sie fast unmittelbar nach der Einverleibung des Mittels von den heftigsten Krämpfen befallen werden, zeigen sie oft schon zehn Minuten später wieder ein völlig normales Verhalten.

Die Giftigkeit des Tropakokains zeigt sich bei Tierversuchen und am Menschen wesentlich geringer als die des Kokains. Das wurde bereits von Chadbourne und Vamossy, von Pinet und Viau hervorgehoben, später von Dillenz und Custer bestätigt. Custer fand, daß beim Kaninchen erst 0,08 Tropakokain pro Kilo in 5%iger Lösung gegen 0,03 Kokain pro Kilo in gleicher Konzentration subkutan eingespritzt deutliche Vergiftungserscheinungen hervorrufen, und glaubt, daß bei Verwendung stark verdünnter Lösungen (0,1 und 0,2%) zu Gewebseinspritzungen die Maximaldosis höher als 0,5 anzunehmen sei. Ob das richtig ist, kann nur durch Erfahrung am Menschen entschieden werden. Ich habe bei Hunderten von Kranken ½%ige Tropakokainlösung in größeren Mengen, bis 40 und 50 ccm, zu Gewebseinspritzungen gebraucht, ohne daß sich jemals die geringsten Allgemeinwirkungen gezeigt hätten. Ich glaube deshalb, daß 0,2 in ½ bis 1%iger Lösung als eine ganz unschädliche Dosis angesehen werden darf. Gewiß kann bei größerer Verdünnung der Lösungen diese Dosis noch erhöht werden. Im übrigen werden zur Verhütung von allgemeiner Vergiftung dieselben Vorsichtsmaßregeln am Platze sein, wie sie bei dem Gebrauch von Kokain zu beobachten sind; es ist zu vermeiden, daß eine größere Menge des Mittels auf einmal in den Kreislauf gelangt. Daher sollen hochkonzentrierte Tropakokainlösungen weder zu Gewebseinspritzungen noch zur Behandlung großer, resorbierender Flächen verwendet werden.

Die von Reclus für die Kokainbetäubung notwendig gehaltene Horizontallage des Kranken ist bei der Tropakokainisierung nicht erforderlich. Beim Menschen sind bedenkliche Tropakokainvergiftungen noch nicht gesehen worden. Leichte Nebenwirkungen aber, Schwindelanfälle, Blässe, Ohnmachten, Zittern der Glieder, Druck in der Herzgegend, Gefühl von Trockenheit im Halse, wurden bei Einspritzung 5—10%iger Lösungen auch bei sehr kleiner Dosis von Zahnärzten häufig beobachtet.

Die Sterilisierung von Tropakokainlösungen stößt auf keine Schwierigkeiten. Sie lassen sich beliebig auskochen und sind unverändert einige Zeit haltbar, wenn sie steril aufbewahrt werden. In verdünnten, nicht sterilisierten oder nicht steril gehaltenen Lösungen wachsen oft Schimmelpilze, welche das Alkaloid teilweise zersetzen können.

Das Mittel wird zurzeit fast nur noch für die Rückenmarksbetäubung gebraucht.

C. Eukain.

Eukain (später als Eukain-A bezeichnet) nannte Vinci ein von Merwing künstlich dargestelltes Alkaloid, das sowohl nach seiner chemischen Zusammensetzung als seiner physiologischen Wirkung auf den lebenden tierischen Organismus dem Kokain sehr nahe steht. Das reine Alkaloid, dessen Zusammensetzung durch die Bezeichnung n-Methyl-benzoyl-tetramethyl-γ-oxypiperidinkarbonsäure-methyl-ester wiedergegeben wird, ist in Wasser sehr schwer, leicht in Alkohol, Äther, Chloroform, Benzol löslich. Sein salzsaures Salz, Eucainum muriaticum, kristallisiert in glänzenden, luftbeständigen Blättchen oder Tafeln, die ein Molekül Kristallwasser enthalten, entsprechend der Formel $C_{19}H_{27}NO_4.HCl.H_2O$. Es löst sich zu etwa 10% in Wasser von Zimmertemperatur. Die Lösungen sind durch Kochen sterilisierbar und haltbar. Die allgemeinen und örtlichen Wirkungen sind die eines starken Protoplasmagiftes. Seine von Vinci an Tieren studierten toxischen Wirkungen waren denen des Kokains ähnlich, insofern größere Dosen zunächst heftige Erregung des Zentralnervensystems mit tonischen und klonischen Krämpfen, nachher Lähmung hervorriefen, wenn das Tier nicht im Krampfstadium zugrunde ging. Der Tod erfolgte durch Atemlähmung. Mit dem Kokain verglichen, schien das Eukain etwas weniger giftig zu sein, doch sagt Vinci selbst, daß der Unterschied beider Körper in dieser Beziehung nicht sehr groß sei. Bei Einträufelung 5%iger Eukainlösung in das Auge, ferner bei subkutaner Einspritzung entfaltete das Mittel starke örtlich betäubende Wirkungen.

Das letztere wurde von zahlreichen Autoren, die das Eukain praktisch anwendeten, bestätigt, gleichzeitig aber ergab sich, daß es neben örtlicher Betäubung starke Reizwirkungen und Hyperämie der Gewebe verursacht und deshalb nicht als ein geeignetes Ersatzmittel für das Kokain angesehen werden kann (Heinze, Reclus). Auch die Anwendung von Kokain-Eukainmischungen (Hackenbruch) dürfte keine wesentlichen Vorteile gewähren. In der Tat wird das Eukain jetzt nicht mehr gebraucht.

Von größerem Wert ist ein zweites von Vinci 1897 dargestelltes, dem Tropakokain nahestehendes Alkaloid, Benzoyltransvinyldiazetonalkamin, welches er Eukain-B*) nannte, während das erste Eukain nunmehr die Bezeichnung Eukain-A erhielt. Diese Benennung hat mancherlei Verwechslungen und Irrtümer hervorgerufen, worauf Marcinowski hinwies. Die freie Base Eukain-B ist, wie Kokain und Eukain-A, in Wasser fast unlöslich, verbindet sich aber mit Säuren zu wasserlöslichen Salzen, von denen wiederum das salzsaure Salz mit der Formel $C_{15}H_{21}NO_2$-HCl dasjenige ist, welches weitgehende praktische Anwendung gefunden hat. Wir wollen es kurz Eukain-B nennen. Es ist ein weißes, kristallinisches Pulver, das sich zu etwa 3½% in Wasser von Zimmertemperatur löst. Die Lösungen sind haltbar und lassen sich, ohne Zersetzung zu erleiden, kochen. Sie besitzen nach Vinci auch gewisse antiseptische Eigenschaften. Vinci selbst fand ferner, daß die Schleimhaut des Mundes nach Bepinselung mit Eukain-B-Lösung gefühllos wird, daß nach Einträufelung derselben ins Auge schnell Gefühllosigkeit der Bindehaut und Hornhaut eintritt, während die Pupille und die Akkommodation im Gegensatz zum Kokain für gewöhnlich nicht beeinflußt werden, und daß der Anwendung des Mittels eine Hyperämie folgt, welche aber viel geringer ist als beim Eukain-A. Das Eukain-B fand sehr bald die vielseitigste Anwendung auf allen Gebieten, wo bisher allein das Kokain als örtliches Betäubungsmittel in Frage kam; zuerst in der Augenheilkunde (Silex), dann in der Urologie (Wossidlo, Legueu), in der Laryngologie und Rhinologie, ferner zu Gewebseinspritzungen in der Zahnheilkunde (Dumont, Legrand, Kiesel, Thiesing) und in der allgemeinen Chirurgie (Braun, Heinze, Reclus).

Über die Eigenschaften des Mittels bei örtlicher Anwendung geben die planmäßigen Untersuchungen Heinzes und des Verfassers Aufschluß. Bei endermatischer Einspritzung zeigte sich eine fast vollkommene Übereinstimmung mit dem Kokain. Die Einspritzung der

*) Hergestellt von der chemischen Fabrik vorm. E. Schering in Berlin.

Lösungen ist bei Anwendung eines indifferenten Lösungsmittels vollkommen schmerzlos, selbst 10%ige (durch Erwärmen herzustellende) Lösungen erregen bei der Einspritzung keinen spezifischen Reiz. Die untere Grenze der Wirksamkeit des Mittels liegt sehr tief, wie die des Kokains, denn noch 0,005%ige Lösungen ließen an der durch endermatische Einspritzung entstandenen Quaddel eine deutliche Gefühlsstörung erkennen. Letztere ist meist von etwas geringerer Dauer als die durch Kokain bedingte. Wenn man bei einer Versuchsperson eine Quaddel mit 0,1%iger Kokainlösung einspritzt, so muß man daneben eine Quaddel mit einer etwa 0,15%igen Eukain-B-Lösung machen, wenn in beiden eine ungefähr gleich lange andauernde Gefühlsstörung entstehen soll. Konzentriertere (mehr als 1%ige) Lösungen machen die Gewebe mehr oder weniger über die Zone der unmittelbaren Infiltration hinaus gefühllos. Die Ausdehnung dieser Diffusionszone ist aber erheblich geringer, als wenn Kokainlösung von gleichem Prozentgehalt eingespritzt wird. Dementsprechend ist auch die betäubende Wirkung des Mittels auf Schleimhäute und Nervenstämme eine langsamere und weniger starke als diejenige gleichprozentiger Kokainlösungen.

In osmotisch indifferenter und mäßig konzentrierter Lösung eingespritzt, bewirkt Eukain-B keine Gewebsschädigung. Die durch intrakutane Einspritzung gebildeten Quaddeln verschwinden rasch, ohne Infiltrate zu hinterlassen. Konzentrierte Lösungen (10%ige) werden nicht so reaktionslos von den Geweben, in welche sie eingespritzt sind, vertragen; es bleiben meist schmerzhafte Infiltrate zurück. Konzentrierte Kokain- und Tropakokainlösungen verhalten sich ebenso. Die Ursache dieser Erscheinung ist wohl nicht allein das eingespritzte Mittel, sondern auch die physikalische, wasserentziehende Eigenschaft solcher Lösungen. Rein wässerige Eukain-B-Lösungen sind bei der Einspritzung ebenfalls schmerzlos bis herab zu 0,04%, das Betäubungsmittel verdeckt den Quellungsschmerz. Gefrierpunktsbestimmungen von Eukain-B-Lösungen ergeben nämlich

1%	Gefrierpunkt . . .	—0,125°
2%	„ . . .	—0,245°
3%	„ . . .	—0,36°
4%	„ . . .	—0,45°

Die physiologische Konzentration des Mittels liegt also etwa bei 5%. Verdünntere Lösungen erfordern daher, wenn sie geprüft oder zu Gewebseinspritzungen verwendet werden sollen, einen Kochsalzzusatz von 0,6—0,9% zur Verhütung von Gewebsquellung mit ihren Folgen.

Die Einspritzung von Eukain-B-Lösung ruft einen mäßigen Grad von Blutüberfüllung der infiltrierten Gewebe hervor. Die Ergebnisse einer derartig durchgeführten Prüfung des Mittels lassen erkennen, daß die örtlich betäubenden Eigenschaften seiner Lösungen im allgemeinen denjenigen von Kokainlösungen mit nur wenig geringerem Prozentgehalt entsprechen, daß aber seine Diffusionswirkungen geringere sind, als die des Kokains, was jedoch ebenfalls durch eine Erhöhung der Konzentration ausgeglichen werden kann. Der Anwendung von Lösungen mit mehr als 3½% Eukain-B steht an sich nichts im Wege, da sie durch Erwärmung leicht hergestellt werden können, und das Salz auch nach dem Erkalten derselben nicht sogleich ausfällt. Die einem so stark und in so großer Verdünnung wirksamen Protoplasmagift, wie dem Eukain-B, unvermeidlich anhaftenden toxischen Allgemeinwirkungen sind von Vinci an Tieren studiert worden. Wie beim Kokain sah er nach großen Dosen einen Erregungszustand des Zentralnervensystems mit Krämpfen und Exophthalmus eintreten, der aber weit geringer als beim Kokain und Eukain-A und oft nur angedeutet war; ihm folgte zentrale Lähmung. Der Tod trat durch Atemlähmung ein, während das Herz noch weiter schlug. Außerdem aber besitzt das Mittel nach Vinci eine kurareartige, lähmende Wirkung auf die peripheren motorischen Nervenendigungen und den Vagus. Die Atmung ist beschleunigt, nur während des Krampfstadiums ist sie unregelmäßig dyspnoisch, im Stadium der Lähmung wird sie oberflächlich. Der Puls ist verlangsamt infolge Einwirkung auf die exzitomotorischen Herzganglien. Der Blutdruck sinkt infolge von Vasomotorenlähmung. Sehr bemerkenswert ist die mit dem Kokain verglichen weit geringere Giftigkeit des Mittels. Die tödliche Dosis war nämlich nach Vinci, wenn die Lösungen subkutan oder intraperitoneal eingespritzt wurden,

	Eukain	Kokain	
bei Kaninchen:	0,40—0,50	0,10—0,12	pro Kilo
beim Meerschweinchen:	0,30—0,35	0,05—0,06	„ „

Dolbeau, Schmidt, Dumont und Legrand fanden gleichfalls die für Tiere tödliche Dosis des Eukain-B 3—3¾ mal größer als die des Kokains. Meine eigenen Versuche ergaben dasselbe, vorausgesetzt, daß die Konzentration der Kokain- und Eukain-B-Lösungen ungefähr die gleiche war. Konzentrierte Eukainlösungen wirken giftiger als verdünnte Kokainlösungen. Dolbeaus Angabe, daß bei intravenöser Einspritzung Eukain-B ebenso giftig sei als Kokain, konnte ich nicht bestätigen. Mir zeigte sich auch da ein wesentlicher Unterschied zu-

gunsten des Eukain-B. 0,01 Kokain in 1%iger Lösung einem Kaninchen von 1500 g Gewicht in die Ohrvene gespritzt, veranlaßte eine äußerst schwere, beinahe tödliche Vergiftung; ein gleich schweres Kaninchen, dem 0,01 Eukain-B in gleicher Konzentration intravenös eingespritzt worden war, ließ keine Vergiftungssymptome erkennen. Wie bei der Kokainvergiftung spielt auch bei der Eukain-B-Vergiftung die Konzentration der angewendeten Lösung eine ganz wesentliche, maßgebende Rolle. Einem Kaninchen von 2900 g Gewicht wurden 3 ccm 10%iger Eukain-B-Lösung (zirka 0,1 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut gespritzt. Nach fünf Minuten zeigten sich klonische Krämpfe, denen bald Lähmung der Glieder folgte; das Tier lag auf dem Bauch und streckte die Glieder von sich, fiel auf die Seite, 1½ Stunde später erschien das Tier wieder normal. Einem Kaninchen von 2800 g Gewicht wurden 30 ccm 1%iger Eukain-B-Lösung (etwas mehr als 0,1 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut gespritzt. 15 Minuten später wurde eine leichte Parese der Glieder beobachtet, die nach 1½ Stunde wieder verschwunden war. Einem Kaninchen von 2750 g Gewicht wurden 300 ccm 0,1%iger Eukain-B-Lösung (etwas mehr als 0,1 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut gespritzt. Es traten keine Vergiftungserscheinungen auf. Einem Kaninchen von 2090 g Gewicht wurden 100 ccm 1%iger Eukain-B-Lösung (0,5 pro Kilo) subkutan eingespritzt. Nach kurzem Krampfstadium trat zehn Minuten später der Tod ein. Einem Kaninchen von 1530 g Gewicht wurden 750 ccm 0,1%iger Eukain-B-Lösung (0,5 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut gespritzt (natürlich mit Kochsalzzusatz). Es folgte eine leichte Vergiftung ohne Krämpfe mit Parese der Glieder. Nach vier Stunden war das Tier wieder normal. Man muß, will man eine klare Vorstellung gewinnen, solche Versuche oft wiederholen. Denn wie beim Kokain beobachtet man, daß nach großen Eukaingaben in konzentrierter Lösung plötzlich einmal bei einem Tier die Vergiftung ganz ausbleibt oder viel milder oder auch schwerer verläuft, als man erwartet. So sah ich, wie 0,3 pro Kilo Eukain-B in 10%iger Lösung, einem Kaninchen von 2120 g Gewicht unter die Rückenhaut gespritzt, ohne die geringste toxische Wirkung vertragen wurden. Dieselbe Dosis, demselben Tier acht Tage später in gleicher Weise verabreicht, ergab eine äußerst schwere Vergiftung. Diese Unterschiede in der Wirkung gleicher Dosen konzentrierter Lösung sind unzweifelhaft veranlaßt durch unkontrollierbare Schwankungen der Resorptionsgeschwindigkeit des Mittels. Eukainvergiftung tritt eben, wie die Kokainvergiftung, dann ein, wenn auch nur relativ kleine Dosen auf einmal in den Kreislauf gelangen, und bleibt aus,

auch bei relativ großen Dosen, wenn das verhindert wird. Für die Anwendung und Dosierung des Eukain-B sind daher dieselben Gesichtspunkte maßgebend wie für die Anwendung und Dosierung des Kokains. Die Maximaldosis des Eukain-B für den Menschen, welche entsprechend der Verdünnung der Lösung erhöht werden kann, vermag nur durch Erfahrungen am Menschen erkannt zu werden. Sie ist ganz sicherlich erheblich größer als die Kokaindosis, welche ohne Allgemeinwirkung vertragen wird. Wenn ich auf meine eigenen, recht umfangreichen Erfahrungen mich stützen darf, so kann ich sagen, daß ich eine Dosis von 0,1 in 1—2%iger Lösung für eine niedrige, sicherlich nicht zu hohe Dosis halte, welche von anderen Autoren wesentlich überschritten worden ist, daß ich von ½%iger Lösung sehr oft 20—30 ccm (= 0,1 bis 0,15) und von 0,1%iger Lösung wiederholt 300 ccm (= 0,3) eingespritzt habe. Ich habe nie eine Eukain-B-Vergiftung bei Kranken gesehen und halte die genannten Dosen für unschädlich. Vor der Angabe Lohmanns, daß man bis zu 30 ccm 10%iger Eukain-B-Lösung (= 3 Gramm!) anwenden dürfe, kann nicht dringend genug gewarnt werden, ebenso vor der Anwendung so hoch konzentrierter Lösungen zu Gewebseinspritzungen überhaupt. Ich sollte meinen, es sei nicht nötig, daß wir, wie beim Kokain, wiederum erst durch lange Erfahrung und Schaden klug zu werden brauchen.

In der Literatur sind nirgends Vergiftungen mit Eukain-B mitgeteilt, abgesehen von den Fällen, wo es zur Bierschen Rückenmarksbetäubung angewendet wurde. Die übeln Erscheinungen dabei sind aber sicherlich zum allergrößten Teil gar nicht als Resorptionswirkungen, sondern als örtliche Wirkungen der eingespritzten Lösungen auf das Zentralnervensystem aufzufassen. Das negative Ergebnis literarischer Studien beweist noch nicht, daß nicht doch Eukainvergiftungen vorgekommen sind. Im allgemeinen scheint man jedoch bei der Anwendung des Mittels die nötige Vorsicht nicht unterlassen zu haben. Marcinowski, dem wir eine eingehende und sorgfältige Studie über das Eukain verdanken, hat an sich selbst nach Einspritzung einer 5%igen Eukain-B-Lösung (Dosis ist nicht angegeben) in den Oberschenkel eine leichte Vergiftung beobachtet. Auch ich kann mit einem solchen Erlebnis aufwarten. Ich spritzte zu Versuchszwecken an einen Nervenstamm meines Vorderarmes, ich glaube, es war der N. medianus, 1 ccm einer 3%igen Eukain-B-Lösung (also 0,03!). Nach fünf Minuten stellte sich Übelbefinden, Schwindel und, wie bei Marcinowski, eine eigentümliche Schwere und Schwäche der Glieder ein, welche mich zwang, mich hinzulegen. Nach einer Viertelstunde war alles wieder in

Ordnung. Konzentrierte Lösungen des Eukain-B dürfen ebensowenig zu Gewebsinjektionen verwendet werden wie konzentrierte Kokainlösungen, damit muß man sich abfinden und die Technik so einrichten, daß sie nicht nötig sind. Ich glaube nicht, daß es jemals nötig und ratsam ist, die Konzentration der Eukain-B-Lösungen von 1—2% zu überschreiten. Man sollte diese nicht für „schwache", sondern bereits für konzentrierte Lösungen halten.

Die Vorzüge des Eukain-B vor dem Kokain sind, um das noch einmal hervorzuheben, seine unzweifelhaft milderen toxischen Wirkungen, ferner die Haltbarkeit und leichtere, durch Kochen zu bewerkstelligende Sterilisierbarkeit seiner Lösungen. Die Nachteile der Eukain-B sind das etwas geringere Betäubungsvermögen, welche bei manchen, nicht bei allen Betäubungsverfahren zu einer Steigerung der Konzentration der Lösungen zwingt, und die leicht gefäßerweiternde Eigenschaft des Mittels. Manche Autoren (Mikulicz) suchten letztere zu vermeiden, indem sie den Eukainlösungen Kokain zusetzten.

Vor einiger Zeit brachte die Firma Schering ein neues Eukain-B-Salz in den Handel, Eucainum aceticum. Dasselbe unterscheidet sich von dem salzsauren Salz durch seine leichte Wasserlöslichkeit (bis zu 33%). Nach Cohn sind seine Wirkungen auf das Auge wenig von denen des Eucainum-B muriaticum verschieden; stärkere als 2%ige Lösungen riefen allerdings einen unangenehmen Reizzustand hervor. Ich habe das Mittel flüchtig am Gesunden geprüft und ebenfalls gefunden, daß es nicht so reizlos ist wie das salzsaure Eukain-B. Ob daher die konzentrierten Lösungen für die Schleimhautbetäubung zweckmäßig sind, erscheint zweifelhaft. Will man ein sehr leicht wasserlösliches Eukain-B-Salz haben, so scheint das von mir kürzlich geprüfte milchsaure Eukain-B geeigneter zu sein. In bezug auf sein Betäubungsvermögen unterscheidet es sich nicht von dem salzsauren Salz. Reizwirkungen hat es ebensowenig wie dieses.

D. Holokain.

Das Holokain wurde 1897 von Täuber durch Vereinigung molekularer Mengen von Phenazetin und Phenatidin erhalten. Es gehört in die Gruppe der Amidine (p-diäthoxyäthenyl-diphenyl-amidin), ist eine in Wasser unlösliche Base, deren salzsaures Salz in weißen Nadeln kristallisiert und zu 2,5% in Wasser löslich ist. Die Lösungen sind sehr empfindlich gegen Alkalien und müssen daher in Porzellangefäßen hergestellt werden. Sie sind nach Legrand gut haltbar und lassen sich durch Kochen in Porzellangefäßen sterilisieren. Das Mittel ist

bisher nur in der Augenheilkunde von Guttmann, Hirschfeld, Denneffe u. a. angewendet worden. Beim Einträufeln von Holokainlösung in das Auge entsteht heftiges Brennen, dann eine brauchbare Gefühllosigkeit. Auch bei endermatischer Einspritzung zeigt sich ein starker Reiz, ehe Gefühllosigkeit eintritt. Das Holokain besitzt vor dem Kokain und Eukain-B keine Vorteile, darf aber seiner toxischen Wirkungen wegen (schon Dosen von 0,01 pro Kilo rufen beim Kaninchen schwere Krämpfe hervor) nur mit größter Vorsicht angewendet werden. Pouchet verwirft das Mittel, weil die im Handel befindlichen Präparate sich sehr verschieden verhalten. Nach Legrand ist es am besten aus der therapeutischen Rüstkammer zu beseitigen.

E. Aneson.

Unter dem Namen Aneson oder Anesin wurde im Jahre 1897 von der Firma Hoffmann, La Roche & Co. in Basel eine zirka 1—2%ige wässerige Lösung des Trichlorpseudobutylalkohols, auch Azetonchloroform, in England Chloretone genannt, in den Handel gebracht. Azetonchloroform wirkt nach Vamossy in Dosen von ½—1 g beim Menschen als ein von jeder unangenehmen Nebenwirkung freies, nach Impens dagegen sehr gefährliches Schlafmittel. Vamossy empfahl es auch zur örtlichen Betäubung. Das Aneson des Handels stellt eine klare, farblose Lösung mit dem eigentümlich schimmelartigen Geruch des Azetonchloroforms dar. Ihr Gefrierpunkt ist —0,118, sie erfordert also Kochsalzzusatz zur Verhinderung von Gewebsquellung. Vamossy gibt, zum Teil gestützt auf Mitteilungen von Israi, Grósz, Antal, Bilasko, an, daß das Aneson sowohl bei der Anwendung auf Schleimhäute, als auch bei Gewebsinjektionen örtliche Betäubung hervorrufe und in seiner Wirksamkeit einer 2—2½%igen Kokainlösung entspreche. Heinze und ich haben daraufhin eine Prüfung der Lösung vorgenommen. Das Aneson ruft bei endermatischer Einspritzung lebhaften Schmerz hervor, dem eine auf die Quaddel beschränkte Gefühllosigkeit von einigen Minuten Dauer folgt. Eine Ausbreitung der Gefühllosigkeit über die Grenze des unmittelbar infiltrierten Gebietes findet niemals statt, von einer merklichen Einwirkung auf Schleimhäute haben wir uns nicht überzeugen können, ebensowenig von einer Einwirkung auf Nervenstämme, wie ich einer Mitteilung von Moosbacher gegenüber betonen muß. An den mit Aneson infiltrierten Hautstellen bleiben schmerzhafte Infiltrate zurück. Durch Kochen verliert das Aneson seine Wirksamkeit fast ganz. Wir müssen also die Angabe Vamossys, daß das Mittel einer 2%igen Kokainlösung mit ihrer ungeheuren örtlich betäubenden Wir-

kung entspreche, durchaus bestreiten. Will man einen Vergleich mit Kokain anstellen, so würde man bei einer etwa 0,05%igen Kokainlösung die gleichen örtlich betäubenden Eigenschaften finden und könnte, wie Rubinstein und Sternberg, das Aneson gleich einer 0,05%igen Kokainlösung zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie brauchen. Werden 100 ccm Aneson (Kostenpunkt im Großpreis 3,50 M.) einem Kaninchen von 2700 g Gewicht subkutan injiziert, so verfällt dasselbe für 24 Stunden in einen tiefen, todähnlichen Schlaf, Puls und Respiration sind stundenlang kaum noch erkennbar, dann erholt sich das Tier allmählich. 100 ccm einer 0,05%igen Kokainlösung (Kostenpunkt Bruchteile eines Pfennigs) bewirken niemals irgend welche Allgemeinerscheinungen. Aneson ist deshalb für die örtliche Betäubung unbrauchbar.

F. Akoin.

Mit dem Namen der Akoine wurde von Trolldenier eine Reihe dem Holokain verwandter chemischer Verbindungen (Alkyl-oxyphenylguanidine) bezeichnet. Das Akoin des Handels*) ist das salzsaure Salz eines dieser Guanidine. Sein chemischer Name ist Di-p-anisyl-mono-p-phenetyl-guanidinchlorhydrat. Dieses Akoin bildet ein weißes, kristallinisches Pulver, geruchlos, von bitterem Geschmack, in kaltem Wasser zu 6% löslich, sehr leicht in Alkohol löslich. Die Lösungen wirken stark antiseptisch. Trolldeniers Untersuchungen des Mittels, die er teils an Tieren, teils an sich selbst und anderen gesunden Personen vornahm, ergaben, daß es ein Betäubungsmittel mit außerordentlich starken und langdauernden Wirkungen ist. An Augen von Kaninchen wirkte es schon in Lösungen von 1:2000 anästhesierend; Einträufelung einer 1%igen Lösung erzeugte Gefühllosigkeit von etwa $^3/_4$ Stunde, einer 5%igen Lösung solche von mehr als 24 Stunden Dauer. Reizwirkungen zeigten sich erst bei mehr als 1%igen Lösungen. An den Augen von Pferden und Hunden ergaben 1%ige Lösungen brauchbare Schmerzlosigkeit, am menschlichen Auge war sie weniger gut, der Reiz stärker. Endermatische Einspritzung am menschlichen Körper rief Quaddelgefühllosigkeit hervor, welche auffallend lange Zeit, bei einer Konzentration von 0,05% (mit entsprechendem Kochsalzzusatz von 0,8%) 35 Minuten, bei einer Konzentration von 0,1% 40 Minuten andauerte. Ich habe gleich nach der ersten das Akoin betreffenden Mitteilung Trolldeniers eine planmäßige Prüfung der örtlichen Wirkungen des

*) Gefunden und hergestellt von der chemischen Fabrik von Heyden in Radebeul bei Dresden.

Mittels durch endermatische Einspritzung am gesunden Menschen vorgenommen und bestätigt gefunden, daß es eine Quaddelgefühllosigkeit von ganz ungewöhnlicher Dauer hervorruft.

Konzentration der Lösung.
(Lösungsmittel 0,8%ige Kochsalzlösung):

5%—1%	0,5%	0,2%	0,1%	0,05%	0,01%	0,005%	0,0025%
viele Stund.	2 Stdn.	1 Stde.	30—40 Min.	20—26 Min.	10 Min.	6 Min.	4 Min.

Dauer der Quaddelgefühllosigkeit.

Die Dauer der Gefühllosigkeit ist um das Vielfache größer als die durch Kokainlösungen gleicher Konzentration bewirkte. Setzt man zu indifferenten Kochsalzlösungen Akoin in Menge von 0,0005% hinzu, so zeigt sich bei Quaddelbildung immer noch eine deutliche Gefühlsstörung. Die untere Grenze der Wirksamkeit des Mittels läßt sich also noch erheblich weiter verfolgen als diejenige des Kokains.

Bei der Quaddelprüfung zeigt sich sehr deutlich noch ein anderer Unterschied von Kokain und den übrigen örtlich betäubenden Mitteln. Während bei diesen nämlich die Schmerzlosigkeit der Kutis im Bereich der Quaddel augenblicklich nach der Einspritzung entsteht, vergehen nach der Einspritzung von Akoinlösungen einige Sekunden, bis zu ½ Minute und länger, ehe der Gefühlsverlust des infiltrierten Gewebes vollkommen ist. Die von dem Mittel in der Nervensubstanz hervorgerufenen Veränderungen entstehen also langsamer, sind aber weit beständiger als bei der örtlichen Kokainvergiftung. Die Einspritzung von Akoinlösungen niedriger Konzentration ist von einem geringen, leicht erträglichen Schmerz begleitet. Gewebsschädigungen lassen die sehr verdünnten Lösungen nicht erkennen; schon ½%ige Lösungen jedoch hinterlassen schmerzhafte Infiltrate an der Einverleibungsstelle, 5%ige Lösungen bewirken teilweises Absterben der Quaddeln.

Die durch Diffusion zustande kommenden Fernwirkungen von Akoinlösungen (bei der Anwendung auf Schleimhäute, bei der Betäubung von Nervenstämmen) erweisen sich dagegen als wesentlich geringer als die von Kokainlösungen gleicher Konzentration. Das Akoin ist selbstverständlich ein schweres Gift, bei dessen Anwendung die größte Vorsicht am Platze ist. Der anscheinend nur auf Fütterungsversuche bei Tieren gestützten Angabe Trolldeniers, daß man der geringen Giftigkeit des Mittels wegen selbst große Mengen gefahrlos werde einspritzen können, muß man das größte Mißtrauen entgegenbringen. Ihr steht bereits die Mitteilung Thiesings gegenüber, nach

dessen Versuchen die tödliche Akoindosis für Kaninchen bei subkutaner Einspritzung viel geringer sei als die tödliche Kokaindosis (0,15 Kokain in 1%iger Lösung, gegen 0,08 Akoin in 1%iger Lösung). Ich will meine eigenen Versuche, die ich vor einigen Jahren an Kaninchen ausführte, hier kurz mitteilen:

1. Kaninchen von 1220 g Gewicht. Subkutane Einspritzung von 6 ccm 2%iger Akoinlösung (=0,1 pro Kilo) unter die Rückenhaut: Nach 10 Minuten Parese der Vorderbeine, dann der Hinterbeine. Bald vollständige Lähmung und hochgradig erschwerte Atmung. Diese Erscheinungen hielten 4 Stunden an, wobei anscheinend das Bewußtsein völlig erhalten war. Dann erholte sich das Tier ziemlich schnell.

2. Kaninchen von 1070 g Gewicht. Subkutane Einspritzung von 2,5 ccm einer 2%igen Akoinlösung (=0,05 pro Kilo) unter die Rückenhaut. Nach 20 Minuten ähnliche Symptome, aber weniger stark und nur eine Stunde andauernd.

3. Kaninchen von 2150 g Gewicht. Einspritzung von 13 ccm 2%iger Akoinlösung (=0,12 pro Kilo) subkutan unter die Rückenhaut. Kurz dauernde, vereinzelte Krämpfe, dann Lähmung. Nach 24 Stunden lebte das Tier noch, völlig gelähmt, und wurde durch Chloroform getötet.

4. Kaninchen von 1270 g Gewicht. Subkutane Einspritzung von 160 ccm 0,1%iger Akoinlösung (mit Zusatz von 0,8% Kochsalz) (=0,12 pro Kilo). 20 Minuten später schwere Vergiftung. Lähmung der Glieder. Nach 6 Stunden erholt sich das Tier wieder.

5. Kaninchen von 1800 g Gewicht. Subkutane Einspritzung von 270 ccm 0,1%iger Akoinlösung (mit Zusatz von 0,8% Kochsalz) (= 0,15 pro Kilo). Schwerste Vergiftung mit Lähmung aller Körpermuskeln. Tod nach 2Stunden an Atemlähmung.

6. Kaninchen von 1300 g Gewicht. Subkutane Einspritzung von 200 ccm 0,1%iger Akoinlösung (mit Zusatz von 0,8% Kochsalz) (=0,16 pro Kilo). Nach 20 Minuten Parese der Extremitäten, nach 2 Stunden völlige Lähmung bei erhaltenem Bewußtsein. Nach 20 Stunden lebt das Tier noch, völlig gelähmt, und wurde getötet.

7. Kaninchen von 1590 g Gewicht. Subkutane Einspritzung von 13 ccm 2%iger Akoinlösung (=0,164 pro Kilo). Nach 10 Minuten Unfähigkeit, die Glieder koordiniert zu bewegen. Erschwerte Respiration. Nach 15 Minuten kurze Krämpfe, dann Lähmung, anscheinend bei erhaltenem Bewußtsein. Nach 20 Minuten Tod an Atemlähmung.

8. Kaninchen von 3040 g Gewicht. Subkutane Einspritzung von 25 ccm 2%iger Akoinlösung (=0,164 g pro Kilo). Tod unter gleichen Erscheinungen nach 2 Stunden.

9. u. 10. Dosen von 0,2 und 0,7 pro Kilo in 2%iger Lösung führten nach wenigen Minuten zum Tode.

Genauere pharmakologische Untersuchungen des Akoins sind meines Wissens noch nicht vorgenommen worden, ich kann also nur vermuten, daß das Mittel vielleicht eine periphere, kurareartige Lähmung, ähnlich dem Eukain, hervorruft. Indessen lassen die oben geschilderten Versuche doch einige allgemeine Schlüsse zu, die von Interesse sind. Auch die Erscheinungen der allgemeinen Akoinvergiftung

zeigen die schon bei der örtlichen Akoinvergiftung gefundene Tatsache, daß die Veränderungen, die das Mittel hervorruft, sehr beständig sind. Mittlere Dosen, welche nicht den sofortigen Tod der Tiere verursachten, bewirkten einen entsetzlichen Zustand von Vergiftung, der noch nach 20 und 24 Stunden unverändert anhielt und uns zwang, die Tiere zu töten. Allgemeine Kokain-, Eukain-, Tropakokainvergiftungen pflegen, wenn überhaupt, dann sehr schnell überstanden zu werden. Ein weiterer Umstand von Interesse ist der, daß die gleiche Dosis des Mittels in konzentrierter und verdünnter Lösung gar nicht sehr verschieden wirkt, also der Konzentration der Lösung nicht die Bedeutung beizumessen ist, wie bei Anwendung von Kokainlösungen. Die Ursache dieser Erscheinung scheint mir auf der Hand zu liegen: die große Beständigkeit der an den vergifteten Organen eintretenden Veränderung führt eben auch bei verlangsamter Resorption durch allmähliche Summierung der Giftwirkung schließlich denselben Zustand herbei, wie wenn die gleiche Dosis schnell resorbiert worden wäre. Und endlich zeigen die Versuche, daß die toxischen Wirkungen des Akoins außerordentlich heftige, gewiß nicht geringere als die des Kokains sind. Angesichts dieser scheußlichen, langdauernden Akoinvergiftungen, bei denen die Tiere nicht leben und sterben können, erscheint das Kokain in der Tat als das bei weitem unschuldigere Mittel. Es ist daher gewiß ratsam, Thiesings Maximaldosis von 0,025 nicht zu überschreiten.

Praktisch angewendet wurde Akoin zuerst von Darier. Er fand, daß Einspritzungen von Zyanquecksilber unter die Bindehaut, welche sonst heftige und langdauernde Schmerzen verursachen, sich schmerzlos ausführen lassen, wenn den Lösungen des Medikaments kleine Mengen einer 1%igen Akoinlösung zugesetzt werden. Mit Kokain war dies seiner kurzdauernden Wirkung wegen nicht zu erreichen. Der Wert des Akoins für den Zweck subkonjunktivaler Einspritzungen ist von verschiedenen Augenärzten (Guibert, Carter, Hirsch, Etiévant) bestätigt worden und kann wohl als gesichert gelten. Die Zahnärzte Senn, Nipperdey, Bab, Thiesing empfehlen die Einspritzung ½—2%iger Akoinlösung zur örtlichen Betäubung bei Zahnextraktionen, Bab in Verbindung mit Kokain. Die Wirksamkeit einer ½% Akoin und ½% Kokain enthaltenden Lösung kommt nach seiner Erfahrung der einer 5%igen Kokainlösung gleich. Spindler endlich rühmt die langdauernde Wirkung einer 0,1%igen Akoinlösung bei der Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Zu diesem Zweck habe auch ich Lösungen, welche 0,05—0,1% Akoin und 0,1% Eukain-B enthalten (selbstverständlich mit dem üblichen Kochsalzzusatz von 0,8%), längere Zeit hindurch bei

allerlei größeren Operationen angewendet. Ich habe Eukain-B zugesetzt, weil der allerdings an und für sich geringe, aber doch manchen Kranken unangenehme Akoininjektionsschmerz dadurch fast ganz aufgehoben wird. Es ist ein unzweifelhafter Vorteil, daß das Mittel die infiltrierten Gewebe für mehrere Stunden unempfindlich macht. Insbesondere war mir die Akoinlösung zur Ausführung von Hämorrhoidaloperationen von Wert erschienen, bei denen die gewöhnlichen Kokain- und Eukainlösungen oft nicht ausreichen. Ich habe bis zu 0,05 und etwas darüber Akoin pro dosi gebraucht, ohne einen Schaden zu bemerken. Ich trage jedoch Bedenken, mehr als $^1/_4$—$^1/_2$% Akoin enthaltende Lösungen zu Gewebsinjektionen anzuwenden, weil sie ohne Frage Gewebsschädigungen verursachen müssen und sich in den meisten Fällen ausreichende Gefühllosigkeit mit den anderen Mitteln ohne Gewebsschädigung erzielen läßt.

Wie sein Verwandter, das salzsaure Holokain, ist auch das Akoin in seinen Lösungen äußerst empfindlich gegen Alkalien und wird durch Spuren derselben, wie sie z. B. von Glas beim Kochen abgegeben werden, gefällt. Deshalb sind gewisse Vorsichtsmaßregeln beim Herstellen der Lösungen notwendig. Es darf nur sterilisiertes Wasser verwendet werden, und die Lösung wird am besten in Porzellangefäßen kalt oder unter vorsichtiger Erwärmung vorgenommen, dann die nötige Kochsalzmenge zugesetzt. Die fertigen Lösungen lassen sich durch Kochen beliebig sterilisieren, ohne daß eine Zersetzung eintritt, und sind haltbar, wenn sie in dunkeln Gläsern, die vorher in Salzsäure ausgekocht und mit sterilisiertem Wasser nachgespült sind, aufbewahrt werden. Es ist vorteilhaft, sich eine auf diese Weise hergestellte 1—2%ige wässerige Akoinlösung vorrätig zu halten, welche vor dem Gebrauch verdünnt wird. Zur Herstellung der von mir verwendeten Eukain-Akoinlösungen bediente ich mich einer Vorratslösung von 25 Teilen Akoin in 100 Teilen absolutem Alkohol, welche ebenfalls haltbar ist. 6 Tropfen von ihr enthalten ungefähr 0,05, 12 Tropfen ungefähr 0,1 Akoin, welche der 0,1%igen Eukainlösung kurz vor dem Gebrauch zugesetzt wurden. Zur Herstellung konzentrierter, also z. B. 1%iger Akoinlösungen ist diese alkoholische Stammlösung natürlich nicht verwendbar, weil die Gebrauchslösung dann zu viel Alkohol enthalten würde. Die in Sodalösung ausgekochten Spritzen und Kanülen müssen durch Auswaschen mit Wasser sorgfältig von dem Alkali befreit werden, wenn mit ihnen Akoineinspritzungen gemacht werden sollen. Nach der Einführung des Suprarenins habe ich das Mittel nicht mehr gebraucht und halte es ebenfalls, wenigstens für die operative örtliche Betäubung,

für unnötig, weil sein einziger Vorteil, die langdauernde Schmerzlosigkeit, durch Zusatz von Suprarenin zu anderen Mitteln sich viel besser erreichen läßt.

G. Die Betäubungsmittel der Orthoformgruppe*).

a) Orthoform.

Lange Zeit ist es eine offene Frage gewesen, ob zur Hervorrufung örtlicher Betäubung das vollständige Kokainmolekül notwendig sei, oder ob auch dessen Spaltungsrückstände die gleiche Wirkung zeigten. Filehne**) hat sie infolge des Umstandes, daß das aus dem Kokain gewonnene Alkaloid Ekgonin, ohne mit der Benzoesäure verkuppelt zu sein, gänzlich wirkungslos ist, während dagegen auch andere, in keiner Beziehung zum Kokain stehende Alkaloide durch Aufnahme der Benzoylgruppe in ihre Konstitution kokainartige Eigenschaften gewinnen, dahin beantwortet, daß zur Hervorbringung von örtlicher Betäubung das Vorhandensein der Benzoylgruppe in der betreffenden Verbindung unbedingt nötig sei. Ehrlich***) dagegen kommt zu der Ansicht, daß die betäubende Wirkung nur an gewisse Körper der Kokainreihe gebunden sei, und zwar an diejenigen, in denen der Ekgoninäther bestimmte Säureradikale aufgenommen hat, die man zweckmäßig als anästhesiphore bezeichnen könne.

Angeregt durch diese Untersuchungen kamen Einhorn und Heinz bei ihren Experimenten zu dem Ergebnis, daß es ein geradezu charakteristisches Merkmal aller aromatischen Amidooxyester sei, örtliche Betäubung zu erzeugen. Unter diesen Körpern wiederum ruft die vollkommenste örtliche Betäubung der p-Amido-m-Oxybenzoesäuremethylester, dem die Genannten den Namen Orthoform beilegen, hervor. Es stellt ein weißes Pulver dar, in Wasser nur sehr wenig löslich, worauf der größte Vorzug desselben beruhe; denn damit sei es nur langsam resorbierbar, und es erfülle somit die Haupteigenschaft eines für Wunden, Geschwüre, Verbrennungen, Rhagaden, Exkoriationen usw. verwendbaren Betäubungsmittel; es betäube sie dadurch, daß es als nur wenig löslicher Körper an Ort und Stelle liegenbleibe und so beständig zur Einwirkung gelange in unbeschränkter Dauer. Auch wirke es stark antiseptisch.

Das Orthoform entfaltet seine betäubenden Eigenschaften nur, wo

*) Fabriziert von den Höchster Farbwerken.
**) Berliner klin. Wochenschr., 1887, S. 107.
***) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft, 1894, S. 1870.

es mit bloßliegenden Nervenendigungen zusammenkommt, dann aber erstrecken sie sich über viele Stunden und Tage. Die Haut und widerstandsfähige Schleimhäute vermag es infolge seiner Schwerlöslichkeit nicht zu durchdringen. Das Mittel ist anscheinend wenig giftig, Heinz konnte Tieren 4—6 g innerlich oder subkutan beibringen, ohne daß schädliche Wirkungen sich zeigten. Soulier und Guinard fanden als tödliche Dosis bei Hunden, intern gegeben, 1,0 pro Kilo, intraperitoneal verabreicht, 0,25 pro Kilo. Die Erscheinungen sind denen der Kokainvergiftung ähnlich.

Für die örtliche Betäubung bei Operationen ist das Orthoform praktisch nicht verwendbar, da sich Lösungen schwer herstellen lassen und sich leicht zersetzen (Heinze), wohl aber ist es auf Empfehlung von Klaußner und Neumayer in Substanz oder in Form von Salben zur Schmerzlinderung bei offenen Wunden, Brandwunden, Kehlkopf- und Hornhautgeschwüren, Magengeschwür, zur Beseitigung des Nachschmerzes nach Zahnextraktionen, gegen pulpitische Schmerzen, bei überempfindlichem Dentin, bei schmerzhaften Unterschenkel-, Dekubitus- und Krebsgeschwüren meist mit gutem Erfolg, oft lange Zeit hindurch und in großen Mengen ohne Schaden gebraucht worden. Später zeigten sich indessen bisweilen Nebenwirkungen, meist am Ort der Anwendung, erysipelatöse Rötung der Haut, Schwellung, Blasenbildung, örtlicher Gewebstod (Asam, Brocq, Wunderlich, Miodowski, Stubenrauch), Ekzeme, welche manchmal größere Teile des Körpers befielen (Friedländer, Graul). Friedländer stellte 18 Fälle zusammen, wo auch Allgemeinerscheinungen, Schwindel und Erbrechen, nach Orthoformgebrauch auftraten. Unangenehme örtliche Nebenwirkungen der gedachten Art sind namentlich bei der Behandlung von Unterschenkelgeschwüren mit dem Mittel sehr häufig beobachtet worden. Es darf daher nur mit Vorsicht angewendet, seine Wirkung muß bei den einzelnen Kranken erst ausprobiert werden. Zur Behandlung schmerzhafter Schrunden der Brustwarze bei stillenden Frauen darf es nach Pouchet nicht gebraucht werden, weil es dem Säugling schädlich sein könne. Derselbe Autor weist darauf hin, daß Orthoform stark reduziert, daher nicht mit Argentum nitricum zusammen angewendet werden darf, aus dem es freie Salpetersäure abspaltet.

b) „Orthoform neu".

Mit diesem geschmackvollen Namen wurde der m-Amido-p-Oxybenzoesäuremethylester bezeichnet. Das Präparat ist ein gleichmäßig feines Pulver, das sich weniger zusammenballt und billiger ist als Ortho-

form, von dem es sich in seinen Wirkungen und Nebenwirkungen sonst nicht unterscheidet.

c) Nirvanin.

Da die löslichen Salze des basischen Orthoforms sämtlich infolge ihrer sauren Reaktion stark reizen und deshalb für die örtliche Betäubung nicht geeignet waren, versuchten Einhorn und Heinz weiter, die Amidoatomgruppe der Amidoester und Oxyamidoester, deren sekundäre Bedeutung für die betäubende Wirkung der Verbindungen sie vermuteten, durch andere Atomgruppen zu ersetzen, und fanden in dem salzsauren Diäthylglykokoll-p-Amido-o-Oxybenzoesäuremethylester ein in Wasser leicht lösliches Salz, das örtlich betäubende Eigenschaften besitzt, dessen Lösungen neutral reagieren und antiseptisch wirken. Es erhielt den Namen „Nirvanin". Es stellt ein weißes, kristallinisches Pulver dar. Seine Lösungen sind haltbar und können durch Abkochen sterilisiert werden.

Eine Prüfung der mit 0,8% Kochsalz versetzten Nirvaninlösungen bei endermatischer Einspritzung ergab folgendes. Die Einspritzung ist schmerzhaft, dann tritt Gefühllosigkeit der Quaddel ein. Die untere Grenze der Wirksamkeit zeigt eine Lösung von etwa 0,05%, welche noch eine deutliche Herabsetzung des Gefühls verursacht. Sie hat also ungefähr die zehnfache Konzentration wie eine eben noch wirksame Kokainlösung. Auch sonst zeigt sich, daß das Betäubungsvermögen von Nirvaninlösungen demjenigen von Kokainlösungen von ungefähr zehnmal niedrigerer Konzentration entspricht, auch in bezug auf die Dauer der Gefühllosigkeit. Wenn man bei einer Versuchsperson nebeneinander zwei Quaddeln macht, die eine mit 0,1%iger Kokainlösung, die andere mit 1%iger Nirvaninlösung, so ist die Dauer der Gefühllosigkeit in beiden ungefähr die gleiche. Eine Fernwirkung, also z. B. Ausbreitung der Anästhesie über die Quaddel hinaus, eine Anästhesie der Haut bei subkutaner Einspritzung, ist selbst bei Anwendung 5%iger Nirvaninlösungen sehr wenig ausgesprochen, jedenfalls eine noch viel geringere, als sie 0,5%ige Kokainlösungen zeigen. Gewebsschädigungen lassen Nirvaninlösungen nicht erkennen; sie bewirken eine mäßige Gefäßerweiterung.

Die bei der praktischen Anwendung von Nirvaninlösungen gewonnenen Erfahrungen entsprechen den Ergebnissen der planmäßigen Prüfung vollkommen. Das Betäubungsvermögen auch der 5%igen Nirvaninlösung ist zu gering, um für die Anwendung auf die Oberfläche von Schleimhäuten einen wirksamen Ersatz für Kokainlösungen zu

bieten. Für das Auge sind sie schon ihrer Reizwirkung wegen nicht geeignet. Die mit 0,25—1%igen Nirvaninlösungen infiltrierten Gewebe werden gefühllos, das Mittel kann daher für die Infiltrationsanästhesie gebraucht werden. Nach Luxenburger sind 2%ige Nirvaninlösungen besonders geeignet für die Leitungsunterbrechung von Nervenstämmen. Meine Untersuchungen und Erfahrungen über diesen Punkt decken sich indessen mit denen Hölschers. Die Wirksamkeit einer an einen Nervenstamm injizierten Nirvaninlösung kann gar nicht verglichen werden mit der einer Kokainlösung gleicher Konzentration. 2—5%ige Nirvaninlösungen wirken weniger schnell als 0,2—0,5%ige Kokainlösungen und bewirken erst nach langer Wartezeit bei gleichzeitiger Abschnürung der Extremitäten eine Leitungsunterbrechung, verdünntere Lösungen wirken gar nicht mehr. Der mit der Nirvaninspritzung verbundene Schmerz ist eine höchst unangenehme Beigabe. 5%ige Nirvaninlösung wird ferner zu subgingivaler Einspritzung bei Zahnextraktionen empfohlen. Rothenberger wendete sie in 164 Fällen an und konnte nach einer Wartezeit von 3—5 Minuten in 155 Fällen eine schmerzlose Zahnextraktion bewerkstelligen. Stubenrauch verließ die 5%ige Lösung wieder, weil ihre Einspritzung seinen Kranken zu große Schmerzen verursachte, und konnte nach subgingivaler Einspritzung 2%iger Lösung ebenfalls meist schmerzlos Zähne extrahieren. In Fällen aber, wo die Alveolarteile sehr dick waren, oder Periostitis bestand, versagte das Mittel.

Über toxische Nebenwirkungen des Nirvanins ist folgendes zu bemerken. Nach Luxenburger rufen beim Kaninchen erst 0,22 pro Kilo allgemeine Vergiftung hervor, nach Joanin verhält sich die Toxizität des Kokains zu der des Nirvanins wie 1:7,5. Didrichson fand jedoch ein für das Nirvanin weniger günstiges Verhältnis. Er fand auch eine kumulierende Wirkung des Mittels und beobachtete, daß es nicht im Verhältnis zum Körpergewicht der Tiere toxisch wirke: große Tiere leiden selbst nach kleinen Dosen, und umgekehrt vertragen kleine Tiere oft unverhältnismäßig große Dosen. Die Vergiftungssymptome bestehen wie bei allen diesen Mitteln in Erregung mit folgender Lähmung. Große Dosen erregen heftige Krämpfe. Als Maximaldose für den Menschen geben Einhorn und Heinz 0,5 an, Luxenburger berechnet 0,55. Da die örtlich betäubenden Wirkungen einer Nirvanindosis etwa derjenigen einer zehnmal kleineren Kokaindosis entsprechen, so scheint mir der Vorteil des Mittels in dieser Beziehung ein recht zweifelhafter zu sein. Bis zu 0,5 Nirvanin und etwas darüber hat Luxenburger u. a. bei Kranken häufig verbraucht ohne Nebenwirkungen. Floeckinger

beobachtete nach einer Dosis von etwas über 0,5 Schwindel, Nausea, Flimmern; Erscheinungen, welche durch 2 mg Strychnin rasch beseitigt wurden. Dorn berichtet von einer Patientin, welche nach der Einspritzung von 3/4 ccm einer 5%igen Nirvaninlösung Streckkrämpfe, Kopfschmerzen, Schwindel, Ohrensausen bekam. Das Mittel wird nicht mehr gebraucht.

d) Anästhesin und Subkutin. (Ritsert.)

Ein weiterer, zur Orthoformgruppe gehöriger Stoff, der p-Amidobenzoesäureester, ist von Ritsert dargestellt worden und kommt unter dem Namen Anästhesin in den Handel. Es ist ein feines, weißes, kristallinisches, nicht hygroskopisches Pulver, welches, auf die Zunge gebracht, alsbald stumpfes Gefühl erzeugt. Es ist schwer löslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und fetten Ölen und läßt sich mit Fetten aller Art zu Salben verarbeiten, ohne sich zu zersetzen. Das Mittel ist nach Binz und Kobert ungiftig und hat sich nach den Mitteilungen von v. Noorden und Lengemann als ein Betäubungsmittel erwiesen, das, in ähnlicher Weise wie Orthoform angewendet, langdauernde schmerzstillende Wirkungen entfaltet, während ihm die Nebenwirkungen des Orthoforms nach den bisherigen Erfahrungen zu fehlen scheinen. Von Noorden empfiehlt es innerlich (Tagesdosis 2,5 g) 10—15 Minuten vor der Nahrungsaufnahme bei nervöser Überempfindlichkeit des Magens und Magengeschwür, in Form von Einblasungen und Einatmungen bei Überempfindlichkeit des Kehlkopfs, als Trochisci bei Schlingbeschwerden und Hustenreiz, als Suppositorien bei Tenesmus und schmerzhaften Hämorrhoidalknoten, als Bacilli (0,3) bei Blasenzwang, als Salbe (mit Adeps lanae 10%) bei Pruritus, namentlich der Diabetiker. Lengemann, Henius, Becker rühmen die Schmerzlinderung bei Erysipel, bei Verbrennungen und beim Touchieren schmerzhafter Granulationsflächen, wenn dieselben zuvor mit Anästhesin allein oder mit Mischungen desselben mit Dermatol bestreut worden waren. Schädliche Nebenwirkungen wurden auch hierbei nicht beobachtet.

Lösungen des salzsauren Anästhesins (1/4%ig) sind von Dunbar und Rammstedt zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie und Leitungsanästhesie an den Fingern mit Erfolg gebraucht worden. Die für Gewebsinjektionen am meisten geeignete Anästhesinverbindung schien das von Ritsert dargestellte paraphenolsulfosaure Anästhesin, Subkutin genannt, zu sein. Es ist ein weißes, kristallinisches Pulver, das sich zu 1% in Wasser löst, haltbare Lösungen gibt und beim Kochen

sich nicht zersetzt. Die Lösungen reagieren stark sauer. Nach Becker können 0,8—1%ige Subkutinlösungen zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie und zur Leitungsanästhesie an den Fingern gebraucht werden. Eine von mir vorgenommene Quaddelprüfung der 0,8%igen Subkutinlösung mit Zusatz von 0,7% Kochsalz hatte das von Becker mitgeteilte Ergebnis: die Injektion ist nicht schmerzhaft, das infiltrierte Gewebe wird sofort schmerzlos, die Dauer des Gefühlsverlustes ist etwas länger als die einer gleichzeitig mit 0,1%iger Kokainlösung hergestellten Quaddel. Außerdem zeigte sich aber bei allen Versuchspersonen, daß die Subkutaneinspritzung keineswegs reaktionslos, wie Kokainlösung, von dem Gewebe vertragen wird. Ausnahmslos bleiben am Ort der Subkutinquaddel schmerzhafte Infiltrate zurück, von deren Oberfläche sich zuweilen sogar ein Epidermisbläschen abhebt, die sicheren Zeichen einer durch das Mittel hervorgerufenen Gewebsschädigung. 1½ ccm der Subkutinlösung, ringförmig subkutan um das Grundglied des abgeschnürten vierten Fingers gespritzt, ergab erst nach 25 Minuten völlige Anästhesie des Fingers. Die Einspritzung hatte heftige Beschwerden zur Folge, so daß von weiteren Versuchen Abstand genommen wurde. Subkutin ist also für Gewebseinspritzungen ungeeignet.

e) Propäsin und Zykloform.

Propäsin ist der Propylester, Zykloform der Isobutylester der p-Amidobenzoesäure. Beide Mittel stellen ein weißes, kristallinisches, in Wasser nur wenig lösliches Pulver dar. Man verwendet die Mittel in Pulverform zum Aufstreuen auf schmerzhafte Ulzerationen aller Art, in Salbenform (15%ige Propäsinsalbe nach Stürmer und Lüders, 5—10%ige Zykloformsalbe nach Strauß) zum Bedecken schmerzhafter Geschwürsbildungen und Rhagaden und intern (Propäsin messerspitzenweise, man kann bis zu 2 g geben, Zykloform nach Wyß in Dosen zu 0,2—0,4) bei intestinalen Schmerzen. Unangenehme örtliche Nebenwirkungen, wie beim Orthoform, sind bei den beiden Mitteln bisher nicht beschrieben worden.

H. Stovain.

Fourneau in Paris fand bei einer Reihe von Substanzen, die der Gruppe der Amidoalkohole angehören, örtlich betäubende Eigenschaften. Ein Abkömmling dieser Körper, chemisch als α-Dimethylamin-β-Benzoylpentanol-Chlorhydrat gekennzeichnet, wurde von Billon unter dem

Namen Stovain in den Handel gebracht und von französischen Autoren, namentlich auch von Reclus, als Ersatzmittel für Kokain warm empfohlen.

Stovain kristallisiert in kleinen weißen, glänzenden Blättchen und ist sehr leicht in Wasser löslich. Die Lösungen sind durch Kochen sterilisierbar. Bei 120° zersetzt sich das Mittel. Seine pharmakologischen Eigenschaften wurden von Billon und Pouchet im Tierversuch studiert. Es ist, gleich dem Kokain, ein zentrales Nervengift. Bei Herbivoren sieht man nach Einverleibung toxischer Dosen in einigen Fällen allgemeine Unempfindlichkeit eintreten ohne andere nervöse Symptome. In anderen Fällen, stets bei Hunden und Katzen, treten diese in den Vordergrund. Man beobachtet Lähmung der Glieder, Inkoordination der Bewegungen, Kreisbewegungen, zentrale tonische und klonische Krämpfe, welche unmittelbar oder nach einem komatösen Stadium durch Atemlähmung zum Tode führen. Die Körpertemperatur ist bei Meerschweinchen subnormal, bei Hunden und Katzen normal oder erhöht. Auf den Herzmuskel wirkt das Mittel erregend, auf die Blutgefäße nach Billon erweiternd. Nach Pouchet macht die anfängliche Gefäßerweiterung und Blutdruckerniedrigung bald normalem Verhalten des Blutdrucks und der Gefäßfüllung Platz. In 4%iger Lösung auf einen freigelegten Nervenstamm gebracht, unterbricht das Mittel dessen Leitung, aber nicht so vollständig wie Kokain (Pouchet). Läwen hat jedoch festgestellt, daß bereits eine 5%ige Stovainlösung, auf den freigelegten Froschischiadikus gebracht, eine dauernde Schädigung der Nervenleitung verursacht und hält auch nach Vergiftung des Nerven mit einer 4%igen Lösung bis zur Unerregbarkeit eine Wiederkehr der vollen Erregbarkeit für ausgeschlossen. Die Toxizität des neuen Mittels wird als 2—3mal geringer als die des Kokains angegeben. Ausgedehntere Erfahrungen über seine praktische Anwendung zu Gewebseinspritzungen liegen nur von Reclus vor, der sich für das Stovain sehr begeistert hat, weil es ein französisches Mittel ist. Er gebraucht es in ½—1%iger Lösung für die von ihm geübte Form der Infiltrationsanästhesie, hält 0,2—0,3 für eine innerhalb der Grenzen absoluter Gefahrlosigkeit liegende Dosis und rühmt es als vollkommenen Ersatz für Kokain. Zur Oberflächenbetäubung von Schleimhäuten ist Stovain bisher nur wenig verwendet worden. Einträufelung einer ½—2½%igen Lösung in den Bindehautsack ist nach Lapersonne schmerzhaft, und die folgende Betäubung ist nicht so vollkommen und nicht so andauernd wie die Kokainbetäubung.

Ich habe das Mittel zunächst an mir und gesunden Personen mittels

intrakutaner und subkutaner Einspritzung einer Prüfung unterzogen und mit Kokain verglichen. Die Ergebnisse der Prüfung sind folgende.

0,1%ige Lösung mit Zusatz von 0,8% Kochsalz. Intrakutane Einspritzung am Vorderarm. Einspritzung etwas schmerzhaft. Die Quaddel wird sofort gefühllos, die Dauer des Gefühlsverlustes beträgt 5—6 Minuten. Gefäßerweiterung an der Einverleibungsstelle. Die Dauer des Gefühlsverlustes einer nebenan mit 0,1%iger Kokainlösung angelegten Quaddel beträgt 15 Minuten.

1%ige Lösung mit Zusatz von 0,6% Kochsalz. Einspritzung recht schmerzhaft. Sehr starke, andauernde Blutüberfülle der Einspritzungsstelle. Dauer des Gefühlsverlustes etwa 8 Minuten, an der nebenan mit 1% Kokainlösung angelegten Quaddel etwa das Dreifache. Ausgesprochene sichtbare Gewebeschädigungen zeigen die Einspritzungsstellen nicht, so glatt wie Kokainquaddeln verschwinden aber die Stovainquaddeln keineswegs.

5%ige und 10%ige Stovainlösung. Intrakutane Einspritzung. Einspritzung außerordentlich schmerzhaft. Die eingetretene Quaddelgefühllosigkeit verschwindet nicht wieder, die Quaddel stirbt bis ins Unterhautzellgewebe ab.

Bei Einspritzung 1%iger Stovainlösung subkutan am Vorderarm in die Umgebung des N. radialis superficialis zeigt sich eine deutliche Einwirkung des Mittels auf die periphere Endausbreitung des Nerven. Mit der Wirkung einer Kokainlösung oder auch Eukain- oder Tropakokainlösung gleichen Prozentgehalts ist sie nicht zu vergleichen. Bei Einspritzung von Stovainlösung in einen abgeschnürten Finger erzielt man die gleichen Wirkungen wie mit einer Kokainlösung von viel geringerer Konzentration. Die Finger bleiben aber tagelang schmerzhaft und geschwollen, während die Einspritzung von Kokain, Tropakokain oder Eukain-B keine nennenswerte Nachwirkung hinterläßt.

Das Stovain hat also nach meinen Untersuchungen auch noch in 1%iger Lösung gewebsschädigende Wirkungen. Bei Einspritzung von 2%iger Lösung sah Sinclair viermal Gangrän eintreten. Ich halte das Mittel für ungeeignet zur örtlichen Betäubung. Auch Reclus hat es wieder verlassen.

I. Alypin.

Dies von Impens empfohlene Mittel steht dem Stovain sehr nahe. Stovain ist das salzsaure Salz des Benzoyläthyldimethylaminopropanol, Alypin ist das salzsaure Salz des Benzoyläthyltetramethyldiaminopropanol und entsteht aus dem ersten durch Ersatz eines Wasserstoffatoms durch die Gruppe $N(CH_3)_2$. Bezüglich der chemischen und pharmakologischen Eigenschaften des Alypins verweise ich auf Impens' Mitteilung. Gehen wir gleich an die Prüfung des Mittels, dessen farblose Kristalle im Wasser sehr leicht löslich sind, dessen neutrale Lösungen sich durch Kochen sterilisieren lassen.

Versuche mit Alypin.

1. 0,1%ige Alypinlösung mit Zusatz von 0,8% Kochsalz. Bildung einer Hautquaddel am Vorderarm einer gesunden Versuchsperson. Die Ein-

spritzung ist schmerzhaft. Die Quaddel wird sofort gefühllos. Nach etwa 11 Minuten kehrt das Gefühl zurück. Die Quaddel wird gleich nach der Einspritzung leicht blutüberfüllt. An der Einspritzungsstelle bleibt mehrere Stunden ein stark blutüberfülltes Infiltrat zurück.

2. Vergleichsversuch mit 0,1%iger Kokainlösung mit Zusatz von 0,8% Kochsalz. Bildung einer Quaddel neben der Alypinquaddel. Die Einspritzung ist schmerzlos. Die Quaddel wird sofort gefühllos. Nach etwa 15 Minuten kehrt das Gefühl zurück. Die Quaddel ist blutleer, es bleibt kein Infiltrat, keine Blutüberfüllung zurück.

3. 1%ige Alypinlösung mit 0,8% Kochsalzzusatz. Bildung einer Hautquaddel. Die Einspritzung ist schmerzhaft. Die Quaddelgefühllosigkeit hält ungefähr 20 Minuten an. An der Einspritzungsstelle bleibt ein mehrere Tage nachweisbares, empfindliches Infiltrat zurück.

4. Kontrollversuch mit 1%iger Kokainlösung mit Kochsalzzusatz. Die Einspritzung ist schmerzlos. Die Gefühllosigkeit hält etwa 25 Minuten an. Die eingespritzte Lösung wird resorbiert, ohne Spuren zu hinterlassen.

5. 5%ige Alypinlösung. Bildung einer Hautquaddel. Einspritzung recht schmerzhaft. Die sich über die Quaddelgrenze ringsherum etwas ausbreitende Gefühllosigkeit hält ungefähr 37 Minuten an. An der Einspritzungsstelle hebt sich die Oberhaut in Form einer kleinen Blase ab. Eine oberflächliche Schicht der Kutis wird grangränös. Von der Einspritzung 10%iger Lösung wurde deshalb abgesehen.

6. 1%ige Alypinlösung. Einspritzung von 1 ccm in Form eines quergestellten Streifens unter die Haut des Vorderarmes. Nach 10 Minuten zeigt sich deutliche Einwirkung auf die von der Lösung getroffenen subkutanen Hautnerven, in deren Ausbreitungsgebiet starke Herabsetzung, teilweise sogar Aufhebung des Gefühls entsteht. Weitere 15 Minuten später ist das Gefühl wieder normal.

Es handelt sich demnach, gleich dem Stovain, um ein Mittel mit sehr starken örtlich betäubenden Eigenschaften. Aber die Einspritzung des Mittels ist schmerzhaft und von unverkennbarer Gewebsschädigung begleitet, wenn letztere auch nicht so stark wie bei Stovain ist. Ich habe deshalb seit 1905 in allen meinen Veröffentlichungen betont, daß man das Mittel nicht zu Gewebseinspritzungen brauchen soll, da wir andere Mittel haben, welche jene örtlichen Reizwirkungen nicht besitzen.

Als Schleimhautbetäubungsmittel hat Alypin in der Rhino-Laryngologie (Seifert, Ruprecht u. a.), sowie in der Urologie (Joseph und Kraus, Lucke, Lohnstein, Garasch u. a.) weite Verbreitung erlangt.

Nach Impens sollte Alypin weniger giftig sein wie Kokain, weshalb er eine Maximaldosis von 0,2 für angezeigt hält. Nach den neueren Erfahrungen hat aber diese Auffassung einen recht bedenklichen Stoß erlitten.

Garasch erlebte unter 1453 Fällen von Alypinbetäubung zweimal bei Einspritzung von 5 ccm 2%iger und 5%iger Alypinlösung in die Harnröhre schwere Vergiftungen. 1½—2 Minuten nach der Ein-

spritzung zeigten sich Dyspnöe, Übelkeit, Erbrechen, Schwindel, Mydriasis, Halluzinationen, Krämpfe; Puls und Respiration schwanden. Diese bedrohlichen Symptome gingen erst nach 18—22 Minuten langen energischen Wiederbelebungsversuchen vorüber.

Proskauer erlebte einen Todesfall nach Einspritzung von 20 ccm 20%iger Alypinlösung in die Blase. Unmittelbar nach der Einspritzung traten tonisch-klonische Krämpfe auf, denen bald darauf der Tod folgte.

Einen weiteren Alypintodesfall teilt Ritter mit. Ein 16jähriges Mädchen erhielt zur Ausführung einer Kropfoperation 1,5 Adalin, 30 Minuten später 1,5 cg (!) Morphium, endlich wurden 50 ccm 2%ige Alypinlösung eingespritzt. 10 Minuten später setzten Bewußtlosigkeit, Zuckungen, Atem- und Pulslähmung ein, nach einigen Stunden trat der Tod ein.

Zwei sehr schwere Vergiftungen endlich sah Schröder bei Operationen an den Nebenhöhlen der Nase. In dem einen Fall waren 13, in dem anderen 18 ccm 2%ige Alypinlösung an die NN. ethmoidales und den N. maxillaris sowie an die Wand der Kieferhöhle injiziert worden, auch war die Schleimhaut der Nase und der Nebenhöhlen mit Zerstäubung von 15%iger Alypinlösung sowie mit Wattetampons behandelt worden, die mit der gleichen Lösung getränkt waren. Die Alypinlösung enthielt einen Zusatz von Suprarenin. Auch hier traten bald nach der Einspritzung schwere Krämpfe, Somnolenz, Atemstillstand, Zyanose auf. Beide Patienten konnten ins Leben zurückgerufen werden.

Schröder ist durch die erwähnten Unglücksfälle veranlaßt worden, die Giftigkeit des Alypins im Tierversuch nochmals zu prüfen. Es ergab sich folgendes: Bei Meerschweinchen war die tödliche Dosis des subkutan eingespritzten Alypins etwa doppelt so groß (0,1) wie die tödliche subkutan eingespritzte Kokaindosis (0,05—0,06), bei Kaninchen waren aber die tödlichen, subkutan eingespritzten Dosen beider Mittel annähernd gleich. Bei intravenöser Einspritzung war die tödliche Alypindosis für das Kaninchen ebenfalls etwa die gleiche wie die tödliche Kokaindosis. Auch insofern verhielten sich die beiden Mittel sehr ähnlich, als die tödliche Dosis bei intravenöser Einspritzung außerordentlich viel kleiner war wie bei subkutaner Einspritzung. Endlich hat Schröder die vom Kokain bekannten unregelmäßigen und ungleichmäßigen Wirkungen der gleichen Dosis auch beim Alypin festgestellt.

In einem Nachtrag zum Ergänzungsbuch des Deutschen Arzneibuches ist als Maximaldosis für Alypin 0,05 gleich dem Kokain festgesetzt. Ihr liegen unveröffentlichte Untersuchungen Lewins zugrunde.

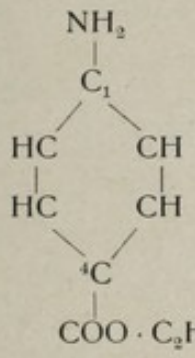
Was oben (S. 97) über die Kokainvergiftung gesagt ist, gilt dem-

nach auch für die Alypinvergiftung. Dringend ist vor der Anwendung des Mittels zu Gewebseinspritzungen zu warnen. Wenn es aber durchaus eingespritzt werden muß, dann jedenfalls nicht in einer Konzentration von 2%, sondern höchstens in einer zehnmal geringeren Konzentration. Und bei der Schleimhautbetäubung sind die gleichen Vorsichtsmaßregeln am Platze, wie sie für Kokain gefordert werden müssen: Anwendung möglichst verdünnter Lösungen, Beschränkung der Anwendung auf möglichst kleine Schleimhautflächen (s. S. 100).

K. Novokain.

Die chemischen Eigenschaften dieses von Einhorn entdeckten Mittels sind nach den mir von den Höchster Farbwerken zur Verfügung gestellten Mitteilungen folgende:

Das Präparat ist das Monochlorhydrat des p-Aminobenzoyldiäthylaminoäthanols, mit der Formel:



Das Salz kristallisiert aus Alkohol in Nädelchen, welche bei 156° schmelzen. Es löst sich im Verhältnis 1:1 in Wasser zu einer neutral reagierenden Flüssigkeit; an kaltem Alkohol sind zur Lösung etwa 30 Teile erforderlich. Aus der wässerigen Lösung fällen ätzende und kohlensaure Alkalien die freie Base als farbloses, bald kristallinisch erstarrendes Öl aus; mit Natriumbikarbonatlösung dagegen läßt sich die wässerige Lösung ohne Trübung mischen. Die freie Base kristallisiert aus verdünntem Alkohol mit zwei Mol. Kristallwasser, aus Äther oder Ligroin in wasserfreien, glänzenden Prismen. Der Schmelzpunkt der wasserhaltigen Base liegt bei 51°, der der wasserfreien bei 58—60°. Mit allgemeinen Alkaloidreagentien, wie Jodjodkalium, Kaliumquecksilberjodid, Pikrinsäure, gibt das Präparat selbst in stark verdünnter Lösung noch Niederschläge. Die wässerige Lösung des Novokains läßt sich, ohne daß das Präparat eine Zersetzung erleidet, aufkochen; sie bleibt auch bei tagelangem Stehen in lose verstopften Glasflaschen vollständig

klar. Die physiologische Konzentration liegt nach meinen Feststellungen bei 5,48%.

Die pharmakologische Untersuchung des Novokains durch Biberfeld ergab folgendes. Das Präparat betäubt im Tierversuch sehr gut und schnell: die 0,25%ige Lösung reicht aus, um in etwa 10 Minuten einen freigelegten Nervenstamm zu betäuben. Örtlich hat es sonst gar keine Nebenwirkung, insbesondere fehlen selbst bei Anwendung sehr konzentrierter Lösungen jegliche Reizerscheinungen; auch in Pulverform kann man das Präparat auf frische Wunden oder an zarte Gewebe, wie die Hornhaut, bringen, ohne daß eine Reizung eintritt, während z. B. Stovain, in dieser Weise angewendet, die Gewebe sofort verätzt. Die allgemeinen Wirkungen sind bei mittleren Dosen sehr gering. 0,15—0,2 pro Kilo subkutan gegeben, verursachen bei Kaninchen, die am Kymographion Blutdruck und Atmung aufschreiben, fast gar keine Änderung der Kurven. Bringt man das Präparat intravenös bei, so sinkt der Blutdruck, und die Atmung wird verlangsamt und verflacht. Die Blutdrucksenkung wird durch Beeinflussung des vasomotorischen Zentrums hervorgerufen, das Herz leidet anscheinend gar nicht; eine peripherische Wirkung auf die Gefäße hat sich nicht nachweisen lassen. Die toxischen Wirkungen sind geringer als bei allen bisher bekannten Mitteln.

Tödliche Dosis pro Kilo Körpergewicht bei subkutaner Einspritzung

	Kokain	Stovain	Novokain
Kaninchen	0,05—0,1	0,15—0,17	0,35—0,4
Hund	0,05—0,07	0,15	0,25 (noch nicht tödlich)

bei intravenöser Einspritzung

	Kokain	Stovain	Novokain
Katze	0,018	0,025—0,05	0,15 (noch nicht tödlich)

Läwens (VII, 27) Untersuchungen ergeben, daß die Funktion eines mit 5%iger Novokainlösung bis zur Unerregbarkeit vergifteten Nervenstamms nach Auswaschen des Medikaments schnell zurückkehrt.

Meine Prüfung des Mittels hatte folgende Ergebnisse:

1. 0,1%ige isotonische Novokainlösung. Bildung einer Hautquaddel am Vorderarm. Die Einspritzung ist schmerzlos. Die Quaddel wird sofort gefühllos. Die Gefühllosigkeit ist jedoch, ähnlich wie beim Tropakokain, von sehr kurzer Dauer, nach 3—5 Minuten bereits kehrt das Gefühl wieder zurück. Es entsteht keine Blutüberfüllung. Die Quaddel verschwindet ohne Hinterlassung einer Spur.

2. 0,5- und 1%ige Novokainlösung. Bildung von Hautquaddeln. Einspritzung schmerzlos. Dauer der Quaddelschmerzlosigkeit 10, bzw. 15 Minuten. Die Quaddeln verschwinden, ohne eine Spur zu hinterlassen. Keine Blutüberfüllung.

3. 5- und 10%ige Novokainlösung. Bildung von Hautquaddeln. Einspritzung bei 5% schmerzlos, bei 10% ganz geringer Reiz. Dauer der Quaddelschmerzlosigkeit ungefähr 17, bzw. 27 Minuten. Sehr geringe Blutüberfüllung der Injektionsstelle. Die Quaddeln verschwinden, ohne eine Spur, ein Infiltrat, eine empfindliche Stelle zu hinterlassen.

4. 1%ige Novokainlösung. 1 ccm davon wird subkutan am Vorderarm in der Gegend des N. radialis superfic. eingespritzt. Die Haut über der Einspritzungsstelle zeigt kurze Zeit herabgesetzte Empfindlichkeit. Ein deutlicher Einfluß auf die peripherischen Nervenverzweigungen läßt sich nicht erkennen.

5. 0,5%ige Novokainlösung. Abschnürung des fünften Fingers mit Gummischlauch. Einspritzung von 1 ccm der Lösung ringförmig in das Unterhautzellgewebe des Grundgliedes des Fingers. Nach 11 Minuten ist der Finger bis an seine Spitze völlig gefühllos geworden. Abnahme des Gummischlauchs. Bereits 5 Minuten später kehrt das Gefühl zurück. Der Versuchsfinger zeigt keinerlei nachträgliche Schwellung oder Empfindlichkeit.

Demnach haben wir es mit einem Betäubungsmittel zu tun mit starker, jedoch im Vergleich zu anderen Mitteln flüchtiger Wirkung, ähnlich dem Tropakokain. Wir begegnen aber, zum erstenmal seit der Entdeckung des Eukains, wieder einem Betäubungsmittel mit geradezu idealer Reizlosigkeit. Auch 10%ige Lösungen des Mittels werden bei endermatischer Einspritzung resorbiert, ohne Spuren am Ort der Einverleibung zu hinterlassen. Eine peripherische Einwirkung auf Gefäße findet nicht statt, wie auch Biberfeld bemerkte. 10%ige Lösungen bewirken einen leichten Reizzustand mit geringer Blutüberfüllung, wie ihn jede andere konzentrierte, hyperosmotische Salzlösung durch ihre physikalischen Eigenschaften ebenfalls verursacht.

Auf Grund dieser Untersuchungen habe ich (VIII, 280) mein Urteil dahin abgegeben, daß das Novokain für sich allein seiner nachher auch von Läwen experimentell bestätigten flüchtigen Wirkungen wegen nicht mit dem Kokain nach irgend einer Richtung werde wetteifern können. Weitere Untersuchungen und Erfahrungen haben nun gezeigt, daß nach Verdoppelung der vom Kokain gebräuchlichen Konzentration der Lösungen und unter gleichzeitiger Zuhilfenahme der im nächsten Kapitel zu besprechenden Hilfsmittel der örtlichen Betäubung (Suprarenin) das Novokain bei Gewebseinspritzungen ein ideales Betäubungsmittel ist, welches das Kokain bei dieser Art der Anwendung gänzlich überflüssig gemacht hat. In England haben Arnold, Struthers und Le Brocq, in Amerika McArthur, Schley u. a., in Rußland Spisharny das Mittel eingeführt. In Frankreich hat endlich selbst die Schule Reclus' das französische Stovain verlassen und ist zum Novokain über-

gegangen. Nach einem ausführlichen Bericht über die von ihm angestellten Versuche sagt Reclus' Schüler Piquand (I, 34): „Das Novokain erscheint zurzeit als das empfehlenswerteste Betäubungsmittel. Seine außerordentlich geringe Giftigkeit gestattet, ohne Gefahr große Dosen einzuspritzen und schwierige Operationen auszuführen, die sich nur schwer mit Kokain würden machen lassen. Trotz beträchtlicher betäubender Kraft hat es weder reizende noch gefäßerweiternde Wirkungen. Der einzige Einwand, den man gegen das Novokain erheben könnte: die kurze Dauer der Anästhesie wird durch Hinzufügen kleiner Mengen von Adrenalin hinfällig. Dabei tritt eine beträchtliche Verlängerung und Verstärkung der Gefühllosigkeit auf, ohne daß die Giftigkeit des Mittels merklich gesteigert würde." Piquand bestätigt damit das, was von mir im Jahre 1905 und von vielen anderen bereits im Experiment und in der Praxis festgestellt worden ist. In der Tat, dem Novokain und Suprarenin haben wir einen neuen Aufschwung der örtlichen Betäubung und eine beträchtliche Erweiterung ihrer Anwendungsmöglichkeit in der Chirurgie zu verdanken. Für die Betäubung von Schleimhautoberflächen ist Novokain dagegen weniger geeignet. Es durchdringt dieselben augenscheinlich viel schwerer wie Kokain und manche andere Mittel.

Die schon S. 70 erwähnten Arbeiten von Gros (VII, 13—15) hatten das Ergebnis gehabt, daß die Basen der örtlich betäubenden Mittel stärker wirken wie ihre Salze, und ihre Salze um so stärker, je schwächer die in ihnen enthaltene Säure ist. Läwen (VIII, 296), der auf Grund dieser Arbeiten praktische Versuche anstellte, kam zu der Ansicht, der ich mich nach meinen Versuchen nicht anschließen kann, daß Novokainbikarbonatlösung eine rascher eintretende und länger anhaltende Leitungsanästhesie hervorzurufen imstande sei als Novokainchlorhydratlösung. Das später von Gros im Tierversuch als noch stärker wirksam befundene Novokainphosphat und Novokainborat ist praktisch nicht verwendbar wegen der sehr erheblichen Gewebsschädigung, welche diese Mittel verursachen.

Die interessanten Studien von Kochmann, Zorn und Hoffmann über die Paarung von Arzneimitteln führten zu der Entdeckung, daß die örtlich betäubende Wirkung einer Novokainlösung erheblich gesteigert wird, wenn das Lösungsmittel Kaliumsulfat in einer Konzentration von 0,4% enthält. Meine Nachprüfung (VIII, 281) ergab die zweifellose Richtigkeit dieser Beobachtung. Eine Erklärung der eigenartigen verstärkenden Wirkung des Kaliumsulfats auf das Novokain steht noch aus. Da Kaliumsulfat in der angegebenen Konzentration

weder örtliche noch allgemeine Schädigungen hervorzurufen imstande ist, steht der praktischen Anwendung der Kaliumsulfat-Novokainlösung nichts im Wege (s. Abschnitt 10).

Eine einheitliche Maximaldosis läßt sich natürlich für das Novokain ebensowenig angeben wie für Kokain, Suprarenin und ähnliche Mittel. Denn die Toxizität des Mittels hängt mehr von der Konzentration der angewendeten Lösung und von der Anwendungsform, wie von der Dosis ab. Für den chirurgischen Gebrauch kommt in der Regel nur ½%ige bis 2%ige Lösung in Frage. Die von verschiedenen Autoren, stets in Verbindung mit Suprarenin, gebrauchte Menge dieser Lösung ist folgende. Von 1%iger Lösung injiziert Nast-Kolb durchschnittlich 50 ccm, v. Lichtenberg 50—60 ccm, Axhausen geht bis 170 ccm, ja er hat 200 ccm (also 2,0 Novokain) verbraucht. Chaput hat 110 ccm injiziert. Von ½%iger Lösung verwendet Borchardt bis 150 ccm, Hesse bis 250 ccm. Auf viel höhere Dosen (3,0—3,3) sind Kappis und Siegel bei der paravertebralen Anästhesie gekommen. Wir selbst sind, nachdem wir die Unschädlichkeit des Mittels kennengelernt hatten, mit der Dosierung immer weiter in die Höhe gegangen, verwenden im täglichen Gebrauch 100—200 ccm ½%iger Lösung neben kleineren Mengen 1%iger Lösung, haben aber wiederholt auch schon 250 ccm (= 1,25 g) gebraucht.

Ohne den Suprareninzusatz würden diese Dosen wohl nicht zulässig sein. Denn er ist dazu bestimmt, die Resorption des Novokains zu verhindern oder zu verlangsamen (s. 8. Abschnitt). Es muß daher das größte Gewicht darauf gelegt werden, daß das Suprarenin in unveränderter, unzersetzter Form in den Lösungen enthalten ist.

In der älteren Literatur ist von Nebenwirkungen selten die Rede. Liebl beobachtete solche gelegentlich eines Selbstversuchs — er spritzte sich 0,75 ccm einer 10%igen Novokainlösung unter die Haut seines Oberschenkels.

5 Minuten später zeigte sich das Gefühl einer plötzlichen über den ganzen Körper sich ausbreitenden Wärme, besonders in der Lebergegend, leichte Übelkeit und Brechreiz, allgemeine Unruhe. 2 Minuten trat Taubheit im linken Ohr auf. Die Akkommodation war beiderseits, besonders aber links nur bei äußerster Energie möglich. Es bestanden Doppelbilder. 13 Minuten nach der Einspritzung links stechender Kopfschmerz. 7 Minuten weiter Parästhesien im Radialisgebiet. Nach ½stündiger Unlustempfindung kehrte das normale Wohlbefinden zurück.

Bei augenscheinlich hysterischen und nervösen Personen haben Zahnärzte gelegentlich Symptome der verschiedensten Art, angebliche

sensible Dauerlähmungen, Schlummerzustände u. dgl. beobachtet, welche geeignet waren, Novokainvergiftungen vorzutäuschen. Fischer (XVI, 114) hat solche zusammengestellt und kritisiert. Möller beschreibt ferner einen vom Zahnarzt Balzer beobachteten angeblichen Novokaintodesfall.

23jähriges Mädchen mit Periostitis am Unterkiefer. Einspritzung von 3 ccm einer etwas weniger wie 2%igen Novokainlösung mit Suprareninzusatz (Höchster Tablette B). Nach der Zahnextraktion fühlte sich die Kranke nicht wohl, ruhte 1½ Stunden, stand dann auf und unterhielt sich lebhaft. Nach weiteren 1½ Stunden legte sie sich wieder hin, weil sie noch immer etwas schwindlig war. 6 Stunden nach der Einspritzung verschlimmerte sich der Zustand, 8 Stunden nach der Einspritzung trat unter den Zeichen von Herzschwäche und Bewußtlosigkeit der Tod ein.

Fischer glaubt, daß es sich um eine akute Sepsis gehandelt habe, was möglich, aber nicht zu beweisen ist. Braun (bei Möller) meint, daß der Fall ohne Sektion, die nicht ausgeführt wurde, einer Kritik ganz unzugänglich sei, hält es aber für sehr unwahrscheinlich, daß ein Mittel, welches die Chirurgen in massigen Dosen ohne Nebenwirkungen anwenden, in so kleiner Menge den Tod verursacht haben könne.

Zwei sehr auffällige Beobachtungen werden von Claus mitgeteilt.

In dem einen Falle wurde bei einer jugendlichen weiblichen Person ein mit etwa 6 Tropfen einer 10%igen Novokainlösung und 3 Tropfen Adrenalinlösung getränkter Wattetampon in den unteren Nasengang eingelegt. Nach 20 Minuten wurde der Tampon entfernt und eine Ausspülung der Oberkieferhöhle vorgenommen. Im unmittelbaren Anschluß an diese Prozedur wurde die Kranke zyanotisch und ohnmächtig und starb an Herzlähmung. An den Organen wurde nichts Krankhaftes gefunden.

In einem zweiten Falle wurde wiederum bei einer 36jährigen Frau ein mit einigen Tropfen 10%iger Novokainlösung und Suprareninlösung befeuchteter Tampon in den unteren und mittleren Nasengang gelegt, außerdem wurde die untere Muschel und der untere Nasengang mit 10%iger Kokainlösung gepinselt. Als nun nach Eintritt der Anästhesie die Oberkieferhöhle punktiert und Luft eingeblasen wurde, kollabierte die Kranke und starb am Abend. Bei der Sektion fanden sich zahlreiche Blutungen in der Herzmuskulatur und in der grauen Rinde des Groß- und Kleinhirns.

Daß es sich in diesen Fällen um akute Novokainvergiftungen gehandelt hat, wie Claus annimmt, ist um so schwerer zu glauben, als die schweren Erscheinungen sich nicht an die Anwendung des Mittels, sondern an den folgenden Eingriff anschlossen, und Claus gleichzeitig zwei Fälle mitteilt, wo sich ebenfalls, aber ohne daß ein Betäubungsmittel gebraucht war, schwere Zustände (Zyanose und Dyspnöe in dem einen, eine Apoplexia cerebri im anderen Falle) an die Punktion der Oberkieferhöhle anschlossen.

Jedenfalls aber lehren alle solche Beobachtungen, daß auch der kleinste operative Eingriff, wie man es auch anstellen mag, beim Menschen zu gefährlichen Nebenumständen führen kann, welche niemals durch eine einzige Ursache, sondern durch Paarung verschiedener und nicht immer aufzuklärender unglücklicher Zufälle bedingt sind.

Nebenwirkungen leichter Art, wie Übelkeit und Erbrechen, vorübergehende Irregularität, Beschleunigung und Schwächerwerden des Pulses, Flimmern vor den Augen, Trockenheit im Halse, Schläfrigkeit können gelegentlich bei großen und auch bei kleinen Novokaindosen einmal vorkommen. Meine auf viele Tausende von Fällen sich erstreckende Erfahrung geht dahin, daß solche Nebenwirkungen bei der innerhalb vernünftiger Grenzen geübten örtlichen Betäubung jedenfalls nicht in einer Häufigkeit vorkommen, die sich in Prozenten ausdrücken läßt und die Indikation beeinflußt. Noch seltener sind bei den älteren Formen der örtlichen Betäubung im engeren Sinne höhere Grade von Novokainvergiftung vorgekommen: Schlafzustände, bei denen die Sensibilität des ganzen Körpers erloschen ist (A. W. Meyer), Delirien, Krämpfe, die unmittelbar nach der Einspritzung auftreten und ein fast sicheres Zeichen intravenöser Einspritzung sind, Kollapse. Häufiger und deshalb die Indikationsstellung beeinflussend sind schwere Nebenwirkungen nur bei besonderen Formen der örtlichen Betäubung in Erscheinung getreten. Wenn von der eine Sonderstellung einnehmenden Lumbal- und Sakralanästhesie abgesehen wird, sind es fast stets Einpritzungen in unmittelbarer Nähe der Wirbelsäule, und zwar der Wirbellöcher, bei denen Vergiftungen beobachtet wurden (Paravertebrale Anästhesie und Splanchnikusanästhesie nach Kappis). Die Mehrzahl von ihnen ist bei der Unterbrechung des Plexus cervicalis am Halse beschrieben worden. Zwei von Ihnen habe ich selbst beobachtet.

Ein 15jähriger Knabe kollabierte plötzlich, als mit den Einspritzungen auf die Querfortsätze der Halswirbel eben begonnen war. Der Puls war kaum fühlbar, die Augen weit geöffnet, die Pupillen erweitert, die Atmung beschleunigt. Der Knabe rief fortwährend: „Es rauscht mir im Kopfe." Nach einigen Minuten war er wieder ganz normal. Einspritzung und Operation wurden störungslos vollendet. Der zweite Fall betraf ein junges hysterisches Mädchen, das gegen Ende der Einspritzung kollabierte. In diesem Fall haben wir erst nach zwei Tagen die Operation mit dem gleichen Verfahren ohne Störung ausgeführt.

Zwei weitere Fälle hat mir Dr. Specklin in Mühlhausen mitgeteilt.

Bei zwei Mädchen von 12 bzw. 22 Jahren traten bald nach Beginn der Einspritzungen auf die Querfortsätze der Halswirbel ähnliche sehr bedrohliche Zustände auf, die nach künstlicher Atmung und subkutaner Einverleibung von Herzmitteln im Verlaufe von 15 bzw. 30 Minuten beseitigt waren.

A. W. Meyer (VIII, 289) sah zweimal Krämpfe und Schlafzustand bei Strumektomien. Nachweislich hatte intravenöse Injektion stattgefunden.

Ähnliche Fälle sind beschrieben von Förster (VIII, 287), Wiemann (VIII, 309), Hering (VIII, 289), Schaps (VIII, 304), Holm (VIII, 293).

In drei Fällen erfolgte plötzlicher Tod an Herzlähmung [Brütt (VIII, 277), Wiemann, Hering].

Besonders interessant und die Sachlage klärend ist ein von Winter beschriebener Fall, weil außer dem unmittelbar nach der Einspritzung einsetzenden schweren, aber vorübergehenden Zustande eine vollständige motorische Lähmung des linken Armes zurückblieb. Die neurologische Untersuchung wies nach, daß es sich nur um eine spinale Lähmung handeln konnte. Die Hohlnadel war in ein Wirbelloch und in das Rückenmark eingedrungen.

Auffallend ist, daß diese unmittelbaren Nebenwirkungen bei der Unterbrechung des Plexus cervicalis auch bei ganz kleinen Novokaindosen vorkamen, und daß sie bei der Unterbrechung des Plexus brachialis über dem Schlüsselbein nicht beobachtet werden. Eine einheitliche Ursache haben sie wahrscheinlich nicht. Teils mag es sich um intravenöse oder intraarterielle Einspritzungen gehandelt haben. Die Vertebralgefäße sind bei dieser Einspritzung gefährdet. Die Hauptrolle dürfte wohl das Eindringen der Hohlnadel in den Spinalkanal spielen, wie das von Winterstein, und bei einer paravertebralen Einspritzung am Rücken von Kappis nachgewiesen ist. Auch Grunert hat kürzlich bei einer diagnostischen paravertebralen Einspritzung am Rücken eine Beinlähmung erlebt. Wiemann faßt die von ihm beobachteten Zufälle als Folge einer Vagusreizung auf. Das halte ich für sehr unwahrscheinlich, weil sie auch bei den Einspritzungen am Rücken vorkommen, dagegen bei andersartigen Einspritzungen am Halse, die sich von der Wirbelsäule fernhalten, ausbleiben.

Die selbstverständliche Folgerung, die aus diesen Beobachtungen zu ziehen ist, ist die unbedingte Unterlassung paravertebraler Einspritzungen.

Einige neuere Arbeiten beschäftigen sich mit dem Einfluß des Novokain-Suprarenin auf den Blutdruck (Wiemann, VIII, 311, E. König, VIII, 294). Es ergibt sich, daß im allgemeinen bei der örtlichen Betäubung keine Senkung, sondern eine Erhöhung des Blutdrucks zu beobachten ist und daß nur bei besonderen Formen (Paravertebrale Anästhesie und Splanchnikusanästhesie) der Blutdruck absinkt.

L. Tutokain.

Im Laboratorium der Firma Friedr. Bayer u. Co. ist ein neues Betäubungsmittel, ein Derivat des α-γ-Aminoalkohols hergestellt worden, dessen Chlorhydrat unter der Bezeichnung „Tutokain" in den Handel kommt. Es bildet ein weißes kristallinisches Salz, in Wasser zu 12 bis 20% löslich. Die wäßrigen Lösungen sind neutral und lassen sich durch Kochen sterilisieren. Das Mittel läßt sich gut mit Suprarenin paaren.

Pharmakologisch wurde das Mittel von Schulemann (VIII, 322) geprüft. Es zeigte ein bedeutend stärkeres Betäubungsvermögen als das Novokain, während seine toxische Wirkung etwa doppelt so stark war als die des Novokains.

Meine Prüfung des Tutokains im Quaddelversuch ergab sehr günstige Verhältnisse. Es zeigte sich keinerlei Reizwirkung an den Quaddeln, abgesehen von einer leichten vorübergehenden Hyperämie. Dann verschwanden die Quaddeln ohne eine weitere Reaktion zu hinterlassen. 1%ige Lösung machte die Quaddel 15—20 Minuten lang, 0,1%ige Lösung 5—7 Minuten lang unempfindlich. Das Betäubungsvermögen ließ sich noch bei 0,01% deutlich nachweisen. Mit Suprarenin ließ sich das Mittel gut paaren. Zusatz von Kaliumsulfat zum Lösungsmittel bewirkte im Gegensatz zum Novokain keine Verstärkung des Betäubungsvermögens.

Die Ergebnisse der Quaddelprüfung forderten zu einer praktischen Prüfung des Mittels auf, die ich im Jahre 1923 an rund 800 chirurgischen Operationen vorgenommen habe. Es zeigte sich, daß mit der vierfachen Verdünnung von der für den beabsichtigten Zweck seit langer Zeit erprobten Novokainlösung ungefähr die gleiche Wirkung zu erzielen war, wie mit der Novokainlösung. Zur Anwendung kam das Mittel bei allen Formen der Einspritzungsbetäubung und bei der Lumbalanästhesie. Die gewünschte Unempfindlichkeit trat stets zuverlässig ein. Von Nebenwirkungen wurde nichts bemerkt. Tutokain kann also in diesen Fällen Novokain ersetzen.

In der Praxis empfiehlt es sich, zu Einspritzungen an Stelle der üblichen ½%igen Novokain-Suprareninlösung 0,2%ige Tutokainlösung mit Suprareninzusatz zu verwenden.

Die gute Brauchbarkeit des Tutokains wird von Finsterer, Läwen, Lotheissen, Marcuse u. a. bestätigt. Seifert und Anthon u. a. empfehlen das Mittel auch zur Schleimhautbetäubung. Ob es geeignet ist, auf diesem Gebiete das Kokain aus seiner dominierenden Stellung zu verdrängen, bleibt abzuwarten. Schwartz (VIII, 323) berichtet über

einen Todesfall nach Einbringen von 2%iger Tutokainlösung in die Harnröhre.

M. Andere Betäubungsmittel.

Daß der Karbolsäure, welche zu den wenigen Stoffen gehört, für die die unverletzte Haut durchlässig ist, betäubende Eigenschaften innewohnen, war längst bekannt. So empfiehlt bereits Pirrie bei ausgedehnter Verbrennung Karbolsäurekompressen (Karbolsäure 1, Öl 6), wodurch nach 10 Minuten Schmerzlosigkeit eintrete. Van der Weyde bemerkt, daß man in Amerika seit langer Zeit Karbolsäure zur Beseitigung von Zahnschmerzen in hohlen Zähnen verwendet, und Rae teilt mit, daß heftig schmerzende Bienenstiche durch hypodermatische Einspritzung von Karbolsäure (1:100) sofort schmerzlos würden. Für chirurgische Zwecke wandten sie zuerst Bill und Smith an in Form von Umschlägen und Bepinselungen der Haut. Smith bepinselte die Haut des Vorderarmes mit 85%iger Karbolsäurelösung; es entstand ein etwa eine Minute anhaltendes Brennen, und dann konnte man durch die ganze Dicke der Haut ohne jede Empfindung einen Schnitt führen. Auch bei Eröffnung oberflächlicher Panaritien wandte er sie als örtliches Betäubungsmittel mit Erfolg an. Die Beobachtung unzweifelhaft betäubender Wirkung in 1—3%iger, subkutan eingespritzter Lösung, deutlicher als bei Morphiumeinspritzungen, teilt auch der Bericht der k. k. Krankenanstalt Rudolfstiftung in Wien (1875, 1876, S. 293 bis 296) mit, und Caspari wendet 2%ige Karbolsäure zu subkutanen Einspritzungen mit angeblich sehr gutem Erfolge an. Endlich sei noch erwähnt, daß Walser sehr energische örtliche Betäubung durch Zerstäuben 3%iger Karbollösung erhielt, ebenso empfiehlt Richardson als örtliches Betäubungsmittel Äther sulf. 75,0, Acid. carbol. 0,3 in Sprayform, wodurch eine weit stärkere Wirkung eintrete als bei reinem Schwefeläther, und Schleich betupft umschriebene Schleimhautstellen und in einer Operationswunde freiliegende Nervenstämme, die unempfindlich werden sollen, mit 5%iger Karbollösung. Über Phenylkokain s. S. 107. Die stark reizende Karbolsäure wird heute kaum noch als Betäubungsmittel in Frage kommen, da wir für diesen Zweck besser geeignete Mittel kennengelernt haben.

Außer den bisher erwähnten Stoffen sind nun noch einer großen Zahl anderer Mittel mit mehr oder weniger Recht örtlich betäubende Fähigkeiten zugesprochen worden. Über das Saponin ist S. 12 das nötige gesagt. Mays fand, daß Brucin, ein das Strychnin begleitende Alkaloid, in 5—20%iger Lösung, ähnlich wie Kokain, das Gefühlsver-

mögen der Hornhaut aufhebt. Seiß bestätigte diese Beobachtung und wendete das Mittel in 5%iger Lösung bei Furunkeln des Gehörgangs, bei eitriger Entzündung des Mittelohrs, mitunter auch vor Einführung von Instrumenten in das Ohr an, wie er angibt, mit Erfolg. Weitere Erfahrungen über das Mittel liegen nicht vor.

Stenokarpin oder Gleditschin, ein angebliches Alkaloid aus den Blättern der Gleditschia triacanthus, sollte nach den Untersuchungen von Goodmann und Claiborne auf das Auge mydriatisch und örtlich betäubend wirken. Indessen ist durch Novy der Nachweis erbracht worden, daß es sich um einen industriellen Humbug gehandelt hat, und daß die als 2%ige Gleditschinlösung vertriebene Flüssigkeit ein Gemenge von Kokainchlorhydrat, von Atropinsulfat und Salizylsäure gewesen ist. Das Vorhandensein eines Alkaloids in der Gleditschia wird überhaupt bestritten.

Örtlich betäubende Eigenschaften fanden ferner Steinach und Panas bei Strophantin, letzterer auch beim Ouabain, Lewin beim Erythrophlaein, Rommel beim Erythrophlaein, Helleborin, Convallamarin, Adonidin, Graefe und Wolffberg beim Dionin, Buffalini beim Peronin, Bussenius und Müllerheim bei sehr zahlreichen anderen Stoffen, welche ebensowenig wie die eben genannten zur praktischen Anwendung geeignet sind wegen ihrer örtlich reizenden und die Gewebe schädigenden Nebenwirkungen und zum Teil, weil sie bereits in kleinster Dosis als schwere Gifte auf den Gesamtorganismus wirken. Das Erythrophlaein ist trotzdem vorübergehend praktisch versucht worden, hat im Jahre 1888 eine kleine Literatur entstehen lassen und gab Liebreich Veranlassung zur Aufstellung des Paradoxon „Anaesthetica dolorosa". Eine ebenso kurzlebige Literatur hat L. Championnière durch seine Empfehlung des Guajakols als Betäubungsmittel hervorgerufen. Es ist, da es äußerst heftig reizt und bei Gewebseinspritzungen Gangrän verursacht, durchaus ungeeignet für die örtliche Betäubung (Reclus). Desgleichen das von O'Followell dargestellte Guajazyl (Heinze). Antipyrinlösungen, welche zwar nach Heinzes Untersuchungen zu Gewebseinspritzungen nicht verwendbar sind, werden von Lydston (10%ige Antipyrinlösung mit Zusatz von 1% Phenol) zur Betäubung der Schleimhaut der Blase und Harnröhre empfohlen. Kocher braucht zur Betäubung der Kehlkopfschleimhaut eine Lösung von 5% Kokain mit 5% Antipyrin und 1% Karbolsäure. Ephraim empfiehlt 2%ige Antipyrinlösung und 1%ige Lösung von Chinin. bimuriatic. carbamid. zur Betäubung der Schleimhäute der oberen Luftwege.

In neuerer Zeit sind bei einem von Dalma aus der indischen Pflanze Gasu-Basu dargestellten Alkaloid, Neurozidin genannt, angeblich örtlich betäubende Eigenschaften entdeckt worden. Etwas Weiteres, als was schon Dumont erwähnt, habe ich über dieses Mittel nicht erfahren können.

Endlich fand Magnani, daß das in der Yohimbeherinde enthaltene Alkaloid Yohimbin bei der Einträufelung in das Auge Betäubung der Binde- und Hornhaut hervorruft. Löwy und Müller haben das Mittel einer genaueren Untersuchung unterzogen. Sie fanden, daß es in 1%iger Lösung sowohl die Erregbarkeit als das Leitungsvermögen motorischer und sensibler Nervenbahnen (N. ischiadicus und vagus) herabzusetzen und aufzuheben vermag. Wie beim Kokain, werden die motorischen Nerven später betroffen als die sensibeln. Die Wirkung ist eine vorübergehende und macht regelrechtem Verhalten Platz. Stärkere Reizerscheinungen haben sich nicht gezeigt. Das Yohimbin verdankt seine Aufnahme in den Arzneischatz bekanntlich seiner eigentümlichen Wirkung auf die männlichen Geschlechtsorgane, wo es Hyperämie und langdauernde Erektionen verursacht. Da nach Oberwarth schon 0,05 pro Kilo, subkutan gegeben, Kaninchen tötet, da ferner die erwähnten Nebenwirkungen beim Menschen schon bei einer Dosis von 5 mg sich zeigen, ist wohl große Vorsicht bei etwaiger praktischer Anwendung angezeigt.

Die örtlich betäubenden Eigenschaften von Chininlösungen habe ich bereits im Jahre 1897 ausführlich untersucht (XI, 5), aber keine Veranlassung gefunden, dies Mittel zum praktischen Gebrauch zu empfehlen. Neuerdings wurden Chininlösungen von Schepelmann (VIII, 373, 374) zur örtlichen Betäubung gebraucht, und in England und Amerika scheinen Chininharnstofflösungen sehr beliebt zu sein (Hertzler, I, 20). Ich habe die verschiedenen Mittel, auch die von Morgenroth und Ginsberg (VIII, 359, 360) studierten Chinaalkaloide, sowie aus England bezogene Chininharnstofftabletten geprüft. Ihre Lösungen bewirken eine sehr langdauernde Betäubung, wenn sie reichlich und in nicht zu verdünnter Lösung in die Gewebe gespritzt werden. Ohne gewebsschädigende und reizende Nebenwirkungen fand ich keins der untersuchten Präparate.

Fassen wir nun unser Urteil über die verschiedenen Ersatzmittel des Kokains noch einmal zusammen, indem wir uns die Bedingungen klarmachen, die wir an solche Mittel stellen müssen.

1. Das Mittel muß, im Verhältnis zu seiner örtlich betäubenden

Fähigkeit, weniger giftig sein wie Kokain. Die Feststellung einer unbedingt geringeren Giftigkeit genügt nicht, denn sie wird, wenn das Betäubungsvermögen des neuen Mittels geringer ist wie das des Kokains, wettgemacht durch die Notwendigkeit, größere Mengen zu verwenden. Alle bekannten Ersatzmittel erfüllen, abgesehen vielleicht vom Akoin, mehr oder weniger diese Forderung.

2. Das Mittel darf nicht den geringsten Reiz, nicht die geringste Gewebsschädigung verursachen, sondern muß, gleich dem Kokain, resorbiert werden, ohne Nachwirkungen am Ort der Anwendung, übermäßige Gefäßerweiterung, Entzündungen, Infiltrate oder gar Nekrosen zu hinterlassen. Nur dann sind wir zu der Annahme berechtigt, daß die Wundheilung nicht ungünstig beeinflußt wird und auch sonst kein Schaden entsteht. Stark sauer und stark alkalisch reagierende Mittel sind daher von vornherein ausgeschlossen, weil sie ausnahmslos örtliche Gewebsschädigungen verursachen. An dieser wichtigen zweiten Bedingung sind sehr viele Neuentdeckungen von Betäubungsmitteln gescheitert. Frei von Gewebsschädigung sind außer dem Kokain nur Tropakokain, Eukain, Novokain und Tutokain. Einige andere, wie Alypin, schädigen so wenig, daß sie für gewisse Anwendungsformen (Oberflächenanwendung auf Schleimhäute) wohl in Frage kommen.

3. Das Mittel muß wasserlöslich sein, seine Lösungen sollen einigermaßen beständig sein und sich auf einfache Weise sterilisieren lassen. Die Bedingung wird von allen Mitteln, vom Kokain nur teilweise erfüllt.

4. Das Mittel muß sich, worauf im nächsten Abschnitt zurückzukommen ist, mit Suprarenin paaren lassen. Hier sei vorausgeschickt, daß diese Bedingung vollständig vom Kokain, Alypin, Novokain und Tutokain erfüllt wird, daß dagegen alle übrigen Mittel mehr oder weniger die Suprareninwirkung beeinträchtigen.

5. Bei bestimmten Anwendungsformen kommen noch andere Dinge in Frage. Zum Zweck der Anwendung auf Schleimhautoberflächen muß ein Mittel fähig sein, schnell in diese einzudringen. Davon ist sein Betäubungsvermögen in diesem Falle in erster Linie abhängig.

Demnach sind Novokain, Tutokain und Alypin die drei Mittel, welche das Kokain, wenigstens in der Chirurgie, überflüssig gemacht haben. Eukain wird nur noch wenig gebraucht und ist vom Novokain überflügelt, Tropakokain und Stovain benutzt man noch für die Lumbalanästhesie. Die übrigen Mittel werden zur örtlichen Betäubung bei Operationen besser nicht verwendet, weil sie alle Nachteile und keinen einzigen Vorteil vor den erwähnten Mitteln besitzen.

8. Weitere Hilfsmittel der örtlichen Betäubung. Über den Einfluß der Vitalität der Gewebe auf die örtliche und toxische Wirkung örtlich betäubender Mittel.

Wenn örtlich betäubende Mittel auf lebende Gewebe einwirken, deren Vitalität, d. h. alle das Leben begleitenden, chemischen und physikalischen Umsetzungen, künstlich beeinträchtigt, deren Kreislauf gestört ist, so rufen sie eine weit stärkere und beständigere örtliche Vergiftung hervor als in Geweben mit ungehindertem, lebhaftem Stoffwechsel und regelrechtem Kreislauf. Diese Steigerung der örtlichen Wirkung erklärt sich, wie schon auf S. 64 angedeutet wurde, 1. aus der verlangsamten Resorption der Gifte vom Ort ihrer Einverleibung: sie bleiben alsdann länger daselbst liegen, ehe sie resorbiert werden, und können deshalb in verstärktem Maße örtliche Wirkungen entfalten. 2. Aus der Beeinträchtigung aller derjenigen Vorgänge, durch welche ein lebendiges Gewebe sich gegen das Eindringen fremdartiger Stoffe zu wehren vermag und nach erfolgter Vergiftung die Rückkehr in den regelrechten Zustand erstrebt. Mit der Steigerung der örtlichen Wirkung muß nun eine Verminderung der allgemeinen Giftigkeit des Mittels verbunden sein, 1. wiederum, weil die Resorption des Giftes verlangsamt ist, und weil 2. mehr Gift als sonst zur Entfaltung örtlicher Wirkung verbraucht und damit der Resorption entzogen wird. Die Kenntnis von Mitteln, welche eine künstliche Herabsetzung oder Aufhebung der Vitalität ermöglichen und die Geschwindigkeit der parenchymatösen Resorption herabsetzen, ist daher für die örtliche Betäubung von der größten Bedeutung.

In gewissem Sinn gehört zu ihnen die Anwendung möglichst verdünnter Lösungen des Betäubungsmittels zur Gewebsinfiltration nach Schleich. Denn die in verdünnter Lösung auf ein größeres Gewebsgebiet gleichmäßig verteilte Menge des Betäubungsmittels wird langsamer resorbiert, die örtliche Ausnutzung des allenthalben mit den Gewebsbestandteilen in unmittelbare Berührung gebrachten Mittels ist eine vollkommenere, als wenn die gleiche Menge in konzentrierterer Form eingespritzt wird. Die Verdünnung der Lösung erhöht aber auch die toxische und tödliche Dosis des Betäubungsmittels. Man kann also

sagen, daß die Verdünnung seiner Lösungen die örtlichen Wirkungen des Mittels steigert, die toxischen mildert. Eine Verlangsamung der Resorption und damit eine gesteigerte örtliche und verminderte toxische Wirkung findet ferner statt, wenn ein Mittel nicht in wässeriger, sondern in öliger Lösung zur Verwendung kommt. Denn die parenchymatöse Resorption öliger Lösungen erfolgt durch Vermittlung der Lymphbahnen weit langsamer als die Resorption wässeriger Lösungen, welche unmittelbar in die Blutbahnen eindringen (vgl. S. 63 u. 108).

Legrand und Hartwig empfahlen, den zu Gewebseinspritzungen bestimmten betäubenden Lösungen Gelatine hinzuzusetzen. Nach Klapp wird dadurch gleichfalls eine Resorptionsverzögerung hervorgerufen. Ich habe an Kokain-Gelatinelösungen eine Steigerung der örtlichen Kokainwirkung nicht nachzuweisen vermocht. Freilich waren diese Lösungen sehr sorgfältig sterilisiert, und nach Klapp verliert die Gelatine durch die Sterilisation ihre resorptionshemmende Eigenschaft, ist daher praktisch vorläufig in dieser Richtung nicht zu verwenden. Dagegen besitzen wir drei andere, in dem gedachten Sinne wirksame, sehr wichtige Hilfsmittel der örtlichen Betäubung, die Beeinträchtigung oder Unterbrechung des Blutstroms durch Abschnürung an den Gliedern oder durch Anwendung gefäßverengender Stoffe (Suprarenin) und die Abkühlung der durch ein Betäubungsmittel vergifteten Gewebe mittels des Äther- oder Chloräthylzerstäubers. Wir wollen diese Mittel der Reihe nach betrachten.

A. Einfluß der mechanischen Unterbrechung des Blutstroms auf örtliche und allgemeine Vergiftung.

Spritzt man in die Haut des Vorderarms einer Versuchsperson endermatisch, so daß eine Quaddel entsteht, eine kleine Menge, zwei Teilstriche der Pravazschen Spritze, eines in Wasser gelösten Farbstoffes, z. B. Eosin, so wird anfangs nur die Quaddel selbst gefärbt erscheinen, während nach einigen Minuten die sichtbare Färbung sich über einen mehr oder weniger großen Hautbezirk verbreitet, je nachdem die Farblösung mehr oder weniger konzentriert war. Der Farbstoff ist in die Umgebung diffundiert und hat eine örtliche Wirkung, Färbung der Gewebe, veranlaßt. Am anderen Arm der Versuchsperson wird gleichzeitig mit derselben Menge der gleichen Farblösung eine Hautquaddel hergestellt, vor oder unmittelbar nach der Einspritzung wird der Oberarm durch eine Gummibinde abgeschnürt. Es zeigt sich,

daß der sichtbar sich färbende Hautbezirk am abgeschnürten Arm erheblich größer wird als am nicht abgeschnürten, der Farbstoff ist weiter und in größerer Menge in die Umgegend diffundiert. Es muß also ein Mehrverbrauch von Farbstoff am Ort der Einverleibung stattgefunden haben, und es muß weniger von ihm resorbiert worden sein.

Spritzt man in die Haut des Vorderarms einer Versuchsperson in gleicher Weise endermatisch eine 1%ige Kokainlösung, so entsteht eine für eine gewisse Zeit gefühllose Quaddel. War der Arm vor oder unmittelbar nach der Einspritzung abgeschnürt worden, so überschreitet die Gefühllosigkeit der Haut erheblich die Grenzen der Quaddel, was ohne Abschnürung nur bei Verwendung konzentrierterer Kokainlösungen zu erreichen war. Es hat also eine Steigerung der betäubenden Wirkung des Kokains stattgefunden, die nur durch einen Mehrverbrauch von Kokain am Ort der Einverleibung erklärt werden kann. Die einmal unempfindlich gewordenen Gewebe bleiben es zunächst, solange der Blutstrom unterbrochen ist, aber auch noch längere Zeit nach Entfernung der Gummibinde. Denn erst beim Zutritt des Blutes beginnen diejenigen Vorgänge, welche die allmähliche Rückkehr der Gewebe in den regelrechten Zustand zur Folge haben. Es wurde schon oben darauf hingewiesen, daß dabei wahrscheinlich eine Zersetzung des Kokains stattfindet. Seit Cornings Arbeiten (1885) bildet die Eigenschaft der Esmarchschen Blutleere, bzw. der Abschnürung der Extremitäten, die örtliche Wirkung des Kokains und ähnlich wirkender Mittel zu steigern, ein wichtiges, überall bekanntes und gebrauchtes Hilfsmittel für die örtliche Betäubung. Daß bei sehr lange Zeit fortgesetzter und sehr fester Abschnürung einer Extremität das Gefühlsvermögen außerdem unmittelbar durch die Unterbrechung des Stoffwechsels und die Kompression der Nervenstämme beeinträchtigt werden kann und muß, versteht sich von selbst.

Mit der gesteigerten örtlichen Wirkung und der Verzögerung der Resorption des Kokains durch die Abschnürung muß eine Verminderung seiner allgemeinen Giftwirkung verbunden sein.

Spritzt man bei zwei Kaninchen von gleichem Gewicht in ein Hinterbein je 0,1 pro Kilo Kokain in 10%iger Lösung, nachdem bei dem einen der Oberschenkel durch einen Gummischlauch fest abgeschnürt wurde, bei dem anderen nicht, so geht dieses letztere in der Regel unter heftigen Krämpfen nach einigen Minuten zugrunde, während bei dem ersten sich keine Vergiftungserscheinungen bemerkbar machen. Löst man eine halbe Stunde später den Schlauch, so treten jetzt auch bei dem

ersten Tier leichte Vergiftungserscheinungen auf, welche aber den Tod des Tieres nicht veranlassen. Manchmal bleiben die Tiere überhaupt unverändert. Mir ist der regelmäßige Verlauf dieses auch schon von Kummer erwähnten Versuchs lange bekannt, doch will ich damit nicht der Priorität Kohlhardts zu nahe treten, der, veranlaßt durch die Untersuchungen von Czylhartz und Donath über Strychninvergiftung bei Tieren, diesen Dingen zuerst planmäßig nachgegangen ist. Er fand, daß die allgemeine Giftigkeit nach Einspritzung sonst tödlicher Kokainmengen in das abgeschnürte Bein eines Kaninchens um so weniger stark sich äußert und um so sicherer ganz verhindert werden kann, je länger der abschnürende Schlauch liegen blieb. Wurde er nach Ablauf einer Stunde oder später gelöst, so blieb meist jede Vergiftung aus. Diese Erscheinung findet in der mit der Abschnürung verbundenen Resorptionsverzögerung und dem vermehrten Kokainverbrauch am Ort der Einverleibung ihre ausreichende Erklärung. Denn es scheint nach den Untersuchungen von Kleine, daß die Resorption auch bei fester Abschnürung nicht völlig unterbrochen wird, sondern nur sehr langsam vor sich geht.

Wertvolle Untersuchungen über die parenchymatöse Resorption verdanken wir Klapp. Er benutzte die Eigenschaft einer örtlich indifferenten Substanz, des Milchzuckers, nach subkutaner Einspritzung schnell im Harn wiederzuerscheinen, zum Nachweis einer Beschleunigung oder Verzögerung der Resorption. Es gelang ihm, zahlenmäßig festzustellen, wie aktive Hyperämie die Resorptionsgeschwindigkeit beschleunigt, und wie selbst die lockere, lediglich zur Stauungshyperämie führende Umlegung einer Gummibinde um das Glied, ja auch das einfache Hochhalten desselben die Resorption des injizierten Milchzuckers verlangsamt. Beide Mittel, die Umlegung einer Stauungsbinde und Hochheben, haben daher, was sich sehr leicht nachweisen läßt, eine bedeutende Steigerung der örtlichen Betäubung durch Kokain und ähnliche Mittel zur Folge.

B. Einfluß starker Abkühlung der Gewebe auf örtliche und allgemeine Vergiftung.

Ein zweites Mittel zur örtlichen Herabsetzung der Vitalität und Verzögerung der Resorption ist die starke Abkühlung der Gewebe mittels des Äther- oder Chloräthylzerstäubers. Dessen Anwendung muß daher die örtliche Einwirkung von Arzneimitteln verstärken. Bei den örtlich betäubenden Mitteln läßt sich dies leicht nachweisen. Auf

Seite 106 ist auf die außerordentlich starke und langdauernde Gefühllosigkeit hingewiesen worden, welche bei Anwendung von in Chloräthyl gelöstem basischen Kokain zustande kommt. Es handelt sich dabei nicht etwa um eine einfache Paarung der Kältewirkung mit der Kokainwirkung, sondern um eine Steigerung der örtlichen Kokainvergiftung im abgekühlten Gewebe. Sie kann in der gleichen Weise beobachtet werden, wenn man eine Schleimhaut mit einer wässerigen Lösung von Kokainchlorhydrat bepinselt und dann gefrieren läßt. Die hierbei zuerst entstehende Kältebetäubung geht schnell vorüber, eine sehr intensive Kokainbetäubung folgt nach einigen Minuten. Will man also Kokain- und Kältebetäubung zweckmäßig vereinigen, so muß man zuerst die Schleimhaut abkühlen und kokainisieren oder den Kokainchloräthylstrahl anwenden, dann den Gipfelpunkt der Kokainwirkung abwarten, nun zum zweitenmal abkühlen und jetzt operieren. Auch durch Quaddelprüfung läßt sich der Zusammenhang der Erscheinungen unschwer erkennen.

Versuch 1. Am Vorderarm einer Versuchsperson bildete ich nebeneinander mit Hilfe einer 0,5%igen Kokainlösung zwei Quaddeln, welche beide natürlich sofort unempfindlich waren. Die Hautstelle, auf der sich die erste befand, wurde unmittelbar nach der Einspritzung bis zur Eisbildung abgekühlt, bei der zweiten unterblieb diese Maßnahme. Bei der letzteren kehrte das Gefühl nach ungefähr 18 Minuten wieder, die Unempfindlichkeit blieb auf die Quaddel beschränkt. Bei der anderen, abgekühlten Quaddel betrug die Dauer der Unempfindlichkeit fast das Doppelte; fünf Minuten nach der Einspritzung, zu einer Zeit, wo die Kältebetäubung längst geschwunden und die Haut stark hyperämisch geworden war, breitete sich die Unempfindlichkeit in der Umgebung der Quaddel aus, so daß ein Bezirk von der doppelten Größe der Quaddel unempfindlich wurde. Nach weiteren zehn Minuten verschwand diese nachträglich entstandene Gefühllosigkeit wieder. Das gleiche, aber nicht so ausgesprochen, geschieht, wenn man die Haut vorher gefrieren läßt und unmittelbar nachher die Einspritzung macht.

Versuch 2. Am Vorderarm einer anderen Versuchsperson spritzte ich an zwei nicht weit voneinander abliegenden Stellen subkutan je ½ ccm ½%ige Kokainlösung ein und ließ das eine Mal die Umgebung der Einspritzungsstelle gefrieren, das andere Mal nicht. Im ersten Falle wurde ein talergroßer Hautbezirk über dem mit der Kokainlösung infiltrierten subkutanen Zellgewebe für die Zeit von 20 Minuten unempfindlich, im zweiten Falle blieb diese Wirkung völlig aus.

In beiden Versuchen läßt sich eine sehr erhebliche Steigerung der Kokainwirkung durch die Abkühlung erkennen. Andere Betäubungsmittel zeigen dasselbe Verhalten. In der Praxis ist die Steigerung der Kokainwirkung durch gleichzeitige Anwendung des Äther- und Chloräthylzerstäubers seit langer Zeit mit Nutzen verwendet worden, z. B. bei Zahnextraktionen von Wiener, Schleich und anderen. Schleich und Hackenbruch brauchen ja überhaupt die Kokainbetäubung in ausgedehntem Maßstabe in Verbindung mit dem Chloräthylzerstäuber. Es

ist aber wichtig, festzustellen, daß die betäubende Wirkung der Kälte mit der Kokainbetäubung nicht bloß unmittelbar gepaart werden kann, sondern daß in stark abgekühlten Geweben die Stärke und Dauer der durch Kokain und ähnliche Mittel zu erzielenden örtlichen Vergiftung der Gewebe eine bedeutende Steigerung erfährt, derart, daß das Betäubungsvermögen verdünnter Lösungen dem von konzentrierten Lösungen im nicht abgekühlten Gewebe gleichkommt. Die prinzipielle Betonung dieses Gesichtspunktes läßt mancherlei praktische Nutzanwendung zu.

Wenn starke Wärmeentziehung die Vitalität der Gewebe herabsetzt, die Resorption verlangsamt und deshalb örtliche Wirkungen von Arzneimitteln steigert, dann muß sie auch imstande sein, deren Allgemeinwirkungen zu vermindern oder zu verhüten.

Die den Praktikern längst bekannte und alltäglich therapeutisch verwertete Tatsache, daß Abkühlung die parenchymatöse Resorption verlangsamt, Temperaturerhöhung sie beschleunigt, wurde wiederum durch Klapps Milchzuckerversuche auf das schlagendste bewiesen. Den Einfluß der Abkühlung der Gewebe auf die Resorption und Allgemeinwirkung von Giften untersuchte von Kóssa, nachdem schon vorher Claude Bernard und L. Brunton darauf bezügliche Mitteilungen gemacht hatten.

Von Kóssa spritzte in die auf $+5°$ bis $+7°$ abgekühlten Ohren von Kaninchen subkutan Zyankalium, Strychnin und Pikrotoxin in Dosen, welche bei Vergleichstieren den Tod oder doch Vergiftungen schwerster Art veranlaßten. Bei dauernder Abkühlung der Einverleibungsstellen wurden die Gifte ohne das geringste Krankheitszeichen vertragen, und wenn nach $1\frac{1}{2}$ Stunden die Abkühlung unterbrochen wurde, so blieb nunmehr die Vergiftung ganz aus. Das gleiche Verhalten läßt sich für Kokainlösungen leicht nachweisen.

Versuch 3. Kaninchen von 1450 g Gewicht. Die geschorene Rückenhaut wurde mit dem Ätherzerstäuber abgekühlt, hierauf subkutan $0{,}15 = 0{,}05$ pro Kilo Kokain in 10%iger Lösung subkutan eingespritzt und die Einverleibungsstelle weiter durch einen mit Eis und Kochsalz gefüllten Eisbeutel abgekühlt. Es trat keine Vergiftung ein. Nach einer Stunde wurde die Abkühlung unterbrochen. Zehn Minuten später zeigten sich leichte Vergiftungszeichen, Aufregung, Parese der Glieder. Bewußtlosigkeit und Krämpfe fehlten. Nach weiteren 15 Minuten verhielt sich das Tier wieder regelrecht. Ein Vergleichstier, dem 0,05 Kokain pro Kilo in derselben Lösung unter die Rückenhaut eingespritzt worden war, bot nach fünf Minuten das bekannte Bild schwerer akuter Kokainvergiftung mit Krämpfen und Koma, erholte sich aber schnell wieder.

Versuch 4. Ein drittes Kaninchen blieb ebenfalls am Leben, allerdings nach

einer etwas schwereren Vergiftung, dem 0,1 pro Kilo Kokain in 30%iger Lösung unter die mit dem Eisbeutel abgekühlte geschorene Rückenhaut gespritzt worden war. Nach 17 Minuten zeigten sich Zeichen von Vergiftung, worauf die Abkühlung unterbrochen wurde. Jetzt traten heftige Krämpfe mit folgendem Koma auf, das Tier erholte sich aber bald. 0,1 Kokain pro Kilo in 30%iger Lösung ist, subkutan gegeben, für das Kaninchen sonst eine absolut tödliche Dosis.

Besser ließen sich die Versuche in folgender Weise einrichten. Von einer Kiste, in welche ein Kaninchen ungefähr hineinpaßt, wurde an der schmalen Seite ein Loch ausgesägt, durch welches das sorgfältig geschorene Hinterbein durchgesteckt und durch Anschlingen des Unterschenkels festgelegt werden konnte. Unter das mit nasser Watte eingewickelte Bein wird eine Schale gestellt und nun das ganze Bein mit Eis umgeben.

Versuch 5. Kaninchen von 1800 g Gewicht.

10 Uhr 30 Min.: Beginn der Abkühlung des geschorenen linken Hinterbeins in der geschilderten Weise.

10 Uhr 40 Min.: Einspritzung von 0,18 Kokain in 20%iger Lösung subkutan in der Mitte des Oberschenkels, oberhalb der befestigenden Schlinge. Abkühlung der Einspritzungsstelle mit dem Ätherzerstäuber, dann Umhüllung des Beins mit nasser Watte und Eis. Es trat keine Vergiftung ein.

11 Uhr 40 Min. wurde die Abkühlung unterbrochen und das Tier freigelassen.

11 Uhr 45 Min. stellen sich leichte Vergiftungserscheinungen ein, Aufregung, Parese der Extremitäten; Bewußtlosigkeit und Krämpfe fehlten.

12 Uhr 5 Min.: Das Tier kann wieder springen und erholt sich schnell.

9. Vergleichsversuch. Kaninchen von 1900 g Gewicht. Das Tier wurde in gleicher Weise gefesselt und in den geschorenen Oberschenkel subkutan 0,19 Kokain in 20%iger Lösung gespritzt. Nach 5 Minuten heftige Krämpfe, 6 Minuten nach der Einspritzung Exitus letalis.

Die Versuche lassen mit genügender Deutlichkeit erkennen, daß aus abgekühlten Geweben infolge Herabsetzung ihrer Vitalität Kokain so langsam resorbiert wird, daß eine allgemeine Vergiftung nicht eintritt, solange die Abkühlung fortgesetzt wird, während sich die Zeichen der Vergiftung sehr abgeschwächt zeigen, wenn nach längerer Zeit die Abkühlung unterbrochen wird.

Der Einfluß der Abkühlung auf die allgemeine Wirkung örtlich betäubender Mittel entbehrt zwar nicht des praktischen Interesses, soll aber, worauf ich besonders hinweisen möchte, niemanden verleiten, die Betäubungsmittel mit geringerer Vorsicht als bisher anzuwenden.

C. Das Suprarenin (Adrenalin) und sein Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung.

Von einer ganz unerwarteten Seite, von der Organtherapie, ist der Chirurgie und besonders der örtlichen Betäubung ein Mittel geboten worden, welches bei örtlicher Anwendung die Blutgefäße zur Verenge-

rung bringt, die Gewebe blutleer macht und ihre Vitalität herabsetzt, daher geeignet ist, die örtliche Einwirkung von Arzneimitteln zu steigern und ihre Allgemeinwirkung zu beschränken. Ich las im Frühjahr 1900 in irgend einer Wochenschrift, daß man aus der Nebenniere von Tieren einen Extrakt hergestellt habe, der die Blutgefäße zur Verengerung bringe. Einige Tage später hatte ich etwas von diesem Extrakt erhalten, mischte ihn mit Kokainlösung und spritzte die Mischung in meinen Vorderarm. Ich wußte in diesem Augenblick, daß eine neue Zeit für die örtliche Betäubung angebrochen sei.

Wir wissen seit den grundlegenden Arbeiten Brown-Séquards, daß die Entfernung beider Nebennieren den Tod der Versuchstiere zur Folge hat, und das Ausbleiben dieser Folge nur durch das häufige Vorkommen überzähliger Nebennieren zu erklären ist. Die Nebennieren gesunder Tiere, sowie die aus dem frischen oder getrockneten Organ bereiteten Extrakte enthalten einen toxischen Körper (Pellacani, 1879), welcher sehr eigenartige, pharmakologische Wirkungen entfaltet, wenn er Tieren oder dem Menschen in irgend einer Form einverleibt wird, und welchem bestimmte chemische Reaktionen zukommen, die zum Teil schon Vulpian 1856 beschrieben hat. Seine Lösungen, wie auch die frische Nebenniere, färben sich an der Luft schnell rot oder braun und nehmen bei Zusatz von Eisenchlorid eine grüne Farbe an, welche bei Zusatz von Alkalien und Halogenen wieder in rosa übergeht, Reaktionen, die denen des Brenzkatechins ähnlich sind.

Die von zahlreichen Forschern versuchte Isolierung des wirksamen Prinzips der Nebennieren wurde von von Fürth und Abel ihrer Lösung näher geführt. Beide stellten aus Nebennierenextrakt eine, aber nicht dieselbe Substanz mit den kennzeichnenden chemischen und physiologischen Reaktionen dar. Von Fürth nannte die seinige Suprarenin, Abel Epinephrin. Im Jahre 1901 gelang es dann Takamine und Aldrich unabhängig voneinander, sie in kristallinischer Form zu gewinnen. Der Stoff wurde „Adrenalin“ genannt.

Von Fürth hat nachgewiesen, daß sein Suprarenin gleichartig ist mit dem Adrenalin. Das Suprarenin ist in reiner kristallinischer Form zuerst von der englischen Firma Parke, Davis & Co. in London unter dem Namen „Adrenalin“ fabrikmäßig hergestellt worden. Jetzt wird es von einer großen Zahl deutscher und ausländischer Fabriken teils in Substanz, teils in Form einer Lösung von 1:1000 unter den verschiedensten Namen (Adrenalin, Suprarenin, Eudrenal, Epirenan, Paranephrin, Tonogen usw.) in den Handel gebracht. Die Wirkung dieser Mittel ist im wesentlichen die gleiche, es handelt sich lediglich um Fabrik-

marken des gleichen Stoffs, die wir mit dem ihm von von Fürth gegebenen wissenschaftlichen Namen „Suprarenin“ bezeichnen wollen.

Das basische, reine Suprarenin stellt ein weißes oder leicht rötlich oder bräunlich gefärbtes kristallinisches Pulver dar, welches die Eigenschaften eines Alkaloids besitzt. Es löst sich schwer in kaltem, leicht in heißem Wasser, verträgt Temperaturen von 100°, ohne sich zu zersetzen, und bildet mit Säuren Salze. Beim Versuch, das Mittel in Wasser zu lösen, färbt sich die Lösung sofort rot und braun, infolge einer Oxydation des Suprarenins durch den Sauerstoff der Luft. Im Vakuum hergestellte wässerige Lösungen sind klar und farblos.

Durch Zusatz von Salzsäure zum Lösungsmittel erhält man ebenfalls wasserklare, beständige und durch Kochen sterilisierbare Lösungen (Braun), während gegen Alkalien Suprarenin außerordentlich empfindlich ist. Synthetisch hergestelltes Suprarenin machen die Höchster Farbwerke.

Nachdem die chemische Zusammensetzung des Organsuprarenins von Aldrich, Pauly und Stolz und Friedmann festgestellt worden war, gelang es den Chemikern der Höchster Farbwerke Stolz und Flaecher, aus dem Brenzkatechin zunächst suprareninähnliche Stoffe herzustellen. Sie besaßen gleich dem Organsuprarenin gefäßverengernde und blutdrucksteigernde Wirkung und zeigten auch sonst die gleichen pharmakologischen Eigenschaften wie dieses, nur in erheblich geringerer Stärke. Die ersten pharmakologischen Untersuchungen dieser Stoffe wurden von Meyer und Loewi und von Biberfeld ausgeführt.

Am genauesten stimmte in chemischer und physiologischer Hinsicht das salzsaure Methylaminoäthanolbrenzkatechin mit dem Organsuprarenin überein. Aber auch dieses unterschied sich vom Organsuprarenin noch durch eine etwa um die Hälfte geringere physiologische Wirksamkeit. Außerdem fand sich noch ein anderer, physikalischer Unterschied zwischen beiden. Das Organsuprarenin ist bei der Untersuchung im polarisierten Licht optisch linksdrehend, das eben erwähnte synthetisch dargestellte Suprarenin ist dagegen optisch inaktiv; es stellt nach chemischer Bezeichnung die sogenannte Racemform vor.

Wiederum war es Flaecher, dem es gelang, dies optisch inaktive synthetische Suprarenin in eine optisch rechtsdrehende (dextrogyre) und in eine gleich dem Organsuprarenin linksdrehende (lävogyre) Komponente zu zerlegen. Man bezeichnet diese beiden Komponenten als D-Suprarenin und L-Suprarenin.

Dies letztere Produkt, das synthetische L-Suprarenin, ist, wie die Untersuchungen von Cushny, Abderhalden, Müller, Thies, Slavu ergeben haben, auch pharmakologisch dem Organsuprarenin gleich.

Ich habe die synthetischen Präparate der Höchster Farbwerke im Laufe der letzten Jahre fast ausnahmslos daraufhin geprüft, ob ihre gefäßverengernde Wirkung das Organsuprarenin ersetzen kann, zuerst die älteren, als „Homorenon“ und „Arterenol“ bezeichneten Produkte. Sie waren wohl brauchbar, wenn man größere Mengen wie vom Organsuprarenin anwendete. Sie waren jedoch für sich und in Verbindung mit Novokain nicht haltbar, und hauptsächlich deshalb verließen wir sie wieder und kehrten zum Organsuprarenin zurück. Ich bin daher

mit einigem Mißtrauen an die Prüfung der neuen Mittel gegangen. Das D-Suprarenin zeigte sehr geringe gefäßverengernde Wirkung bei Operationen und war deshalb nicht brauchbar. Das L-Suprarenin dagegen, welches jetzt unter dem Namen „synthetisches Suprarenin" in den Handel kommt, verdient auch diesen Namen. Wir wenden es seit langer Zeit in der gleichen Form und in den gleichen Dosen wie früher das Organsuprarenin an und haben keinen Unterschied in der Wirkung finden können. Unser Testobjekt bei derartigen Prüfungen pflegt die Radikaloperation des doppelseitigen Leistenbruches zu sein. Wir betäubten die eine Seite mit unserer gewohnten Novokainlösung, die eine bestimmte Menge Organsuprarenin enthielt, die andere Seite mit der gleichen Menge Novokainlösung, welche die gleiche Menge des zu prüfenden Präparates enthielt. So waren wir in der Lage, beim ersten Versuch die Übereinstimmung des „synthetischen L-Suprarenins" mit dem Organsuprarenin zu erkennen.

Für die Praxis ist dieses Ergebnis jahrelanger Arbeiten der deutschen chemischen Industrie keineswegs ohne Bedeutung. Denn die Reinheit und Gleichmäßigkeit eines synthetischen Stoffs kann weit besser garantiert werden, als die eines aus den Organen von Schlachttieren hergestellten Mittels.

Die auffallendste Wirkung des Nebennierensaftes oder -extraktes besteht in einer vorübergehenden Steigerung des Blutdrucks; unglaublich kleine Dosen (nach Moore und Purinton beim Hund pro Kilo 0,000000245 bis 0,000024 des Extrakts) genügen, um sie hervortreten zu lassen. Die Ursache dieser Blutdrucksteigerung ist darin zu sehen, daß das Mittel einmal die Herztätigkeit steigert (Gottlieb, Hedboom, Schäfer), und daß es ferner die Arterien und Kapillaren des Körpers zur Verengerung bringt. In ähnlicher Weise wird auch die glatte Muskulatur anderer Organe beeinflußt. Jacoby, Boruttau und Pal beobachteten nach intravenöser Einführung von Nebennierenextrakt Stillstand der Darmperistaltik, nach Lewandowski wirkt Nebennierenextrakt, intravenös oder subkutan eingespritzt, zusammenziehend auf die glatte Muskulatur der Haut, so daß z. B. beim Igel sich die Stacheln senkrecht in die Höhe richten, und bei Katzen die Haare sich sträuben. Nach Schäfer endlich besitzt Nebennierenextrakt die Fähigkeit, die Muskulatur der Gebärmutter zur Zusammenziehung zu bringen. In großen Dosen gegeben, wirkt das Mittel als schweres Gift und tötet die Versuchstiere nach kurzer Zeit unter lähmungsartigen Erscheinungen und starker Blutdruckerniedrigung, welche der Blutdrucksteigerung folgt. Cybulski fand, daß 1 ccm einer 10%igen Lösung des Extrakts, intravenös eingespritzt, bei Kaninchen bald den Tod des Tieres veranlaßt, daß aber die gleiche Dosis ohne Störung vertragen wird, wenn sie 10—20mal mehr verdünnt war. Der Urin enthält schon 15 Minuten nach subkutaner Einspritzung die wirksame Substanz (Cybulski, Bardier und

Frenkel), bei sehr großen tödlichen Dosen sahen Blum und Zuelzer regelmäßig Glykosurie auftreten.

Die Frage, ob die Wirkung des Mittels auf die glatte Muskulatur, im besonderen auf diejenige der Blutgefäße, zentralen oder peripheren Ursprungs sei, wurde im letzteren Sinne entschieden. Denn Biedl sah an ausgeschnittenen überlebenden Organen (Niere, Extremität), durch welche er mit Nebennierenextrakt versetztes Blut strömen ließ, eine derartige Verengerung der Blutgefäße eintreten, daß der Ausfluß aus der Vene völlig aufhörte. Hedboom und Schäfer wiesen auch am Herzen die unmittelbar erregende Einwirkung des Mittels nach. Das ausgeschnittene Säugetierherz, das seine Tätigkeit bereits eingestellt hatte, begann wieder zu schlagen unter dem Einfluß des Nebennierenextrakts. Endlich wurde von Bates, Dor, Darier und Königstein die Beobachtung gemacht, daß bei Einträufelung des Extrakts in die Konjunktiva die Gefäße sich zusammenziehen, so daß das Gewebe blutleer wird. An anderen Schleimhäuten wurde dasselbe gefunden, und Velich sah, daß unter der örtlichen Einwirkung von Nebennierenextrakt granulierende Wundflächen bei Menschen und Tieren, ferner die durch Ekzem und Verbrennung lädierte Haut blutleer wurden. Die Gefäßverengerung ist also eine periphere Wirkung.

Von Interesse ist, daß die Blutgefäße verschiedener Organe verschieden stark auf Suprarenin antworten. Es wirkt stark auf die Gefäße der Haut, weniger stark auf diejenigen des Magens, Darms und der Blase, gar nicht auf die Lungengefäße (Langley, Brodie und Dixon). Auf die Koronargefäße wirkt es nicht verengernd, sondern erweiternd (Langendorff). Läwen stellte fest, daß das in Wirksamkeit getretene Suprarenin von der lebenden Gefäßwand zerstört wird. Es findet also eine Entgiftung des mit Suprarenin vergifteten Körpers statt.

Die gefäßverengernde Eigenschaft des Nebennierenextrakts fand zunächst namentlich auf dem Gebiet der Laryngologie und Rhinologie therapeutische Verwendung zur Blutstillung bei Operationen und anderweitigen Blutungen (Swain, Moure und Brindel, Harmer, Rode, Rosenberg). Wird Suprarenin in Lösung von 1:1000 bis 1:5000 auf die Schleimhaut der Nase oder des Kehlkopfes gebracht, so schwillt sie sofort ab, verliert ihre Turgeszenz, so daß die Höhlen und Nebenhöhlen besser zugänglich werden, sie wird grau und vollkommen blutleer, so daß beim Einschneiden kein Tropfen Blut herausfließt und Operationen ohne Blutung ausgeführt werden können. Lermoyez nannte das Mittel deshalb das „Alkaloid der Esmarchschen Blutleere". Die noch weit auffallenderen Erscheinungen bei subkutaner Einspritzung

von Suprareninlösungen sind von mir zunächst an mir selbst und gesunden Versuchspersonen, dann im alltäglichen Gebrauch bei Operationen studiert worden. Es zeigte sich, daß Gewebe, welche mit einer Suprareninlösung von 1:1000000 reichlich durchtränkt worden sind, nach einigen Minuten blutleer werden. Es fehlt bei der Durchtrennung solcher Gewebe jede parenchymatöse Blutung, während Arterien und Venen größeren Kalibers schwach bluten. Wenn stärker konzentrierte Suprareninlösungen eingespritzt werden, so vermögen sich selbst Arterien größeren Durchmessers, wie z. B. die Fingerarterien, bis zum vollständigen Verschluß ihrer Lichtung zusammenzuziehen. Man ist daher in der Lage, mittels Suprarenin eine langdauernde Blutleere umschriebener Gewebsbezirke zu erzeugen, welche derjenigen bei der Esmarchschen Konstriktion manchmal nicht nachsteht. Dies ist die eine Seite, nach der hin das Suprarenin Bedeutung für die Chirurgie erlangt hat. Wir können jetzt fast alle Operationen, wo es erforderlich oder bequem ist, ohne Blutung machen, was bisher nur an den Extremitäten möglich war. Dieser Zweck wird durch außerordentlich kleine Suprarenindosen erreicht. Zur Einspritzung dient Kochsalzlösung, welcher auf 100 ccm fünf Tropfen einer 0,1%igen Suprareninlösung zugesetzt sind. Sie enthält das Mittel in einer Verdünnung von ungefähr 1:600000. Bruchteile eines Milligramms Suprarenin genügen, um auch das größte Operationsfeld blutleer zu machen, wenn das Mittel durch reichliche Infiltration sehr verdünnter Lösungen gleichmäßig in den Geweben verteilt wird. Es ist nicht nötig, das Operationsfeld selbst mit Suprareninlösung zu durchtränken. Es wird vielmehr auch dann blutleer, wenn man die Gewebe mit Suprareninlösung durchtränkt, welche das Operationsfeld ringsum begrenzen und die blutzuführenden Gefäße enthalten. Die Injektionstechnik ist die gleiche, wie sie später für die Betäubung abgegrenzter Operationsfelder geschildert werden wird. B. Müller hat kürzlich auf den Wert der Suprareninblutleere bei Operationen an parenchymatösen Organen, wie Leber und Niere, hingewiesen. Für die menschliche Leber sind seine Beobachtungen nicht zutreffend. Ich habe wiederholt bei Cholezystektomien und Leberverletzungen die Leber mit Suprareninlösung infiltriert, ohne daß die Blutung sich vermindert hätte. Dies ist auch gar nicht zu erwarten, da sie aus den starren, nicht kontraktionsfähigen Lebervenen stammt.

Die blutstillende Eigenschaft des Nebennierensaftes von Schlachttieren ist übrigens dem Volk längst bekannt gewesen. Wenigstens ist im Leipziger Schlachthof nach alter Überlieferung üblich, daß die Schlächter, wenn sie sich

verletzt haben, den ausgepreßten Saft der Nebenniere des geschlachteten Tieres zur Blutstillung in die Wunde bringen.

Auf seiner gefäßverengernden Wirkung beruht auch die Bedeutung des Suprarenins für die örtliche Betäubung. Suprarenin ist zwar an sich kein Betäubungsmittel, aber die örtliche Wirkung anderer Arzneimittel wird stärker in Geweben, welche unter seinem Einfluß stehen. Darauf bezügliche Beobachtungen wurden wiederum zuerst von Augenärzten, von Dor, Darier, Königstein, Lichtwitz, Landolt u. a. gemacht. Sie bemerkten, wie Kokain, Holokain, Atropin, Eserin und andere Medikamente auf die Konjunktiva und das Auge nach Zusatz von Nebennierenextrakt, oder wenn letzterer vorher eingeträufelt worden war, wesentlich stärker wirkten als ohne dies Hilfsmittel. Von Rhinologen und Laryngologen (Swain, Bukofzer, Rode u. a.) wurde diese Erfahrung besonders für das Kokain bestätigt. Die Bedeutung des Nebennierenextrakts für die örtliche Betäubung bei Zahnextraktionen, wo er zunächst auch nur als Blutstillungsmittel gebraucht worden war (Carpenter), erkannten Peters, Minter, Battier, Nevrezé und Möller. Die Ergebnisse eingehender, in den Jahren 1900—1902 vorgenommener experimenteller und praktischer Versuche mit Suprarenin veranlaßten mich (IX, 17), dasselbe als ein außerordentlich wertvolles Hilfsmittel auf allen Gebieten der örtlichen Betäubung zu empfehlen.

Es zeigte sich, daß der Zusatz sehr kleiner Mengen von Suprarenin die örtlich betäubende Fähigkeit von Kokainlösungen außerordentlich steigert, derart, daß verdünnte Kokainlösungen nun stärker wirkten wie konzentrierte Lösungen ohne den Zusatz, Gewebe, in welche sie eingespritzt wurden, weit über das Gebiet der unmittelbaren Durchtränkung gefühllos machten, und die Leitungsfähigkeit von Nervenstämmen, bei gemischten Nerven auch diejenige der gegen Kokain allein viel weniger empfindlichen motorischen Bahnen, unterbrachen. Gleichzeitig wird die Dauer der Kokainbetäubung meist auf Stunden verlängert.

Die Ausbreitung der Blutleere und der Gefühllosigkeit ist voneinander unabhängig. Die erste wird lediglich bestimmt durch den Suprareningehalt, die letztere durch den Kokaingehalt der Lösung.

Weitere Untersuchungen betrafen das Verhalten von Eukain-B und Tropakokain bei Suprareninzusatz. Es zeigte sich, daß sowohl Eukain wie Tropakokain die gefäßverengernde Eigenschaft des Suprarenins beeinträchtigt, ganz besonders aber das Tropakokain, wie schon von Rode bemerkt worden ist. Die betäubende Wirkung von Eukain wird daher durch Suprareninzusatz nicht in demselben Maße gesteigert

wie die Kokainwirkung, der Zusatz von Suprarenin zu Tropakokainlösungen hat wenig Zweck. Den Einfluß der drei Mittel auf Suprarenin zeigen sehr anschaulich die Kurven Läwens.

Läwen durchströmte mittels einer in die Aorta eingebundenen Kanüle die Hinterextremitäten von Eskulenten mit einer unter konstantem Druck stehenden Spülflüssigkeit, die in Tropfenform aus der Vena cava wieder herauslief. Die Ausflußgeschwindigkeit, die bei gleichem Druck durch die Gefäßweite bestimmt wird, wurde durch die Zahl der Tropfen in der Minute gemessen. Fig. 6 zeigt die Ergebnisse einiger seiner Versuche. Die Abszisse gibt die Versuchszeit in Minuten, die Ordinate die Ausflußgeschwindigkeit (Tropfen in der Minute). Der Anschaulichkeit wegen habe ich Läwens Zahlen stets auf eine normale Anfangstropfenzahl von 100 in der Minute umgerechnet. Die Pfeile zeigen den Augenblick an, wo die Durchströmung mit der differenten Versuchslösung begann.

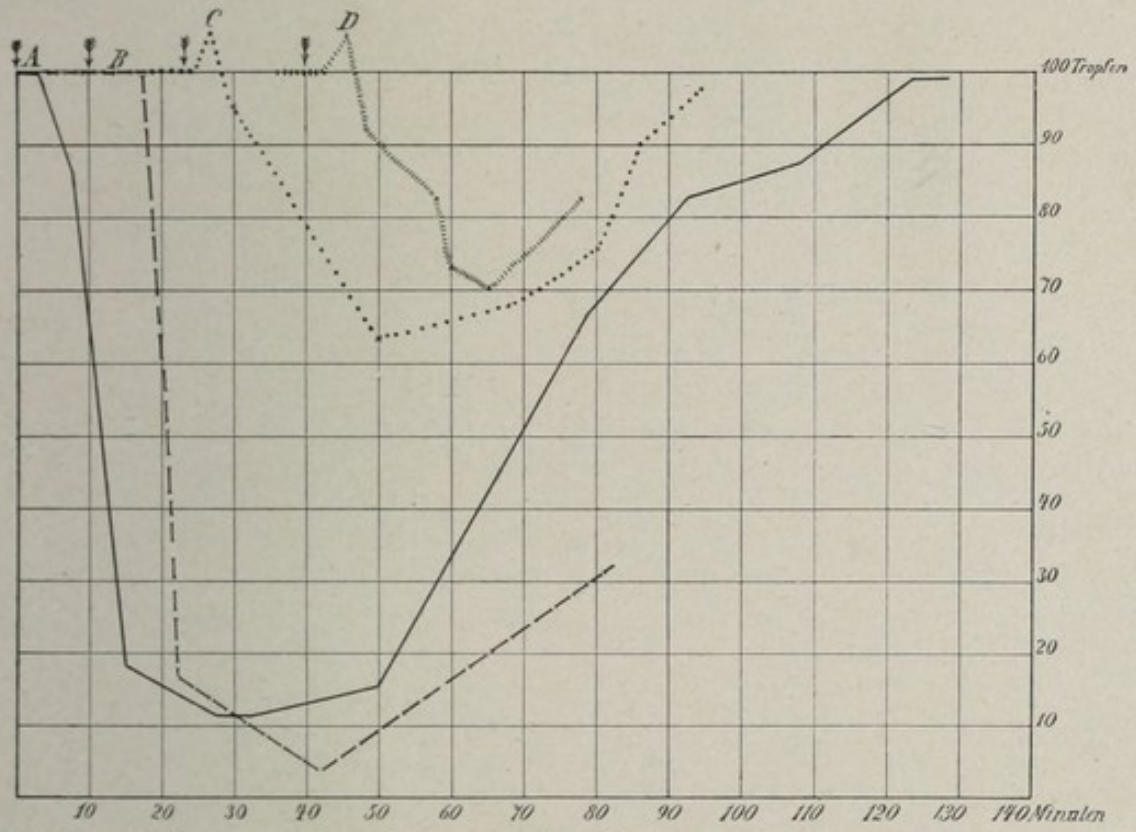


Abb. 6. Einfluß der Betäubungsmittel auf die gefäßverengernde Wirkung des Suprarenins. Nach Läwen. *A* Suprarenin. *B* Suprarenin mit Kokain. *C* Suprarenin mit Eukain. *D* Suprarenin mit Tropakokain.

Kurve A: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin in 10 ccm indifferenter Flüssigkeit (Ringersche Flüssigkeit mit Zusatz von 1% Gummi). Die Tropfenzahl sinkt rasch von 100 auf 11, um dann bei Durchströmung mit Ringerscher Flüssigkeit allmählich wieder zur Norm zurückzukehren. Bei Durchspülung mit reiner Kokainlösung zeigte sich die merkwürdige, schon von Kobert und Brodie und Dixon festgestellte Tatsache, daß Kokain allein bei der-

artigen Durchströmungsversuchen überhaupt keine Gefäßverengerung hervorruft.

Kurve B: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin und 0,01 g Kokain in 10 ccm Ringerscher Flüssigkeit. Die Ausflußgeschwindigkeit fällt schnell von 100 auf 3 Tropfen, um dann bei Durchströmung mit indifferenter Flüssigkeit wieder anzusteigen.

Kurve C: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin und 0,01 g Eukain-B in 10 ccm Ringerscher Lösung. Die Ausflußgeschwindigkeit sinkt von 100 auf 63 Tropfen in der Minute.

Kurve D: Spülflüssigkeit eine Lösung von 0,002 mg Suprarenin und 0,01 g Tropakokain in 10 ccm Ringerscher Lösung. Die Ausflußgeschwindigkeit sinkt von 100 auf 70 Tropfen in der Minute.

Man sieht also, wie allein das Kokain die gefäßverengernde Eigenschaft des Suprarenins nicht beeinträchtigt. Die übrigen Betäubungsmittel (Holokain, Akoin, Nirvanin, Subkutin) in Verbindung mit Suprarenin sind von Recke untersucht worden. Bei allen findet zwar eine Steigerung ihrer Fähigkeit, das Gefühl aufzuheben, durch Suprareninzusatz statt, aber längst nicht so auffallend, wie bei Kokain-Suprareningemischen. Stovain verhält sich ebenso, die Stovainbetäubung wird durch Suprarenin nur verhältnismäßig wenig gesteigert. Ausgezeichnet lassen sich dagegen die beiden neuen Mittel Alypin und Novokain mit Suprarenin paaren. Hierüber geben die folgenden Versuche Aufschluß, welche zu vergleichen sind mit den auf S. 134 und 137 mitgeteilten.

1. Zu 100 ccm der 0,1%igen Alypinlösung werden fünf Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt. Bildung einer Hautquaddel. Die Einspritzung ist schmerzhaft. Es entsteht keine Hyperämie. Die Suprareninanämie kommt vielmehr zum vollen Ausdruck. Die weiße Quaddel liegt innerhalb eines um das Vielfache größeren weißen Flecks. Die Gefühllosigkeit der Quaddel hält ungefähr zwei Stunden an, dann kehrt das Gefühl allmählich zurück. An der Einspritzungsstelle bleibt bis zum nächsten Tag ein hyperämisches Infiltrat zurück.

2. ½%ige Alypinlösung mit Zusatz von 0,8% Kochsalz. 1 ccm dieser Lösung wird, nachdem ihm ein Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt ist, ringförmig im Unterhautzellgewebe am Grundgliede des vierten Fingers verteilt. Die Einspritzung ist schmerzhaft. Nach Ablauf von zehn Minuten ist der Finger bis an seine Spitze völlig gefühllos geworden. Nach zwei Stunden beginnt das Gefühl allmählich wiederzukehren, nach ungefähr drei Stunden ist sie überall wieder regelrecht. Das Fingergrundglied bleibt mehrere Tage infiltriert, gerötet und schmerzhaft. ½%ige Kokain- oder Eukainlösung mit dem gleichen Suprareninzusatz zeigt diese letztere Erscheinung nicht.

3. 0,1%ige isotonische Novokainlösung. Zu 100 ccm derselben werden fünf Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt. Bildung von Hautquaddeln am Vorderarm. Einspritzung schmerzlos. Sehr starke Anämie. Die Dauer der Quaddelgefühllosigkeit beträgt mehr als eine Stunde. Keinerlei Reaktion.

4. 1%ige Novokainlösung, der auf je 1 ccm zwei Tropfen Suprareninlösung 1:1000 zugesetzt sind. Bildung von Quaddeln am Vorderarm.

Einspritzung schmerzlos. Dauer der die Quaddelgrenzen weit überschreitenden Gefühllosigkeit ungefähr vier Stunden. Die Suprareninwirkung ist überaus stark. Nach dem Abklingen der Suprareninanämie entsteht etwas Nachschmerz an der Einspritzungsstelle, sonst keine Reaktion.

5. ½ ccm der gleichen Novokain-Suprareninlösung wird subkutan am Vorderarm eingespritzt. Die Haut über der Einspritzungsstelle sowie im Verlauf der getroffenen sensibeln Nerven wird für zweieinhalb bis drei Stunden gefühllos. Sehr starke Suprareninwirkung. Keine Reaktion.

6. ½%ige Novokainlösung mit Zusatz von einem Tropfen Suprareninlösung 1 : 1000 zu jedem Kubikzentimeter. 1 ccm dieser Lösung wird subkutan ringförmig in das Grundglied des vierten Fingers gespritzt. Nach zehn Minuten ist der Finger völlig gefühllos und blutleer geworden. Nach 65 Minuten beginnt an der Fingerspitze das Gefühl wiederzukehren. Bis zu seiner völligen Rückkehr vergeht eine weitere Stunde. Kein Nachschmerz oder nachträgliche Schwellung des Fingers.

Es zeigt sich also, daß das Betäubungsvermögen der beiden Mittel durch den Suprareninzusatz außerordentlich gesteigert wird. Für das Novokain hat das die außergewöhnliche Bedeutung, daß das Mittel erst durch diesen Zusatz zu einem brauchbaren Betäubungsmittel gemacht wird, da seine örtliche Wirkung ohne den Zusatz zu flüchtig ist.

Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß die Ursache des Einflusses des Suprarenins und der suprareninhaltigen Nebennierenextrakte auf die örtliche Wirkung örtlicher Betäubungsmittel dieselbe ist, welche auch bei Abschnürung der Extremitäten und Abkühlung der Gewebe eine Steigerung der örtlichen Wirkung dieser Mittel bedingt: die Herabsetzung der Vitalität der Gewebe durch das sie vorübergehend fast völlig blutleer machende Suprarenin und die damit verbundene Verzögerung der Resorption des Mittels.

Den strengen Nachweis, daß die Resorption aus den unter der Einwirkung von Suprarenin stehenden Geweben bedeutend verlangsamt ist, und gleichzeitig ein anschauliches Bild über den Resorptionsverlauf bei Anwendung kleinster Dosen des Mittels liefern die Untersuchungen Klapps. Einer seiner Versuche mag hier wiedergegeben werden.

Einem Hund wurden 10 ccm 6,5%ige Milchzuckerlösung subkutan unter die Rückenhaut gespritzt und von Stunde zu Stunde die durch den Harn ausgeschiedenen Zuckermengen bestimmt. Drei Tage später wurde die gleiche Menge derselben Lösung mit Zusatz von zwei Tropfen einer Adrenalinlösung von 1 : 1000 eingespritzt und in gleicher Weise die Ausscheidung bestimmt.

In Fig. 7 sind auf der Horizontalen die Stunden, auf der Vertikalen die ausgeschiedenen Zuckermengen in Gramm bezeichnet. Die ausgezogene Kurve gibt die Verhältnisse für den ersten Versuch ohne Adrenalin wieder. Die Zuckerausscheidung beginnt sofort, erreicht in der ersten Stunde bereits ihr Maximum, um dann langsam abzufallen und in der sechsten Stunde aufzuhören. Die gesamte, im Harn nachweisbare Zuckermenge betrug 0,569 g. — Die punktierte Kurve ver-

anschaulicht das Ergebnis des zweiten Versuchs, wo die Resorption durch den Adrenalinzusatz verändert ist. In der ersten Stunde war kein Zucker im Harn nachweisbar, die Ausscheidung begann erst in der zweiten Stunde, erreichte erst in der fünften Stunde einen Höhepunkt, wesentlich niedriger als im ersten Versuch. Noch in der achten Stunde nach der Einspritzung wurde Zucker ausgeschieden. Die Gesamtausscheidung betrug 0,343 g.

So erklärt sich also die bei Anwendung von Suprarenin zu beobachtende Steigerung der örtlichen Wirkung anderer Mittel durch die Verzögerung der parenchymatösen Resorption.

Es lag daher die Vermutung nahe, daß bei gleichzeitiger Anwendung von Suprarenin und Kokain dessen toxische Wirkung ab-

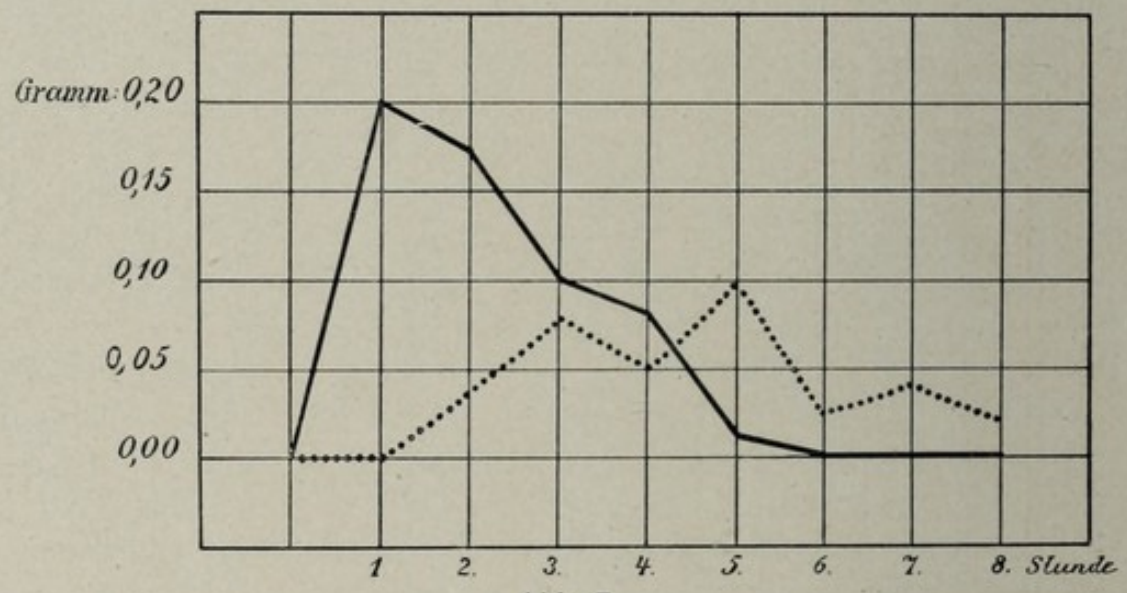


Abb. 7.
Zuckerausscheidung im Harn, ____ ohne, ... mit Suprarenin. Nach Klapp.

geschwächt werden müsse. Eine Verzögerung der Resorption muß ja in diesem Sinne wirken. Freilich lagen die Verhältnisse doch noch anders als bei einer durch physikalische Ursachen hervorgerufenen Resorptionsverzögerung. Denn man führt außer dem Kokain noch ein zweites, toxisch wirkendes Mittel in den Körper ein, und es konnte sehr wohl der Fall sein, daß beide zusammen, wenn sie resorbiert werden, gerade besonders giftig wirken. Das ist nun durchaus nicht der Fall. Daß die Kokaintoxizität vielmehr bei gleichzeitiger Anwendung von Suprarenin herabgesetzt wird, hatten Moure und Brindel in der rhinolaryngologischen Praxis bereits beobachtet. Ich konnte das gleiche auch im zweckmäßig angeordneten Tierversuch erkennen, wenn ich in das Unterhautzellgewebe zuerst Suprarenin einspritzte, dann abwartete,

bis die Suprareninwirkung ihren Höhepunkt erreicht hatte, und nun, einige Minuten später, in die blutleer gewordenen Gewebe Kokain einspritzte. Die Allgemeinwirkung toxischer Kokaindosen erwies sich dann nicht bloß verzögert, sondern auch gemildert (IX, 22).

Diese Erscheinung schien in Versuchen von Dönitz noch viel auffallender hervorzutreten, wenn er die Wirkung reiner Kokainlösung mit der von Kokain-Suprareningemengen bei Einspritzung in den Lumbalsack von Katzen verglich. Dagegen glaubt Thieß gefunden zu haben, daß Kokain und Suprarenin bei subduraler Einspritzung toxischer wirken als Kokain allein. Ich möchte hierzu bemerken, daß der Rückenmarkskanal kein sehr geeignetes Versuchsobjekt zur Entscheidung dieser Fragen ist. Denn die Wirkungen von Giften, welche in den Medullarsack injiziert werden, sind Folge einer unmittelbaren Einwirkung auf die nervösen Zentralorgane. Neuerdings glaubt auch Sikemeyer bei einer Nachprüfung meiner Versuche gefunden zu haben, daß die zentrale toxische Kokainwirkung durch Suprarenin zwar verzögert, aber nicht gemildert werde.

Ich lege kein großes Gewicht auf die Ergebnisse dieser, wie meiner diesbezüglichen Tierversuche. Die Tatsache, daß Suprareninzusatz die Resorptionsgeschwindigkeit einer eingespritzten Kokainlösung bedeutend verzögert, steht fest, ebenso die Tatsache, daß eine Kokaindosis, welche langsam in den Kreislauf gelangt, weniger toxisch wirkt, als wenn sie schnell resorbiert wird. Bei geeigneter Versuchsanordnung muß sich daher auch der von mir angenommene Einfluß des Suprarenins auf die Kokainintoxikation unmittelbar nachweisen lassen. Der praktische Wert des Suprareninzusatzes besteht indessen nicht darin, daß die Kokaindosis erhöht werden kann, sondern daß ein Suprareninzusatz verdünnten Lösungen betäubender Mittel örtlich betäubende Wirkungen von bisher unbekannter Stärke und Dauer verleiht.

Ich hatte angenommen, daß die Bedeutung des Suprarenins für die örtliche Betäubung allein auf seiner gefäßverengernden Eigenschaft beruhe. Die außerordentliche Steigerung der örtlichen Wirkung der Betäubungsmittel durch Suprarenin habe also die gleiche Ursache wie bei Abschnürung der Glieder. Esch hat nun gefunden, daß auch bei ausgeschaltetem Blutkreislauf im Tierversuch Suprarenin die Wirkung von Kokain, Alypin und Novokain noch deutlich steigert und vergleicht diesen Einfluß des für sich allein in keiner Weise betäubenden Suprarenins mit der Wirkung der Beizen in der Färbetechnik. Zu einer ähnlichen Auffassung kommt auch Schoff.

Versuche an Tieren haben ergeben, daß, ähnlich wie beim Kokain, die toxische Wirkung des Suprarenins bei intravenöser Einspritzung, wo die eingeführte Dosis ohne Abzug in den Kreislauf gelangt, ganz außerordentlich viel größer ist wie bei subkutaner Einspritzung, wo nicht

bloß die Resorption verlangsamt ist, sondern auch ein Teil des Mittels gar nicht resorbiert wird. Nach Batelli und Taramasio, Bouchard und Claude führt eine Dosis von 0,0001 bis 0,0002 pro Kilo, intravenös bei Kaninchen oder Meerschweinchen verabreicht, stets den Tod des Tieres herbei, während bei subkutaner Einspritzung die tödliche Dosis große Schwankungen zeigt und zwischen 0,002 und 0,02 liegt. Stets tödlich war für das Meerschweinchen 0,01, für das Kaninchen 0,02 pro Kilo. Batelli sagt, daß das Mittel, auf intravenösem Wege einverleibt, etwa 40mal toxischer wirke als bei subkutaner Einspritzung. Die verhältnismäßig geringe Toxizität des Mittels bei subkutaner Einspritzung ist leicht zu verstehen, wenn man bedenkt, daß seine örtliche Wirkung an und für sich der Resorption entgegenwirkt.

Die Suprareninvergiftung äußert sich bei Tieren in Lähmung der Glieder mit tonischen und klonischen Krämpfen, Opisthotonus und Mydriasis, beschleunigter Atmung und Lungenödem, Blutleere der Eingeweide, Glykosurie. Durch längere Zeit wiederholte, intravenöse Einspritzung kleiner Dosen von Suprarenin konnten Josué und Löper, Erb und Külbs bei Tieren Verkalkung der Aorta, der Koronargefäße und des Herzens erzeugen.

Die ersten Versuche, die Dosierung des subkutan eingespritzten Mittels beim Menschen kennenzulernen, habe ich (IX, 17) an mir selbst im Jahre 1902 angestellt. Ich spritzte mir unter die Haut des Vorderarms Suprareninlösung 1:1000 in steigender Dosis. Bei wenig über 0,5 mg (= ½ ccm) machten sich Allgemeinerscheinungen bemerkbar. Fünf Minuten nach der Einspritzung hatte ich ein Opressionsgefühl auf der Brust, Herzklopfen, mußte schneller und tiefer atmen, die Zahl der Herzschläge stieg von 64 auf 94 in der Minute. Ich mußte mich hinlegen, doch schon nach 1½ Minuten waren diese Erscheinungen verschwunden, Glykosurie trat nicht auf. Wenn ich die Adrenalinlösung mit der zehnfachen Menge Kochsalzlösung verdünnte, so konnte ich mir bis zu 1 mg einspritzen, ohne daß ich eine Nebenwirkung bemerkte. Dönitz beobachtete an sich selbst ähnliche Erscheinungen wie ich, aber erst bei subkutaner Einspritzung von 1½ mg Adrenalin in Lösung von 1:1000, Thies spritzte bei Menschen mit gesunden Kreislauforganen subkutan in zwei Fällen 1 mg Adrenalin in Lösung von 1:2000 ein, in einem Fall 0,2 mg in Lösung von 1:10000, und konstatierte darauf eine Steigerung des Blutdrucks um 15—45 mm Quecksilber, die einige Minuten nach der Einspritzung einsetzte und 3—8 Minuten anhielt. Andere Allgemeinerscheinungen traten dabei nicht auf. Die Erfahrungen der späteren Jahre haben dann allmählich ergeben, daß die Dosierung

des Suprarenins beim Gebrauch zur örtlichen Betäubung ziemlich belanglos ist. Die hier erforderlichen Dosen sind nämlich so klein und werden in so außerordentlicher Verdünnung (in der Regel 1:100000 bis 1:200000) verabreicht, daß Allgemeinwirkungen von dem Mittel durchaus nicht zu erwarten sind. Die Internisten brauchen jetzt bekanntlich Suprarenin zur Behandlung von Kollapszuständen bei Infektionskrankheiten. Die Dosen, welche sie subkutan anwenden, sind folgende. Liebermeister und Kauer geben 1—6 mg pro die, Kraus 6 mg pro die in mehreren Einzeldosen von ½—1 mg, Eckert braucht 3—4stündlich je 2—3 mg. Kirchheim, der das Suprarenin für ein ganz unschädliches Mittel erklärt und dessen Arbeit wir diese Zahlen entnehmen, gibt 1—4stündlich 1 mg, bei schweren Kollapsen selbst 2 bis 3 mg pro dosi, in 24 Stunden bis 24 mg, im ganzen 60—400 mg Suprarenin in Form der Lösung von 1:1000. Die Dosen, welche man für die örtliche Betäubung in großer Verdünnung nötig hat, müssen deshalb als absolut unschädlich bezeichnet werden, vorausgesetzt, daß man ein reines, gutes Präparat, wofür die chemischen Fabriken zu sorgen haben, und frische unveränderte Lösungen verwendet.

Ein unbekannter Autor erläßt im Zentralblatt für Gynäkologie*) eine „Warnung vor Adrenalin". Er erlebte im Jahre 1908 kurz nacheinander zwei plötzliche Todesfälle infolge von Synkope, und zwar bei Frauen, im Beginn einer Chloroformnarkose, nachdem er zwecks Blutsparung 0,0003 Adrenalin in Lösung von 1:10000 in die Portio vaginalis gespritzt hatte. Die Fälle sind von Braun, Neu, Freund**) und Fisch***) kritisiert worden. Wir halten sie mit Freund und Fisch für typische Chloroformtodesfälle.

Dagegen ist die Konzentration des Suprarenins in der Lösung von Wichtigkeit. Denn von der Konzentration hängt die Stärke der unmittelbaren örtlichen Wirkung des Suprarenins, die Stärke und Dauer der Blutleere ab. Nun ist Suprarenin kein endgültiges Blutstillungsmittel. Daher darf bei Operationen die Suprareninwirkung niemals so stark sein, daß die Blutung völlig unterbrochen ist, wie bei der Esmarchschen Blutleere. Die mittleren Arterien müssen vielmehr noch schwach bluten, damit man sie unterbinden kann. Durch sorgfältiges Unterbinden auch der kleinsten Blutpunkte, durch Naht, Tamponade und Kompressionsverband lassen sich dann Nachblutungen ebenso sicher vermeiden, wie bei Verwendung der Esmarchschen Blutleere. Eine zu starke und zu langdauernde örtliche Suprareninwirkung kann ferner

*) 1909, S. 67. **) Ebenda, S 1077. ***) Ebenda, S. 1079.

sogar zur Gewebsgangrän führen, wenigstens in Geweben, die schon in ihrer Ernährung gestört sind (arteriosklerotische Glieder, Lappenwunden, Lappenplastiken). Siebert hat solche Fälle zusammengestellt. Es gilt deshalb als Regel, in Gewebe, deren Vitalität schon beeinträchtigt ist, nichts zu injizieren. Denn sie vermögen sich der Mittel nicht wieder oder nur langsam zu entledigen. Bei Lappenplastiken ist darauf zu achten, daß der Lappen kein Betäubungsmittel enthalten darf, wenigstens nicht in seinen vom ernährenden Stiel entfernten Teilen.

Unter Beobachtung dieser Verhältnisse und der in den späteren Abschnitten dieses Buches gegebenen besonderen Vorschriften über Dosierung und Anwendung von Novokain-Suprareninlösungen ist deren Anwendung mit keinerlei Gefahren oder Übelständen irgend welcher Art verknüpft. Vielmehr hat auf allen Gebieten die örtliche Betäubung durch die Einführung des Suprarenins eine ganz erhebliche Förderung erfahren; ihre Grenzen sind erweitert, ihre Erfolge sind sicherer, ihre Technik ist in mancher Beziehung vereinfacht, ihre Anwendung in manchen Disziplinen weniger gefährlich geworden. Sie kann sich daher ihres neuen Bundesgenossen wohl freuen.

9. Die verschiedenen Arten der Verwendung örtlich betäubender Arzneimittel.

A. Die Betäubung von Oberflächen (Schleimhäuten, serösen Häuten und Synovialhäuten, Wunden).

Diejenige Form, in der die Kokainbetäubung durch Koller zuerst praktische Verwendung gefunden hat, war die Betäubung der Bindehaut durch Einträufeln von Kokainlösungen in das Auge. In gleicher Weise sind alle anderen Schleimhäute der Kokainisierung zugänglich. Auch die Blasenschleimhaut, welche bekanntlich für manche Substanzen überhaupt nicht durchlässig ist. Die entstehende Gefühllosigkeit ist eine terminale, sie ist offenbar von dem Resorptionsvermögen der betreffenden Schleimhaut nicht wesentlich abhängig, letztere verhält sich vielmehr passiv, kleine Mengen der auf ihre Oberfläche gebrachten Lösungen diffundieren durch das Epithel und gelangen auf diese Weise

in Berührung mit den in der Schleimhaut gelegenen Nervenendigungen. Über die Schleimhaut selbst geht die Gefühllosigkeit gewöhnlich nicht hinaus. Die Anwendung der Mittel erfolgt durch Aufpinseln, Auflegen von Wattebäuschen, die mit der betäubenden Lösung getränkt sind, Aufspritzen letzterer mittels eines kleinen Zerstäubers, Einträufeln in das Auge, Einspritzung in die Harnröhre und Blase. Die für einen ausreichenden Erfolg nötige Konzentration richtet sich nach der Art, wie man sie auf die Schleimhaut zu bringen in der Lage ist. Muß die Betäubung durch Bepinseln, Auflegen von Tampons oder durch den Zerstäuber erzielt werden, so sind im allgemeinen sehr konzentrierte, 10 bis 20%ige Lösungen nötig, will man genügend schnell eine genügend anhaltende Gefühllosigkeit erhalten; bei der Einträufelung in das Auge und Einbringen in die Harnröhre kann man schon eine viel länger dauernde Berührung der Schleimhaut mit dem Betäubungsmittel erzielen, deshalb können die Lösungen weniger konzentriert sein. In der Blase endlich rufen sehr verdünnte Lösungen, wenn man sie nur lange genug einwirken läßt, ebensogut Gefühllosigkeit hervor, als konzentrierte Lösungen. Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß zur Verhütung von Kokainvergiftung bei Anwendung auf Schleimhäute niemals irgend welche Dosis maßgebend sein kann, sondern nur die Konzentration der Lösung und die Größe der mit ihr behandelten Schleimhautfläche, durch welche das Mittel in den Körper eindringen kann, berücksichtigt werden muß. Größere Schleimhautflächen dürfen nicht auf einmal mit konzentrierten Lösungen in Berührung gebracht werden, deren Anwendung ist auf möglichst begrenzte Stellen zu beschränken.

Von großer Bedeutung für die Schleimhautbetäubung ist die Verwendung von Suprarenin. Ein geringer Suprareninzusatz zur Kokainlösung ermöglicht es, die in der Laryngologie, Rhinologie und zum Teil auch der Urologie bisher unentbehrlich gebliebenen hochkonzentrierten Kokainlösungen mit ihren Nebenwirkungen zu vermeiden. Auf diese Eigenschaft des Suprarenins, ein „Kokainsparer“ zu sein, wies schon Swain (IX, 103) hin, der das Mittel in die Laryngologie einführte, nachher Bukofzer u. a. Nach Moure und Brindel genügt jetzt eine $3\frac{1}{2}$%ige Kokainlösung, nach Bukofzer und Rode eine solche von 5% mit Zusatz von etwas Suprarenin zur Betäubung der Kehlkopf- und Nasenschleimhaut. Es wird damit eine Gefühllosigkeit von bisher nicht gekannter Dauer und Tiefe erzielt.

Über den Ersatz des fast ganz entbehrlich gewordenen Kokains durch andere Mittel wird in den besonderen Kapiteln das Nötige gesagt werden. Über die Anwendung starker Abkühlung als Hilfsmittel bei

der Schleimhautbetäubung und die Verwendung des in Chloräthyl gelösten basischen Kokains vgl. S. 107 und 153.

Ebenso wie auf Schleimhäute wirken die örtlichen Betäubungsmittel auch auf andere für sie durchlässige Häute, wenn sie auf deren Oberfläche gebracht werden. Auf diese Weise kann z. B. die peritoneale Auskleidung von Bruchsäcken bei Herniotomien und die Tunica vaginalis communis empfindungslos gemacht werden; erstere, indem sie nach der Eröffnung mit betäubenden Lösungen bestrichen wird — Schleich empfiehlt hierzu Tropakokain in Substanz —, letztere indem man die Skrotalhöhle mittels einer Hohlnadel mit der Lösung füllt. Die Anwendung von Kokain ist hierzu überflüssig und ist zu vermeiden. Füllt man die Skrotalhöhle mit ½ oder 1%iger Novokain-Suprareninlösung, so wird die Tunika schnell unempfindlich.

Die Innenfläche von Gelenkhöhlen wird gleichfalls gefühllos, wenn man sie mit betäubenden Lösungen füllt (Reclus, Lorenz, von Hacker, nach Ried [XI, 46]). Das kann benutzt werden zur Punktion und Auswaschung der Gelenke bei Hydrarthros, zur Ausführung von Jod- und Jodoformeinspritzungen in tuberkulöse Gelenke. Lorenz bewerkstelligte das Redressement kontrakter Plattfüße, nachdem er Kokainlösung in das Talokruralgelenk eingespritzt hatte. Wir werden die Betäubung der Synovialhaut als grundsätzliche Maßnahme vor Gelenkoperationen kennenlernen. Conway und Quénu haben gezeigt, wie Einspritzung von Betäubungsmitteln in Gelenke die spielende Reposition der Verrenkungen ermöglicht (siehe 16. Abschnitt).

Endlich können frische und granulierende Wundflächen und freigelegte Nervenstämme durch Aufbringen von Betäubungsmitteln auf ihre Oberfläche unempfindlich gemacht werden. Für den ersten Zweck — indessen zur Schmerzlinderung und nicht zur operativen Betäubung — wurde Orthoform, neuerdings das ihm vorzuziehende Anästhesin, Zykloform oder Propäsin empfohlen.

B. Die elektrische Kataphorese als Hilfsmittel der örtlichen Betäubung.

Die unverletzte menschliche Haut ist undurchlässig für die meisten Stoffe, welche in wässeriger Lösung auf sie einwirken; etwas leichter dringen sie ein, wenn sie in Alkohol, Äther oder Chloroform gelöst sind (Parisot). Munk wies nach, daß mittels des galvanischen Stromes Medikamente in den Körper eingeführt werden können. Wird die positive Schwammelektrode einer galvanischen Batterie mit Strychnin-

lösung getränkt und der Strom durch ein Kaninchen geleitet, so geht letzteres nach fünf Minuten an Strychninvergiftung zugrunde. Beim Menschen gelang die Einführung von Jodkali und Chinin auf diesem Wege. Diese seit langer Zeit unter dem Namen Kataphorese bekannte Wirkung des elektrischen Stromes versuchten Wagner und Herzog für die örtliche Betäubung zu verwerten. Wagner setzte die mit Kokainlösung getränkte Anode auf die Haut und sah nach einiger Zeit letztere unempfindlich werden. Die Stärke dieser Wirkung hängt ab von der Konzentration der Kokainlösung, von der Stromstärke und steht im umgekehrten Verhältnis zum Durchmesser der Elektrode. Bei einem Durchmesser der letzteren von $2^1/_2$ cm, bei Verwendung von 5%iger Kokainlösung und einer Stromstärke von 5 MA. dauerte es 4—5 Minuten, bis die Haut gefühllos wurde. Durch Unterbrechung des Blutstromes an dem Glied, an dem die Versuche ausgeführt wurden, konnte die an und für sich geringe Dauer der Gefühllosigkeit verlängert werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Herzog, Corning und Peterson. Die erzielte Gefühllosigkeit betrifft nur die Haut, auf tiefer liegende Gewebe, namentlich Nervenstämme, ließ sie sich nicht ausdehnen (Herzog). Etwas tiefer ging die Wirkung nach Corning, wenn er mit einem dem Baunscheidtschen ähnlichen Instrument zuvor die Haut verletzt hatte. Besondere, für die Kataphorese geeignete Elektroden, welche die zu prüfende Lösung enthalten, sind von Adamkiewicz (II, 1), Stinzing und Peterson angegeben. Von diesen ist diejenige von Adamkiewicz fehlerhaft, wie Peterson sagt, „with inexcusable stupidity“ konstruiert, da der Strom bei ihr gar nicht durch die in ihr befindliche Flüssigkeit gehen kann. Ich habe eine Reihe von Versuchen mit Kokain-Suprareninmischungen angestellt, aber auch nur um mich davon zu überzeugen, daß der mit dem Verfahren verbundene Umstand nicht im Verhältnis steht zu dem mit ihm zu gewinnenden Nutzen. Ich habe ferner, ebenfalls ohne Erfolg, subkutan eingespritzte Kokainlösungen durch den galvanischen Strom in tiefer liegende Gewebe überzuführen versucht. Von einer praktischen Verwendung der Kokainkataphorese verlautet daher auch nur wenig. Corning und Peterson brauchten sie bei nervöser Überempfindlichkeit und Neuralgien, Harries verwendete sie zur Ausführung der Ignipunktur. Nach späteren Untersuchungen Petersons reicht die durch 10—20%ige Kokainlösungen an der Anode hervorgerufene Gefühllosigkeit für kleine Operationen aus. In der Zahnheilkunde hat die kataphorische Anwendung von Kokainlösungen und Kokain-Guajakollösungen eine Zeitlang Verwendung gefunden zur Betäubung schmerzhaften Dentins und zur Zahn-

extraktion (vgl. die Monographie von Dorn). Albrecht empfahl (siehe 11. Abschnitt) die Kataphorese zur örtlichen Betäubung des Trommelfells. Eingehende neuere Versuche sind dann von Wirz (X, 14) angestellt. Da sie erfolgreich waren insofern, als sich zeigte, daß das Verfahren sich gut eignet zur Ausführung dermatologischer und oberflächlicher chirurgischer Eingriffe im nicht entzündeten Gebiet, so soll die von Wirz angegebene Technik beschrieben werden.

Die indifferente Kathode besteht aus einer 12:30 cm großen, 2 mm starken Bleiplatte, die um den Arm des Kranken gelegt wird. Zwischen Haut und Metall kommt eine angefeuchtete Schicht von Zellstoffwatte, welche den Rand des Metalls allseitig überragt. Die differente Anode besteht aus einer ½—1 mm dicken Bleiplatte von 2:2, 2,5:8, 2,5:5 cm Größe, an welche der Strom angeschlossen werden kann. Sie wird mit einer löschpapierstarken, mit dem Betäubungsmittel angefeuchteten Schicht Zellstoffwatte bedeckt, welche wiederum den Rand des Metalls allseitig überragen soll, und der zu behandelnden Stelle aufgedrückt. Als Betäubungsmittel benutzte Wirz 2%ige Kokainlösung mit einem Zusatz von 0,5 ccm einer Suprareninlösung von 1:1000.

Der galvanische Strom soll durch Abzweigung, nicht durch Transformation gewonnen sein. Die Spannung soll 1—2 Volt, die Stromstärke im Maximum 30 MA betragen. Die Stromstärke soll ganz langsam bis zu der angegebenen Größe, bzw. soweit als es vertragen wird, gesteigert werden. Das so behandelte Hautstück wird nach 5—10—15 Minuten anämisch und gefühllos.

C. Die Infiltrationsanästhesie.

Unter Infiltrationsanästhesie verstehen wir eine terminale Anästhesie, welche zustande kommt, wenn mittels Spritze und Hohlnadel die Gewebe mit betäubenden Lösungen durchtränkt, infiltriert werden. Bei Verwendung geeigneter Mittel werden die in den durchtränkten Geweben liegenden Nervenelemente funktionsunfähig; enthalten die eingespritzten Lösungen das Betäubungsmittel in sehr großem Überschuß, so geht dessen Wirkung infolge von Diffusion auch über das durchtränkte Gebiet hinaus. Die dadurch entstehende Gefühllosigkeit kann man indirekte Infiltrationsanästhesie nennen (s. S. 73). In jedem Fall ist die Wirkung eine Folge der Berührung des Betäubungsmittels mit den sensibeln Nervenbestandteilen. Die treffende Bezeichnung „Infiltrationsanästhesie“ stammt von Schleich, es ist aber nicht angängig, sie zu beschränken auf das von ihm beschriebene Verfahren, welches

sich von älteren durch die größere Verdünnung der angewendeten Kokainlösungen unterscheidet. Kokainlösungen sind fast immer in Form der Infiltrationsanästhesie gebraucht worden, anfangs allerdings meist in Form der indirekten Infiltrationsanästhesie: in gewissen Abständen spritzte man kleine Mengen konzentrierter Kokainlösung in die Gewebe und wartete ab, nötigenfalls unter Zuhilfenahme der Esmarchschen Blutleere, bis das ganze Operationsfeld unempfindlich geworden war. Auf Seite 79 aber wurde bereits ausgeführt, wie schon bald nach Einführung des Kokains viele Chirurgen darauf hinwiesen, daß die zu durchtrennenden Gewebe möglichst vollständig mit Kokainlösung durchtränkt werden müssen, wenn man sichere Wirkungen haben will, und daß Roberts (VIII, 90) bereits 1885 die später von Reclus und Schleich angewendete Infiltration der Haut durch Quaddelbildung in der Ausdehnung des beabsichtigten Schnittes beschrieben hat. Die technische Ausbildung der Infiltrationsanästhesie im einzelnen verdanken wir Reclus und Schleich. Die Technik beider unterscheidet sich im wesentlichen nicht voneinander. Wir kennen Reclus' Technik aus seinen zahlreichen eigenen Arbeiten, deren erste im Jahre 1889 erschien, und denen seiner Schüler (Auber, Fillion, Legrand, Kendirdjy, Piquand). Sie besteht, kurz gesagt, darin, daß die Haut durch endermale Einspritzung in der Ausdehnung des Hautschnitts mit Kokainlösung infiltriert, und daß jede weitere Gewebsschicht ebenfalls mit der Lösung durchtränkt wird, ehe man sie durchschneidet. Reclus war mit der Konzentration der Kokainlösungen bereits 1893 auf 1%, später auf ½% zurückgegangen, er benutzte für gewöhnlich nicht mehr die Fernwirkungen von Kokainlösungen, es handelt sich bei seinem Verfahren nicht mehr um indirekte Infiltrationsanästhesie. Reclus beschränkte seine Methode von Anfang an nicht auf die kleine Chirurgie, sondern lehrte sie bei allen möglichen größeren Operationen, Herniotomien und anderen Bauchoperationen, Rippenresektionen und vielen anderen anzuwenden. Nach seinen Erfahrungen, die an mehr als 7000 Fällen gewonnen waren, erscheint das Verfahren völlig gefahrlos, wenn man nach seinen Seite 100 erwähnten Vorschriften verfährt, obwohl er eine Kokaindosis von 0,2 nicht scheut. Ceci, der ebenfalls ½%ige Kokainlösungen in der Hauptsache in Form der Infiltrationsanästhesie anwendet, sah unter 4054 Fällen einige Male Hirnanämie und psychische Erregung, sonst aber kein Zeichen von Kokainvergiftung. Man kann daher der Behauptung Schleichs nicht beistimmen, daß die — regelrecht angewendete — Kokainanästhesie gefährlicher als die Chloroformnarkose sei. In Deutschland ist die Reclussche Infiltrations-

anästhesie im ganzen wenig bekannt und wenig angewendet worden, in der Hauptsache wohl deshalb, weil man Bedenken trug, die für ausgedehntere operative Eingriffe nötigen, verhältnismäßig hohen Kokaindosen zu brauchen, vor allem aber, weil Schleich gezeigt hatte, daß man die Konzentration der Kokainlösungen noch weiter herabsetzen und mit sehr kleinen Dosen oft eine ausreichende Unempfindlichkeit erzielen kann, wenn die Gewebe ausgiebiger als bisher mit der Lösung durchtränkt werden. Es macht einige Mühe, um diese einfache und wichtige Tatsache, deren Erkenntnis wir Schleich zu verdanken haben, aus dem hypothetischen Zierat, hinter dem sie ihr Autor versteckt hat, herauszufinden. Schleich berichtete bereits im Jahre 1891 über 224 Operationen, darunter Herniotomien und Laparotomien, die er mit Hilfe 0,2%iger Kokainlösung unter gleichzeitiger Verwendung des Ätherzerstäubers ausgeführt hat. Eine Kokaindosis von 0,04 wurde dabei nicht überschritten. Er hielt die Abkühlung der Haut nur deshalb für wichtig, weil dadurch der Schmerz des Einstiches der Hohlnadel verhütet werden sollte. Wir wissen jetzt, daß die Abkühlung durch den Ätherzerstäuber eine sehr bedeutende Steigerung der Kokainwirkung hervorruft. Auch in der 1894 erschienenen Monographie Schleichs erscheint die Anwendung des Äther- und Chloräthylzerstäubers als ein wesentlicher Bestandteil der Infiltrationsanästhesie.

Schleich bediente sich zur Durchtränkung der Gewebe dreier verschiedener Kokainlösungen von folgender Zusammensetzung:

I.	Kokain. mur.	0,2
	Natri chlorati	0,2
	Morphini muriat.	0,02
	Aquae dest.	100,0.
II.	Kokain. mur.	0,1
	Natri chlorati	0,2
	Morphini muriat.	0,02
	Aquae dest.	100,0.
III.	Kokain. mur.	0,01
	Natri chlorati	0,2
	Morphini muriat.	0,005
	Aquae dest.	100,0.

Die Lösung Nr. II mit 0,1% Kokaingehalt wurde am meisten (in fast 95% aller Fälle) angewendet, die Lösung I diente zur Betäubung überempfindlicher, namentlich entzündeter Gewebe, die Lösung III mit 0,01% Kokain kam zur Verwendung, wenn mit den anderen die Kokain-

maximaldosis annähernd erreicht war, auch zur Durchtränkung weniger nerven- und empfindungsreicher Gewebe. Nur ausnahmsweise nötigte nach Schleich die Überempfindlichkeit der Teile Verwendung einer ½%igen Kokainlösung.

Die Zusammensetzung der obenerwähnten Lösungen ergab sich Schleich aus folgenden Beobachtungen. Er hatte bei Quaddeluntersuchungen gefunden, daß Wasser und 0,2%ige Kochsalzlösung Unempfindlichkeit der mit ihnen infiltrierten Gewebe hervorrufen, während 0,75%ige Kochsalzlösung das Gefühl unberührt läßt, daß ferner die Wirkung sehr verdünnter Kokainlösungen vollkommener wird, wenn man das Mittel in Wasser oder 0,2%iger Kochsalzlösung auflöst, wie wenn physiologische Kochsalzlösung als Lösungsmittel dient. Da aber reines Wasser bei der Einspritzung sehr stark reizt, so fügte er seinen Kokainlösungen 0,2% Kochsalz hinzu. Über die Wirkung der Lösungen, die er indifferente Flüssigkeiten nennt, machte sich Schleich folgende Vorstellungen. „Die Anästhesie wird getragen durch die Flüssigkeit an sich. Sie ist eine mehr physikalische Methode, denn die chemischen Faktoren (also die Wirkungen der zugesetzten Nervina) kommen nur so weit in Betracht, als der Einspritzungsschmerz der Lösung überkompensiert werden soll. Träger der eigentlichen Schmerzlosigkeit ist aber vor allem die wässerige Lösung.“ Daneben wirke die künstliche Aufschwemmung der Gewebe selbst betäubend durch den auf die Nervensubstanz ausgeübten Druck, durch die entstehende Blutarmut der Gewebe, durch den Temperaturunterschied zwischen Körper und Lösung. (Schleich empfiehlt Kokainlösungen abgekühlt einzuspritzen.) Hierzu ist folgendes zu bemerken. Zunächst hat ja doch Schleich selbst beobachtet, daß die Durchtränkung der Gewebe mit physiologischer Kochsalzlösung das Gefühl nicht verändert. Infiltriert man die Gewebe prall mit einer wirklich indifferenten, d. h. isosmotischen 0,9%igen Kochsalzlösung, erwärmt oder abgekühlt, so entsteht, wie Heinze und ich am eigenen Körper feststellten, niemals eine Herabsetzung der Empfindung, vielmehr Überempfindlichkeit. Die Aufschwemmung an sich verursacht also stets eine erhöhte Erregbarkeit der Nerven, nicht aber wirkt sie betäubend. Die gewaltsame Anfüllung eines umfangreichen Gewebsgebiets mit annähernd auf 0° abgekühlten Lösungen kann vielleicht im Verein mit der künstlich erzeugten örtlichen Blutarmut infolge Herabsetzung der Vitalität der Gewebe und im Sinne der im 8. Abschnitt enthaltenen Ausführungen eine gewisse Steigerung der spezifischen Wirkung der den Lösungen zugesetzten örtlichen Betäubungsmittel hervorrufen. Es erscheint mir aber höchst zweifelhaft, ob diesem Umstand eine nennenswerte Bedeutung beizulegen ist, jedenfalls ist diese Wirkung der Gewebseinspritzung keine physikalische. Die einzige physikalische Nebenwirkung, durch welche die Schleichschen Lösungen außer ihrem Kokaingehalt die Empfindlichkeit herabsetzen, betäubend wirken können, ist die Gewebsquellung; sie verursachen einen gewissen Grad von Quellungsanästhesie (S. 55). Über den Grad der letzteren gibt die Gefrierpunktsbestimmung der Schleichschen Lösungen Auskunft. Den Gefrierpunkt der Lösung I bestimmte ich auf —0,156°, den der Lösung II auf —0,145°, der der Lösung III ist annähernd der gleiche wie der einer 0,2%igen Kochsalzlösung (—0,13°). In Abb. 4 (S. 56) sind die Lösungen an der entsprechenden Stelle eingesetzt. 0,2%ige Kochsalzlösung verursacht, in die Haut eingespritzt, nicht bloß

Parästhesien, wie Schleich sagt, sondern heftigen Quellungsschmerz — welcher bei Kokainzusatz von etwa 0,04%, nicht aber durch den Kokainzusatz von 0,01% der Schleichschen Lösung III, verdeckt wird — und eine gewisse, kurz andauernde Herabsetzung des Gefühls; bei den Schleichschen Lösungen I und II muß diese Nebenwirkung noch geringer sein, da ihr Gefrierpunkt infolge des größeren Kokain- und Morphiumzusatzes sich weiter von dem reinen Wassers entfernt. Gegenüber den außerordentlichen Betäubungsvermögen einer 0,1- und 0,2%igen Kokainlösung spielt aber diese physikalische Nebenwirkung, welche in noch höherem Maße der von Reclus verwendeten 1%igen Kokainlösung (Gefrierpunkt —0,125°) und noch viel mehr der ½%igen wässerigen Kokainlösung zukommt, praktisch auch nicht die allergeringste Rolle, und es ist geradezu eine verkehrte Welt, wenn man, wie auch u. a. Reclus selbst, die Schleichsche Infiltrationsanästhesie, bei der man sich doch fast ganz ausschließlich der Lösungen mit 0,1% oder mehr Kokaingehalt bedient, als eine physikalische Methode der Reclusschen Infiltrationsanästhesie, überhaupt der Kokainanästhesie gegenüberstellt. Diese Lösungen wirken betäubend durch ihren Kokaingehalt, und weil sie Kokain enthalten, sind auch andere als Schleich mit ihnen zufrieden gewesen. Ich konnte experimentell feststellen, daß ein Unterschied im Betäubungsvermögen einer mit 0,2% Kochsalz und einer mit 0,8% Kochsalz versehenen Kokainlösung bis herab zu einem Kokaingehalt von 0,02% nicht vorhanden ist, ferner, ebenso wie Heinze und Legrand, daß zwischen dem Betäubungsvermögen der Schleichschen Lösung II, einer wässerigen und einer mit 0,8% Kochsalz versetzten 0,1%igen Kokainlösung, nicht der geringste Unterschied besteht. Die Kokainwirkung ist viel zu stark, als daß die Quellungsanästhesie irgendwie zur Geltung kommen könnte. Erst bei noch weiterer Verdünnung des Kokains tritt sie hervor. In einer wässerigen Kokainlösung von 0,01% ist von einer Kokainwirkung überhaupt nichts mehr zu erkennen, sie wirkt stark reizend und betäubend wie reines Wasser. 0,01% Kokain in 0,8%iger Kochsalzlösung liefert noch eine kurzdauernde Kokainanästhesie ohne Reiz, 0,01% Kokain in 0,2% Kochsalz, also die Schleichsche Lösung III, läßt demgegenüber eine geringe Steigerung des Betäubungsvermögens erkennen; hier hat sich Kokain- und Quellungsanästhesie gepaart, ihre Einspritzung ist jedoch schmerzhaft, die Kokainanästhesie reicht nicht zur Verdeckung des Quellungsschmerzes aus. An diesem, nur dem geübtesten Beobachter überhaupt nachweisbaren, praktisch aber ohne Frage gänzlich bedeutungslosen Unterschied hängt Schleichs physikalische Hypothese. Da nun aber jede Gewebsquellung mit einer Gewebsschädigung verbunden ist — wässerige Lösungen mit dem Gefrierpunkt einer 0,2%igen Kochsalzlösung zerstören sofort rote Blutkörperchen und Leukozyten, bei Einspritzung reinen Wassers und rein wässeriger verdünnter Kokainlösungen in die Gewebe kann sich die Wirkung bis zur Quellungsnekrose steigern (s. S. 55) —, so ist es ratsam, nur Lösungen einzuspritzen, welche, durch Kochsalzzusatz von 0,8% bis 0,9% osmotisch indifferent gemacht, ihrer unerwünschten und für die Betäubung praktisch bedeutungslosen physikalischen Nebenwirkung dadurch ganz, und nicht nur größtenteils wie die Schleichschen Kokainlösungen, beraubt worden sind. Dies allein, die Ausschaltung physikalischer, die Isolierung spezifischer Wirkungen, ist der Zweck des Kochsalzzusatzes zu Lösungen, die für Gewebseinspritzungen Verwendung finden. Ich möchte bemerken, daß ich diese Verhältnisse bereits im Jahre 1898 (XI, 5) eingehend klargestellt habe, und daß ich, ebenso wie

Heinze, Custer und Gradenwitz, die übrigens längst bekannte Tatsache bestätigen konnte, daß Morphium kein örtliches Betäubungsmittel ist, der Morphiumzusatz, den Schleich seinen Kokainlösungen gibt, daher wenig zweckmäßig erscheint. Wenn Schleich diesem Morphiumzusatz eine Herabsetzung des Nachschmerzes nach Operationen nachrühmt, so kann das nur eine zentrale, nicht aber eine örtliche Wirkung des Mittels sein. Es ist daher besser, Morphium in der üblichen Dosierung an einer anderen Körperstelle, als gerade im Operationsgebiet, einzuspritzen, wenn man es für nötig hält; entweder vor der Operation, wie es von vielen Chirurgen empfohlen wurde, um die Dauer und den Grad der durch andere Mittel erzeugten örtlichen Betäubung zu steigern, oder nachher zur Linderung des Wundschmerzes.

Eine wässerige 0,01—0,1%ige Kokainlösung, der zur Verhütung von Gewebsquellung bei der Injektion 0,8% Kochsalz zugesetzt wurde, während das Morphium wegbleibt, hat genau die gleiche örtlich betäubende Wirkung, wie eine der Schleichschen Lösungen mit dem gleichen Kokaingehalt.

Mischungen von Eukain und Kokain sind von Hackenbruch, Gottstein, Legrand u. a. empfohlen worden, um die geringere Giftigkeit des Eukains auszunutzen und doch nicht die gefäßverengernde Eigenschaft des Kokains zu verlieren. Schleich endlich brauchte später Mischungen von Kokain und Alypin. Über die anderen neueren Mittel, von denen zurzeit das Novokain am meisten gebraucht wird und das Kokain völlig verdrängt hat, vgl. den vorigen Abschnitt.

Die Durchtränkung der Gewebe mit betäubenden Lösungen wird nach Reclus und Schleich schichtweise, von außen nach innen vorgenommen. Man beginnt mit der Bildung einer der Länge und Richtung des Hautschnitts entsprechenden Quaddelreihe (s. 10. Abschnitt). Dann wird, gewöhnlich vor Durchschneidung der Haut, gleichfalls in der Schnittrichtung, die Lösung in das Unterhautzellgewebe gespritzt. Bei Anwendung ½—1%iger Kokainlösung wird dabei mit der Menge der Lösung möglichst gespart, beim Gebrauch der Schleichschen Kokainlösung wird von zwei oder mehr, in den bereits unempfindlich gewordenen Hautstreifen gelegenen Einstichpunkten aus so lange eingespritzt, bis das Unterhautzellgewebe ganz von der Lösung durchtränkt ist, und das Operationsfeld sich „wie eine Beule über das Niveau der Umgebung erhebt". Nun kann Haut und Unterhautzellgewebe durchschnitten werden, in einzelnen Fällen infiltriert Schleich von vornherein noch über das Unterhautzellgewebe hinaus. Nach Ausführung der Infiltration im Schleichschen Sinne ist das Unterhautzellgewebe glasig aufgequollen, künstlich aufgeschwemmt, von seiner Schnittfläche fließt die eingespritzte Flüssigkeit zum Teil ab. In derselben Weise werden

nun alle Gewebsschichten behandelt, bevor sie durchtrennt werden; man spritzt in jede nach Reclus kleine Mengen ½—1%iger Kokainlösung, nach Schleich große Mengen der verdünnten Lösungen. Nervenstämme, welche das Operationsfeld durchziehen, verlangen, insbesondere bei Verwendung der Schleichschen Kokainlösung, eine besondere Betäubung. Hierauf komme ich gleich noch zurück. Das Periost wird nach Schleich schnell gefühllos, wenn das subperiostale Gewebe mit verdünnten Kokain- und Eukainlösungen durchtränkt wurde, kann alsdann durchtrennt und vom Knochen abgeschoben werden. Die Ausführung subperiostaler Einspritzung ist aber schwierig und oft unmöglich. Der Knochen selbst läßt sich nach sorgfältiger und in großer Ausdehnung ausgeführter subperiostaler Einspritzung ohne Schmerzempfindung durchtrennen, wenn er nicht sensible Nervenstämme (z. B. Oberkiefer und Unterkiefer) enthält. Diese bleiben bei Verwendung der verdünnten Schleichschen Lösungen empfindlich. Eine unmittelbare mechanische Infiltration des Knochens selbst halte ich nicht für möglich. Dzierzawsky (XV, 113) hat zwar nachgewiesen, daß subperiostal eingespritzte Farblösungen in den Knochen eindringen; das ist ja eigentlich selbstverständlich, es ist aber sicherlich nicht die Folge einer mechanischen Infiltration, sondern eine Wirkung der Diffusion. Um Fernwirkungen durch Berührung mit im Knochen liegenden Nervenelementen zu erhalten, ist daher subperiostale Einspritzung stark wirkender konzentrierter Kokainlösungen erforderlich. Verdünnte Kokainlösungen äußern Fernwirkungen durch den Knochen hindurch ebensowenig wie verdünnte Farblösungen. Schleimhäute werden durch Aufschwemmung des submukösen Gewebes unempfindlich. Um einen Tumor aus dem ihn umgebenden Gewebe auszulösen, müssen alle ihn begrenzenden Gewebe unempfindlich gemacht werden. Reclus sagt, der Tumor muß mit einer Kokainatmosphäre umgeben werden. Nach Schleich wird zunächst die Haut in der Ausdehnung des beabsichtigten geradlinigen, gebogenen, lappenförmigen oder ovalären Schnittes infiltriert und der Tumor allseitig mit gekrümmten Hohlnadeln umgangen, um die benachbarten Gewebe prall mit verdünnten Kokainlösungen infiltrieren zu können. Ähnlich behandelt Schleich einen umschriebenen Abszeß oder Furunkel, indem er zuerst das denselben umgebende gesunde, nicht entzündete Gewebe, Unterhautzellgewebe, Faszien, Muskeln, dann erst auch die zu durchtrennenden entzündeten Gewebe selbst infiltriert.

Der von zahlreichen Autoren aller Länder bestätigte Nachweis Schleichs, daß man auf diese Weise noch Lösungen, die der

unteren Grenze ihrer Wirksamkeit nahestehen, zur Infiltrationsanästhesie brauchen kann, hat ihrer Anwendung, namentlich bei Bauchoperationen, das Feld geebnet. Die Anwendung der verdünnten Schleichschen Lösungen zur Gewebsdurchtränkung besitzt gegenüber dem Verfahren Reclus' einen Vorteil und einen Nachteil. Der Vorteil besteht darin, daß man viel weniger Kokain braucht, der Nachteil darin, daß dementsprechend die Unempfindlichkeit der Gewebe weniger sicher zustande kommt und weniger lange anhält, so daß z. B. am Schluß einer länger dauernden Operation die Haut wieder empfindlich geworden ist und von neuem infiltriert werden muß. Derjenige begibt sich eines Vorteils, der immer nur mit aufs äußerste verdünnten Lösungen von Betäubungsmitteln Unempfindlichkeit hervorzurufen sich bestrebt, denn die Infiltration der Gewebe nach Schleich ist nicht immer möglich und führt auch häufig nicht die völlige Gefühllosigkeit eines Operationsfeldes herbei, weil in letzteren befindliche sensible Leitungsbahnen oft empfindlich bleiben. Wenn man Haut und Unterhautzellgewebe unmittelbar nach Durchtränkung mit 0,1%iger Kokain- oder Eukainlösung durchschneidet, so erscheint das letztere aufgequollen und ödematös, aber es ist keineswegs immer und überall empfindungslos. Sieht man genauer zu, so sind es die meist Blutgefäße begleitenden, in dickeren Bindegewebsplatten gelegenen Nervenstämmchen, welche bei Durchschneidung, Berührung, beim Auseinanderziehen der Wundränder mit Haken, beim Fassen von Gefäßen mit Klemmen Schmerzen verursachen. Dieser Schmerz wird zwar von manchen Kranken als gering angegeben und veranlaßt geringe Klagen, andere Kranke aber empfinden ihn heftig. Es ist ein Fehler, die an der Haut gemachten Erfahrungen auf Gewebe zu übertragen, welche wie das Unterhautzellgewebe gar keine selbständige Sensibilität, sondern nur sensible Leitungsbahnen besitzen. Eine vollkommen gleichmäßige, alle Elemente betreffende Durchtränkung des Unterhautzellgewebes, wie sie bei der Haut selbst gelingt, ist nicht möglich. Die eingespritzte Flüssigkeit folgt der Richtung des geringsten Widerstandes, sie füllt die Gewebsspalten, aber in die straffen Bindegewebszüge, welche Gefäße und Nerven enthalten, dringt sie ebensowenig ein, wie in die die Faszie bedeckenden Bindegewebslagen und in die Haut, die nur unter krankhaften Verhältnissen, bei Entzündung und chronischen Infiltraten, wo Haut und Unterhautzellgewebe eine mehr gleichmäßige Beschaffenheit besitzen, vom Unterhautzellgewebe aus infiltriert werden kann. Nun kann man wohl die schmerzhaften Punkte nach erfolgter Gewebstrennung durch Betupfen mit 5%iger Karbolsäure (Schleich) oder

durch erneute örtliche Einspritzung gefühllos machen, aber erst, nachdem sie an ihrer Schmerzhaftigkeit erkannt wurden, nachdem Schmerz hervorgerufen war. Nur größere, ihrer Lage nach bekannte, im Operationsfeld befindliche Nervenstämme können und müssen besonders aufgesucht und behandelt werden. Die Muskeln zeigen ein ähnliches Verhalten wie das Unterhautzellgewebe. Eine gleichmäßige Durchtränkung eines Muskelquerschnittes mit Flüssigkeit ist in Wirklichkeit gar nicht möglich, die Flüssigkeit verbreitet sich zwischen den Fibrillen, aber in die dickere Gefäße und Nerven führenden Bindegewebsplatten dringt sie gar nicht ein. Bei der Durchtrennung von Muskeln unmittelbar nach Durchtränkung mit stark verdünnten Kokainlösungen werden daher häufig Schmerzempfindungen ausgelöst. Von Friedländer, der sonst für die Schleichsche Infiltrationsanästhesie sehr begeistert ist, hebt hervor, daß es ihm nie gelungen sei, eine wirkliche Unempfindlichkeit eines Muskels auf seinem ganzen Querschnitt zu erhalten.

Wie betäubende Lösungen auf Nervenstämme wirken, welche die mit ihnen durchtränkten Gewebe durchziehen, ergibt sich aus meinen Versuchen an Fingern (XI, 7). Wenn man das Unterhautzellgewebe am Grundglied eines Fingers ringförmig infiltriert, so sind die daselbst gelegenen, den Finger innervierenden, sensibeln Bahnen dann leitungsunfähig, d. h. unempfindlich geworden, sobald der ganze Finger bis an seine Spitze sein Gefühl verloren hat. Solange dieser Zustand nicht eingetreten ist, solange ist auch das infiltrierte Unterhautzellgewebe nicht unempfindlich. Es ergibt sich, daß die Einwirkung von z. B. 0,1 und 0,2%igen Kokainlösungen eine sehr geringe und langsame ist, größere Nervenstämme oft gar nicht leitungsunfähig, d. h. unempfindlich werden, daß unter allen Umständen Zeit vergeht, bis ein von sensibeln Leitungsbahnen durchzogenes, mit betäubenden Lösungen infiltriertes Gewebe wirklich unempfindlich wird, daß endlich entweder durch Steigerung der Konzentration der betäubenden Lösungen, oder durch gleichzeitige Anwendung von Abschnürung oder Suprarenin oder Abkühlung die Sicherheit und Schnelligkeit der Einwirkung der Betäubungsmittel auf die sensibeln Bahnen erheblich gesteigert werden kann. Aber auch selbst bei Anwendung ½ oder 1%iger Kokainlösung, bei gleichzeitiger Abschnürung oder bei Suprareninzusatz tritt die Leitungsunterbrechung niemals sofort ein. Wollte man also an einem Finger Haut und Unterhautzellgewebe mit 0,1%iger Kokainlösung durchtränken und das infiltrierte Gewebe sofort durchschneiden, so würde man die Empfindlichkeit des Unterhautzellgewebes erhalten finden. Aus den hier angeführten Gründen halte ich den Nutzen der

von Schleich empfohlenen 0,01%igen Kokainlösung, welche gerade zur Infiltration Leitungsbahnen enthaltender Gewebe dienen soll, für höchst zweifelhaft. Gewebe, welche nach Aufschwemmung mit dieser äußerst geringe betäubende Wirkung entfaltenden Lösung gefühllos sind, bedürfen einer Infiltration überhaupt nicht. An Körperteilen, wo sensible Leitungsbahnen so gut wie gar nicht vorhanden sind, jedenfalls aber sehr nahe ihrer Endausbreitung von dem Betäubungsmittel betroffen werden, wie z. B. in der Mittellinie des Bauches und Halses, da leistet die Schleichsche Betäubung Gutes, wird sie aber angewendet auf Gewebe, die Leitungsbahnen von einiger Stärke enthalten, so ist sie ein unsicheres und schwieriges Verfahren, da diese Leitungsbahnen, jede für sich, aufgesucht werden müssen, um sie unempfindlich zu machen.

Es ergibt sich aber aus dem Gesagten zugleich, wie diesem Übelstand abgeholfen werden kann.

Die erste und wichtigste Regel ist: Abwarten nach der Einspritzung, bis Unempfindlichkeit eingetreten ist. Es ist ein grundlegender Fehler, die bei Einspritzungen in die Haut gemachten Erfahrungen ohne weiteres auf andere Gewebe zu übertragen und infiltrierte Gewebe unmittelbar nach der Einspritzung zu durchtrennen. Was, wo und wie man auch einspritzen mag, die Wirkung des Betäubungsmittels bedarf Zeit zu ihrer Entfaltung, und der Höhepunkt der Wirkung wird überall frühestens nach Ablauf mehrerer Minuten, oft aber viel später erreicht. Diesem Umstand trägt weder Reclus' noch Schleichs Technik Rechnung. Infiltriert man die einzelnen Gewebsschichten von außen nach innen nacheinander, abwechselnd einspritzend und durchtrennend, so wird das Einhalten der erforderlichen Wartezeit zur Unmöglichkeit. Es empfiehlt sich deshalb, vor Beginn einer Operation planmäßig zuerst die tiefsten, dann die oberflächlichen Gewebsschichten so mit der betäubenden Lösung zu durchtränken (s. 10. Abschnitt), daß weitere Einspritzungen während der Operationen unnötig sind. Es zeigt sich dann unter anderem, daß eine gesonderte Infiltration der Haut und des Periosts niemals notwendig ist. Es ergibt sich ferner, daß es in den meisten Fällen besser ist, nicht die Schnittlinie selbst, nicht das Operationsfeld, sondern die Gewebe zu infiltrieren, welche ersteres umgeben und die innervierenden Leitungsbahnen enthalten. Die zweite Regel ist die Anwendung der die parenchymatöse Resorption verzögernden Hilfsmittel der örtlichen Betäubung. Sie ist eine Vorbedingung für den Erfolg der hier angedeuteten Einspritzungstechnik, welche nicht schmale unempfindliche Schnittlinien, sondern ausgedehnte unempfind-

liche Operationsfelder liefert und die durchaus unzulässige Infiltration krankhaft veränderter Gewebe vermeidet.

D. Die Leitungsanästhesie.

Die Fähigkeit des Kokains, bei seiner Einwirkung auf Nervenstämme die sensible und motorische Leitungsfähigkeit zu unterbrechen, war am Tier von Torsellini, Feinberg, Alms, Kochs, Witzel, Mosso, Frank (s. S. 83) nachgewiesen worden. Die ersten darauf bezüglichen Beobachtungen am Menschen stammen von Corning und Goldscheider, hatten aber zunächst nur theoretisches Interesse. Corning (XI, 11) spritzte an den Stamm des N. cutaneus antebrachii lateralis 0,3 ccm einer 4%igen Kokainlösung, schnürte hierauf den Oberarm ab und sah bald darauf Gefühllosigkeit der Haut in dem Verbreitungsbezirk des Nerven bis herab zum Handgelenk eintreten. Goldscheider (VIII, 40) beobachtete bei subkutaner Einspritzung starker Kokainlösungen unter die Haut des Vorderarms auch ohne Unterbrechung des Blutstromes eine Ausbreitung der der Einspritzung folgenden Gefühllosigkeit in der Richtung der Nervenverzweigungen.

Betäubende Lösungen können in verschiedener Art zur Unterbrechung von Nervenstämmen gebraucht werden. Sie können einmal mit der Hohlnadel unmittelbar unter die fibröse Nervenscheide, unmittelbar in den Nervenstamm hinein gespritzt werden: endoneurale Einspritzung. Es tritt dann bei Anwendung nicht zu verdünnter Lösungen eine fast sofortige völlige Leitungsunterbrechung ein (Crile). Dies Verfahren ist an den meisten Nervenstämmen des Körpers nur dann sicher ausführbar, wenn sie zuvor operativ freigelegt wurden. Nur wenige Nervenstämme sind so gelegen, daß sie mit der Hohlnadel sicher getroffen werden können durch die unverletzte Haut hindurch. Meist wird man sich in diesem Falle darauf beschränken müssen, die Lösung in die nächste Nachbarschaft des Nervenstammes zu spritzen: perineurale Einspritzung. Bis zum Eintritt der Leitungsunterbrechung vergeht kürzere oder längere Zeit, welche das Kokain zur Diffusion in den Nervenstamm braucht.

Ferner entsteht Leitungsanästhesie, wenn man ein Betäubungsmittel nach Bier in den Spinalkanal, oder nach Cathelin-Läwen in den epiduralen Raum des Kreuzbeins spritzt. Endlich wirken auch in Venen oder Arterien gespritzte betäubende Lösungen nicht nur auf die Nervenendigungen, sondern auch auf die Nervenstämme.

a) Leitungsanästhesie durch Einspritzung betäubender Lösungen in die Nachbarschaft von Nerven.

Die Einwirkung betäubender Lösungen auf Nervenstämme, welche das mit ihnen durchtränkte Gewebe durchziehen, ist mittelbar. Das Betäubungsmittel muß in den durch eine feste Bindegewebshülle gegen die Umgebung abgeschlossenen Nervenstamm diffundieren, wenn es mit dem Nervengewebe in Berührung kommen soll. Es erklärt sich daraus die allenthalben zu beobachtende, wohl zu beachtende Erscheinung, daß die sensibeln Leitungsbahnen sehr leicht und schnell einer Leitungsunterbrechung durch perineurale Einspritzung zugänglich sind, wenn ihre feinsten Verzweigungen nahe der Endausbreitung mit betäubenden Lösungen umspült werden, während die Leitungsunterbrechung immer schwieriger wird, langsamer vor sich geht, größere Mengen des Betäubungsmittels, höher konzentrierte Lösungen desselben erforderlich macht, je weiter von der Endausbreitung entfernt, gegen das Rückenmark zu, sie vorgenommen werden soll. Denn nach dem Zentrum hin nimmt nicht nur der Durchmesser der Nervenstämme, sondern auch die Dicke ihrer Bindegewebshülle immer mehr zu. Im Wirbelkanal dagegen ist, abgesehen vom epiduralen Raum, die Einwirkung der Betäubungsmittel auf die dort scheidenlosen Nervenstämme und Nervenbahnen wiederum eine außerordentlich starke.

Die Unterbrechung von Nervenbahnen durch perineurale Einspritzung zum Zweck der Ausschaltung ihres Innervationsgebiets ist das weitaus wichtigste Verfahren zur örtlichen Betäubung. Jede Infiltration einer Gewebsschicht, die Leitungsbahnen enthält, bewirkt nicht nur Infiltrationsanästhesie im infiltrierten Gebiet, sondern auch Leitungsanästhesie im Verbreitungsbezirk der betreffenden Nerven.

Die einfachste Form der Leitungsanästhesie wird bei Einspritzung betäubender Lösungen in das Unterhautzellgewebe beobachtet. Da das Unterhautzellgewebe die sensibeln Leitungsbahnen für die bedeckende Haut enthält, so muß diese notwendig unempfindlich werden, wenn das Unterhautzellgewebe mit einer Lösung durchtränkt wird, welche imstande ist, diese Leitungsbahnen unempfindlich zu machen. Man könnte glauben, diese Gefühllosigkeit der Haut käme zustande durch Diffusion des in das Unterhautzellgewebe gespritzten Betäubungsmittels. Das ist aber wenig wahrscheinlich. Denn die kleinen, auf diesem Wege etwa in die Haut gelangenden Mengen desselben würden die Sensibilität in geringerem Grade beeinträchtigen, als bei Infiltration

der Haut selbst mit der gleichen betäubenden Lösung. Es zeigt sich aber, daß die durch Einspritzung der Lösung in das Unterhautzellgewebe hervorgerufene Unempfindlichkeit mindestens die gleiche Stärke und Dauer besitzt, als sie nach intrakutaner Einspritzung mit der gleichen Lösung zu beobachten ist. In der Hauptsache und im wesentlichen muß sie daher ein Ergebnis der Leitungsunterbrechung der die Haut versorgenden Nervenbahnen sein.

Das Periost empfängt seine Innervation nicht aus dem Knochen, sondern aus der Gewebsschicht, von der es bedeckt ist. Wird diese infiltriert, so wird auch Periost und Knochen unempfindlich. Subperiostale Einspritzungen sind deshalb ebenso überflüssig, wie die Infiltration der Haut.

Ein weiteres, von Hackenbruch als „zirkuläre Analgesierung" bezeichnetes Verfahren, Leitungsanästhesie hervorzurufen, besteht darin, ringsherum in die das Operationsfeld umgebenden Gewebe betäubende Lösung einzuspritzen, um alle Nervenverbindungen desselben mit dem Zentrum auszuschalten. Hackenbruch brauchte zur Umspritzung Lösungen, welche $^1/_4$—$^1/_2$% Kokain und Eukain enthielten. Es waren aber erst die neueren Hilfsmittel der örtlichen Betäubung nötig, um einen weiteren Ausbau dieses Verfahrens zu ermöglichen. Bis dahin war seine Anwendung in der Hauptsache auf abgeschnürte Extremitäten beschränkt.

Hierzu gehört auch die Betäubung von Fingern und Zehen nach Oberst. Spritzt man bei gleichzeitiger Abschnürung rings unter die Haut des Finger- oder Zehengrundgliedes $^1/_2$—1%ige Kokainlösung, so tritt nach einigen Minuten völlige Querschnittsgefühllosigkeit des ganzen Fingers oder der ganzen Zehe ein. Denn das infiltrierte Unterhautzellgewebe enthält sämtliche auf den Finger übergehende Nervenbahnen. Zuerst werden die feinen, die Haut des Grundgliedes versorgenden Nervenfasern leitungsunfähig. Allmählich dringt das Betäubungsmittel diffundierend auch in die größeren, Mittelglied und Endglied versorgenden Nervenstämme ein. Daher schreitet die Unempfindlichkeit vom Zentrum nach der Peripherie fort. Das Verschwinden des Gefühls an der Fingerspitze zeigt den Augenblick an, wo alle Nervenbahnen im Unterhautzellgewebe des Grundgliedes unterbrochen sind. Bei Querschnittsoperationen an einem derartig betäubten Finger findet man diese Nervenstämme unempfindlich. Man kann den Finger an jeder Stelle quer durchschneiden, ohne daß eine Empfindung ausgelöst wird.

Von Oberst seit 1888 angewendet, ist dies Betäubungsverfahren 1890 von Pernice beschrieben worden. Auch Kummer, und wohl noch andere, waren ähnlich vorgegangen. Aber erst durch meinen er-

neuten Hinweis im Jahre 1897 (XI, 4) und durch eine gleichzeitig erschienene Veröffentlichung Hackenbruchs (I, 14) wurde dieses Verfahren allgemein bekannt und überall eingeführt.

Praktische Versuche, die perineurale Kokaineinspritzung zur Leitungsunterbrechung einzelner Nervenstämme in größerer Entfernung vom Operationsgebiet zu verwenden, haben meines Wissens zuerst Hall und Halstedt gemacht. Ersterer unterbrach durch Kokaineinspritzung den N. infraorbitalis, letzterer spritzte Kokainlösung an den Stamm des N. alveolaris inferior zum Zweck schmerzloser Zahnextraktion aus dem Unterkiefer.

Daß die gleichzeitige Abschnürung nicht unbedingtes Erfordernis für die Unterbrechung der Nervenstämme ist, zeigt eine Mitteilung von Krogius aus dem Jahre 1894. Allerdings sind dann konzentriertere Kokainlösungen erforderlich. Krogius sagt folgendes: wenn man unter die Haut des Handrückens, Handtellers oder Fußes quergestellte Streifen einer 2%igen Kokainlösung injiziere, würden ausgedehnte, peripher von der Einspritzungsstelle gelegene Gewebsabschnitte, also z. B. der ganze Handteller unempfindlich; wenn man an die vier von der Hand auf den Finger übertretenden Nervenstämme im ganzen 1—1½ ccm 2%iger Kokainlösung injiziere, werde nach 10 Minuten der ganze Finger völlig gefühllos. Eine Analgesie des ulnaren Randes der Hand bis zur Basis des vierten und fünften Fingers könne man ferner auch dadurch zustande bringen, daß man die Injektion über dem N. ulnaris macht, da, wo er durch die Furche am inneren Condylus humeri verläuft. Macht man die Injektion in der Nähe der beiden Incisurae supraorbitales, so entstehe Analgesie der ganzen mittleren Partie der Stirn, bei Injektion um den Penis herum an dessen Wurzel werde die Vorhaut unempfindlich. Am Vorderarm und Unterschenkel, am Oberarm und Oberschenkel sei die Methode weniger präzis, am Rumpf habe sie sich nicht verwerten lassen. Ihre größte Intensität und Ausbreitung erreiche die Analgesie nach 5—10 Minuten und halte dann ¼ Stunde und länger an. Die Wirkungen des Kokains würden ausgiebiger, wenn der Esmarchsche Schlauch oberhalb der Injektionsstelle angelegt werde. Soweit Krogius. In der Tat, notwendig ist die Abschnürung nicht. 0,02 Kokain in 1 oder 2%iger Lösung, in der angegebenen Weise in einen Finger gespritzt, machen ihn fast ausnahmslos nach Ablauf einiger Minuten auch ohne Unterbrechung des Blutstromes gefühllos. Aber die Anwendung der erwähnten Hilfsmittel erlaubt Herabsetzung der Dosis des Betäubungsmittels und der Konzentration seiner Lösungen und ist empfehlenswert und nützlich zur Siche-

rung der Wirkung und Verlängerung der Dauer der Schmerzlosigkeit. Selbst 0,1—0,2%ige Kokainlösung, ringförmig am Grundglied eines Fingers subkutan eingespritzt, genügt alsdann zur vollständigen Leitungsunterbrechung, doch ist die notwendige Wartezeit erheblich größer.

Die obenerwähnte Mitteilung des Verfassers hat eine Reihe von Veröffentlichungen veranlaßt (Honigmann, Manz, Arendt, Sudeck, Berndt, Gerhardt, Hölscher, Luxenburger), durch welche die vorzügliche Brauchbarkeit des Oberstschen Verfahrens an den Fingern und Zehen bestätigt wird, und in denen weiter die Bestrebungen von Interesse sind, die Leitungsanästhesie auszudehnen auf Hand und Fuß und darüber hinaus in der von Krogius angedeuteten Weise.

Manz spritzte nach Abschnürung ½—1%ige Kokainlösung am Vorderarm an den Stamm des N. radialis, ulnaris und medianus, über dem Fußgelenk an den N. peronaeus und tibialis und sah nach Verlauf von 20—45 Minuten Hand und Fuß völlig unempfindlich werden, so daß Operationen aller Art an Hand- und Fußwurzel, Mittelhand und Mittelfuß ausgeführt werden konnten. Über ähnliche Versuche an Hand und Vorderarm berichten Berndt, Hölscher und Luxenburger; Berndt ferner über eine schmerzlos ausgeführte Absetzung nach Gritti, Gottstein über eine solche nach Pirogoff. Arendt und Hölscher bedienten sich des Verfahrens auch am Penis. Berndt und Hölscher hielten es für zweckmäßiger, anstatt der von Pernice empfohlenen kleinen Mengen 1%iger Kokainlösung größere Mengen verdünnter (0,2% Hölscher, 0,05% Berndt) Kokain- und Eukainlösungen einzuspritzen, während Manz schon ½%ige Kokainlösungen nicht mehr durchaus gute Resultate gaben. Berndt hat sogar einmal physiologische Kochsalzlösung eingespritzt, in der Meinung, daß die Aufschwemmung der Gewebe mit einer indifferenten Flüssigkeit an und für sich das Gefühl beeinträchtigen könne. Hölscher glaubt, sämtliche Nervenverbindungen zwischen Peripherie und Zentrum am besten durch eine Infiltration des gesamten Querschnitts eines Gliedes mit verdünnten Kokainlösungen unterbrechen zu können. Diese Versuche hat neuerdings Hohmeier (I, 24) und F. König wieder aufgenommen. Er paart die Querschnittsinfiltration mit der Infiltration der Schnittlinie.

Eine bedeutende Verstärkung der Wirkung des Betäubungsmittels wird erzielt, wenn man es zwischen zwei die Extremität abschnürende Gummibinden spritzt. Dies schon 1885 von Corning (VIII, 17) geübte Verfahren (Inkarzeration der Kokainlösung) wird neuerdings von Sievers empfohlen.

Fast alle Beobachter sind darüber einig, daß es an den Gliedern, abgesehen von Fingern und Zehen, meist sehr lange (bis zu einer Stunde) dauert, bis die Leitungsfähigkeit der großen Nervenstämme aufgehoben ist, daß die Abschnürung der Extremitäten dabei nicht entbehrt werden kann, und daß die Notwendigkeit der langdauernden Abschnürung des Beines oder Armes auch bei vorsichtigster Ausführung eine für die Kranken sehr lästige und schmerzhafte Beigabe des Verfahrens ist. Nur bei besonders mageren Gliedern ist der zur Unterbrechung des Blutstroms nötige Druck der umschnürenden Gummibinde so gering, daß er ohne besondere Beschwerden längere Zeit vertragen wird.

Wieviel von dem Endergebnis bei derartigen Operationen dem eingespritzten Arzneimittel, wieviel der durch die Abschnürung bewirkten Kompression der Nervenstämme zuzuschreiben ist, hält Manz nicht für möglich zu entscheiden, während Kofmann der Abschnürung die Hauptrolle zuspricht und die gleichzeitige Einspritzung betäubender Lösungen überhaupt für überflüssig hält. Die mit der Abschnürung verbundene Blutleere der Gewebe beeinflußt zwar (s. 3. Abschnitt) das Gefühl erst so spät, daß sie als Betäubungsmittel an sich hierbei wohl kaum in Frage kommt, die Abschnürung einer Extremität kann dagegen, wenn sie sehr fest gemacht ist, an und für sich schon Leitungsanästhesie hervorrufen. Ich bin deshalb auch der Meinung, daß manche der mitgeteilten Fälle, namentlich die, wo sehr verdünnte Kokainlösung oder gar Kochsalzlösung eingespritzt wurde, und wo bis zum Eintritt der Betäubung eine sehr lange Wartezeit notwendig war, nicht ohne weiteres als Beispiele gelungener Kokainisierung großer Nervenstämme angesehen werden können, vielmehr bei ihnen wahrscheinlich die Abschnürung nicht bloß die Wirkung des Arzneimittels gesteigert hat, sondern an und für sich mitgewirkt, vielleicht sogar teilweise die Unempfindlichkeit allein hervorgerufen hat.

Ich habe im Jahre 1903 experimentelle Untersuchungen über die Leitungsanästhesie veröffentlicht (XI, 7) und habe den in der Physiologie gebräuchlichen Ausdruck „Leitungsanästhesie“ in die angewandte Wissenschaft eingeführt. Es ergaben diese Untersuchungen, daß durch Einspritzung von Kokain in Verbindung mit Abschnürung oder Anwendung von Suprarenin der N. ulnaris, radialis, medianus, tibialis und peroneus an bestimmten Stellen leicht zu unterbrechen ist und daß Suprarenin die Abschnürung ersetzen kann. Es tritt nach der Unterbrechung sensible und motorische Lähmung ein. An den gemischten Gliedernerven werden ferner auch die Vasomotoren gelähmt, so daß ihr

Innervationsgebiet, wie im Heidenhainschen Versuch nach Nervendurchschneidung, hyperämisch wird. Die sensible Lähmung beginnt gewöhnlich vor der motorischen und hält länger an als letztere, woraus zu schließen ist, daß die sensibeln Nerven gegen Betäubungsmittel empfindlicher sind wie die motorischen. Die subkutan verlaufenden langen Hautnerven sind sehr leicht zu unterbrechen, wenn man nach dem Vorgange von Krogius das Unterhautzellgewebe in einen quer zu ihrem Verlauf gestellten Streifen infiltriert. Wegen des individuell wechselnden Übergreifens des Innervationsgebiets des einen Nerven in das des anderen ist eine praktisch verwertbare periphere Leitungsanästhesie meist nur durch gleichzeitige Ausschaltung mehrerer Nervenstämme zu erzielen. Die Glieder müssen in der Regel wegen der Vasomotorenlähmung während der Operation abgeschnürt sein, falls gemischte Nerven nahe der Wurzel des Gliedes unterbrochen wurden. Die abschnürende Binde braucht aber, falls Suprarenin angewendet wird, erst unmittelbar vor Beginn der Operation angelegt zu werden. Während der Wartezeit bis zum Eintritt der Leitungsunterbrechung kann man durch Anlegen einer Staubinde die Resorption der eingespritzten Mittel noch mehr beschränken.

Die Anwendung des Suprarenins machte die Leitungsanästhesie an anderen Körperstellen ebenso zuverlässig, wie an den Gliedern. Bereits in der eben erwähnten Arbeit beschrieb ich die Unterbrechung des N. supraorbitalis und der Okzipitalnerven, ferner der am hinteren Rande der Sternokleidomastoideus hervortretenden Zervikalnerven und des N. laryngeus superior bei Kehlkopfoperationen. In der zweiten Auflage dieses Buches sind weiter beschrieben die Unterbrechung der Interkostalnerven, die schon von Halstedt versuchte Unterbrechung des N. alveolaris inferior, ferner die des N. lingualis. Einen weiteren Fortschritt führte die Einführung des Novokains herbei, insofern, als nun fast unbegrenzte Mengen stark betäubend wirkender Lösung zur Verfügung standen. Alle Anwendungsformen der Leitungsanästhesie, die Infiltration von Gewebsschichten, welche Leitungsbahnen enthalten, die Umspritzung des Operationsfeldes, die Unterbrechung einzelner Nervenstämme haben hiervon Vorteil gehabt. Bessere Methoden für die Operationen im Trigeminusgebiet, für die Halsoperationen, für die Operationen am Brustkorb, an den Unterleibsbrüchen wurden gefunden, bei denen die Leitungsanästhesie durch perineurale Einspritzung die Hauptsache ist. Endlich führten Läwen u. a. die perkutane Betäubung des N. ischiadicus und femoralis, Hirschel und Kulenkampff die perkutane Betäubung des Plexus bra-

chialis aus. Paravertebrale und parasakrale Einspritzungen öffneten der Leitungsanästhesie neue Anwendungsgebiete.

Das Nähere hierüber findet sich in den besonderen Abschnitten. Im allgemeinen hat sich gezeigt, daß einzelne große Nervenstämme leicht und sicher dann mit der Hohlnadel zu treffen und zu unterbrechen sind, wenn ihre Lage irgendwie durch Knochenpunkte bestimmt ist, daß weit größere Übung notwendig ist, wenn sie mitten in Weichteilen gelegen sind. Im letzteren Falle bilden die beim Berühren des Nervenstammes mit der Hohlnadel entstehenden, in die Peripherie ausstrahlenden Parästhesien, welche die Kranken empfinden, das sicherste Mittel, die Spitze der Hohlnadel an die richtige Stelle zu bringen. Um in dieser Beziehung von den Angaben der Kranken unabhängig zu sein, erfand Perthes (XV, 23) eine mit Isolierlack überzogene Hohlnadel, die sich in den Stromkreis eines faradischen Apparats einschalten läßt. Sobald die Nadelspitze einen gemischten Nerven berührt, werden Kontraktionen der von ihm versorgten Muskeln ausgelöst.

b) Leitungsanästhesie durch Einspritzung betäubender Lösungen in den Nerven.

Dies Verfahren, zuerst von amerikanischen Chirurgen (Crile, Matas, Cushing) ausgeführt, besteht darin, daß die Hohlnadel in die die Operationsgebiete mit sensibeln Fasern versorgenden Nervenstämme eingestochen und unter die fibröse Nervenscheide oder zwischen die Fibrillenbündel eine kleine Menge der betäubenden Lösung gespritzt wird, welche den Nervenstamm möglichst vollständig durchtränkt und eine kolbige Anschwellung desselben hervorruft. Es tritt dann bei Verwendung geeigneter Lösungen eine fast sofortige Leitungsunterbrechung ein, wie wenn der Nerv durchschnitten wäre. Zur Ausführung dieses Verfahrens ist in den meisten Fällen die Freilegung der Nervenstämme unter örtlicher Betäubung fern vom Operationsgebiet notwendig. Crile, welcher eingehende Tierversuche über die Wirkung von Kokain und Eukain bei Einspritzung in Nervenstämme anstellte und fand, daß die beiden Mittel bei dieser Art der Anwendung sich nicht merklich voneinander unterscheiden, hat fünfmal Unterschenkelabsetzungen in der Weise ausgeführt (die erste schon im Jahre 1887), daß er den N. ischiadicus in der Glutäalfalte, den N. femoralis in der Leistenbeuge freilegte und in jeden der Nervenstämme Kokain- bzw. Eukainlösung spritzte. Die Kranken wurden, nachdem sie ihre Einwilligung zu der Operation gegeben hatten, über das, was mit ihnen geschah, im unklaren gelassen, um den psychischen Eindruck der Absetzung zu vermeiden.

Die Leitungsunterbrechung der Nervenstämme dauerte 25—30 Minuten. Matas, von dem die Bezeichnung „endoneurale" und „perineurale" Einspritzung stammt, ging teils in derselben Weise vor, teils legte er bei Operationen am Fuß und Unterschenkel unter Infiltrationsanästhesie den N. popliteus und N. saphenus frei und spritzte in sie Kokainlösung, worauf völlige Gefühllosigkeit vom Knie abwärts eintrat. Vorderarm und Hand betäubte Matas in der Weise, daß er, gleichfalls mit Hilfe der Infiltrationsanästhesie, am Ellenbogen den N. ulnaris, medianus und radialis freilegte und in jeden $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ ccm 1%ige Kokainlösung spritzte. Dann wurde der Oberarm abgeschnürt, die Wunde genäht und verbunden und die beabsichtigte Operation ausgeführt. Das Gefühl kehrte 10—15 Minuten nach Entfernung der abschnürenden Binde wieder. Den Plexus brachialis betäubte auf gleiche Art Crile.

Unter Infiltrationsanästhesie mit 0,1%iger Kokainlösung wurde durch einen Schnitt am hinteren Rande des Sternokleidomastoideus des Plexus brachialis und die A. subclavia freigelegt und in jeden Nervenstamm $\frac{1}{2}$%ige Kokainlösung gespritzt, eben genügend, um eine kleine örtliche Anschwellung desselben zu verursachen. Die Arterie wurde zeitweilig abgeklemmt und der Arm in der Schulter ausgelöst. Die Operation war schmerzlos bis auf den Hautschnitt hinten und außen.

In gleicher Weise führte Crile eine Absetzung in der Mitte des Oberarms aus, während bei einer Auslösung des Oberarms mit dem Schultergürtel teilweise Narkose nötig war, wie nicht anders zu erwarten. Crile machte ferner darauf aufmerksam, daß es leicht gelingt, in den N. ulnaris am Ellenbogen endoneural betäubende Lösung einzuspritzen, ohne ihn freizulegen. Die Leitungsunterbrechung folgt alsdann fast unmittelbar der Injektion. Auch der N. peronaeus in der Kniekehle kann meist direkt mit der Hohlnadel getroffen werden. Das gleiche gilt von den Trigeminusstämmen an der Schädelbasis und vom Ganglion Gasseri.

Die Notwendigkeit der Freilegung der Nervenstämme, wie sie von Crile und Matas geübt wurde und neuerdings wieder von Drüner (s. bei Vogeler XIX, 48) empfohlen wird, stellt eine solche Erschwerung des Betäubungsverfahrens dar, daß man im allgemeinen nur dann zu ihm greifen wird, wenn zwingende Gründe die Anwendung der Narkose verbieten. Crile hebt als einen besonderen Vorteil hervor, daß bei vollständiger Leitungsunterbrechung der Nerven des Operationsgebietes der Operationschok wegfalle. Cushing und andere amerikanische Chirurgen empfehlen aus dem gleichen Grunde, große Nervenstämme, auch wenn die Operation in Narkose ausgeführt wird, z. B. bei Oberarmauslösungen, vor der Durchschneidung stets zu kokainisieren. Wie dem auch sei, die Einspritzung betäubender Lösungen in zu diesem Zweck

unter Infiltrationsanästhesie freigelegte Nervenstämme ist ein sicheres und ganz unschädliches Betäubungsverfahren, das gelegentlich zweckmäßige Verwendung finden kann.

Wesentlich einfacher ist es, wenn durch den für die beabsichtigte Operation notwendigen Schnitt selbst größere Abschnitte des Operationsfeldes versorgende sensible Nervenstämme freigelegt und unterbrochen werden können. Diesen Weg hat Cushing bei der operativen Behandlung der Leistenbrüche beschritten. Er legte unter Schleichscher Infiltrationsanästhesie die Gegend des Leistenkanals frei, suchte unter der Faszie den Stamm des N. ileoinguinalis und spermaticus externus auf und spritzte in jeden 1%ige Kokainlösung. Es wird darauf der Bruchsack und seine Umgebung, der Samenstrang, der Hoden und ein Teil der Haut der Leistengegend unempfindlich.

c) Lumbalanästhesie und sakrale (epidurale) Anästhesie.

Die Lumbalanästhesie hat Bier im Jahre 1899 erfunden und in die Chirurgie eingeführt. Erst später ist bekannt geworden, daß Corning bereits 1885 Versuche angestellt hatte, durch Einspritzen von Kokain zwischen die Dornfortsätze der Wirbel, also nicht in den Spinalkanal, Unempfindlichkeit der Beine zu erzeugen. Praktische Folgen haben indessen diese Versuche nicht gehabt. Eine mittels der von Quincke 1891 angegebenen Lumbalpunktion in den Lumbalsack der Dura spinalis gespritzte betäubende Lösung vermischt sich mit dem Liquor cerebrospinalis und unterbricht die Leitung der Nervenstämme der Cauda equina sowie der Wurzeln der spinalen Nerven, mit denen sie in Berührung kommt; die Lumbalanästhesie ist daher eine besondere Form der Leitungsanästhesie. Die Wirkung des Betäubungsmittels auf die Nervensubstanz ist um so intensiver, als die intradural gelegenen Nervenstämme und die Nervenwurzeln scheidenlos sind. Sehr bald nach der Einspritzung stellt sich, zunächst am Damm und an den Füßen, Unempfindlichkeit ein, welche schnell bis zum Becken, zum Nabel oder unter Umständen noch höher aufsteigt. Ihr folgt motorische Lähmung der Beine und der Bauchmuskeln. Ihre Dauer beträgt ½—2 Stunden. Die Motilität kehrt früher als die Sensibilität zurück.

Völlige Einigung in der Auswahl des Betäubungsmittels für die Lumbalanästhesie ist noch nicht erzielt, doch gibt die Mehrzahl der Chirurgen dem Tropakokain den Vorzug und fügt auf Empfehlung Biers Suprarenin hinzu, dessen Bedeutung hier freilich eine ganz andere sein muß als bei der Lokalanästhesie. Denn die gefäßkontrahierende

Eigenschaft dieses Mittels geht bei der Verbindung mit Tropakokain zum größten Teil verloren. Die gewöhnliche Dosis beträgt 0,05, die Maximaldosis 0,06 Tropakokain. Die Firma Pohl in Schönbaum bei Danzig liefert sterilisierte Ampullen, welche 1,25 ccm 5%ige Tropakokainlösung (= 0,06) mit 0,0001 Suprarenin und eine Spur Salzsäure zur besseren Haltbarkeit enthalten, ferner Tabletten aus 0,05 Tropakokain und 0,0001 Suprarenin. Man löst solche Tabletten in einer kleinen Quantität der Kochsalzlösung auf und sterilisiert die Lösung durch Kochen.

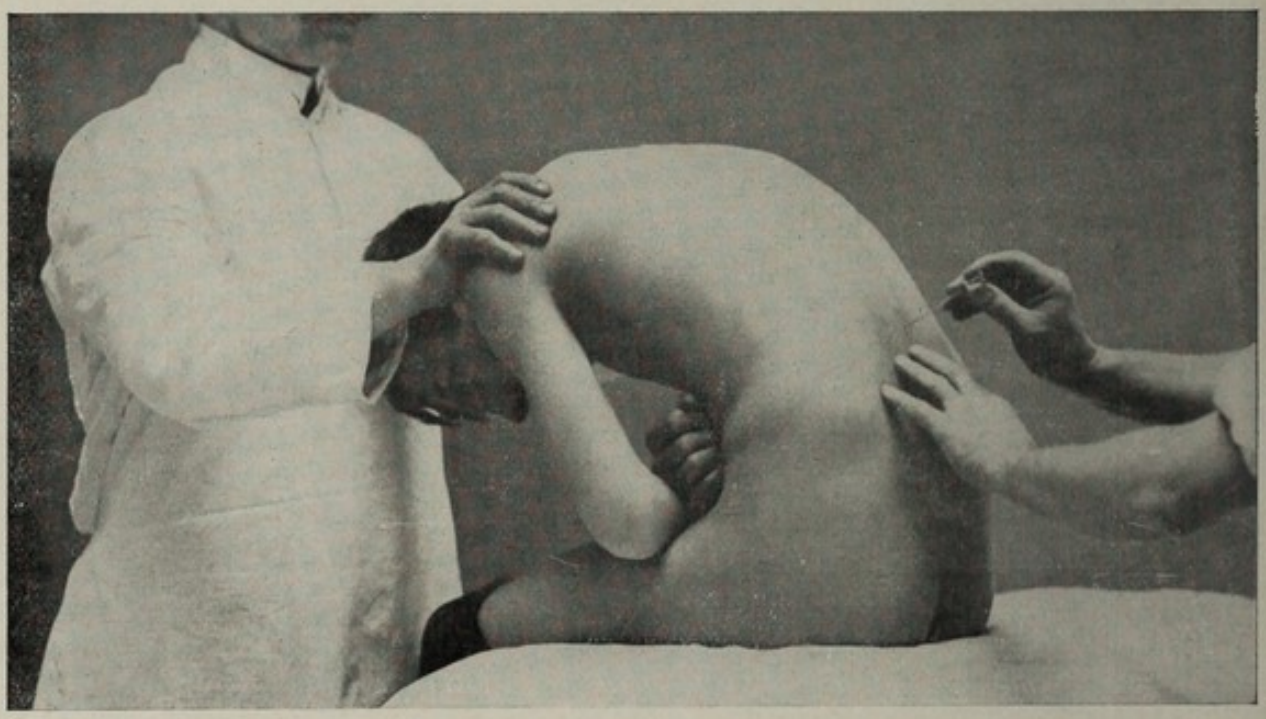


Abb. 8.
Ausführung der Lumbalpunktion bei sitzender Stellung (nach Schmieden).

Ich selbst ziehe eine aus Tabletten hergestellte Novokain-Suprareninlösung auch für die Lumbalanästhesie bei weitem vor. Man löst eine der Tabletten mit 0,125 Novokain in 12,5 ccm physiologischer Kochsalzlösung und kocht die Lösung. Von ihr injiziert man 6 ccm (= 0,06 Novokain) bei Operationen am Damm, 8 ccm (= 0,08 Novokain) bei Operationen an den Beinen. Die Dosen sollten nicht überschritten werden!

Das Instrumentarium besteht aus einer auskochbaren, 10 ccm fassenden Spritze und darauf passenden Hohlnadeln von 6—10 cm Länge. Die Spitzen der Nadeln müssen kurz abgeschliffen sein. Spritze und Hohl-

nadeln müssen von anhaftender Sodalösung durch Ausspritzen mit Kochsalzlösung befreit werden. Die dünnen, für die örtliche Betäubung bestimmten Hohlnadeln (Nr. 4 oder 5, 0,7 mm dick, s. u.) sind auch für die Lumbalanästhesie geeignet. Die starken, mit Mandrin versehenen Nadeln, welche sehr viel zur Lumbalpunktion gebraucht werden, sind viel zu dick und verletzen unnötig.

Zur Ausführung der Lumbalpunktion sitzt der Kranke quer auf dem Operationstische, die Beine hängen seitlich herunter (Abb. 8). Der Kopf ist vornübergebeugt, die Wirbelsäule ist stark gekrümmt, um die

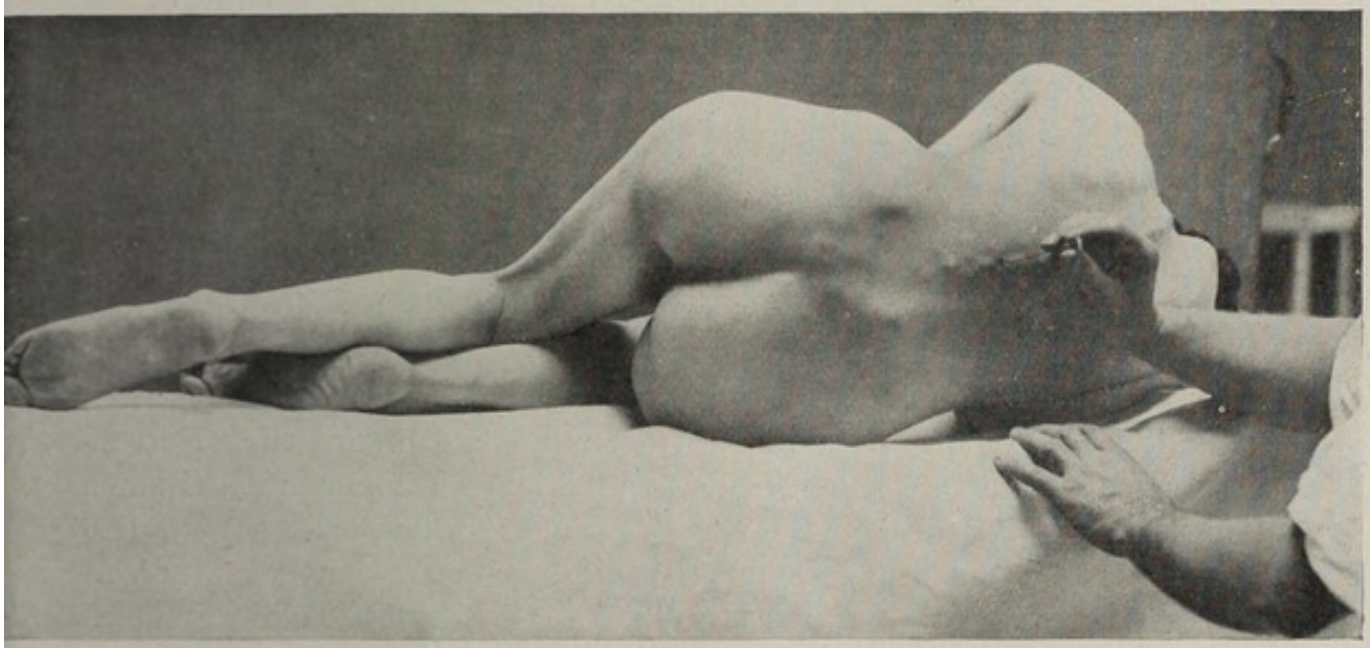


Abb. 9. Ausführung der Lumbalpunktion in Seitenlage (nach Schmieden).

Bogen der Lendenwirbel möglichst zum Klaffen zu bringen. Seitliche Verbiegungen der Wirbelsäule sind zu vermeiden. Kann der Kranke nicht sitzen, so ist er flach, ebenfalls in stark kyphotischer Haltung, auf die Seite zu legen (Abb. 9). Der Operateur spannt in der Höhe der beiden Darmbeinkämme quer über den Rücken den Rand eines Handtuches aus. Letzterer trifft ungefähr den Dornfortsatz des vierten Lendenwirbels. Der nächsthöhere oder übernächste Interspinalraum dient zur Punktion. Genau in der Mittellinie zwischen den Dornfortsätzen wird die Einstichstelle durch eine Quaddel bezeichnet und unempfindlich gemacht. Die Haut wird durch Abreiben mit Alkohol desinfiziert. Man sticht nun die Hohlnadel, genau in der Medianlinie gerichtet, durch die Haut und das Lig. interspinale, bis der Liquor erscheint. Stößt die Nadelspitze auf Knochen, so zieht man sie zurück, verändert ihre Rich-

tung etwas nach oben und unten, ohne von der Medianlinie abzuweichen. Bevor der Liquor nicht in schneller Tropfenfolge ausfließt, darf nicht eingespritzt werden. Tropft Blut ab oder macht nicht bald klarem Liquor Platz, so soll man die Nadel herausziehen und in einem anderen Zwischenwirbelraum punktieren. Die die Lösung enthaltende Spritze wird unterdessen bereitgehalten, damit die Einspritzung erfolgen kann, sobald die Punktion in der gewünschten Weise gelungen ist. Ist dies geschehen, so wird die Spritze aufgesetzt und sehr langsam entleert. Der Kranke wird dann in Horizontallage gebracht. Beckenhochlagerung, welche eine Verschiebung des Liquors nach oben bedingt, und das mit ihm vermischte Betäubungsmittel mit höheren Nervenwurzeln in Berührung bringt, wird vermieden.

Leider ist es auch durch peinlichste Befolgung der vorgeschriebenen Technik nicht gelungen, die Versager (durchschnittlich 9%) und die Nebenwirkungen und die Gefahren der Lumbalanästhesie zu beseitigen, welche bedingt sind teils durch Aufsteigen des Betäubungsmittels im Spinalkanal bis zur Medulla oblongata (Atemlähmung, Kollaps), teils durch Reizungen der Meningen und Entstehung abnormer Druckverhältnisse im Liquor (Kopfschmerzen, Meningismus, Meningitis), teils endlich durch langdauernde, ja irreparable Schädigung der Nervensubstanz (Lähmungen). Resorptive Giftwirkungen kommen dabei kaum in Frage (Heinecke und Läwen). Die Erfahrung hat gezeigt, daß sich diese Nebenwirkungen und Nachwirkungen mit zunehmender Verbesserung der Technik und der Indikationsstellung zwar wesentlich einschränken, aber doch nicht ganz beseitigen lassen. Die quälenden Kopfschmerzen, welche manchmal der Lumbalanästhesie folgen, lassen sich nach Hosemann (XII, 8) durch intravenöse Einspritzung von $^3/_4$ Liter physiologischer Kochsalzlösung, wenn der Druck im Liquor vermindert ist, dagegen durch Lumbalpunktion, wenn der Druck erhöht ist, in der Regel leicht beheben.

Die Statistiken über Todesfälle nach Lumbalanästhesie haben außerordentlich weit auseinandergehende Ergebnisse gehabt. Tomaschewski berechnet z. B. die Mortalität nach Lumbalanästhesie auf 1:17887, Strauß auf 1:2524, Hohmeier und König auf 1:200. Strauß (XII, 16) hat seine Statistik neuerdings bis 1921 fortgesetzt und findet bei 83698 Fällen eine Mortalität von 1:5978. Es ist anzunehmen, daß die mittleren Zahlen von Strauß der Wirklichkeit näher kommen als die offenbar zu günstigen von Tomaschewski und die zu ungünstigen von Hohmeier und König.

Die letzte größere Zusammenstellung eigener Fälle stammt von

dem Gynäkologen Mayer. Er hatte bei 3310 Lumbalanästhesien, die zum Zweck vaginaler und abdomineller Operationen ausgeführt wurden, 5 Todesfälle, das entspricht einer Mortalität von 1:550, und 8 schwere Asphyxien. Das stimmt ungefähr überein mit der von Franz bei 3355 eigenen Fällen gefundenen Mortalitätsziffer (1:479). Es handelt sich demnach um ein Verfahren, welches, in diesem Umfange angewendet, mit der Narkose nicht in Wettbewerb treten kann.

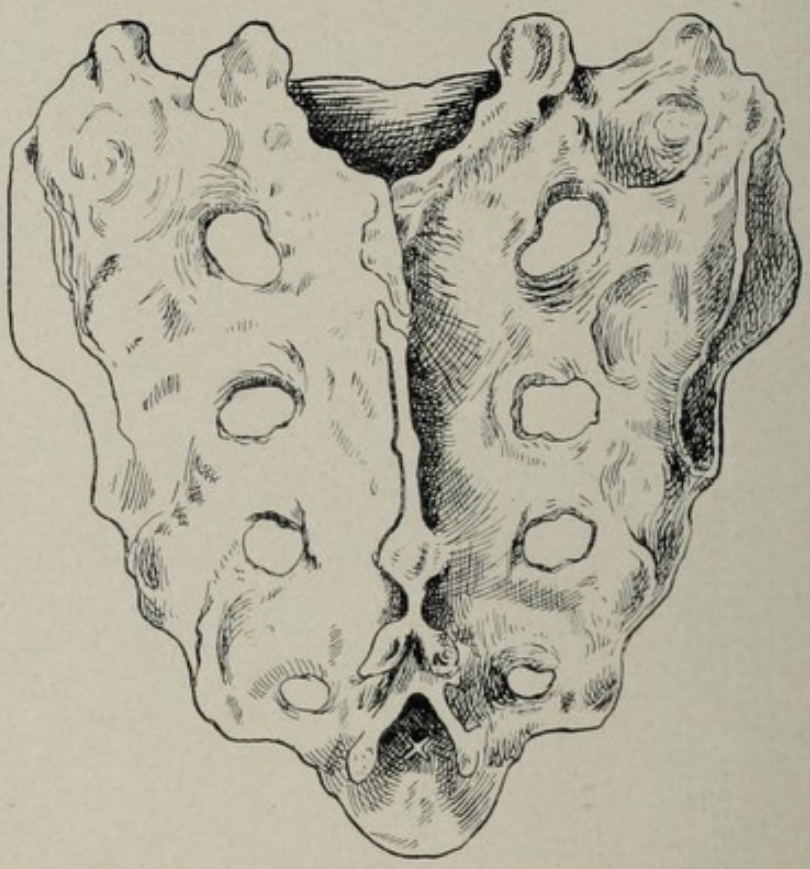
Die Lumbalanästhesie ist auch ganz gegen die ursprünglichen Intentionen ihres Erfinders zu einer Konkurrenzmethode gegenüber der Inhalationsanästhesie gestempelt worden. Das ist sie aber durchaus nicht. Sie bedeutet eine wesentliche Bereicherung unserer Betäubungstechnik, aber sie ist, gleich der intravenösen Narkose, ein bestimmten Fällen und im allgemeinen auch den chirurgischen Anstalten vorzubehaltendes Ausnahmeverfahren.

Eine fast allgemeine Übereinstimmung herrscht darüber, daß ältere Personen besonders geeignete Objekte für die Lumbalanästhesie sind. Bei solchen Kranken wird man daher gern zu ihr greifen, wenn die Anwendung der Inhalationsanästhesie bedenklich zu sein scheint (schwächliche, heruntergekommene, herz- oder lungenkranke Personen, Potatoren) und örtliche Betäubung nicht möglich oder zu umständlich ist. Es soll damit nicht gesagt sein, daß jugendlicheres Lebensalter geradezu eine Gegenanzeige gegen die Lumbalanästhesie darstellt. Kontraindikationen dagegen bilden Erkrankungen des Nervensystems und septische Erkrankungen jeder Art. Neurasthenische und hysterische Personen vertragen die Lumbalanästhesie schlecht.

Da die Gefahren und Nebenwirkungen der Lumbalanästhesie mit der Dosis des Betäubungsmittels und seiner Ausbreitung nach oben ganz erheblich zunehmen, sollte sie im allgemeinen beschränkt werden auf Operationen in Bezirken, die von den unteren Segmenten des Rückenmarkes innerviert sind, also auf die Damm- und Sakralgegend (Urethra, Prostata, Mastdarm) und die Beine, während sie für Bauchoperationen, wie die Erfahrungen der Gynäkologen zeigen, nicht geeignet ist. Beckenhochlagerung und alle sonstigen Mittel, durch welche man eine Ausbreitung der Unempfindlichkeit nach oben zu erzielen sucht, sollten unterbleiben.

Ich selbst habe die Lumbalanästhesie mit der eben erwähnten Beschränkung in den letzten Jahren wieder häufig gebraucht, an den unteren Extremitäten regelmäßig bei den Amputationen wegen arteriosklerotischer Gangrän ohne Sepsis, bei Operationen, welche Bauchlage des Kranken erforderlich machten (Kniekehlenoperationen), so-

wie fast regelmäßig bei Frakturen und Luxationen, besonders wenn die Kranken unvorbereitet auf den Operationstisch kamen. Die Lumbalanästhesie hat da ohne Zweifel wesentliche Vorteile vor der Narkose. Mit der erwähnten Beschränkung sind ihre Gefahren und Nebenwirkungen sehr viel geringer.



× Hiatus sacralis

Abb. 10. Ansicht des Kreuzbeins von hinten.

Die von Cathelin (1901) erfundene Injektion von Medikamenten durch den Hiatus sacralis in den epiduralen Raum ist von Läwen zu einer brauchbaren Betäubungsmethode (sakrale oder epidurale Anästhesie) entwickelt worden.

Da die den epiduralen Raum durchsetzenden Nervenstämme von starken Durascheiden umhüllt sind und die Ausbreitung einer Anästhesie nach oben von der eingespritzten Flüssigkeitsmenge abhängig ist, so kann nur bei Anwendung erheblicher Mengen einer stark wirkenden (konzentrierten) Lösung eines Betäubungsmittels zuverlässige Wirkung erwartet werden. Auch tritt die Wirkung im Gegensatze zur Lumbalanästhesie erst nach längerer Zeit (20 Minuten) ein. Läwen

injizierte dem sitzenden oder in Seitenlage befindlichen Kranken 20 ccm 2%ige oder 25 ccm 1½%ige Novokainbikarbonatlösung mit Suprareninzusatz epidural, ließ nach der Einspritzung halbsitzende Stellung einnehmen und erzielte Unempfindlichkeit im Gebiete des Plexus sacralis („tiefe" epidurale Anästhesie). Für die Herstellung der Novokainbikarbonatlösung gab er folgende Vorschrift:

	2%ige Lösung	1½%ige Lösung
Natr. bicarbon. puris.	0,15	0,2
Natr. chlorat. . . .	0,1	0,2
Novokainchlorhydrat	0,6	0,75
Aq. dest.	30,0	50,0

Die gemischten Substanzen können als Pulver vorrätig gehalten werden. Eins der Pulver wird in der angegebenen Menge Wasser kalt gelöst. Die fertige Lösung wird einmal aufgekocht und mit fünf Tropfen Suprareninlösung 1:1000 versehen. Nach meinen Erfahrungen ist indessen Novokainbikarbonat überflüssig, weil die gewöhnliche Novokain-Suprareninlösung mit dem üblichen Kaliumsulfatzusatz (S. 218) die gleichen Wirkungen hat.

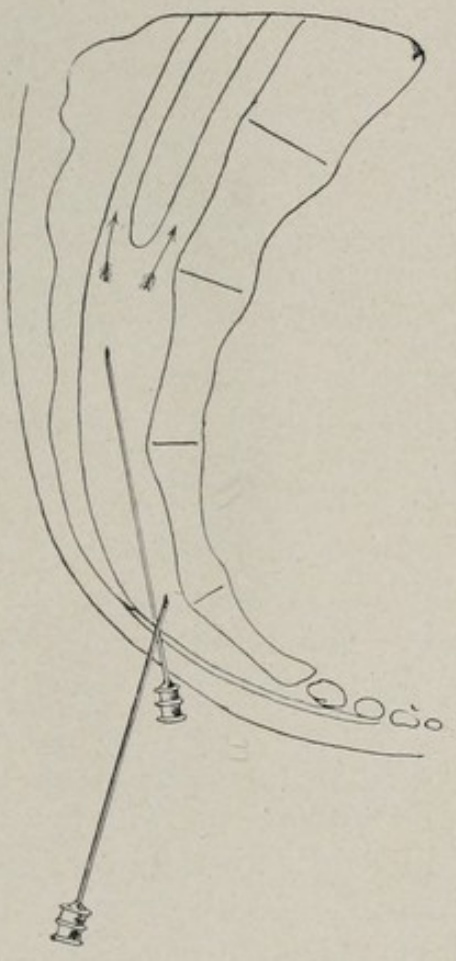


Abb. 11. Schema zur Ausführung der Sakralpunktion (nach Cathelin).

Krönig und seine Schüler Schlimpert und Schneider haben die epidurale Anästhesie weiter auszubauen versucht. Durch Erhöhung der Novokaindosen und Beckenhochlagerung wurde ein Übergreifen der Unempfindlichkeit auch auf das Gebiet der Lumbal- und Dorsalnerven erzielt („hohe" epidurale Anästhesie). Kehrer vereinfachte die umständliche Technik der Krönigschen Klinik. Er und Fischer führten den Nachweis, daß die dort übliche Vorbereitung der Kranken durch den Skopolamindämmerschlaf zur Gewinnung der Unempfindlichkeit nicht notwendig ist, wie Läwen vermutet hatte. Nach Härtels Erfahrungen ist auch für die hohe epidurale Anästhesie das Novokainbikarbonat überflüssig.

Der dreieckige Hiatus sacralis (Abb. 10) ist durch eine elastische Membran verschlossen. Um ihn zu finden, bezeichnet man die Mittel-

linie des Kreuzbeins, durch die Crista sacralis gekennzeichnet, mit dem Blaustift und verlängert die Linie nach unten. Sie schneidet dann den Hiatus. Dabei ist zu beachten, daß bei Seitenlage des Kranken sich die Rima nicht in der Mittellinie befindet, sondern etwas nach unten abgesunken ist. Man sucht nun die den Hiatus seitlich begrenzenden Cornua sacralia zu tasten, was bei mageren Menschen meist leicht, bei fetten unmöglich ist. Der gefundene Einstichpunkt wird durch eine Quaddel bezeichnet.

Zur Punktion dient eine mit Mandrin versehene Hohlnadel. Letztere wird zunächst (Abb. 11) senkrecht durch die Verschlußmembran eingestochen, dann in die Längsachse des Kreuzbeins gerichtet und nicht mehr als 5—6 cm tief in den epiduralen Raum eingeführt, damit der in der Regel in Höhe des zweiten Sakralwirbels endigende Lumbalsack nicht angestochen wird. Dann wird der Mandrin entfernt und abgewartet, ob Blut oder, was allerdings sehr selten ist, Liquor aus der Hohlnadel ausläuft. Im ersten Falle raten die meisten Autoren, die Einspritzung ganz zu unterlassen, im letzteren Falle wird man nur die Nadel etwas herauszuziehen brauchen. Die Einspritzung des Betäubungsmittels soll sehr langsam ausgeführt werden. Liegt die Nadel richtig, so ist so gut wie kein Druck zur Entleerung der Spritze erforderlich.

Anatomische Unregelmäßigkeiten erschweren zuweilen die Ausführung der Punktion oder machen sie unmöglich. Bei fetten Personen ist am besten von der epiduralen Anästhesie ganz abzusehen.

Die Punktion wird in Seitenlage (Abb. 12) oder Knie-Ellenbogenlage (Abb. 13) vorgenommen, und zwar, da der Kranke nachher in Beckenhochlagerung gebracht werden muß, auf einem dazu eingerichteten Operationstische. Fischer bevorzugt für die Punktion die Bauchlage und bringt den Oberkörper dann in die von Schlimpert eingeführte Hängelage. Durch ein untergeschobenes dreieckiges Kissen läßt sich das leicht bewerkstelligen. Die Dosierung des Novokains ist folgende: Kehrer braucht für die gynäkologischen Operationen 60 ccm 1½%ige Novokain-Suprareninlösung, bei schwächlichen Personen 50 ccm, Fischer gibt bei Operationen in der oberen Hälfte des Bauches, an den Beinen und der Hüftgegend bis 70 ccm der gleichen Lösung, bei schwächlichen Menschen bis 50 ccm, bei Kindern unter 13 Jahren 30—40 ccm.

Läwen empfiehlt zur Sakralanästhesie 30 ccm 1%ige Tutokainlösung mit Suprareninzusatz und erzielte damit bessere Wirkungen wie mit Novokain.

Kehrer verfährt bei der Einspritzung folgendermaßen. Die ersten 20 ccm der Lösung werden in wagerechter Seitenlage des Kranken ziem-

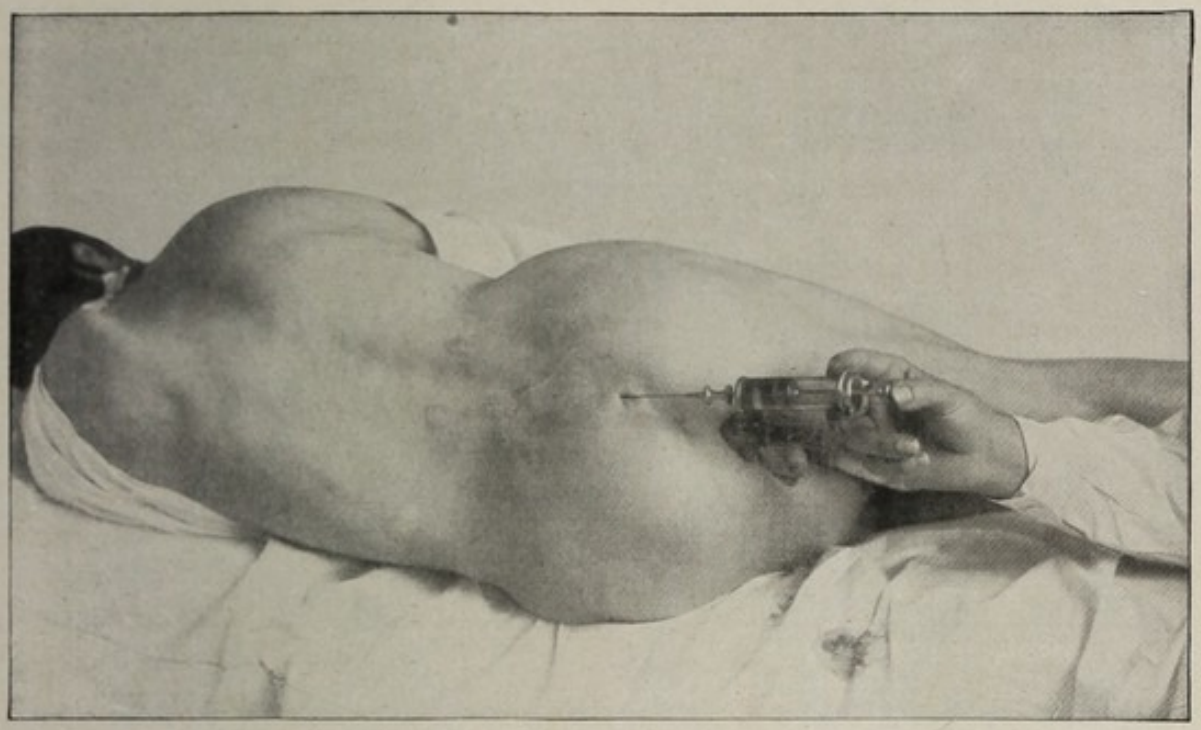


Abb. 12. Ausführung der Sakralpunktion in Seitenlage (nach Läwen).

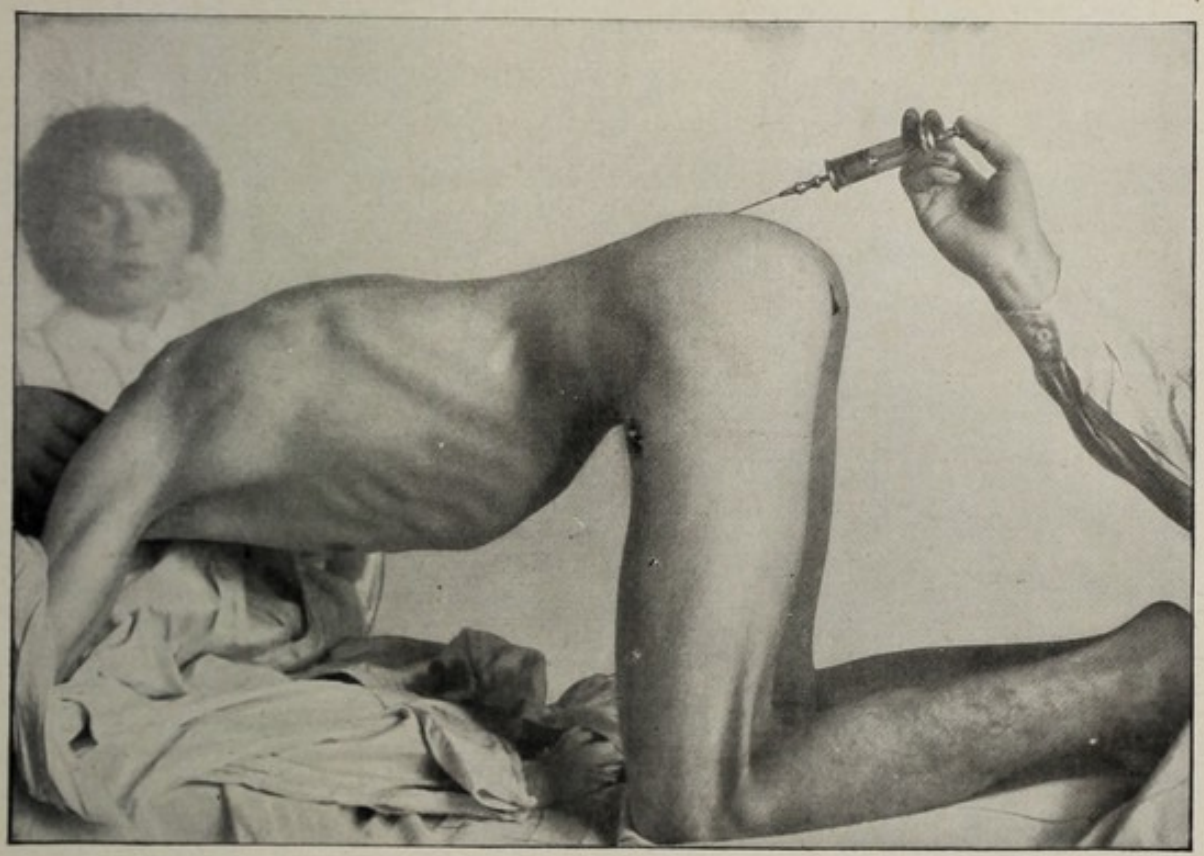


Abb. 13. Ausführung der Sakralpunktion in Knie-Ellenbogenlage (nach Läwen).

lich rasch, etwa in 20 Sekunden, eingespritzt. Die übrigen 40 ccm werden langsam, im Verlaufe von 2—3 Minuten eingespritzt, während bereits mäßig steile Beckenhochlagerung hergestellt ist. Nach vollendeter Einspritzung kommt der Kranke in Rückenlage und bleibt in der Beckenhochlage, bis die Unempfindlichkeit eingetreten ist. Sie ist nach 20 Minuten vollendet und erstreckt sich bis zum achten Brustsegment. Es werden daher unempfindlich die Beine, das Becken, der Bauch bis zum Nabel und die Nierengegend. After und Bauchmuskeln sind erschlafft. Die Dauer der Unempfindlichkeit beträgt 60—70 Minuten.

Leichtere Nebenwirkungen, Blässe, Schwindel, Benommenheit, Schweißausbruch, Erbrechen werden bei epiduraler Injektion von Novokain ziemlich häufig beobachtet. Es sind aber auch nicht wenige schwere Zufälle, Kollapse, Bewußtlosigkeit und Todesfälle vorgekommen. Die epidurale Anästhesie steht, wenn sie in Form der hohen Sakralanästhesie bei Operationen im Gebiet höher gelegener Rückenmarkssegmente angewendet wird, an Gefährlichkeit der Lumbalanästhesie nicht nach, ist frei von deren Nachwirkungen, ist aber weniger zuverlässig und technisch komplizierter.

Die Nebenwirkungen ließen sich in einzelnen Fällen auf das Anstechen einer Vene oder des Lumbalsacks zurückführen. In der Regel jedoch sind sie durch die normale Resorption des eingespritzten Novokains bedingt. Läwen und v. Gaza haben experimentell den Nachweis geführt, daß die Resorptionsgeschwindigkeit aus dem epiduralen Raum viel größer ist als aus dem Unterhautzellgewebe und sich fast der intravenösen Einverleibung nähert.

Schweitzer hat bei 3450 von verschiedenen Operateuren mit Novokain ausgeführten Sakralanästhesien 10 Todesfälle zusammengestellt, von denen allerdings nicht alle als Folge des Betäubungsverfahrens anzusehen sind. Dazu kommen aber noch 3 von Kappis und 3 von Schmerz erwähnte einwandfreie Todesfälle. Schweitzer rät deshalb, eine Dosis von 0,4 bis höchstens 0,5 nicht zu überschreiten, und Läwen rät, zumal bei geschwächten Menschen, zur größten Vorsicht und Zurückhaltung, wenn die Dosis von 0,4 Novokain in 2%iger Lösung überschritten werden soll. Damit scheidet aber die hohe Sakralanästhesie ganz aus und die Methode wird im wesentlichen beschränkt auf die Unterbrechung des Plexus sacralis. Hier wird sie jedoch arg bedrängt von der örtlichen Betäubung im engeren Sinne, und zwar von der parasakralen Anästhesie, d. h. der Ausfüllung der Kreuzbeinaushöhlung mit dünner Novokainlösung, welche ebenfalls den Plexus sacralis unterbricht, fast frei von Nebenwirkungen und Versagern ist, während die

häufigen Versager eine sehr unangenehme Beigabe der epiduralen Anästhesie sind. Nach Schweitzer ist jeder 5. bis 6. Fall ein Versager.

Wir können daher der epiduralen Anästhesie nach allen bisherigen Erfahrungen keine große Zukunft voraussagen.

E. Die Venenanästhesie.

Bier hat im Jahre 1908 einen weiteren erfolgreichen Weg gefunden, um ein Betäubungsmittel mit dem Nervengewebe in Berührung zu bringen. Er spritzte Novokainlösung in eine freigelegte Subkutanvene eines von zwei abschnürenden Gummibinden eingeschlossenen Abschnittes der zuvor blutleer gemachten Glieder. Experimentelle Untersuchungen hatten gezeigt, daß die Venenwände außerordentlich durchlässig sind für wässerige Flüssigkeiten. Die eingespritzte Lösung durchdringt daher sehr schnell den ganzen Gliedabschnitt und erzeugt innerhalb des von den beiden Binden begrenzten Bezirks terminale Anästhesie. Bier nennt sie „direkte Venenanästhesie". Die Lösung dringt aber auch in die diesen Bezirk durchlaufenden Nervenstämme ein und erzeugt deshalb Leitungsanästhesie, „indirekte Venenanästhesie" in dem ganzen distal gelegenen Abschnitt des Gliedes. Die Technik der Venenanästhesie, außer von Bier selbst, eingehend von Härtel beschrieben, ist folgende.

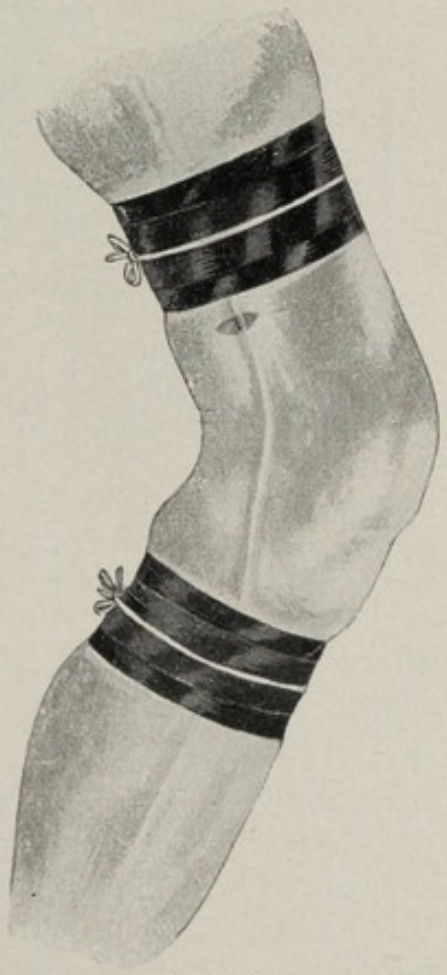


Abb. 14.
Abschnürung zur Venenanästhesie.

Das desinfizierte Glied wird erhoben und mit einer sterilisierten Gummibinde über die Stelle hinaus, wo eingespritzt werden soll, sehr sorgfältig blutleer gemacht. Dicht über der Auswickelbinde wird das Glied mit einer zweiten Gummibinde abgeschnürt. Nun wird die Auswickelbinde abgewickelt bis zu einer Stelle, welche von der oberen Schnürbinde nicht weniger als eine Hand breit und nicht mehr als drei Hände breit entfernt ist. Hier wird die zweite Schnürbinde angelegt (Abb. 14). Für periphere Glied-

abschnitte ist die direkte Venenanästhesie unter Anwendung von nur einer Schnürbinde ausführbar, doch soll diese nicht höher als in der Mitte des Vorderarms oder Unterschenkels liegen. Operationen in infizierten Geweben dürfen, wenn überhaupt, nur im Gebiet der indirekten Venenanästhesie ausgeführt werden. Man legt zu diesem Zweck oberhalb des infektiösen Gebiets eine Schnürbinde um das Glied, beginnt die Auswicklung erst an dieser Stelle und legt oberhalb die zweite Schnürbinde an. Dicht unter der oberen Schnürbinde wird unter örtlicher Betäubung eine der großen subkutanen Venen, V. basilica, cephalica, mediana, saphena magna, aufgesucht und freigelegt. Um die Vene sicher zu finden, ist es empfehlenswert, sich vor Auswicklung des

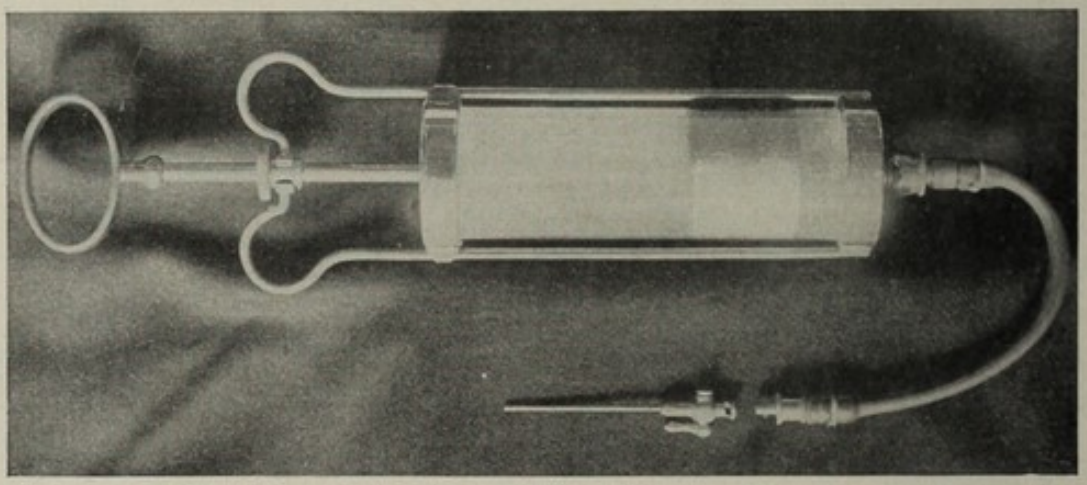


Abb. 15. Instrumentarium zur Venenanästhesie.

Blutes über ihren Verlauf zu vergewissern und ihre Lage zu kennzeichnen, oder sie schon vorher freizulegen, solange sie noch gefüllt ist. Ich empfehle letzteres stets zu tun, damit die die Kranken belästigenden Schnürbinden nicht unnötig lange zu liegen brauchen.

Das von Bier angegebene Instrumentarium zur Einspritzung (Abb. 15) besteht aus einer 100 ccm fassenden Spritze, an der mittels dickwandigen Gummischlauchs ein Ansatzstück für die Kanüle befestigt ist. Letztere ist mit einem Verschlußhahn, sowie mit Rillen zum Einbinden in die Vene versehen und läßt sich an dem Ansatzstück durch Bajonettverschluß verläßlich befestigen. Die Kanüle wird, wie zur intravenösen Kochsalzinfusion, in die Vene eingebunden, aber nicht wie bei jener in das zentrale, sondern in das periphere Venenende.

Man spritzt nun unter gleichmäßigem, zuweilen zur Überwindung der sich stellenden Venenklappen recht erheblichen Druck langsam ½%ige Novokainlösung ohne Suprareninzusatz, am Arm 40—50 ccm,

am Bein 70—100 ccm, je nach der Dicke des Gliedes. Falls während der Einspritzung aus kleinen Gefäßquerschnitten der Wunde Lösung aussickert, so werden diese sofort mit Klemmen gefaßt. Nach beendeter Einspritzung wird die Kanüle durch den Hahn verschlossen und nach Unterbindung der Vene abgeschnitten. Die kleine Wunde wird durch die Naht geschlossen. In dem unter der unmittelbaren Wirkung des Betäubungsmittels stehenden Gliedabschnitt tritt nach längstens fünf Minuten Unempfindlichkeit im ganzen Querschnitt ein; bis zum Eintritt der indirekten Anästhesie, sowie einer schlaffen motorischen Lähmung im peripheren Gliedabschnitt vergehen 5—15 Minuten. Die periphere Kompressionsbinde kann nun, wenn sie der Ausführung der Operation hinderlich ist, entfernt werden.

Die Unempfindlichkeit besteht so lange, als die obere Kompressionsbinde liegt. Wird sie gelöst, so kehrt das Gefühl meist sehr schnell, nach wenigen Minuten, zurück. Suprareninzusatz zur Novokainlösung führt nach Biers Beobachtung nur ausnahmsweise eine Verlängerung der Venenanästhesie herbei, hindert dagegen die gleichmäßige Verteilung der eingespritzten Lösung und ist deshalb nicht zu empfehlen.

Die Venenanästhesie ist, in passenden Fällen angewendet, gefahrlos, insbesondere ist eine Novokainvergiftung nach den bisherigen Erfahrungen nicht zu befürchten. Geeignet für die Venenanästhesie sind Operationen, auch Gelenkresektionen und Absetzungen, etwa von der Mitte des Oberschenkels bzw. Oberarms abwärts. Ausgenommen sind jedoch Absetzungen bei seniler und diabetischer Gangrän (Bier). Auch bei akut septischen Erkrankungen wird man Bedenken tragen müssen, eine große Vene absichtlich zu eröffnen, selbst wenn man sich vom infizierten Gebiet fernhält.

Die obere Kompressionsbinde verursacht, nachdem sie einige Zeit gelegen hat, meist recht erhebliche Beschwerden. Der Kompressor nach Perthes erleichtert dieselben etwas. Momburg schlägt vor, nach Eintritt der Unempfindlichkeit eine zweite Kompressionsbinde im Gebiet der direkten Anästhesie anzulegen und die erste, Beschwerden verursachende zu entfernen. Unangenehm ist, wie Bier selbst hervorhebt, bei Absetzungen die schnelle Rückkehr des Gefühls nach Lösung der Binde. Die Operation muß vorher beendet sein, wodurch eine Revision der Blutstillung sehr erschwert wird.

Die Methode Biers ist eine wertvolle Bereicherung unserer Betäubungsverfahren bei aseptischen Operationen an den Gliedern, die der gewöhnlichen örtlichen Betäubung nicht zugänglich sind. Letztere Beschränkung hat Bier selbst angegeben.

F. Die arterielle Anästhesie.

Alms und Maurel waren die ersten Forscher, welche die nach Einverleibung von Kokain in Arterien entstehenden Lähmungen im Stromgebiet der betreffenden Arterie bei Tieren beobachteten und beschrieben (s. S. 88).

Der spanische Chirurg Goyanes machte 1909 den Versuch, die arterielle Anästhesie praktisch zu verwerten, und berichtete 1910 über 23 Fälle, darunter Amputationen und Resektionen, wo das Verfahren angewendet wurde. 20mal wurde gute, meist völlige Unempfindlichkeit erzielt. Ransohoff führte in arterieller Anästhesie eine Vorderarmabsetzung, Oppel mehrere Operationen an der Hand und am Fuß aus. Als Einspritzungsstelle diente die A. radialis, dorsalis pedis, femoralis und brachialis. Das Glied wird abgeschnürt und blutleer gemacht, unterhalb der Schnürbinde die Arterie freigelegt und mit Hilfe einer feinen Hohlnadel das Betäubungsmittel in das Gefäß gespritzt. Goyanes brauchte hierzu 50—100 ccm ½%ige Novokainlösung. Kleinere Mengen waren nach von Oppel ungenügend. Ransohoff spritzte 4—8 ccm ½%ige Kokainlösung ein. Goyanes empfiehlt das Verfahren hauptsächlich für den Arm, da er am Bein die Lumbalanästhesie vorzieht.

Hotz hat die arterielle Anästhesie kürzlich nachgeprüft. Er empfiehlt, in örtlicher Betäubung zunächst die Arterie freizulegen, dann das Glied wie bei der Venenanästhesie auszuwickeln und oberhalb abzuschnüren, endlich eine feine Hohlnadel schräg nach abwärts gerichtet in die Arterie einzuführen und ½—1%ige Novokainlösung mit Suprareninzusatz einzuspritzen. Für die A. brachialis braucht man 20—25 ccm, für die A. femoralis 40 ccm ½%ige N.-S.-Lösung. 1—2 Minuten nach der Einspritzung tritt vollkommene Unempfindlichkeit im Stromgebiet der Arterie ein. Bei Anwendung stärkerer (3%iger) Novokainlösung verursachte die Einspritzung heftigen Schmerz. Nach Lösung der Konstriktionsbinde kehrt das Gefühl meist sofort wieder zurück. Auf diese Weise wurden zehn Operationen an Hand und Vorderarm, Fuß und Unterschenkel ausgeführt. In drei Fällen, bei mageren Patienten, gelang es, das Novokain perkutan in die A. femoralis und brachialis zu spritzen, ohne sie zuvor freizulegen. In diesen Fällen wurde rasch eingespritzt und dann sofort das Glied abgeschnürt. Schädliche Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet. Das Verfahren kann nach Hotz mit der allgemeinen oder der örtlichen Betäubung nicht in Wettbewerb treten, erwies sich aber schätzbar bei Phthisikern, bei alten Leuten mit Bronchitis und Herzfehlern und anderen Kranken, die man nicht narkotisieren wollte.

Den Übelstand, daß das Glied oberhalb des unempfindlichen Gebiets abgeschnürt werden muß und daß das Gefühl nach Lösung der Schnürbinde sehr schnell zurückkehrt, teilt also die arterielle mit der venösen Anästhesie. Dieser gegenüber hat sie den Nachteil, daß das Aufsuchen der Arterien, welches wohl in den meisten Fällen nicht zu umgehen sein wird, ein umständlicherer Eingriff ist, als das Aufsuchen einer Hautvene. Am Arm dürfte das Verfahren kaum noch in Frage kommen, nachdem man gelernt hat, den Plexus brachialis perkutan zu unterbrechen.

Der von den oben genannten Autoren, sowie von Girgolaw der Venenanästhesie gegenüber besonders hervorgehobene Vorteil, die Betäubungsmittel seien bei intraarterieller Einverleibung weniger toxisch als bei intravenöser Einspritzung, hat keine praktische Bedeutung, weil die letztere bei gleichzeitiger Abschnürung nach Bier gefahrlos ist. Auch halte ich diese Annahme im Hinblick auf Tierversuche, die ich selbst im Jahre 1900 vorgenommen habe (s. S. 95), nicht für zutreffend. Es kommt vielmehr ganz auf die Versuchsanordnung an. Spritzt man Kokain in eine zuvor unterbundene oder längere Zeit abgeklemmte Arterie, so sind seine toxischen Wirkungen selbstverständlich viel geringere, als wenn man das Gift in eine Vene mit ungehinderter Strömung bringt. Spritzt man aber Kokain derart in das Stromgebiet einer zuvor unterbundenen oder längere Zeit abgeschnürten Vene, daß das Mittel — wie bei der Bierschen Venenanästhesie — imstande ist, sich aus der Vene zu entfernen und Gefühllosigkeit zu erzeugen, dann sind seine toxischen Wirkungen selbstverständlich viel geringere, als wenn man das Gift in eine Arterie mit ungehinderter Strömung einspritzt. Man kann daher mit gleichem Recht behaupten, Kokain sei bei Einspritzung in eine Vene weniger giftig als bei Einspritzung in eine Arterie.

---

10. Die Bedeutung, die Indikationen, Kontraindikationen und die allgemeine Technik der örtlichen Betäubung.

Die Bedeutung der örtlichen Betäubung ist für die verschiedenen Lehrfächer der operativen Heilkunde nicht die gleiche. In der Ophthalmologie, Laryngologie und Rhinologie ist sie seit langer Zeit das weitaus wichtigste Anästhesierungsverfahren, für die Urologie und Gynäkologie hat sie große, für die Otologie geringere, aber doch erhebliche Bedeutung. In der Zahnheilkunde hat das Suprarenin die Anwendung der örtlichen Betäubung bahnbrechend beeinflußt. Haben

doch Zahnärzte geäußert, für sie sei die Einführung dieses Mittels etwa von ähnlicher Bedeutung gewesen, wie die Entdeckung der Narkose für die Chirurgie im allgemeinen. Hiervon legt auch der außerordentlich große Raum Zeugnis ab, den die örtliche Betäubung in der zahnärztlichen Literatur der letzten Jahre einnimmt.

In der Chirurgie hat die Wertschätzung der örtlichen Betäubung stark geschwankt. Wir begegnen einem Werthochstand unmittelbar nach der Entdeckung des Kokains. Bereits im darauffolgenden Jahre waren fast alle Anwendungsformen des Mittels, welche möglich schienen, Infiltrationsanästhesie, Leitungsanästhesie, Lumbalanästhesie, mit mehr oder weniger Erfolg bei chirurgischen Operationen versucht. Es folgte der durch die Kokainvergiftungen bedingte Wertsturz. Neues Interesse erregte der technische Ausbau der Infiltrationsanästhesie durch Reclus und Schleich. Es schien, als ob die Infiltrationsanästhesie das wichtigste Betäubungsverfahren werden sollte. Denn Leitungsanästhesie, auch in Form der von Hackenbruch erfundenen Umspritzung, führte in der Hauptsache nur in Verbindung mit Abschnürung an den Gliedern (Oberst) zu praktisch wichtigen Ergebnissen. Die Infiltrationsanästhesie ließ viel zu wünschen übrig, und wir hätten zurzeit wohl wiederum einen Werttiefstand, wenn nicht die Einführung des Suprarenins und der Ersatz des Kokains durch weniger giftige Mittel einen Ausbau der Technik in anderer Richtung ermöglicht und der örtlichen Betäubung wieder auf die Beine geholfen hätte. Das Kennzeichnende der neueren Technik ist die zeitliche Trennung des Betäubungsvorganges von dem Operationsvorgange, die Umspritzung der Operationsfelder, die Leitungsunterbrechung einzelner Nervenstämme und, wo es erforderlich ist, die Verbindung dieser beiden Verfahren mit der unmittelbaren Infiltration der Schnittlinien und Operationsfelder, wie sie Reclus und Schleich lehrten. Abschnürung ist für die Leitungsanästhesie nicht mehr nötig. Sie ist deshalb an anderen Körperteilen ebensogut anwendbar wie an den Gliedern. Leitungs- und Infiltrationsanästhesie sind die weitaus wichtigsten Verfahren der örtlichen Betäubung.

Die Hauptsache ist die Möglichkeit, große Mengen einer Lösung dem Körper einverleiben zu können, welche örtliche Betäubung von einer bis dahin unbekannten Stärke und Dauer hervorzurufen imstande ist. Diese Möglichkeit allein hat der örtlichen Betäubung in der Chirurgie günstigere Bedingungen geschaffen und hat ihren Fortschritt bedingt. Veränderungen der Einspritzungstechnik mit den alten Mitteln hätten dies durchaus nicht vermocht. Die Einführung von

Novokain und Suprarenin ist für die Lokalanästhesie ein ebenso wichtiges Ereignis, wie die Einführung des Kokains.

	Jahrgang	Zahl der Operationen	Narkosen	Lokalanästhesien	Lumbalanästhesien
Heidelberger chirurg. Klinik (Narath, Wilms)	1906	1917	1633 (85,0%)	218 (11,4%)	33 (1,7%)
	1907	1936	1377 (71,0%)	426 (22,0%)	106 (5,5%)
	1908	2070	1460 (70,5%)	559 (27,0%)	20 (1,0%)
	1910	2303	1583 (68,7%)	632 (27,4%)	2
	1911	2532	1063 (42,0%)	1375 (54,2%)	10
Städt. Krankenhaus Stettin (Hesse)	1908	1762	1364 (77,3%)	199 (11,3%)	15 (0,8%)
	1909	1940	1294 (66,7%)	413 (21,3%)	26 (1,3%)
Krankenstift Zwickau (Braun)	1908	1529	1078 (70,3%)	375 (24,8%)	4 (0,2%)
	1909	1542	995 (64,5%)	489 (31,7%)	5 (0,3%)
	1910	1811	1029 (56,8%)	727 (40,1%)	3 (0,1%)
	1911	1898	987 (52,0%)	817 (43,0%)	9
	1912	1866	903 (48,0%)	922 (49,0%)	5
	1913	2248	1049 (49,2%)	1076 (50,5%)	3
Chirurg. Klinik der Charité (Axhausen)	1. II. 1909 b. 1. II. 1910	1600	—	240 (15,0%)	—
	1911	1560	1124	461 (29,0%)	—

Der Wirkungskreis der örtlichen Betäubung war früher in der Hauptsache die sogenannte kleine Chirurgie. Nur von einzelnen Spezialisten sind einige wenige typische Operationen der großen Chirurgie mehr oder weniger regelmäßig in örtlicher Betäubung geübt worden. In den letzten Jahren hat aber letztere dank der Verbesserung und Vereinfachung ihrer Technik auch in den chirurgischen Anstalten ganz bedeutend an Boden gewonnen, wie die Mitteilungen von Roith, Nast-Kolb (XVII, 48), Bier (XVI, 2), Madelung (XVI, 24), Axhausen, Hesse, Finsterer u. a. zeigen. In welchem Umfang sie da angewendet wird, darüber geben die Statistiken einiger Anstalten über ihre Operationen an stationären, nicht ambulanten Kranken Auskunft und lassen zugleich den Wertaufstieg der örtlichen Betäubung erkennen (s. die obige Zusammenstellung).

Auch in den letzten Jahren ist in der von mir geleiteten chirurgischen Abteilung das Verhältnis von 50% örtlicher Betäubungen wenig überschritten worden, obwohl ich doch genötigt bin, neue Vorschläge alle eingehend zu prüfen. Holzwarth (XVII, 37) berichtet dagegen aus Dollingers Klinik, daß dort 94% aller Operationen sich in örtlicher Betäubung durchführen ließen. Manche Gründe sprechen gegen eine so weitgehende Ausschaltung der Narkose. Letztere ist nicht entbehrlich.

Also müssen die Ärzte nicht nur in den Universitätskliniken, sondern in allen Krankenhäusern lernen, gut zu narkotisieren. Das können sie nicht, wenn mehr als 90% aller Operationen in örtlicher Betäubung gemacht werden.

Die örtliche Betäubung war in ihren älteren Formen ein nahezu gefahrloses Verfahren und hat deshalb mit der Narkose in erfolgreichen Wettbewerb treten können. Bei dem Bestreben, durch Anwendung größerer Novokaindosen und neuer Angriffspunkte für das Betäubungsmittel ihre Grenzen immer mehr zu erweitern, ist man aber bereits an Grenzen gekommen, wo ihr selbst wieder Gefahren und Nachteile anhaften.

Auf der anderen Seite ist die Narkosentechnik wesentlich verbessert worden. Die Einschränkung der Chloroformnarkose, der Ausbau der Technik der Äthernarkose, die Einführung der Mischnarkosen, der Grundsatz, die Narkosen im allgemeinen viel oberflächlicher zu halten als man das früher gewohnt war, die Anpassung der Narkosentiefe an die einzelnen Phasen der Operation, endlich die Einführung des Ätherrausches durch Sudeck und des Chloräthylrausches durch Kulenkampff haben die Gefahren erheblich verringert, welche den Kranken während und nach einer Narkose bedrohen.

Die örtliche Betäubung erfährt zunächst eine Einschränkung durch diejenigen Menschen, welche sich infolge ihrer psychischen Verfassung nicht für die örtliche Betäubung eignen. Das ist natürlich ein sehr dehnbarer und verschieden ausgelegter Begriff. Jedenfalls ist es fehlerhaft, einen Kranken mit schreckhaften Vorstellungen zu überschütten und ihn zu quälen. Ein großer Teil dieser Kranken läßt sich freilich durch geeignete Vorbereitung mit Skopolamin-Morphium geeignet machen. Ich bin davon ein großer Freund geworden bei eingreifenden Operationen — nur bei solchen —, die in örtlicher Betäubung ausgeführt werden sollen, trotz der gelegentlich einmal irregulären Wirkung des Skopolamins. Zwei Stunden vor der Operation erhält der Kranke 0,01 Morphium oder 0,03 Narkophin oder Laudanon mit 0,003—0,005 Skopolamin. Zugleich werden ihm die Augen verbunden und die Ohren mit eingefetteter Watte verstopft. Nach einer Stunde ist eine Kontrolle notwendig. Schläft der Kranke noch nicht fest oder nicht genügend tief, so wird die gleiche Gabe zur Hälfte oder ganz wiederholt. Die Kranken wissen dann in der Regel nach der Operation nicht, was mit ihnen vorgegangen ist.

Kinder sind keineswegs immer ganz ungeeignet für die örtliche Betäubung, wie Kredel mit Recht hervorhebt. Denn viele Kinder sind

leicht zu beeinflussen, und es gelingt dann mit Unterstützung von Schokoladenplätzchen und ähnlichen Herrlichkeiten oft, sie dazu zu bringen, daß sie sich die Einspritzung gefallen lassen. Ein ausgezeichnetes Mittel, um Säuglinge für die örtliche Betäubung vorzubereiten, gibt Kredel an. Man läßt das Baby hungern und gibt ihm bei Ausführung der Einspritzung die Flasche, dann kümmert es sich um alles andere gar nicht.

Weiter sind einige Nebenerscheinungen der örtlichen Betäubung zu erwähnen, welche auf die Indikationsstellung keinen oder nur einen geringen Einfluß haben.

Angeblich soll der Nachschmerz nach örtlicher Betäubung stärker sein als nach Narkosen. Das kann schon einmal vorkommen. So habe ich eine sehr unangenehme, zwei Wochen anhaltende Interkostalneuralgie nach einer Gallenblasenoperation in paravertebraler Anästhesie gesehen. Im allgemeinen aber ist diese Meinung nach meiner Erfahrung ganz unzutreffend. Dem, was Honigmann (XV, 14) darüber gesagt hat, ist nichts hinzuzufügen. Der Nachschmerz nach Operationen ist von sehr vielen Bedingungen abhängig, unter denen das Betäubungsverfahren nur eine sehr geringe Rolle spielt. Außerdem läßt er sich leicht beseitigen. Es verlohnt sich daher nicht, darüber zu diskutieren.

Örtliche Schädigungen durch das eingespritzte Medikament sind möglich, gelegentlich auch dann, wenn die Lösung vorschriftsmäßig zusammengesetzt ist. Deshalb ist ihre Einspritzung in solche Gewebe zu vermeiden, die bereits in ihrer Ernährung geschädigt sind.

Die Hohlnadel kann Gefäße, Nerven und andere Organe verletzen und muß deshalb grundsätzlich so dünn sein, als es nur möglich ist. Von Bedeutung sind solche Nebenverletzungen bei besonderen Formen der örtlichen Betäubung, auf die wir zurückkommen.

Die Annahme Morians (VIII, 300) einer Nierenschädigung durch das Novokain hat sich bei einer Nachprüfung durch Flory (VIII, 286) nicht bestätigt. In den Fällen, wo nach Operationen eine Eiweißausscheidung stattfindet, ist sie auf andere Ursachen als die örtliche Betäubung zurückzuführen. Jedenfalls ist die letztere für die Nieren weniger schädlich als die Narkose. Diese Ansicht kann auch durch eine neuere Mitteilung von Orth (VIII, 301), der viermal nach Hernienoperationen Eiweißausscheidung fand, darunter zweimal bei Kranken, die kürzlich eine Nephritis durchgemacht hatten, nicht erschüttert werden.

Wichtiger für die Indikationsstellung sind die durch Resorption

von Novokain zustande kommenden Vergiftungen. Denn sie sind es, welche im wesentlichen die Grenzen der örtlichen Betäubung bestimmen. Sie sind bei den älteren Formen der örtlichen Betäubung nicht in einer Häufigkeit vorgekommen, die sich in Prozenten ausdrücken läßt und welche die Indikationsstellung zu beeinflussen imstande wäre. Häufiger sind sie erst in Erscheinung getreten, als die örtliche Betäubung ihren Wirkungskreis immer weiter auszudehnen sich bestrebte. Fast ausschließlich sind es Einspritzungen in der unmittelbaren Nachbarschaft der Wirbelsäule gewesen, bei denen solche Vergiftungen beobachtet wurden (über Novokainvergiftung s. S. 141).

Im übrigen besitzt die örtliche Betäubung erhebliche Vorteile vor der Narkose. Ihre Anwendung ist, innerhalb gewisser Grenzen, nahezu gefahrlos. Das Allgemeinbefinden der Kranken wird nicht gestört, die der Narkose zuweilen folgenden, den Krankheitsverlauf ungünstig beeinflussenden Nachwirkungen bleiben aus, insbesondere auch das Erbrechen. Die in Ambulanz behandelten Kranken bedürfen keiner weiteren Beobachtung, sondern können nach Ausführung einer Operation entlassen werden. Die örtliche Betäubung macht ferner den narkotisierenden Assistenten überflüssig. Es ist allerdings zuweilen wichtig, daß während einer länger dauernden Operation sich jemand mit dem Kranken beschäftigt („moral anästhesist" der Amerikaner). Ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist endlich die durch Anwendung von Suprarenin bedingte Blutarmut des Operationsfeldes, ein Vorteil, der bei gewissen Operationen sogar von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Die örtliche Betäubung ist daher das Verfahren der Wahl, wenn mit Wahrscheinlichkeit, ohne Anwendung zu großer Dosen des Betäubungsmittels, ohne allzu große Umstände und Künsteleien das Operationsfeld in ganzer Ausdehnung, nicht nur teilweise, unempfindlich gemacht werden kann, wenn der Operateur Technik und Grenzen der Methode kennt und wenn der psychische Zustand des Kranken die Vermeidung des narkotischen Schlafes zuläßt.

Wenn wir die Grenzen der örtlichen Betäubung erkennen wollen, so brauchen wir uns um die gesamte kleine und mittlere Chirurgie so gut wie gar nicht zu kümmern. Nur bei kurzen Eingriffen, zumal im infizierten Gebiet, also z. B. bei der Spaltung von Furunkeln und Phlegmonen, gebührt der Narkose der Vorzug, besonders der Rauschnarkose. Sonst ist hier das Anwendungsgebiet der örtlichen Betäubung nahezu unbeschränkt. Sie hat den Vorrang, geeignete psychische Verfassung des Kranken vorausgesetzt. Ihre Grenzen sind mit

wenigen Ausnahmen da zu suchen, wo die Operationen der großen Chirurgie mit örtlicher Betäubung bewältigt werden sollen. In den folgenden Abschnitten wird auf diese Grenzen überall hingewiesen werden. Sie sind freilich keine scharfen. Denn zwischen den Endpunkten einer Linie, wo die Indikationen zur örtlichen Betäubung einerseits und der Narkose andererseits klar und unbestritten sind, wird es immer eine große Strecke geben, wo Charakter, Erfahrung und Gewohnheit des Operateurs den Ausschlag bei der Wahl des Betäubungsverfahrens geben.

Eine Paarung von örtlicher Betäubung und Narkose kann aus verschiedenen Gründen nötig sein. Zunächst als Notbehelf, wenn die örtliche Betäubung des Operationsfeldes aus irgend einem Grunde ungenügend war. Je größer die Übung und Erfahrung des Operateurs ist, desto seltener wird dies vorkommen.

In anderen Fällen wird die gleichzeitige Hilfe der Narkose von vornherein beabsichtigt. Manchmal dient eine kurze, oberflächliche Äthernarkose oder Chloräthylnarkose zur Ausschaltung des Bewußtseins und ist dann in der Regel nur zu Beginn der Operation, gewissermaßen zur Desorientierung des Kranken nötig. Es gibt ferner Operationen, welche sich zum größten Teil in örtlicher Betäubung ausführen lassen, während lediglich für einzelne ganz bestimmte Abschnitte eine Rauschnarkose erforderlich wird. Langdauernde Bauchoperationen an geschwächten Personen, zumal Magenoperationen, lassen sich auf diese Weise mit sehr viel geringerer Schädigung des Kranken durchführen, als wenn man ihn während der ganzen Operation in Narkose gehalten hätte. Es ist sehr zu empfehlen, vor jeder Bauchoperation grundsätzlich die Bauchdecke im Bereich der Schnittlinie unempfindlich zu machen, auch wenn von vornherein beabsichtigt ist, Narkose anzuwenden. Denn die Einleitung der Narkose kann dann später, gleichzeitig mit der Operation, beginnen, und beendet werden, wenn der Eingriff in der Bauchhöhle abgeschlossen ist.

Unsere modernen Operationstische sind zwar für den Operateur recht bequem, ihre Bequemlichkeit für die in örtlicher Betäubung zu operierenden Kranken läßt aber sehr viel zu wünschen übrig. Wo es angängig ist, wo besondere Stellungen, wie Beckenhoch- oder -tieflage und dergleichen nicht erforderlich sind, operiert man die Kranken daher auf einem mit Matratze, sterilisiertem Gummituch und sterilisiertem Laken bedeckten einfachen Tisch.

Das Instrumentarium*).

Das für die örtliche Betäubung, im besonderen für die Infiltrations- und Leitungsanästhesie nötige Instrumentarium ist sehr einfach und besteht aus Spritzen, Hohlnadeln und Gefäßen für die betäubenden Lösungen.

Ich selbst brauche so gut wie ausschließlich Spritzen mit 5 ccm, für gewisse Fälle solche mit 2 ccm Inhalt. Sie müssen sich durch Auskochen sterilisieren lassen. Sie sollen nicht kurz und dick, sondern lang und schlank sein, damit der Durchmesser des Kolbens möglichst gering ist. Denn der Druck der aus der aufgesetzten Hohlnadel ausfließenden Flüssigkeit ist um so größer, je kleiner der Kolbendurch-

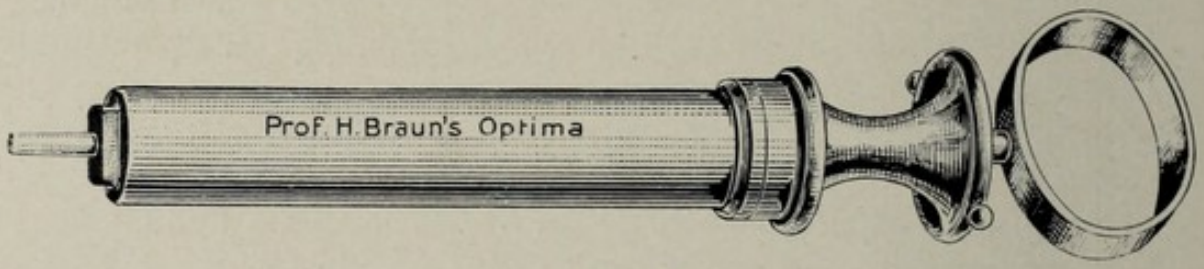


Abb. 16a.

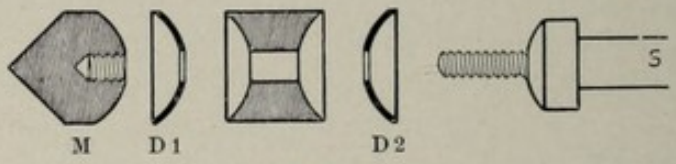


Abb. 16b.

Abb. 16. Unsere Spritze.
a) äußere Form. b) Bauart des mit 2 Fiberplättchen (D_1, D_2) abgedichteten Kolbens.

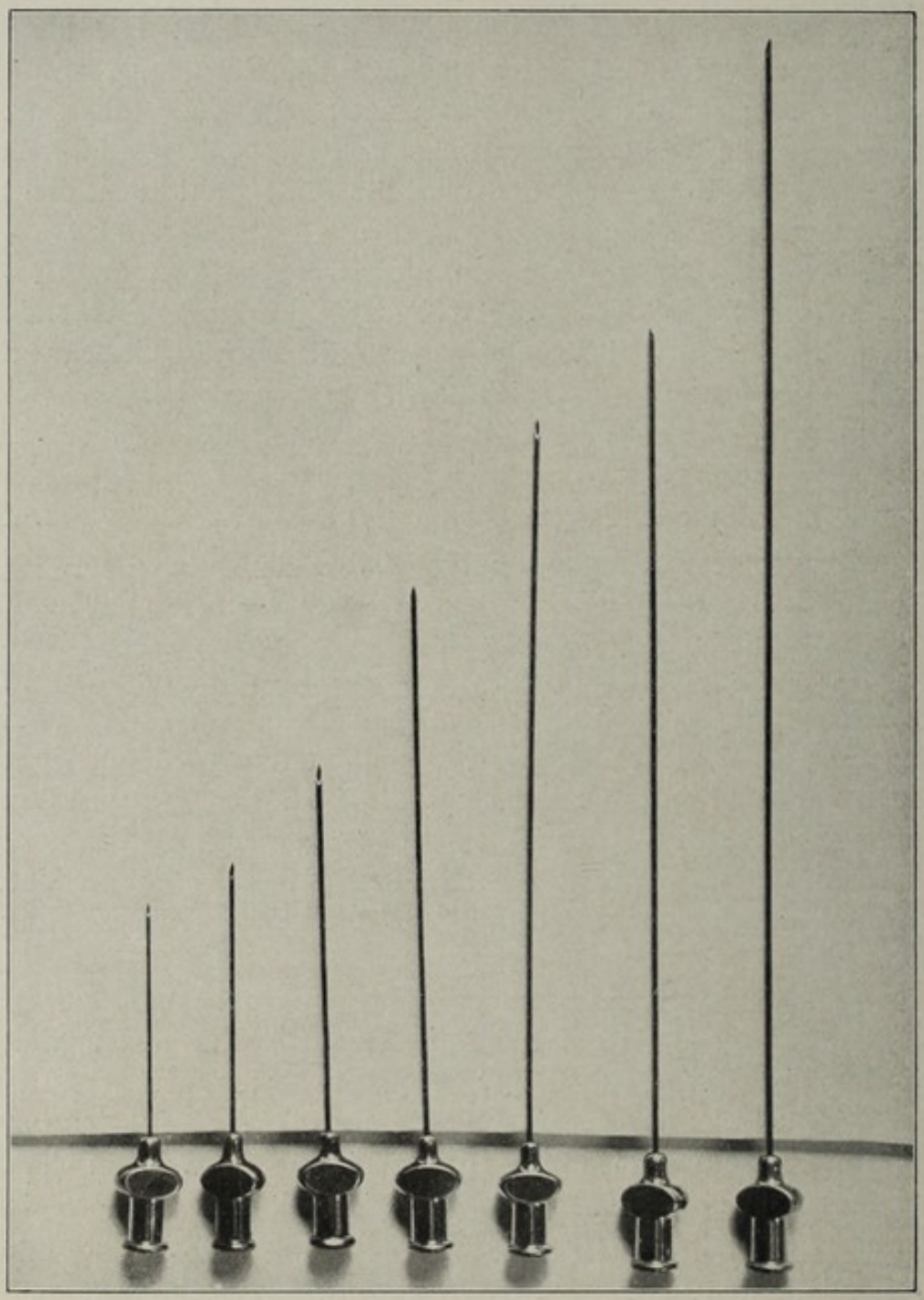
messer ist, was bei Einspritzung in straffe Gewebe von Bedeutung ist. Sie sollen gut in der Hand liegen und mit einer Vorrichtung für den Gegendruck, also mit Querbalken, Ringen oder, was am bequemsten ist, mit einer Rinne für den zweiten und dritten Finger versehen sein. Die in Deutschland weitverbreitete „Rekordspritze", deren Zylinder aus Glas, deren Kolben aus Metall besteht, erfüllt verschiedene dieser Bedingungen nicht. Sie ist zu kurz und dick und hat keine Vorrichtung für den Gegendruck. Hammer bemängelt ferner mit Recht, daß diese Spritzen einer sehr guten Wartung bedürfen. Der Kolben muß beim Auskochen entfernt werden. Trotz aller Vorsicht springt aber der Glas-

*) Sämtliche hier erwähnten Instrumente sind bei der Firma C. G. Heynemann, Leipzig, Elsterstr. 13 zu erhalten.

zylinder häufig beim Auskochen und Wiederabkühlen. Die hierdurch entstehenden sehr großen Kosten haben mich gezwungen, von Glasspritzen abzusehen und lediglich Spritzen zu verwenden, die ganz aus Metall bestehen. Sie werden weit besser hergestellt als in früheren Jahren, und an den Umstand, daß man die Flüssigkeit nicht sieht, gewöhnt man sich sehr schnell.

Abbildung 16a zeigt die Form unserer Metallspritzen. Spritzen, bei denen Rohr und Kolben ohne weitere Abdichtung aus Metall hergestellt sind, haben sich nicht bewährt, weil die Dichtigkeit sehr schnell so nachläßt, daß die Spritze nicht mehr brauchbar ist. Der Kolben unserer Spritze (Abb. 16b) besteht zwar auch aus Metall, aber er trägt außerdem zwei leicht auswechselbare Fiberringe (D_1 und D_2), die eine dauerhafte und zuverlässige Abdichtung bewirken, wenn sie durch Wasseraufnahme aufgequollen sind, und die erst nach sehr langem Gebrauch gewechselt zu werden brauchen, wenn sie nicht beim Auseinandernehmen oder Wiederzusammensetzen der Spritze verletzt wurden. Es ist daher zu empfehlen, für gewöhnlich die Spritze überhaupt nicht auseinanderzunehmen, auch nicht beim Auskochen, und dafür zu sorgen, daß die Fiberringe nicht austrocknen. Das letztere wird bei täglichem Gebrauch der Spritzen ganz von selbst besorgt. Unter diesen Voraussetzungen sind die Spritzen stets gebrauchsfertig und sind nahezu unverwünstlich. Sie haben sich auch im Kriege, da wo sie in Verwendung waren, ausgezeichnet bewährt, weil sie keiner Ausbesserung bedürfen.

Es ist sehr häufig notwendig, die Hohlnadel ohne aufgesetzte Spritze in die Gewebe einzustechen oder sie stecken zu lassen, während die Spritze neu gefüllt wird. Ich vermeide deshalb grundsätzlich alle Vorrichtungen, die zur besonderen Befestigung der Hohlnadel an dem Spritzenkonus bestimmt sind. Denn alle diese Vorrichtungen sind meiner Meinung nach weit hinderlicher, als das gelegentliche Abplatzen der Spritze von der ohne weitere Befestigungsmittel aufgesteckten Hohlnadel. Einspritzung flach unter die Haut mit langer Hohlnadel ist zuweilen durch die Körperform erschwert, wenn die Hohlnadel in der Längsachse der Spritze angesetzt ist. Hackenbruch hatte deshalb eine Spritze konstruiert, bei der die Längsachsen der Spritze und Hohlnadel einen stumpfen Winkel bilden. Sie hat den großen Nachteil, daß man bei ihrem Gebrauch schlecht fühlt, wo die Nadelspitze sich befindet. Das aber ist das ganze Geheimnis der örtlichen Betäubung, daß man mit der Nadelspitze fühlen lernt. Der eben genannten Schwierigkeit läßt sich durch Anwendung unseres gleich zu



Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Stärke:	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9 mm
Länge:	25	35	45	60	80	100	125 mm

Abb. 17. Hohlnadeln in natürlicher Größe*).

beschreibenden Halters für die Hohlnadeln begegnen, an dem der Konus für die Hohlnadel im Winkel angesetzt ist.

*) Für Bestellungen bei C. G. Heynemann genügt die Angabe der Nummern.

Die in den früheren Auflagen dieses Werkes beschriebenen und abgebildeten Spritzapparate (Spiegel, Stille, Moskowicz) haben sich, wie vorauszusehen war, nicht bewährt und nirgends eingebürgert. Ob der neuen von Kuhn angegebenen Spritzmaschine ein besseres Los zuteil werden wird, bleibt abzuwarten.

Die Hohlnadeln müssen so fein sein, als es, ohne ihre Widerstandsfähigkeit zu beeinträchtigen, möglich ist, damit Nebenverletzungen, z. B. das unbeabsichtigte Anstechen von Blutgefäßen, keinen Schaden verursachen. Wir bedienen uns deshalb nach wie vor ausschließlich der Stahlnadeln. Platiniridiumnadeln sind zu teuer, Nickelnadeln werden zu schnell stumpf. Die Spitzen der Hohlnadeln müssen kurz abge-

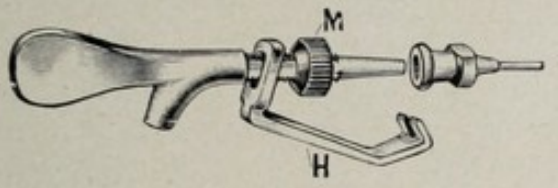


Abb. 18a.

Abb. 18b.

Abb. 18. Hohlnadelhalter.
Auf der Hohlnadel steckt ein Kork zum Festhalten einer abgemessenen Länge der Nadel.

schliffen sein. Sie müssen natürlich auf das genaueste auf die Spritze passen. Man prüft dies, indem man die mit der Hohlnadel versehene Spritze mit Flüssigkeit füllt, die Spitze der Nadel in Kork sticht und einzuspritzen versucht. Es darf dann zwischen Spritze und Hohlnadel keine Flüssigkeit auslaufen.

Abb. 17 zeigt die von mir gebrauchten Hohlnadeln in natürlicher Größe. Nr. 1, 3, 5 und 7 sind die gebräuchlichen Größen, Nr. 2 und 4 sind entbehrlich. Die feine kurze Nadel Nr. 1 dient fast ausschließlich zur Bildung von Hautquaddeln an den Einstichstellen. Die übrigen Einspritzungen erfordern längere Nadeln. Halbkreisförmig gekrümmte Nadeln sind durchaus entbehrlich. Unser in Abb. 18 abgebildeter Hohlnadelhalter ist als Führungsinstrument für die langen Hohlnadeln (z. B. bei der Trigeminusinjektion, bei der Lumbal- und Sakralinjektion usw.) sehr nützlich. Jede Hohlnadel mit normalem Rekordkonus kann an ihm

schnell und zuverlässig befestigt werden, wobei es belanglos ist, ob der Ansatz der Hohlnadel groß oder klein ist, mit Gewinde versehen usw. Man hält den Halter wie Abb. 18a zeigt, steckt die Hohlnadel auf den Konus und dreht das Instrument um seine Längsachse in die Stellung Abb. 18b. Hierbei fällt der Haken H selbsttätig über den Nadelansatz, und es genügt, nunmehr die Mutter M ganz leicht anzuziehen. Keinerlei Geschicklichkeit oder Kraftaufwand ist dazu nötig, ebensowenig beim Abnehmen der Nadel. Die Spritze wird bei S angesetzt. Da der für die Spritze bestimmte Konus im Winkel angebracht ist, gewährt der Halter zugleich die Vorteile, welche man der im Winkel zur Spritze angesetzten Hohlnadel, z. B. bei der Hackenbruchschen Spritze, zuschreibt.

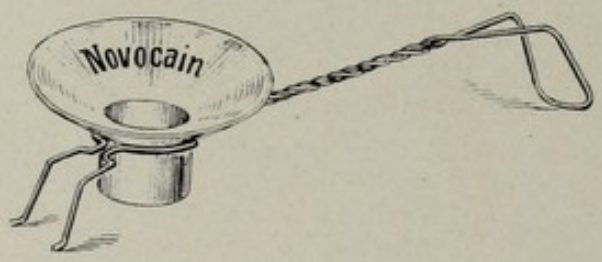


Abb. 19. Porzellantiegel zum Auskochen der Tablettenlösung.

Zuweilen ist es erforderlich, daß der in den Körper einzustechende Teil der Hohlnadel eine vorgeschriebene Länge besitzt, z. B. bei den Einspritzungen an das Foramen rotundum und ovale. Ich verfahre zu diesem Zweck so, daß ich die geforderte Länge auf der Hohlnadel abmesse und durch ein aufgestecktes Korkstückchen oder Metallschieber nach Härtel bezeichne.

Sehr unliebsame Folgen nicht nur für den Kranken, sondern auch für den Operateur (langwierige Haftpflichtprozesse) hat gelegentlich das Abbrechen einer eingestochenen Hohlnadel gehabt, wenn sie nicht wieder zu finden war. Dies auch bei größter Geschicklichkeit nicht immer zu vermeidende Abbrechen erfolgt — eine gute und nicht durch Rost zerstörte Nadel vorausgesetzt — stets da, wo die Nadel an dem zur Verbindung mit der Spritze dienenden Konus befestigt ist. Daraus ergibt sich die Regel, daß man niemals eine Hohlnadel bis zum Heft in die Gewebe einstoßen soll. Dann ist es unmöglich, daß sie nach dem Abbrechen verschwindet. Ganz besonders beim Einspritzen in schwer zugängliche Teile soll man sich ganz langer Hohlnadeln bedienen. Beispielsweise sollen die Hohlnadeln, mit denen man Einspritzungen in verborgene Teile der Mundhöhle ausführt, wie an die Innenfläche des Unterkieferkörpers oder an den Tuber maxillae bei Zahnoperationen, so lang sein, daß ihr Ansatzstück stets noch aus der Mundhöhle heraussieht und die Spritze gar nicht in die Mundhöhle eingeführt zu werden braucht.

Zum Auskochen von Tablettenlösungen braucht man ferner einen kleinen Porzellantiegel. Abb. 19 zeigt davon eine sehr zweckmäßige Form.

Endlich braucht man gläserne Maßzylinder mit 5 und 20 ccm Inhalt, Porzellanmensuren mit 150 und 250 ccm Inhalt zur Her-

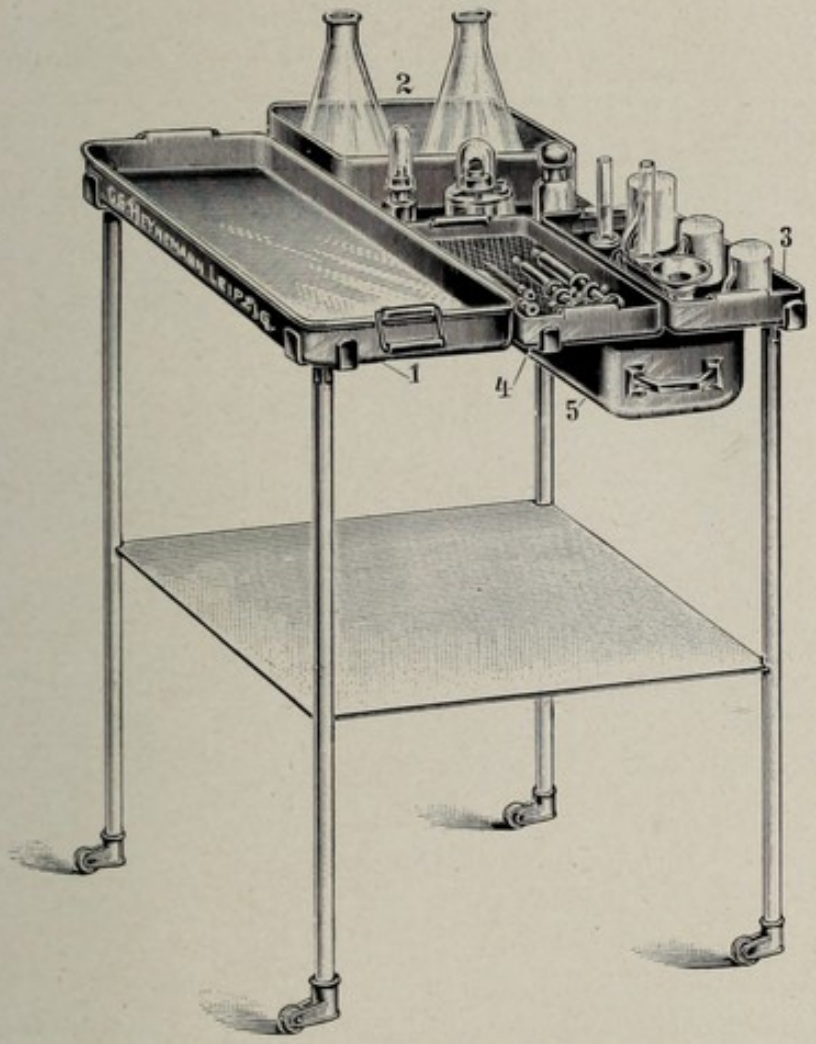


Abb. 20. Tisch zur örtlichen Betäubung.

stellung der Lösungen. Letztere kommen unmittelbar aus den Porzellanmensuren heraus zur Verwendung. Zur Herstellung kleinerer Mengen von Lösung empfiehlt sich die Anwendung der in der Mikroskopie gebräuchlichen ausgehöhlten Glasklötze.

Die Sterilisation der Spritzen und Hohlnadeln geschieht durch Auskochen in Sodalösung. Letztere muß aber durch Ausspritzen mit Kochsalzlösung sorgfältig aus den Instrumenten entfernt werden, da weder Novokain noch Suprarenin die Gegenwart von Soda vertragen. Nach

dem Gebrauch sollen Hohlnadeln mit Alkohol durchspritzt und getrocknet werden. Die Gefäße und Maßzylinder werden durch Kochen oder im Dampf sterilisiert. Ganz zweckmäßig ist es, Spritzen und Hohlnadeln dauernd in einer antiseptischen, das Rosten verhindernden Flüssigkeit aufzubewahren. Kritzler (XV, 18) empfiehlt hierzu folgende Lösung: Acid. carbol 3,0 — Borax 15,0 — Formol 20,0 — Aqu. destill. ad 1000,0.

Sämtliche zur örtlichen Betäubung nötigen Gegenstände habe ich für den Krankenhausbetrieb mir auf einem Tisch (Abb. 20) zusammenstellen lassen*). Der Tisch ist fahrbar, hat weiß-emaillelackiertes, eisernes Gestell mit Oberteil aus Messing, poliert und vernickelt, welches nicht rostet und mühelos blank gehalten werden kann. Auf dem Oberteil sind folgende Gegenstände leicht abnehmbar geordnet:

a) Eine große vernickelte, mit Griffen versehene Schale (1), die bei allen in Betracht kommenden Verrichtungen als Tischplatte dient.

b) Eine kleinere vernickelte Schale (2), gegebenenfalls mit Verbandmull ausgelegt, als sicherer Standort für die

c) 2 Erlenmeyer-Kolben (je 1 Liter) für Kochsalzlösung.

d) 2 Sterilisatoren-Einsätze (3 und 4), gelocht, vernickelt, 27 cm lang, 14,5 cm breit, zum Auskochen und Bereitstellen der Spritzen, Hohlnadeln und Meßgefäße.

e) Schubkasten (5), vernickelt, für Medikamente.

f) Spirituslampe.

g) Jodflasche } beide mit großem Metallfuß,
h) Adrenalinflasche } der ein Umfallen ausschließt.

i) 2 Novokain-Lösungstiegel 10 ccm, aus Porzellan, mit Drahtstiel.

k) 1 Porzellan-Meßgefäß 150 ccm.

m) 2 Porzellan-Meßgefäße je 100 ccm.

n) 2 Meßzylinder, Glas, graduiert, je 10 ccm.

Eine einfachere, transportable Zusammenstellung der Geräte für den praktischen Arzt zeigt Abb. 21. Spritze, Porzellantiegel, Porzellanmensur, Hohlnadeln und Tabletten sind in einem Holzkästchen untergebracht*).

Die betäubenden Lösungen.

Die betäubenden Lösungen sollen annähernd isotonisch sein (s. S. 60), weshalb man als Lösungsmittel für verdünnte, stark hypotonische Lösungen physiologischer Kochsalzlösung verwendet, d. h. eine Kochsalzlösung von 0,9%. Propping (XV, 25) hat darauf hingewiesen, daß

*) Fabrikant: C. G. Heynemann in Leipzig, Elsterstr. 13. Die Firma liefert Zusammenstellungen unserer Spritzen und Hohlnadeln.

die „physiologische Kochsalzlösung“ der deutschen Pharmakopoe Soda enthält. Aus der Apotheke verschriebene „physiologische Kochsalzlösung“ ist daher zur örtlichen Betäubung unbrauchbar, weil weder Novokain noch Suprarenin die Gegenwart von Soda verträgt. Strenggenommen gehört natürlich zu jeder verschiedenen Konzentration eines Betäubungsmittels ein anderer Kochsalzzusatz. Das ist praktisch nicht durchzuführen und auch nicht nötig. Man muß sich mit Annäherungswerten begnügen. Die physiologische Konzentration, z. B. des Novo-

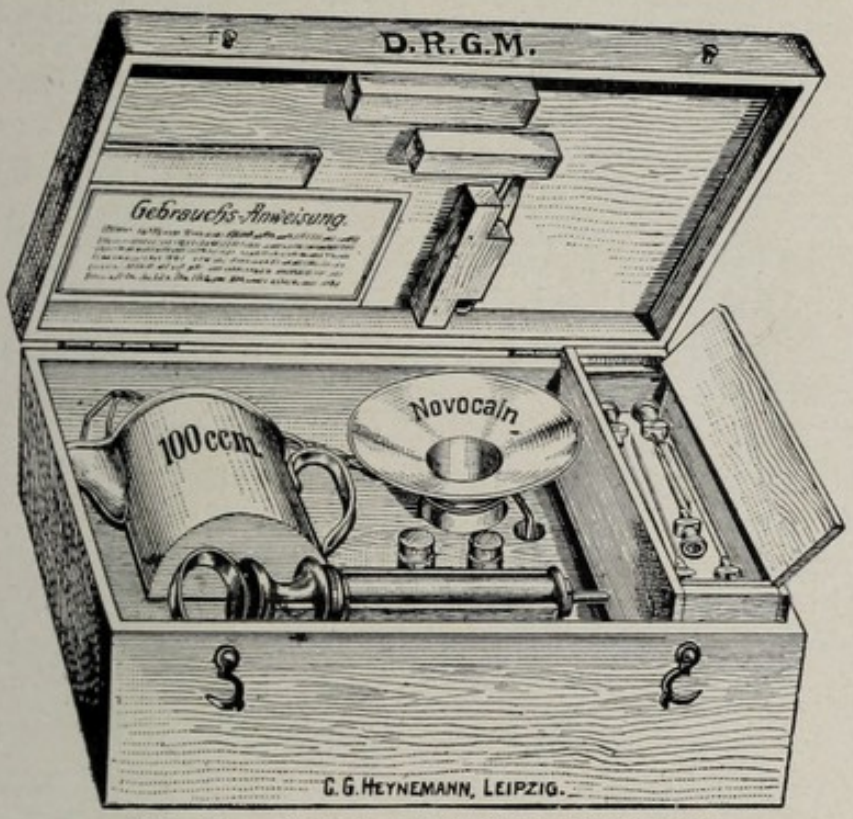


Abb. 21. Besteck zur örtlichen Betäubung.

kains, liegt bei 5,4%. 4%ige Novokainlösung stellt man daher besser durch Auflösen in Wasser her. Bei hypertonischer Lösung muß natürlich der Kochsalzzusatz in jedem Falle wegbleiben.

Die Lösungen müssen ferner zuverlässig sterilisiert sein.

Kokain ist — wenigstens in der Chirurgie — vollständig überflüssig geworden. Für die Infiltrations- und Leitungsanästhesie ist Novokain, gepaart mit Suprarenin, das am meisten zu empfehlende Mittel.

Ich verwende ausschließlich Novokainchlorid. Denn von der stärkeren Wirksamkeit des von Läwen und Gros empfohlenen Novokainbikarbonats habe ich mich nicht überzeugen können (s. S. 140).

Dagegen läßt sich die von Kochmann und Hoffmann entdeckte Verstärkung der örtlichen Novokainwirkung durch Kaliumsulfat (VIII, 290—292) leicht und einwandfrei nachweisen. Es ist daher zu empfehlen, den Novokainlösungen, welche zur örtlichen Betäubung gebraucht werden sollen, einen Kaliumsulfatzusatz von 0,4% zu geben (s. S. 140).

Die Ansicht Hoffmanns, daß eine 0,1%ige Novokainlösung mit dem Kaliumzusatz die gleiche betäubende Wirkung habe wie eine ½%ige Novokainlösung ohne diesen Zusatz, kann ich allerdings nicht teilen. Wir wollen daher die Novokainlösungen in der bisher üblichen Konzentration weiter brauchen und den Kaliumsulfatzusatz lediglich zur Verbesserung unserer Ergebnisse bei der örtlichen Betäubung verwenden.

Praktisch-technisch macht die Einführung des Kaliumsulfatzusatzes nicht die geringsten Schwierigkeiten. Man benutzt als Lösungsmittel für Novokain nicht mehr, wie bisher, physiologische Kochsalzlösung oder Wasser, sondern eine Lösung von 7 g Kochsalz: 4 g Kaliumsulfat: 1000 g Wasser.

Novokainlösung läßt sich durch Hitze sterilisieren und ist sterilisiert lange unverändert haltbar. Suprarenin dagegen ist ein sehr empfindlicher Körper, weshalb seine Anwendung gewisse Vorsichtsmaßregeln erforderlich macht.

Die Suprarenine des Handels tragen bekanntlich verschiedene Fabrikbezeichnungen (Adrenalin, Suprarenin, Paranephrin, Tonogen usw.). In Deutschland ist das englische „Adrenalin" und das „Suprarenin" der Höchster Farbwerke am meisten verbreitet. Das letztere ist synthetisch hergestellt (s. S. 156). Die Suprarenine kommen in den Handel in Form einer fertigen Lösung von 1: 1000, welche zur besseren Haltbarkeit in der Regel einen Zusatz von Salzsäure und eines Antiseptikums (Azetonchloroform, Thymol) enthält. In dieser Form ist die Lösung durch Kochen sterilisierbar und auch eine gewisse Zeit haltbar, wenn sie in dunkeln, alkalifreien Gläsern aufbewahrt wird. Man erhält ferner (Höchster Farbwerke) komprimierte Suprareninтabletten zu 1 mg. Einige Fabriken (in Deutschland u. a. die Höchster Farbwerke und G. Pohl in Schönbaum b. Danzig) produzieren komprimierte Tabletten, welche das Betäubungsmittel mit dem erforderlichen Suprareninzusatz enthalten. Bei den Zahnärzten endlich sind zugeschmolzene Glasphiolen sehr beliebt, in denen ihnen eine kleine Menge einer betäubenden suprareninhaltigen Lösung geliefert wird. Letztere Form ist am wenigsten zu empfehlen, am kostspieligsten und für die Ärzte kaum zu brauchen. Nach meiner Meinung ist die sehr be-

queme Tablettenform bei allen Alkaloiden, welche in der Heilkunde Verwendung finden sollen, ganz besonders aber für einen so leicht veränderlichen Körper wie Suprarenin, jeder anderen Dosierungsform weitaus vorzuziehen. Suprarenin ist in Lösung nicht beständig, in der trockenen Tablette hält es sich sehr lange. Verdünnte Suprareninlösung nimmt an der Luft schnell eine rosarote Farbe an, ohne dabei zunächst an Wirksamkeit erheblich einzubüßen. Dann wird sie braun und ist nicht mehr brauchbar. „Zweifel an der Intaktheit der Suprareninlösung lassen sich am sichersten durch Verwendung fester Suprarenin-präparate, speziell der Tabletten, vermeiden", sagt Liebl ganz richtig. „Die Haltbarkeit der Suprareninlösung ist von sehr vielen Zufälligkeiten abhängig, deren Vermeidung man selbst bei sorgfältigstem Arbeiten nicht in der Hand hat", schrieb uns ein Chemiker einer der Suprarenin produzierenden Fabriken.

Auf die Sterilität der fabrikmäßig hergestellten Tabletten darf man sich nicht verlassen. Die Fabriken geben zwar an, daß ihre Tabletten steril seien. Hoffmann und Kutscher haben jedoch in einem nicht unerheblichen Teil der daraufhin untersuchten Tabletten Bakterien gefunden, und es ist nicht unmöglich, daß auch einmal pathogene Bakterien in sie hineingelangen können. Da sich weiter ergeben hat, daß eine wirksame Sterilisation der trockenen Tabletten nicht möglich ist, so müssen die Tablettenlösungen vor dem Gebrauch sterilisiert werden. Die aus synthetischem Suprarenin hergestellten Lösungen vertragen auch ohne weiteres eine Sterilisation durch Auskochen in Porzellangefäßen.

Um nun also die betäubenden Lösungen herzustellen, kann man verschiedene Wege einschlagen.

1. Man bedient sich der von den Höchster Farbwerken auf meine Veranlassung hergestellten Novokain-Suprarenintabletten A, welche 0,125 Novokainchlorhydrat und 0,00012 synthetisches Suprarenin in Form eines seiner wasserlöslichen Salze enthalten. Die Fabrik verwendet hierzu das weinsaure Salz.

Die Lösung wird folgendermaßen hergestellt. In einem kleinen Porzellantiegel (Abb. 19) wird eine kleine Menge (1—2 ccm) der oben erwähnten Kochsalz-Kaliumsulfatlösung gebracht und durch Kochen sterilisiert. In die kochende Lösung werden die für eine Operation erforderlichen Tabletten gebracht und nochmals bis zur Lösung aufgekocht. Es ist wichtig, so zu verfahren, um Zersetzung des Suprarenins zu vermeiden. Die Tablettenlösung wird nun aus dem Porzellantiegel in eine sterile Porzellanmensur geschüttet und soweit als erforderlich

mit Kochsalz-Kaliumsulfatlösung verdünnt. Aus der Mensur heraus wird die Lösung verwendet. An der Stelle, wo die Lösungen hergestellt werden, hängt man das folgende Plakat an die Wand.

1	Tablette	auf	25 ccm	gibt	½%ige	Lösung
2	Tabletten	„	25 ccm	geben	1%ige	„
4	„	„	25 ccm	„	2%ige	„
8	„	„	25 ccm	„	4%ige	„
8	„	„	65 ccm	„	1½%ige	„

An Stelle der erwähnten Novokaintabletten kann man die von der Firma Bayer u. Co. hergestellten Tutokain-Suprarenintabletten verwenden, welche 0,05 Tutokain enthalten. Sie werden gebraucht genau wie die Novokaintabletten, d. h. 1 Tablette ist in 25 ccm Kochsalzlösung zu lösen usw. S. auch S. 145.

2. Ungefähr 1 mg Suprarenin ist also in 200 ccm ½%iger, 100 ccm 1%iger, 50 ccm 2%iger, 25 ccm 4%iger Lösung enthalten. In Anstalten, wo täglich größere Mengen des Betäubungsmittels verbraucht werden, gewinnt man daher auch durch folgendes Verfahren einwandfreie Lösungen. Eine 4%ige Novokainlösung wird nach Zusatz von 0,4% Kaliumsulfat in Glaskolben mit Watteverschluß sterilisiert und vorrätig gehalten. Eine 1 mg Suprarenintablette wird in der oben beschriebenen Weise gelöst, die Lösung wird gekocht und zu 25 ccm der 4%igen Novokainlösung zugesetzt. Die gewonnene Novokain-Suprareninlösung wird in der gewünschten Weise in einer Porzellanmensur mit Kochsalzlösung verdünnt.

3. Vielfach ist es üblich, der Novokainlösung das Suprarenin in Form von Tropfen der Lösung 1:1000 zuzufügen. Hierzu verwendet man entweder eine der käuflichen Lösungen, welche man sterilisiert und in einem Tropffläschchen unterbringt, oder man stellt sich besser die Lösung aus den Suprarenintabletten selbst her. Zu diesem Zweck übergießt man 10 Suprarenintabletten zu 1 mg mit 10 ccm destilliertem Wasser, dem 3 Tropfen verdünnte Salzsäure zugegeben sind, kocht die Lösung aus und bringt sie in ein Tropffläschchen. Zuvor ist festzustellen, wieviel die Tropfvorrichtung, deren man sich bedient, auf 1 ccm Tropfen liefert. Ohne diese Vorsichtsmaßregel ist die Tropfendosierung durchaus unzulässig. Denn die Zahl der Tropfen, die auf 1 ccm gehen, schwankt bei verschiedenen Tropfvorrichtungen zwischen 10 und

20 und mehr Tropfen. Die gefundene Tropfenzahl, z. B. 16, ist nun der entsprechenden Menge der Novokainlösung zuzusetzen. Wo Lösungen in dieser Art gemacht werden, muß man die erforderliche Berechnung stets vor Augen haben, z. B. in Form des folgenden, an der Wand hängenden Plakats:

16 Tropfen Suprareninlösung 1:1000
= 1 ccm = 1 mg Suprarenin
sind zuzusetzen zu

200 ccm ½% iger	Novokainlösung
100 ccm 1% iger	
50 ccm 2% iger	
25 ccm 4% iger	

Daraus ist dann ohne weiteres ersichtlich, wieviel Tropfen Suprareninlösung kleinere Mengen Novokainlösung, wie die angegebenen, brauchen.

Das Tablettenverfahren ist überall das einfachste und zuverlässigste. Außerhalb der chirurgischen Anstalten ist es das einzige, welches empfohlen zu werden zulässig ist. Denn die Ärzte dürfen sich nicht Alkaloidlösungen irgend welcher Art vom Apotheker machen lassen und in den Schrank stellen, bis sie einmal gebraucht werden. Die Tabletten sind, luftsicher verschlossen, jahrelang haltbar.

Im deutschen Heere sind zugeschmolzene Ampullen eingeführt, welche die zur Herstellung von 100 ccm ½% iger Novokainlösung nötigen Mengen Novokain, Suprarenin und Kochsalz enthalten. Als Lösungsmittel dient sterilisiertes Wasser. Nicht zweckmäßig ist der Kochsalzzusatz. Denn wenn man aus dem Inhalt einer Ampulle konzentrierte Novokainlösung herstellt, so enthält diese viel zu viel Kochsalz, was zu Nervenschädigungen führen kann. Die Ampullen haben sich sonst im allgemeinen bewährt, obwohl ihr Suprarenin im Anfang des Krieges, vermutlich infolge zu langen Aufhebens, unwirksam war, und obwohl sich wasserklare Lösungen aus ihrem Inhalt nicht herstellen lassen. Das Tablettenverfahren ist aber ohne Zweifel auch für die Verhältnisse des Krieges das einfachste und zuverlässigste. Denn an Stellen, wo man nicht in der Lage ist, Lösungen oder Wasser durch Kochen zu sterilisieren, läßt sich örtliche Betäubung überhaupt nicht verwenden.

Die militärischen Stellen haben es indessen weder vor noch während des Krieges für nötig gehalten, mich über diese Dinge zu befragen.

½%ige Novokain-Suprareninlösung ist diejenige, die nahezu für alle Zwecke ausreicht. Zur Unterspritzung der Haut kommt man auch mit ¼%iger Lösung aus. Stärker konzentrierte Lösungen werden ausschließlich gebraucht, um die Leitung eines der großen Nervenstämme am Kopf oder an den Extremitäten zu unterbrechen.

Über die Dosierung des Novokains und Suprarenins und die Novokainvergiftung ist schon S. 140 und S. 167 das Nötige gesagt. Man kann danach ohne Besorgnis vor toxischen Nebenwirkungen 1,25 Novokain (250 ccm ½%ige Lösung) einspritzen. Von 2 bzw. 4%iger Lösung wird man eine Dosis von 0,8 Novokain (40 bzw. 20 ccm) lieber nicht überschreiten, bei Einspritzung in straffe und blutreiche Gewebe, wie das Zahnfleisch, sich auf Bruchteile dieser Dosis beschränken. Diese Dosierung gilt nur für Novokainlösung mit dem vorgeschriebenen Gehalt an unzersetztem Suprarenin. Bei Anwendung der starken Konzentrationen beachte man Läwens Rat, möglichst langsam einzuspritzen. Vor intravenöser Einspritzung muß man sich hüten und bei gewissen Anwendungsformen sind besondere Vorsichtsmaßregeln zu treffen, worauf später hingewiesen werden wird. Es genügt nicht, sich auf irgend eine sogenannte Maximaldosis des Novokains festzulegen. Eine solche gibt es nicht oder doch nur unter Berücksichtigung der Konzentration der Lösung und ihrer Anwendungsform. Drüners (XV, 7) Forderung, ganz im allgemeinen eine Novokaindosis von 0,5 nicht zu überschreiten, ist nach den bisherigen Erfahrungen nicht gerechtfertigt. Die örtlichen Betäubungsmittel besitzen keine Maximaldosis im landläufigen Sinne (s. S. 93).

Im allgemeinen braucht man sich um die Dosierung des Novokains nicht zu kümmern, wenn man nicht Grenzfälle mit sehr großem Operationsfeld in örtlicher Betäubung zu operieren versucht. Auf diese Tatsache gründet sich der Fortschritt der örtlichen Betäubung.

Warum die Dosierung des Suprarenins für die örtliche Betäubung belanglos ist und warum die von uns erprobte Konzentration des Suprarenins in der betäubenden Lösung nicht überschritten werden soll, wurde S. 168 ausgeführt.

Das neue Betäubungsmittel Tutokain (s. S. 145) vermag Novokain für die Infiltrations- und Leitungsanästhesie zu ersetzen. Statt ½%iger Novokainlösung ist 0,2%ige Tutokainlösung, statt 1%iger Novokainlösung 0,4%ige Tutokainlösung zu verwenden. Die Firma Friedr.

Bayer & Co. bringt Tabletten in den Handel, welche 0,05 Tutokain mit dem erforderlichen Suprareninzusatz enthalten. Sie werden behandelt wie die Novokain-Suprarenintabletten. Löst man 1 Tablette in 25 ccm Kochsalzlösung, so erhält man 0,2%ige Lösung, löst man 2 Tabletten in 25 ccm Kochsalzlösung, so gibt das 0,4%ige Lösung usw. Diese Lösungen wirken im allgemeinen sogar noch etwas stärker als die entsprechenden Novokainlösungen. Sie dürfen in der gleichen Menge verwendet werden wie diese.

Alypinlösung zur Schleimhautbetäubung in verschiedener Konzentration bereiten wir in der für jeden Fall nötigen Menge aus Tabletten, welche 0,2 Alypin und 0,00033 Suprarenin enthalten. Wir beziehen letztere von der Firma Pohl in Schönbaum.

Allgemeine Technik der Infiltrations- und Leitungsanästhesie.

Infiltrations- und Leitungsanästhesie sind theoretisch ganz verschiedene Verfahren, im praktischen Gebrauch sind sie jedoch nicht zu trennen und müssen daher auch gemeinschaftlich abgehandelt werden. Ihre Entwicklung und ihr Verhältnis zueinander wurde im 9. Abschnitt dargestellt. Auch ist dort bereits auseinandergesetzt, wie ihre Bewertung und Technik durch die Einführung der neuen Betäubungsmittel beeinflußt worden ist.

Wir führen nicht mehr die planmäßige, schichtweise Durchtränkung der Gewebe nach Reclus-Schleich in der beabsichtigten Schnittlinie aus, sondern wir suchen durch Infiltration gewisser Gewebsschichten allein oder in Verbindung mit Leitungsunterbrechung einzelner Nervenstämme das für eine bestimmte Operation erforderliche Operationsfeld zuvor in ganzer Ausdehnung unempfindlich zu machen. Hierbei ist zugleich dem Umstand Rechnung zu tragen, daß Einspritzungen in krankhaft veränderte Gewebe unzulässig sind.

Wir benutzen also praktisch nur selten das unmittelbare Ergebnis der Gewebsinfiltration, die Infiltrationsanästhesie, in der Regel vielmehr die durch Gewebsinfiltration gleichzeitig entstehende Leitungsanästhesie.

Es ergibt sich hieraus ohne weiteres, daß eigentlich jedes Operationsfeld, jeder Körperteil sein besonderes Betäubungsverfahren haben muß, daß mit der Kenntnis der allgemeinen Einspritzungstechnik allein noch wenig gewonnen ist, daß vielmehr zur praktischen Anwendung der örtlichen Betäubung eine eingehende Kenntnis der sensibeln Innervation des Operationsgebiets erforderlich ist. Hiermit hängt es weiter zusammen, daß eine kurze Darstellung der Technik der Infiltrations- und Leitungsanästhesie auf einigen Seiten ein Ding der Unmöglichkeit

ist. In den Lehrbüchern der Chirurgie und Operationslehre wird es in Zukunft nicht mehr genügen, wenn im allgemeinen Teil neben der Narkose auch die örtliche Betäubung behandelt wird. Es ist vielmehr notwendig, im speziellen Teil bei jeder Operation, die sich überhaupt für die örtliche Betäubung eignet, die Betäubungstechnik zu beschreiben.

Da die Wirkung der eingespritzten Mittel — ausgenommen in der Haut — niemals sofort den gewünschten Höhepunkt erreicht, sind wir bestrebt, alle zur Ausschaltung des Operationsfeldes nötigen Einspritzun-

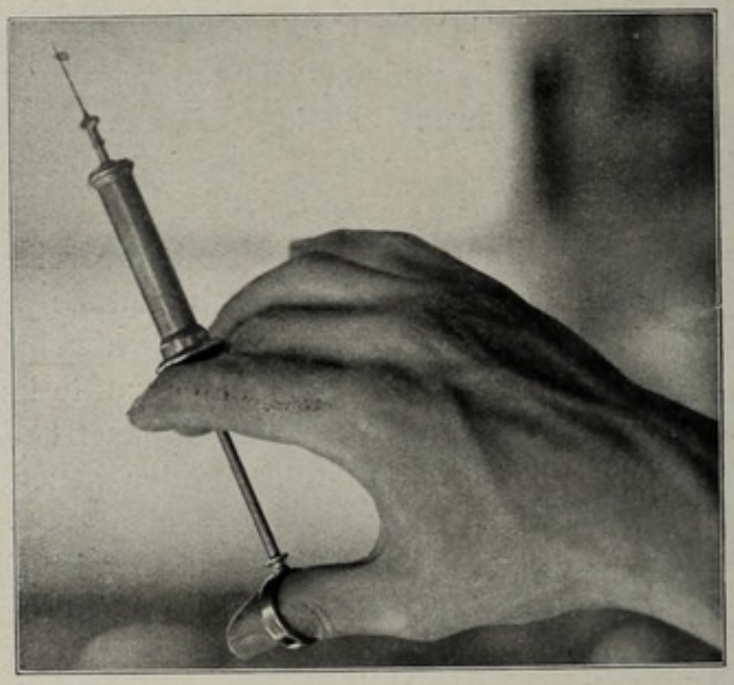


Abb. 22. Haltung der Spritze.

gen vor Beginn der Operation auszuführen. Man spritzt stets zuerst in die tiefsten Gewebsschichten. Wollte man mit Einspritzungen ins Unterhautzellgewebe beginnen, so würden die tiefen Einspritzungen erschwert sein. Weitere Einspritzungen während einer Operation machen sich nur ausnahmsweise nötig. Sie stören oft den Verlauf der Operation, weil ihre Wirkung abgewartet werden muß.

War somit bei Reclus und Schleich die örtliche Betäubung durch Einspritzungen ein wesentlicher Bestandteil der Operation, so ist jetzt die Betäubung ein von der Operation völlig getrennter, ihr vorangehender Akt, der nicht vom Operateur und auch nicht im Operationssaal ausgeführt zu werden braucht.

Vor Beginn der Einspritzungen wird die Haut des Operationsfeldes mit Benzin oder Jodbenzin abgerieben. Auch kann man die Einstich-

punkte mit Jodtinktur anstreichen. Nach Beendigung der Einspritzungen folgt erst die letzte Vorbereitung des Kranken zur Operation, die Vorbereitung der Haut des Kranken, das Abdecken des Operationsfeldes, die Vorbereitung des Operateurs und seiner Assistenten. Während dieser Vorbereitungen erreicht die Unempfindlichkeit den gewünschten Höhepunkt.

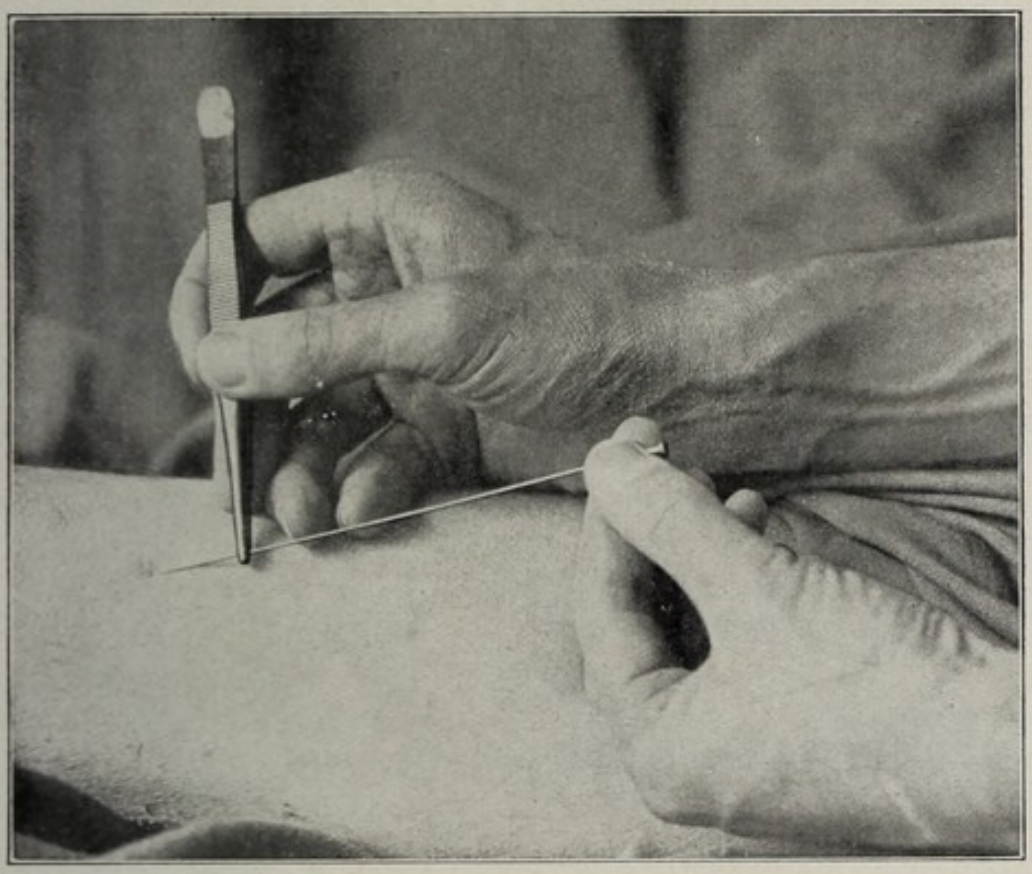


Abb. 23. Einstechen einer langen dünnen Hohlnadel durch die Haut.

Gelernt werden muß die geschickte, gleichsam spielende Handhabung der Spritze. Man hält die Spritze, wie Abb. 22 zeigt, mit dem Daumen, zweiten und dritten Finger der rechten Hand. Das Handgelenk wird locker gehalten, jeder von der Längsachse der Hohlnadel abweichende Druck wird vermieden, um ein Abbrechen der Hohlnadel zu verhindern. Daran, daß die Hohlnadeln niemals ganz im Körper verschwinden dürfen, wurde schon S. 216 erinnert.

Zum Einstechen in die Haut bedient man sich möglichst feiner, kurzer Hohlnadeln (Nr. 1, S. 216). Die Einstichstelle zuvor mit dem Chloräthylstrahl zu behandeln, ist unpraktisch, weil die gefrorene Haut hart ist und das Eindringen der Nadel erschwert, und unnötig, weil

der Einstich einer feinen und scharfen Hohlnadel nicht empfindlicher ist wie das Gefrierenlassen der Haut.

Das Durchstechen der Haut mit langen, dünnen Hohlnadeln mißlingt häufig infolge der Biegsamkeit der Nadeln. Man hilft sich dann so, daß man die Nadel in der Nähe ihrer Spitze mit einer Pinzette faßt und durch die Haut führt (Abb. 23).

Die betäubenden Einspritzungen werden meist von mehreren Einstichpunkten aus ausgeführt, welche zum wiederholten Einstechen längerer und auch dickerer Hohlnadeln bestimmt sind. Deshalb ist es unerläßlich, zunächst diese Einstichpunkte auszuwählen und mittels

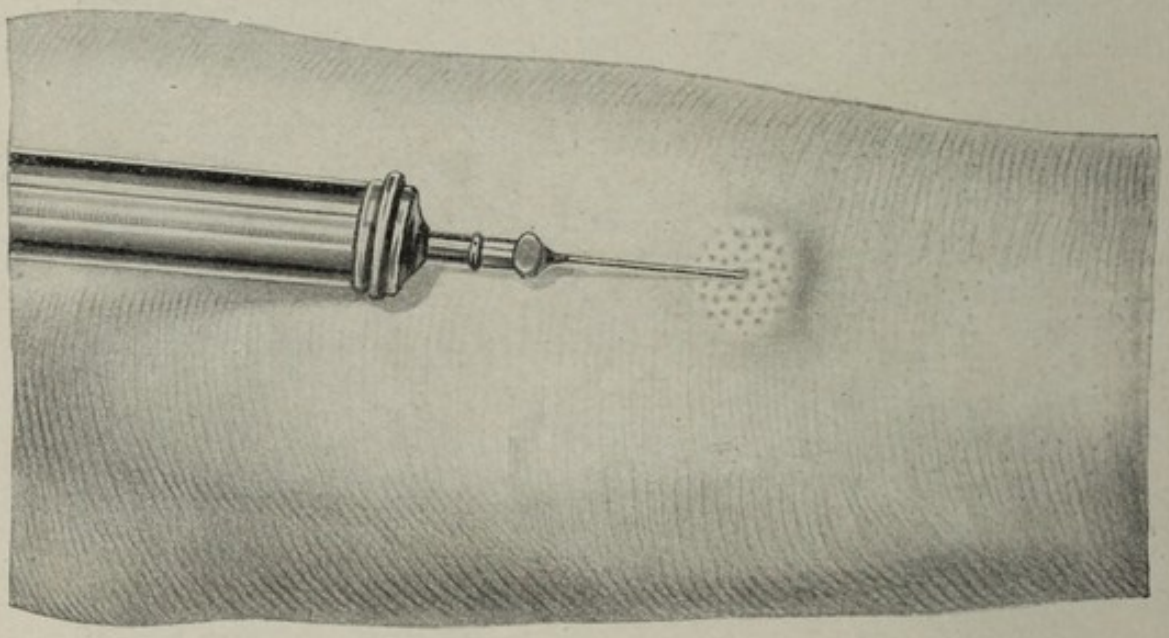


Abb. 24. Bildung einer Hautquaddel.

der von Reclus und Schleich geübten endermatischen Infiltration durch Bildung je einer Quaddel unempfindlich und zugleich dem Auge kenntlich zu machen. An sehr empfindliche Teile, z. B. an die Beugeseite der Finger, dürfen solche Einstichpunkte überhaupt nicht gelegt werden.

Die endermatische Infiltration wird folgendermaßen ausgeführt. Die Hohlnadel wird fast parallel zur Hautoberfläche, mit der schräg abgeschliffenen Öffnung ihrer Spitze nach oben in die Lederhaut unter Vermeidung des Unterhautzellgewebes eingestochen, bis die Öffnung vollständig im Gewebe verschwunden ist. Durch Druck auf den Stempel der Spritze wird etwas von ihrem Inhalt (½%ige Novokain-Suprareninlösung) entleert. Es entsteht eine über der Oberfläche der Haut erhabene, weiße, im Augenblick ihrer Entstehung auch gefühllose Quaddel

(Abb. 24), womit die Bezeichnung des ersten Einstichpunktes beendet ist. In gleicher Weise wird mit den übrigen ausgewählten Einstichpunkten verfahren. Ist die Haut sehr dünn und verschieblich, so faßt man mit Daumen und Zeigefinger eine Hautfalte, an deren Scheitel alsdann die Quaddelbildung ohne Mühe gelingt. An manchen Körperstellen, z. B. der Kopfhaut, gelingt die endermatische Infiltration nur unter sehr erheblichem Druck. Deshalb bedient man sich zur Quaddelbildung einer kleinen Spritze mit einem Kolben von geringem Durchmesser. An anderen Körperstellen, z. B. Handteller und Fußsohle, ist die endermatische Infiltration nahezu unmöglich.

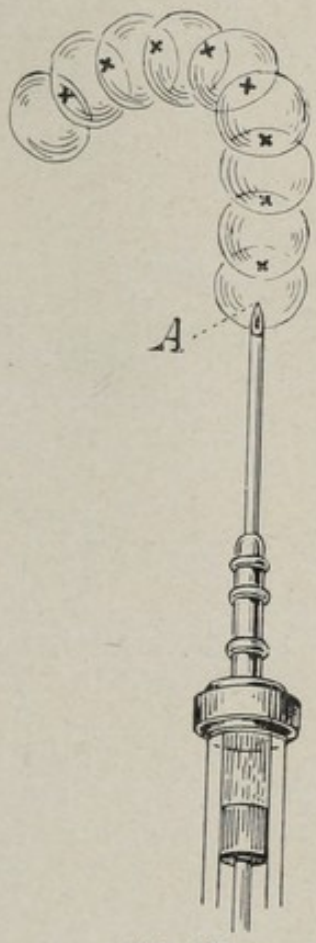


Abb. 25.
Bildung einer Quaddelreihe (nach Schleich).

Schleich begann, ebenso wie Reclus, jede Operation mit der endermatischen Infiltration. Nach Bildung der ersten Hautquaddel sticht man an ihrem Rande, noch im bereits unempfindlichen Gebiet, die Hohlnadel von neuem ein, spritzt wieder ein, bildet eine neue Quaddel, dann in gleicher Weise eine dritte usw. Auf diese Weise erhält man schnell einen schmalen gefühllosen Hautstreifen von beliebiger Form und Länge (Abbildung 25). Falls die Haut regelrecht beschaffen, nicht erkrankt ist, ist gegen diese Art sie zu betäuben zwar nichts einzuwenden, sie ist aber überflüssig, denn die Haut wird auch ohne endermatische Infiltration unempfindlich. Wir bedienen uns deshalb der endermatischen Infiltration lediglich zum Kennzeichnen der Einstichpunkte.

Man wünscht einen geradlinigen Schnitt durch Haut und Unterhautzellgewebe zu führen. Zu diesem Zweck bezeichnet man an einem Ende des Schnittes einen Einstichpunkt. Alsdann setzt man auf die mit ½% iger Novokain-Suprareninlösung gefüllte Spritze eine lange Hohlnadel, sticht letztere an der bezeichneten Stelle unter die Haut und schiebt sie parallel zur Hautoberfläche, derart, daß ihre Spitze stets dicht unter der Haut zu fühlen ist, im Unterhautzellgewebe so weit vor, als der Schnitt reichen soll bzw. als es die Länge der Nadel gestattet (Abb. 26). Ist die Fettschicht sehr dick, so verliert sich die Nadelspitze leicht zu sehr in die Tiefe. Dem beugt man vor, indem

man mit dem Zeigefinger der linken Hand der Nadelspitze folgend, die Haut leicht niederdrückt. Andererseits ist aber auch das unbeabsichtigte Eindringen der Hohlnadelspitze von unten her in die Kutis zu vermeiden, weil dies mehr Schmerz verursacht, als wenn man die Nadel von außen in die Haut sticht.

Während des Vorschiebens und Zurückziehens der Nadel entleert man unter gleichmäßigem Druck auf den Spritzenstempel die Lösung, so daß nun ein schmaler Streifen des Unterhautzellgewebes von ihr durchtränkt ist. Was nun die erforderliche Menge der Lösung anbelangt, so wird man ungefähr das Richtige treffen, wenn man auf 1 cm Schnittlänge etwa 1 ccm Lösung einspritzt, bei Anwendung von 1%iger Lösung entsprechend weniger.

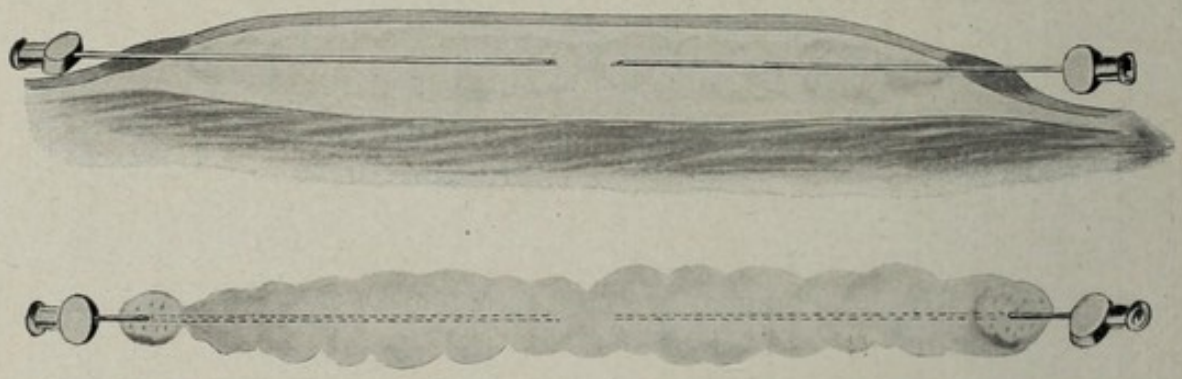


Abb. 26. Einspritzung ins Unterhautzellgewebe von zwei Einstichpunkten.

Unmittelbar nach der Einspritzung erhebt sich die Haut der so behandelten Stelle über die Oberfläche der benachbarten Haut in Form eines niedrigen, schmalen Walls, der aber nach ganz kurzer Zeit wieder verschwindet. Dagegen bleibt infolge der schnell einsetzenden Suprareninwirkung ein blasser Streifen sichtbar.

Nach einigen Minuten wird dieser Hautstreifen unempfindlich. Denn die eingespritzte Lösung hat nicht nur Infiltrationsanästhesie im Unterhautzellgewebe erzeugt, sondern sie hat auch die Leitung der in die darüberliegende Haut übertretenden Nervenstämmchen unterbrochen: die einfachste Form der Leitungsanästhesie.

Reicht ein Einstichpunkt oder eine Nadellänge nicht aus, so sind zwei Einstichpunkte zu bezeichnen, welche den Endpunkten des Operationsfeldes entsprechen (Abb. 26). Geeignetenfalls wird ein Einstichpunkt in die Mitte der beabsichtigten Schnittlinie gelegt und nach beiden Seiten eingespritzt. Gekrümmte oder winklige Schnittlinien erfordern, falls hierbei überhaupt eine Infiltration der Schnittlinie in Frage

kommt, einen Einstichpunkt am Scheitel des Winkels oder der Krümmung (Abb. 27B), oder zwei Einstichpunkte (Abb. 27A). Ebenso setzt die Krümmung der Körperoberfläche dem geradlinigen Einführen einer Hohlnadel unter die Haut von einem Einstichpunkt aus natürliche Grenzen. Um z. B. einen ringförmig den Vorderarm umfassenden ununterbrochenen Streifen des Unterhautzellgewebes infiltrieren zu können, sind vier Einstichpunkte nötig, von denen die Hohlnadel nach beiden Seiten eingestochen wird (Abb. 28). An der eben bezeichneten Stelle bewirkt, worauf hier schon hingewiesen sei, Infiltration eines Streifens des Unterhautzellgewebes quer zur Achse des Gliedes Leitungsanästhesie natürlich nicht nur derjenigen Haut, welche das infiltrierte Gewebe unmittelbar bedeckt, sondern im ganzen Innervationsgebiet derjenigen Hautnerven, welche den infiltrierten Streifen durchlaufen.

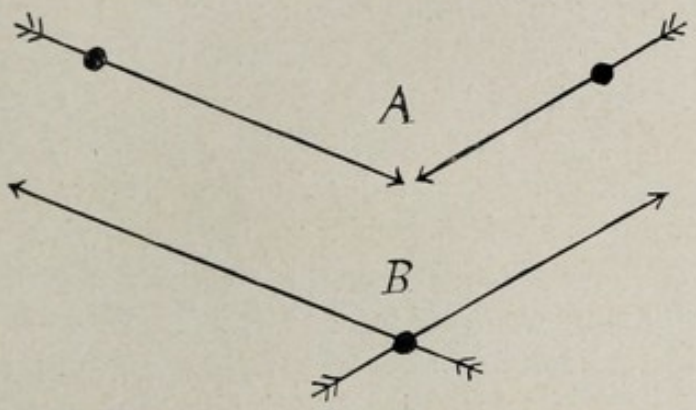


Abb. 27. Subkutane Einspritzung im Winkel.

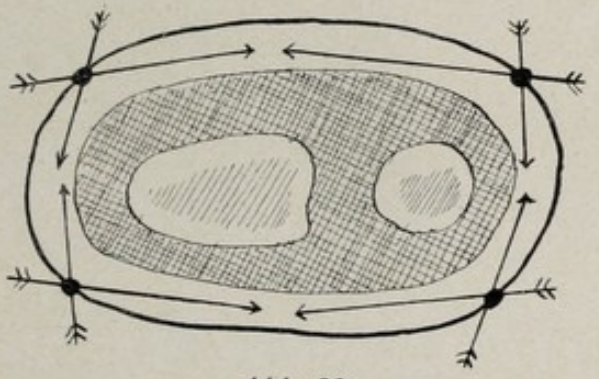


Abb. 28.
Schematischer Querschnitt durch den Vorderarm. Infiltration des Unterhautzellgewebes von vier Einstichpunkten.

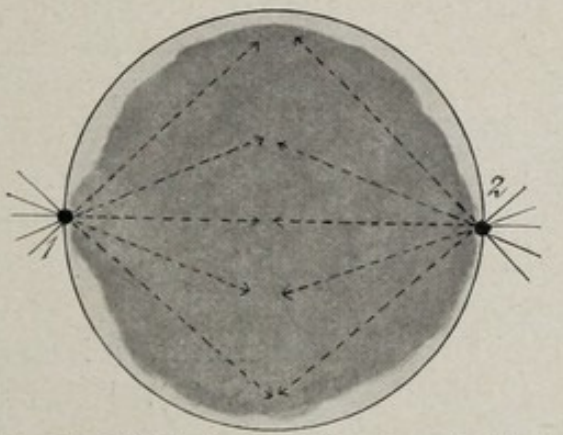


Abb. 29. Flächenhafte Infiltration des Unterhautzellgewebes.

Infiltriert man von einem, zwei oder mehreren markierten Einstichpunkten aus flächenhaft das Unterhautzellgewebe, indem man von jedem der Einstichpunkte aus ganz planmäßig eine lange Hohlnadel nach verschiedenen Richtungen vorschiebt und wieder zurückzieht, ununterbrochen ½%ige Novokain-Suprareninlösung entleerend (Abb. 29), so erhält man Unempfindlichkeit einer zusammenhängenden Hautfläche von fast

beliebiger Größe. Auf diese Weise können daher flächenhaft ausgebreitete Erkrankungen der Haut behandelt werden. Das gleiche Verfahren ist zur Entnahme großer Thierschscher Epithelstreifen geeignet.

Auch zur Ausschneidung gestielter Hauttumoren genügt die subkutane Infiltration der Ansatzstelle der Neubildung (Abb. 30). Keineswegs bedarf man hierzu der Infiltration der Tumoren selbst, so daß sie, wie Schleich sagt, „zu vielfach größeren, wassergurkenähnlichen Bildungen“ werden.

Was hier über die Betäubung der Haut und des Unterhautzellgewebes gesagt ist, gilt in gleicher Weise auch für die Schleimhaut. Nur Quaddeln lassen sich in der Schleimhaut nicht anlegen. Man beschränkt sich daher auf submuköse Einspritzung, worauf die darüberliegende Schleimhaut unempfindlich wird.

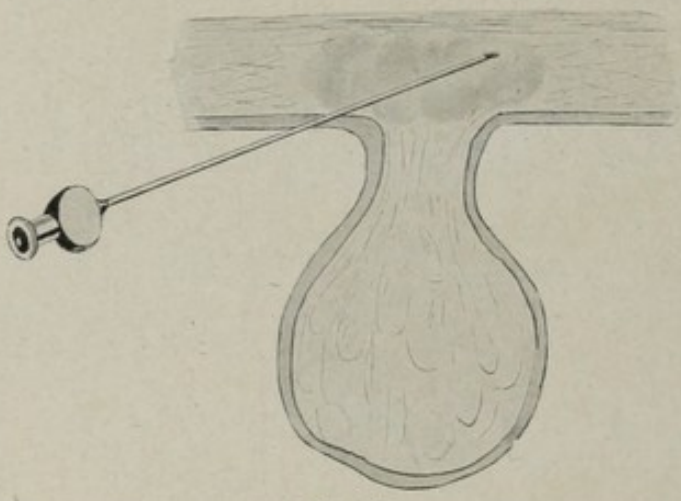


Abb. 30.
Unterspritzung eines gestielten Hauttumors.

Die sensibeln Leitungsbahnen für Haut und Faszie verlaufen an vielen Körperstellen, z. B. im Bereich des behaarten Kopfes, auf längere Strecken im Unterhautzellgewebe, nachdem sie die Faszie verlassen haben. Größere zusammenhängende Teile der Körperoberfläche besitzen daher keinerlei unmittelbare Nervenverbindung mit den subfaszialen Geweben. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß es nicht immer notwendig ist, zur Betäubung eines Haut- und Unterhautzellgewebe betreffenden Operationsfeldes dessen gesamtes Unterhautzellgewebe mit der Lösung zu durchtränken, sondern daß hierzu sehr oft die subkutane Umspritzung des Operationsfeldes ausreicht. Hierauf beruht Hackenbruchs „zirkuläre Analgesierung“ (Abb. 31). Bei 1 und 2 werden zwei Einstichpunkte durch Quaddeln bezeichnet. Hierauf wird das Unterhautzellgewebe von 1—3, von 1—4, von 2—3 und endlich von 2—4 infiltriert, so daß das Operationsfeld von einem subkutan gelegenen Infiltrationswall in Form eines langgestreckten Rhombus umgeben wird, den ich „Hackenbruchschen Rhombus“ nennen will. Der längste Durchmesser des Rhombus entspricht der Richtung des beabsichtigten Schnittes. Die

Einstichpunkte können auch nach 3 und 4 gelegt werden, wenn dies bequemer ist. Dem das Operationsfeld einschließenden Wall kann nach Bedarf jede beliebige mehr quadratische, kreisförmige oder andere Form gegeben werden. Die Zahl und Lage der Einstichpunkte richtet sich nach der Form und Größe des Operationsfeldes (Abb. 32).

An einigen Körperteilen verläuft die gesamte sensible Innervation nicht nur für weite Hautstrecken, sondern auch für die tieferen Teile ausschließlich im Unterhautzellgewebe. Am Schädeldach z. B. treten alle Haut, Galea, Periost und Knochen versorgenden sensibeln Nerven bereits in der Nähe der Schädelbasis bzw. an der Stirn ins Unterhautzellgewebe. Eine einfache ringförmige subkutane Umspritzung nach Abb. 32 macht deshalb am Schädel Operationsfelder von

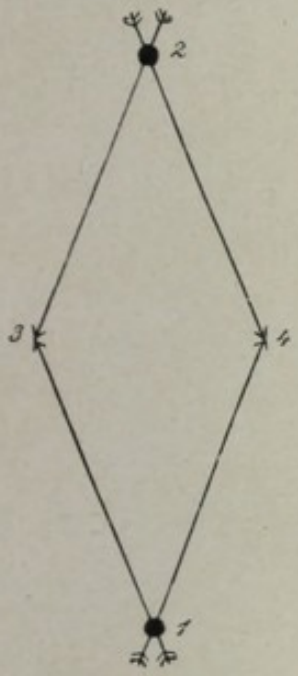


Abb. 31. Der Hackenbruchsche Rhombus.

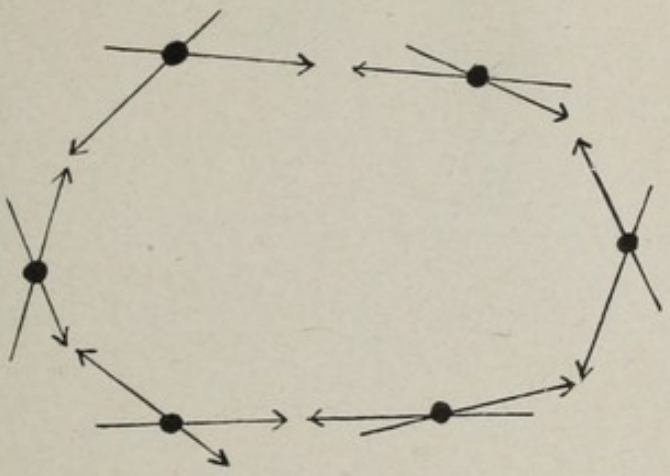


Abb. 32. Subkutane Umspritzung eines Operationsfeldes von sechs Eintrittspunkten.

beliebiger Größe einschließlich des Knochens unempfindlich. Die Hackenbruchsche Umspritzung ist daher am Schädeldach das normale Betäubungsverfahren. Hackenbruch hat mit Recht darauf hingewiesen, daß auch die Betäubung eines Fingers nach Oberst auf dem gleichen Umstand beruht. Denn das Unterhautzellgewebe des Fingergrundgliedes enthält alle sensibeln Leitungsbahnen für den Finger. Infiltriert man also das Unterhautzellgewebe des Grundgliedes ringförmig, so wird der ganze Finger unempfindlich.

Nur an Körperteilen mit der geschilderten Innervationsform ist die subkutane Umspritzung für sich allein ein brauchbares Betäubungsverfahren. Dagegen bleibt die Unempfindlichkeit im umspritzten Operationsfeld aus, wenn letzteres auch noch von der

Tiefe her innerviert wird. Umspritzt man z. B. in der Kinngegend ein Operationsfeld subkutan, in dessen Mitte sich die Austrittsstelle des N. mentalis befindet, so tritt keine Unempfindlichkeit ein.

Einer der wichtigsten elementaren Handgriffe zur Erzielung von Unempfindlichkeit ist die systematische Infiltration einer aus mehreren differenten Lagen bestehenden dicken Gewebsschicht. In ihrer einfachsten Form beschrieb sie Schleich zum Zweck der Betäubung des Stichkanals bei der Punktion von Körperhöhlen (Abb. 33). Man bezeichnet den Einstichpunkt durch eine Quaddel und führt eine Hohlnadel von entsprechender Länge ununterbrochen einspritzend bis ins subpleurale oder subperitoneale Bindegewebe. Die Infiltration sei reichlich, wie bei der subkutanen Einspritzung beschrieben, jedoch ohne das Übermaß der Schleichschen Ödemisierung. Pleura und Peritoneum selbst bedürfen niemals einer besonderen Infiltration, da sie ihre Innervation aus dem subpleuralen oder subperitonealen Gewebe empfangen.

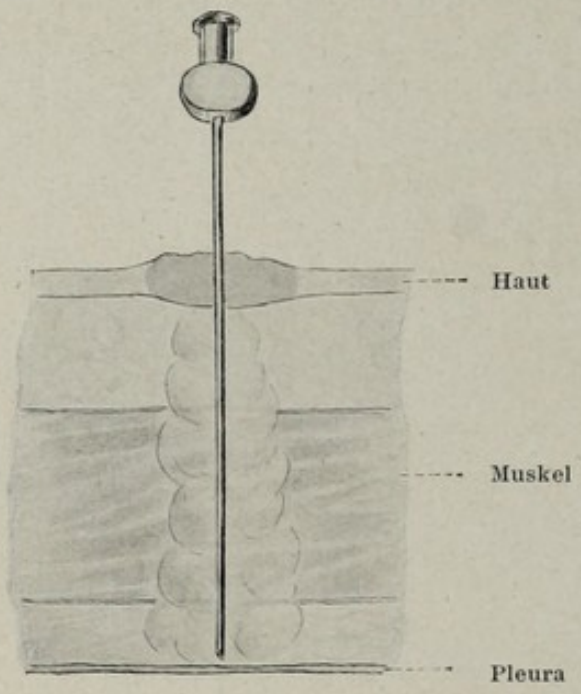


Abb. 33.
Infiltration des Stichkanals zur Punktion von Körperhöhlen.

Hieran schließt sich die planmäßige Infiltration einer durch den Körper gelegten Ebene von beliebiger Ausdehnung (Abb. 34). Die Pfeile bezeichnen die Nadelführung. Man bezeichnet in der Regel zwei Einstichpunkte. Man beginnt mit der Einspritzung in die tiefsten Lagen, hier also auf den Knochen, und schließt mit der Einspritzung ins Unterhautzellgewebe ab. Es wird deshalb die Nadel, nachdem man ihre Spitze an einem der bezeichneten Punkte ins Unterhautzellgewebe gebracht hat, zunächst senkrecht in die Tiefe geführt bis zum tiefsten Punkt, auf den Knochen unter das Peritoneum usw. Man führt demnach die gleiche Einspritzung aus wie zur Punktion. Hierauf zieht man die Nadel zurück ins Unterhautzellgewebe, sticht sie von neuem einspritzend in die Tiefe, aber in schräger Richtung, gegen die Mitte der zu infiltrierenden Ebene usw. Die letzte Einspritzung erfolgt flach unter die Haut nach Abb. 26. Während des

Vorschiebens und Zurückziehens der Nadel wird ununterbrochen eingespritzt. Reicht die Länge der Hohlnadel aus, so genügt auch ein über einem Ende oder über der Mitte bezeichneter Einstichpunkt.

Niemals, an keiner Stelle des Körpers, sind subperiostale Einspritzungen nötig, um das Periost unempfindlich zu machen, ganz abgesehen davon, daß subperiostale Injektionen zwar von Reclus, Schleich u. a. gefordert werden, praktisch aber meist nur sehr schlecht oder gar nicht ausführbar sind. Die Haut empfängt ihre Innervation aus dem unterliegenden Unterhautzellgewebe. Daher wird sie unempfindlich, wenn man dieses infiltriert. Das Periost empfängt seine Innervation nicht aus dem Knochen, sondern von außen. Daher wird es unempfindlich, wenn man die Gewebe infiltriert, von denen es bedeckt ist.

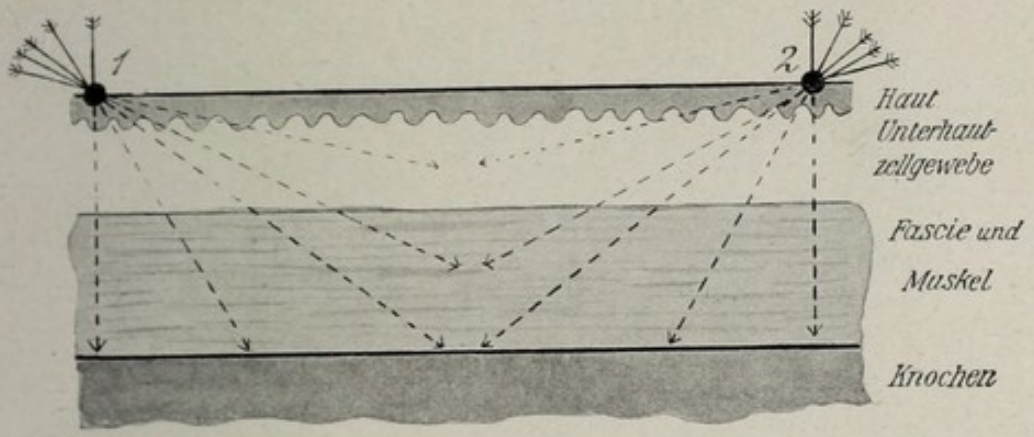


Abb. 34. Infiltration einer durch den Körper gelegten Ebene.

Die Infiltration dicker Gewebsschichten in der geschilderten Weise erfordert eine gewisse Übung. Man muß eben lernen, mit der Nadelspitze zu tasten. Man muß in jedem Augenblick wissen, wo die Nadelspitze sich befindet, wozu gute anatomische Kenntnisse erforderlich sind. Die einspritzende Hand spürt auf das genaueste, wenn die Nadelspitze eine ihr mehr Widerstand bietende Schicht durchdringt und wenn sie wieder in eine weiche und lockere Gewebsschicht gelangt. Das Durchstechen der Muskelfaszien löst regelmäßig eine leichte Schmerzempfindung aus. Ohne Unterbrechung bei bewegter Spritze einzuspritzen, hat schon Reclus empfohlen („Injection traçante et continue"), um das Eindringen einer größeren Menge des Betäubungsmittels in eine Vene zu verhüten. Die ununterbrochene Einspritzung gewährleistet zugleich die gleichmäßige Verteilung der Lösung dahin, wo sie nötig ist.

Wenn Einspritzungen in der Nähe größerer Gefäße vorzunehmen sind, so ist folgendes zu beachten. Das Anstechen eines Blutgefäßes

ist zwar an sich ein gleichgültiges Ereignis, wohl aber kann die intravenöse Einspritzung einer größeren Menge der Lösung Schaden verursachen. Es kommt das namentlich dann in Frage, wenn bei ruhender Hohlnadel eine größere Menge des Betäubungsmittels an einer bestimmten Stelle untergebracht werden soll. In diesem Falle ist daher stets die Hohlnadel ohne aufgesetzte Spritze einzuführen und abzuwarten, ob Blut ausfließt. Wenn das nicht der Fall ist, so spritzt man einige Tropfen der Lösung ein, nimmt die Spritze nochmals ab und sieht zu, ob blutig gefärbte Flüssigkeit zurückkommt. Erst wenn festgestellt ist, daß weder Blut noch bluthaltige Flüssigkeit ausfließt, darf die weitere Einspritzung vorgenommen werden. Anderenfalls muß die Lage der Hohlnadel verändert werden. Ganz irreführend ist es, an der eingeführten Hohlnadel mit der Spritze zu saugen. Dadurch werden lediglich Gewebsteile in die Hohlnadel eingesaugt, die sie verstopfen.

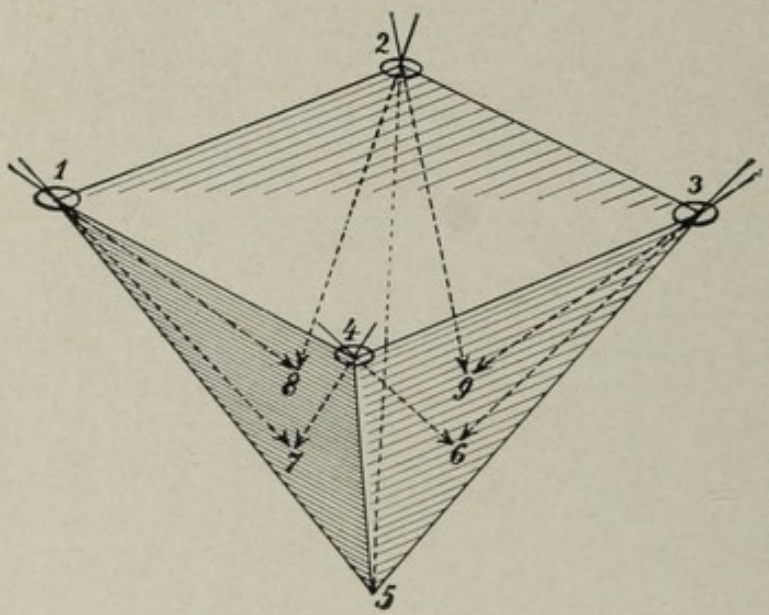


Abb. 35. Pyramidenförmige Umspritzung.

Das Ergebnis der beschriebenen Einspritzung ist Infiltrationsanästhesie in einer schmalen Schnittlinie und Leitungsanästhesie im Gebiet derjenigen Nervenstämme, welche bei der Einspritzung mit getroffen sind. Erstere ist praktisch brauchbar, wenn irgendwo ein glatter Schnitt durch normale Gewebe ausgeführt werden soll, etwa zur Entfernung eines Fremdkörpers, dessen Lage genau bekannt ist. Wichtiger ist die durch die beschriebene Infiltration erzielte Leitungsanästhesie, durch welche unempfindliche Operationsfelder zu gewinnen sind.

Zuweilen lassen sich durch Infiltration einer einzigen Ebene schon die zum Operationsfeld ziehenden Nerven größtenteils ausschalten. Davon macht man z. B. bei den Leisten- und Schenkelbruchoperationen Gebrauch. Andernfalls müssen gleichzeitig mehrere Ebenen infiltriert werden, welche, ganz außerhalb des Operationsfeldes gelegen, dieses rings einschließen und gleichsam vom übrigen Körper trennen.

Die Technik dieses Verfahrens läßt sich durch einige Schemata erläutern. Abb. 35 stellt eine Pyramide vor. Ihre Spitze 5 liegt in der Tiefe, mitten unter dem Operationsfeld. Ihre Grundfläche 1—2—3—4 ist in der Hautoberfläche gelegen. Die Seitenflächen begrenzen das Operationsfeld seitlich. Die Aufgabe besteht darin, diese vier Seitenflächen zu infiltrieren. Man bezeichnet bei 1, 2, 3, 4 Einstichpunkte. Von jedem Punkt aus sticht man eine lange Hohlnadel einspritzend zuerst nach dem Punkt 5, dann nach verschiedenen, in den Seitenflächen gelegenen Punkten, z. B. 1—7, 4—7, 4—6, 3—6, 3—9, 2—9 usw. Zum Schluß ist das Unterhautzellgewebe in Form des Hackenbruchschen Rhombus, also in der Richtung 1—2—3—4 zu infiltrieren. Kurze Zeit nach der Einspritzung wird das Operationsfeld unempfindlich, obwohl es mit dem Betäubungsmittel nicht in Be-

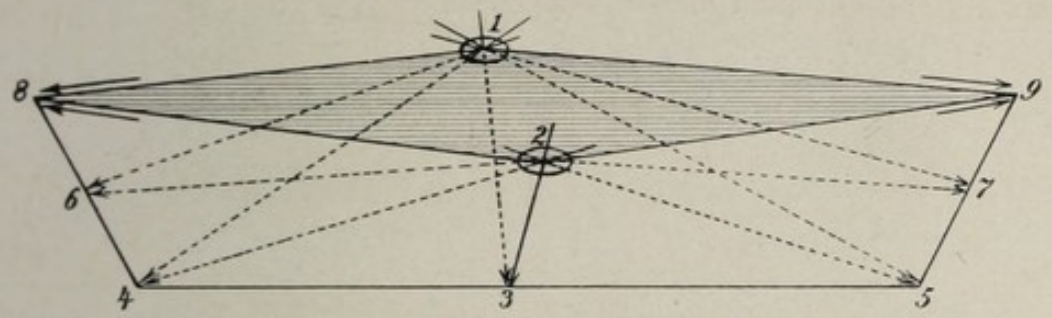


Abb. 36. Muldenförmige Umspritzung.

rührung gekommen ist. Oft genügen zwei Einstichpunkte, um eine derartige planmäßige Einspritzung vorzunehmen, in anderen Fällen sind mehr als vier erforderlich, und die zu infiltrierenden Ebenen nehmen je nach der Ausdehnung des Operationsfeldes die verschiedensten Formen an. Manchmal bilden sie einen Kegelmantel oder einen Teil desselben oder eine Mulde, wie Abb. 36 zeigt. Zwei Einstichpunkte liegen bei 1 und 2. Von ihnen aus sticht man die Hohlnadel einspritzend nach 3, 4, 5, 6, 7 und infiltriert endlich das Unterhautzellgewebe nach Hackenbruch.

Abb. 37 endlich zeigt, wie in das muldenförmig umspritzte Operationsfeld ein Knochen eingeschlossen werden kann, welcher genau so wie alle übrigen Teile des Operationsfeldes unempfindlich wird.

Für alle diese Einspritzungen ist ½%ige Novokain-Suprareninlösung das geeignete Betäubungsmittel; es unterbricht die Leitungsfähigkeit kleinerer und mittlerer Nervenstämme zuverlässig und schnell, wenn man mit ihm planmäßig die Gewebsschichten infiltriert, in denen die Nervenstämme verlaufen, ohne letztere dabei besonders mit der Nadel aufzusuchen.

Stärker konzentrierte Lösung, 1—4% ige Novokain-Suprareninlösung in entsprechend kleinerer Menge ist überall da vorzuziehen, wo die größere Flüssigkeitsmenge an sich Störungen oder Unbequemlichkeiten verursacht, wie in der Augenhöhle, an den Augenlidern, am Präputium, an den Fingern usw.

Dabei ist zu beachten, daß diese konzentrierten Lösungen sehr erhebliche Fernwirkungen entfalten. Spritzt man irgendwohin eine kleine Menge einer solchen Lösung, so entsteht einige Zeit nachher

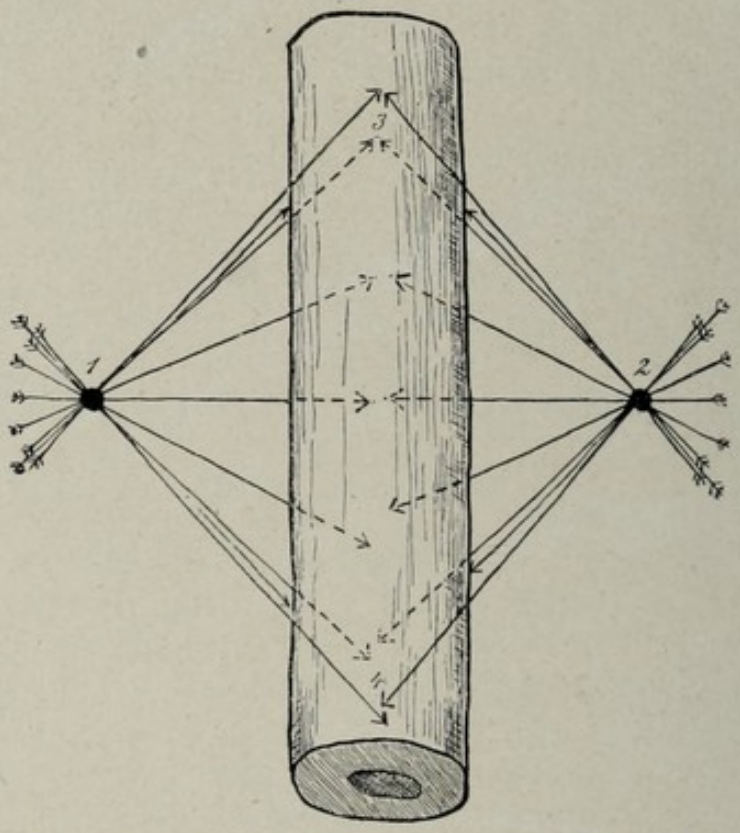


Abb. 37. Muldenförmige, einen Knochen einschließende Umspritzung.

Infiltrationsanästhesie nicht nur in dem Bezirk, der von der Lösung durchtränkt ist, sondern allseitig darüber hinaus, und die Nervenstämme werden auch unterbrochen, wenn sie in diesem Gebiet der sogenannten indirekten Infiltrationsanästhesie gelegen sind. Hiervon wird in der Praxis weitgehender Gebrauch gemacht.

Die mit der Umspritzung des Operationsfeldes oft zu verbindende perkutane Betäubung einzelner großer Nervenstämme erfordert besondere Maßregeln. Man muß sie durch typische Nadelführung möglichst genau zu treffen suchen.

Dies Aufsuchen der Nervenstämme mit der Nadelspitze ist leicht

und zuverlässig überall da, wo die Lage des Nerven durch Knochenpunkte bestimmt ist, welche der Nadel zur Führung dienen können. Sie ist schwieriger, wo solche fehlen und der Nerv mitten in dicken Weichteilen gelegen ist. Einen sehr guten Anhalt bieten in jedem Falle die in die Peripherie ausstrahlenden Parästhesien, welche beim Berühren des Nerven mit der Nadel entstehen. Der Kranke muß also, wenn er geeignet ist, hierauf vor der Einführung der Nadel aufmerksam gemacht werden und muß „jetzt" sagen, wenn er die Parästhesien fühlt. Gelingt dies, so ist man sicher, daß die Nadelspitze sich an der richtigen Stelle befindet.

Für die Unterbrechung gemischter Nervenstämme erweist sich ein von Perthes*) angegebener kleiner elektrischer Apparat zuweilen als nützlich. Zur Punktion des Nerven bedient man sich dabei einer mit Isolierlack überzogenen Hohlnadel. Gleichzeitig wird ein sehr schwacher galvanischer oder faradischer Strom durch die Nadel geschickt. Sobald ihre Spitze den Nerven berührt, werden Zuckungen in den von ihm innervierten Muskeln ausgelöst.

Zur Unterbrechung großer Nervenstämme ist ebenfalls die Anwendung eines konzentrierten Betäubungsmittels, 1—5 ccm 2—4%iger Novokain-Suprareninlösung, zu empfehlen.

Wie lange man nach der Einspritzung auf die Unterbrechung warten muß, hängt ganz davon ab, wie man den Nerven getroffen hat. Konnte man die Hohlnadel in den Stamm einführen, was z. B. bei den Trigeminusstämmen bei einiger Übung gewöhnlich gelingt, so tritt die Unterbrechung fast augenblicklich ein. Konnte man das Betäubungsmittel nur neben und um den Nerven spritzen, so vergehen bis zur Unterbrechung 5—20 Minuten.

Freigelegte Nervenstämme lassen sich sofort unterbrechen, wenn man in den Stamm etwas ½ oder 1%ige Novokain-Suprareninlösung spritzt. Es entsteht dabei eine spindelförmige Auftreibung des Nerven, welche auffallend schnell wieder verschwindet; die eingespritzte Flüssigkeit verläuft augenscheinlich nach beiden Seiten zwischen die Nervenfaserbündel. Daher kann es vorkommen, daß nach einer endoneuralen Einspritzung Zweige des Nerven mit unterbrochen werden, welche proximal von der Einspritzungsstelle den Stamm bereits verlassen haben. Bei Einspritzung in Nervenstämme ist ganz besonders darauf zu achten, daß die Lösung die vorschriftsmäßige Zusammensetzung hat, und daß namentlich ihr Kochsalzgehalt weder zu hoch noch zu niedrig ist. Denn

*) Bezugsquelle: C. G. Heynemann in Leipzig.

die Nervenfasern sind sehr empfindlich gegen Quellung und Wasserentziehung (s. Abschn. 5) und können durch sie dauernd geschädigt werden.

Aus diesen elementaren Handgriffen nun setzen sich die an den einzelnen Körperteilen brauchbaren Betäubungsverfahren zusammen.

Welcher Art die operativ zu behandelnde Erkrankung ist, welche in einem auf die beschriebene Art, durch Infiltration, Umspritzung, Unterbrechung von Nervenstämmen unempfindlich gemachten Operationsfeld gelegen ist, ob es sich um eine Verletzung handelt, die versorgt werden soll, oder um einen Fremdkörper, der zu entfernen ist, um eine entzündliche Erkrankung oder um eine Neubildung, ist an sich gleichgültig.

Man soll nur bedacht sein, stets ein reichlich großes, alle Möglichkeiten einschließendes Operationsfeld unempfindlich zu machen, um bei der Operation einen gewissen Spielraum zu haben und nicht beschränkt zu sein. Deshalb lege man die Umspritzungsebenen niemals knapp in die Nähe der Schnittlinien. Daß man sich von erkrankten Geweben stets fernhalten muß, Einspritzungen in erkrankte Gewebe unzulässig sind, wurde wiederholt betont. Das gilt ganz besonders von den septischen Erkrankungen. Einen ganz umschriebenen Furunkel darf man pyramidenförmig umspritzen, wenn man sich ganz außerhalb der entzündeten Gewebe hält, diffuse Phlegmonen eignen sich nur für die örtliche Betäubung, wenn Nervenunterbrechung fern vom Operationsfeld möglich ist. Im allgemeinen ist für die Spaltung von Furunkeln und Phlegmonen der Äther- oder Chloräthylrausch der örtlichen Betäubung vorzuziehen. Bösartige Neubildungen bilden durchaus keine Gegenanzeige gegen die Anwendung der örtlichen Betäubung, wenn sich das ganze Operationsfeld ausschalten läßt, ohne daß Einspritzungen in die nächste Nachbarschaft der Neubildung nötig sind. Beim Ausschneiden von zystischen Tumoren, Retentionszysten, Schleimbeuteln und dergleichen empfiehlt sich zuweilen eine Abweichung von der Regel, die zur örtlichen Betäubung nötigen Einspritzungen tunlichst vor Beginn der Operation vorzunehmen, wenn das mit Schwierigkeiten verbunden ist. Man macht in diesem Falle zunächst nur die äußerlich zugängliche Hälfte der Zyste unempfindlich, schneidet sie auf und infiltriert ihre Umgebung von der Innenfläche her, bevor man den Rest des Zystensacks ausschält. Nach Ausführung der sekundären Einspritzungen muß man natürlich eine Weile warten.

Dagegen hängt die beste Art der Betäubung der Operationsfelder

in hohem Grade von dem Körperteil ab, in dem das Operationsfeld liegt und von seiner Innervation, wie sich aus den folgenden Abschnitten ergeben wird.

Die schon S. 172 erwähnte Betäubung der Synovialmembranen bei aseptischen Gelenkoperationen, sowie die Betäubung von Knochenbrüchen und Verrenkungen nach Quénu und Lerda wird im 16. Abschnitt besprochen.

---

11. Die Operationen am Kopfe.

Die sensible Innervation des Kopfes wird zum größten Teil durch den N. trigeminus vermittelt. In der Hinterhauptgegend, in der Gegend des äußeren Ohres und am unteren Rand des Unterkiefers beteiligen sich spinale Nerven (N. occipitalis major und minor, N. auricularis magnus, N. cutaneus colli) an der Innervation der Kopf- und Gesichtshaut. Der N. trigeminus innerviert außer der Gesichtshaut auch die Knochen und Höhlen des Gesichtsschädels und die in ihnen liegenden Organe. Zungengrund und Pharynx, Mittelohr und inneres Ohr werden vom N. glossopharyngeus versorgt, während der N. vagus sich an der sensibeln Innervation des äußeren Gehörganges und des Trommelfells beteiligt.

A. Operationen am behaarten Kopf und der Stirn. Schädeloperationen.

Wie aus Abb. 38 ersichtlich ist, treten die sensibeln Nerven, welche die Haut der Stirn, der Schläfengegend und des behaarten Kopfes versorgen, sämtlich ungefähr in einer die Augenbrauen mit der Protuberantia occip. externa verbindenden, den Schädel umkreisenden Linie durch die Faszie unter die Haut bzw. unter die Galea. Sie streben von da nach der Scheitelhöhe, wo sie ihre Endausbreitung finden, verlaufen in diesem ganzen Gebiet subkutan bzw. subgaleal, und sind deshalb durch Umspritzung eines Bezirks von beliebiger Größe sehr leicht zu unterbrechen. Die gleichen Nerven innervieren aber keineswegs nur die bedeckende Haut und Galea, sondern auch die Knochen des Schädeldachs und ihr Periost. Die Dura mater ist nur gegen die Schädelbasis hin schmerzempfindlich, während im Gehirn durch die bei Ope-

rationen in Betracht kommenden Reize niemals irgend welche Schmerzempfindungen auszulösen sind (S. 25). Daher genügt die einfache subkutane oder subgaleale Umspritzung eines Operationsfeldes zur Ausführung von Schädeloperationen fast beliebigen Umfanges und von Gehirnoperationen. Nur da, wo Muskelschichten die Schädelknochen bedecken, muß im Bereich der Umspritzungslinie auch ein Streifen dieser Muskeln mit der betäubenden Lösung infiltriert werden. Die Umspritzung in einer Linie, welche vorn quer durch die Augenbrauen verläuft und sich beiderseits oberhalb der Ohrmuscheln zum Hinterhaupt erstreckt, macht das ganze Schädeldach unempfindlich. Die neueren Betäubungsmittel erlauben uns, sorglos Umspritzungen von dieser Ausdehnung vorzunehmen. Subperiostale Einspritzungen sind niemals nötig und haben keinen Zweck.

Abb. 38.
Durchtrittsstellen der Kopfnerven durch die Faszie unter die Haut und Galea.
1 N. frontalis. 2 N. supraorbitalis. 3 N. zygomatico-temporalis (Trigeminus II). 4 N. auriculo-temporalis (Trigeminus III). 5 N. auricularis magnus. 6 N. occipitalis minor. 7 N. occipitalis major. 8 N. supra- und infratrochlearis. 9 N. infraorbitalis. 10 Ramus nasalis ext. Nervi ethmoidalis. 11 N. mentalis.

Die Umspritzung mit Novokain-Suprareninlösung dient nun nicht allein der Betäubung. Die das Schädeldach versorgenden Arterien verlaufen in gleicher Weise, wie die Nerven radiär zur Scheitelhöhe aufsteigend. Sie liegen wie diese subkutan, subgaleal, oder wie die A. temporalis, dicht über dem Jochbogen, noch in den den Schädel bedeckenden dünnen Muskeln. Sie verengern sich daher unter dem Einfluß des Suprarenins im Bereich der Umspritzungslinie, und das Operationsfeld wird nicht nur unempfindlich, sondern auch blutleer. Die örtliche Betäubung bei Schädeloperationen macht deshalb anderweitige blutsparende Maßnahmen überflüssig, wie die Umstechung allein (Heidenhain) oder in Verbindung mit gekrümmten Metallplatten (Kredel) oder die Abklemmung der Wundränder mit federnden Klemmen (Vorschütz). Zu einer völligen Unterbrechung des Blut-

stroms führt die Umspritzung selbstverständlich nicht und darf sie nicht führen. Die größeren Arterien bluten wenig und müssen gefaßt und unterbunden werden, die Blutung aus den kleinen Gefäßen dagegen fehlt. Nach meinen Erfahrungen genügt dies Verfahren bei allen Schädeloperationen und steht den übrigen, viel umständlicheren Methoden der vorläufigen Blutstillung keineswegs nach.

Ich verwende zur Umspritzung am Schädel stets 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Die ½%ige Lösung enthält für die sehr blutreichen Gewebe zu wenig Suprarenin, wodurch es zu vollständigen Versagern kommen kann.

Hirnpunktion.

Man macht eine Hautquaddel an der Stelle, wo punktiert werden soll. Man sticht die Hohlnadel nun durch die Quaddel senkrecht auf den Knochen und entleert einige Kubikzentimeter der betäubenden Lösung, worauf sich die Haut in Form einer kleinen Beule emporhebt.

Mit dieser Einspritzung senkrecht auf den Knochen beginnt jede Umspritzung am Schädel, welche man sich dadurch erheblich erleichtert.

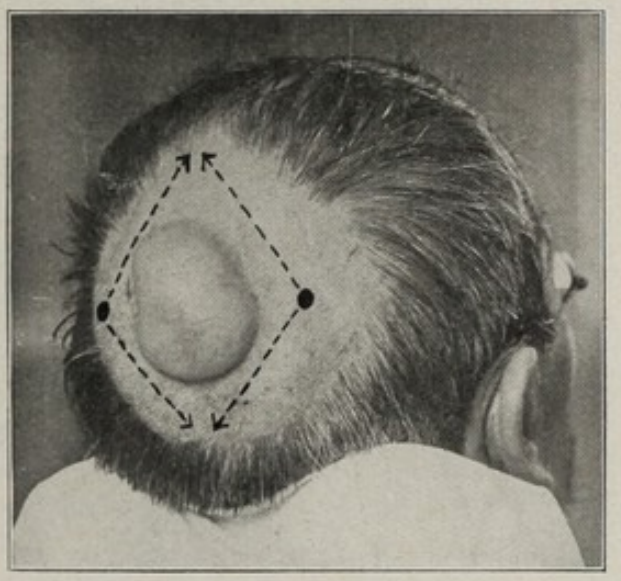


Abb. 39. Umspritzung eines Atheroms am Schädel.

Ausschälen eines Atheroms.

Es werden zwei Einstichpunkte bezeichnet, welche ungefähr den Enden des beabsichtigten Schnitts entsprechen (Abb. 39). Von ihnen aus spritzt man in rhombischer oder quadratischer Form 10 bis 20 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung in der Richtung der punktierten Linien.

Versorgung einer größeren Weichteilverletzung oder eines offenen Schädelbruchs.

In der Umgebung der Verletzungsstelle werden eine Anzahl von Einstichpunkten durch Quaddeln bezeichnet, welche das Operationsfeld einschließen, in dem Beispiel (Abb. 40) sechs. Sie dürfen nicht weiter

auseinanderliegen als die Krümmung des Schädels das geradlinige Vorschieben der Hohlnadel unter der Galea gestattet. Von den Einstichpunkten aus wird das lockere subgaleale Gewebe in Form eines das Operationsfeld einschließenden schmalen Streifens in der Richtung der punktierten Linie mit 1%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Nach der Einspritzung erhebt sich die Haut über dem infiltrierten Streifen in Form eines schmalen Walls über die Oberfläche der umgebenden Haut. Nach 1—2 Minuten verschwindet aber dieser Wall wieder. Auf eine Strecke von 5 cm Länge sind etwa 5 ccm Lösung

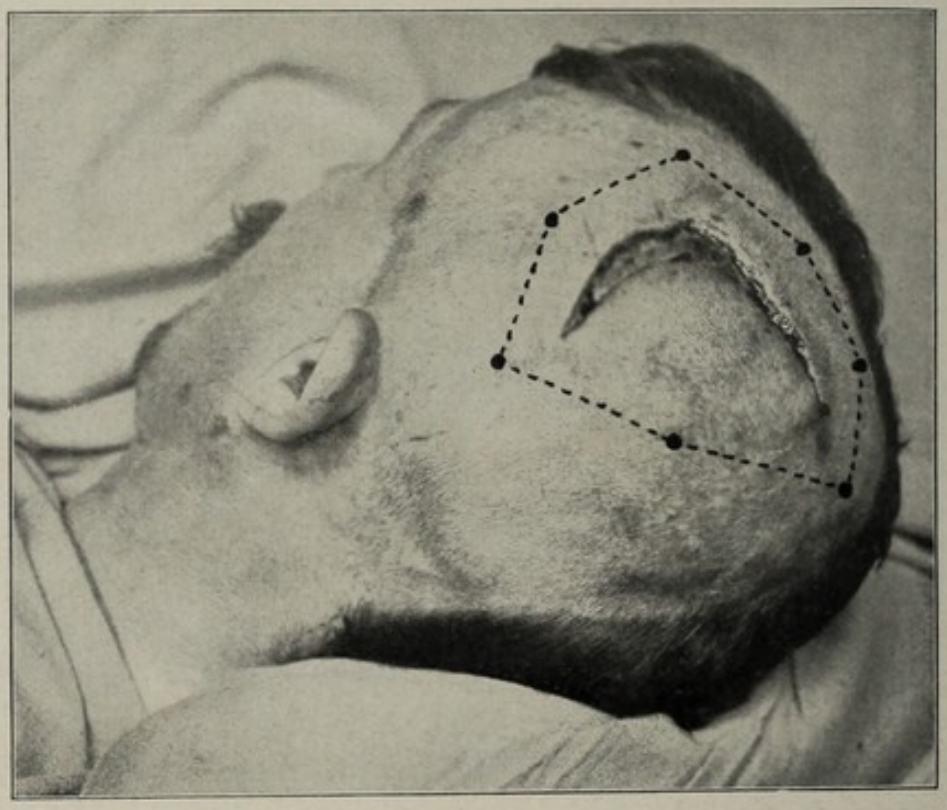


Abb. 40. Umspritzung eines offenen Schädelbruchs.

einzuspritzen. In dem Beispiel sind dementsprechend ungefähr 40 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung verbraucht worden. Die Umspritzungslinie ist in jedem Falle so anzulegen, daß alle erforderlichen Hilfsschnitte, mögen sie zur Erweiterung der Wunde oder zur plastischen Deckung von Defekten dienen, von vornherein mit eingeschlossen sind. Die Unempfindlichkeit des Operationsfeldes ist schon nach wenigen Minuten vollendet.

Bei schweren Kopfverletzungen ist natürlich jede Betäubung überflüssig, wenn der Kranke komatös ist, während bei halb benommenen und tobenden Kranken die Narkose wenigstens vorübergehend zu Hilfe

genommen werden muß. Aber auch in diesen Fällen wenden wir der Blutleere des Operationsfeldes wegen regelmäßig die Umspritzung an. Für die Versorgung der meisten Schädelverletzungen ist die Narkose überflüssig.

Ausschneiden eines Kankroids der Kopfhaut mit Schädelresektion.

Die Neubildung wurde nach Umschneidung im Zusammenhang mit einer Knochenscheibe von 7,5 cm Durchmesser entfernt. Die Dura war, wie immer in dieser Gegend, unempfindlich. Abb. 41 zeigt die Kranke nach der Heilung. Der Hautdefekt ist durch Epithelüberpflanzung gedeckt. Der Fall stammt noch aus der Kokainzeit (1905) und dürfte wohl der erste sein, in dem eine derartige Schädelresektion in örtlicher Betäubung ausgeführt wurde. Zur Umspritzung dienten, wie die Abbildung zeigt, sechs Einstichpunkte und 30 ccm 0,2%ige Kokainlösung mit 0,1 mg Suprarenin. Jetzt würde man 30 bis 50 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung benötigen.

Abb. 41. Schädelresektion wegen Kankroid. (Umspritzungsfigur.)

Ausgedehnte Schädelresektion mit Duraersatz und Hautlappenplastik.

Es handelte sich um ein großes Sarkom der rechten Seite des Schädeldachs, vom Periost ausgehend, mit der Haut verwachsen (Abb. 42). Der nach dem Ausschneiden entstehende Hautdefekt sollte durch einen großen, der linken Kopfseite entnommenen, in der Hinterhauptgegend gestielten Hautlappen primär gedeckt, von einem primären Ersatz des Knochendefekts dagegen sollte abgesehen werden. Zu diesem Zweck wurde ein nahezu das ganze Schädeldach umkreisender Streifen infiltriert. In Abb. 42 ist nur die Hälfte der Einstichpunkte und des Streifens zu sehen. Oberhalb des Jochbogens und am Hinterhaupt wurde nicht nur subkutan, sondern auch intramuskulär ein-

gespritzt, wie das im nächsten Beispiel genauer beschrieben ist. Verbraucht wurden 75 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung.

Die nun folgende Operation (1911) war schmerzlos und ohne nennenswerten Blutverlust auszuführen. Die Haut wurde im Umkreis des Tumors umschnitten, in gleichem Umfang wurde der Knochen mittels des Borchardtschen Pflugs und der Sudeckschen Fräse und schließlich die Dura durchtrennt, welche mit dem Tumor verwachsen war. Wie regelmäßig in dieser Gegend, löste die Dura in der Schläfengegend dicht über dem Jochbogen leichte Schmerzempfindungen aus,

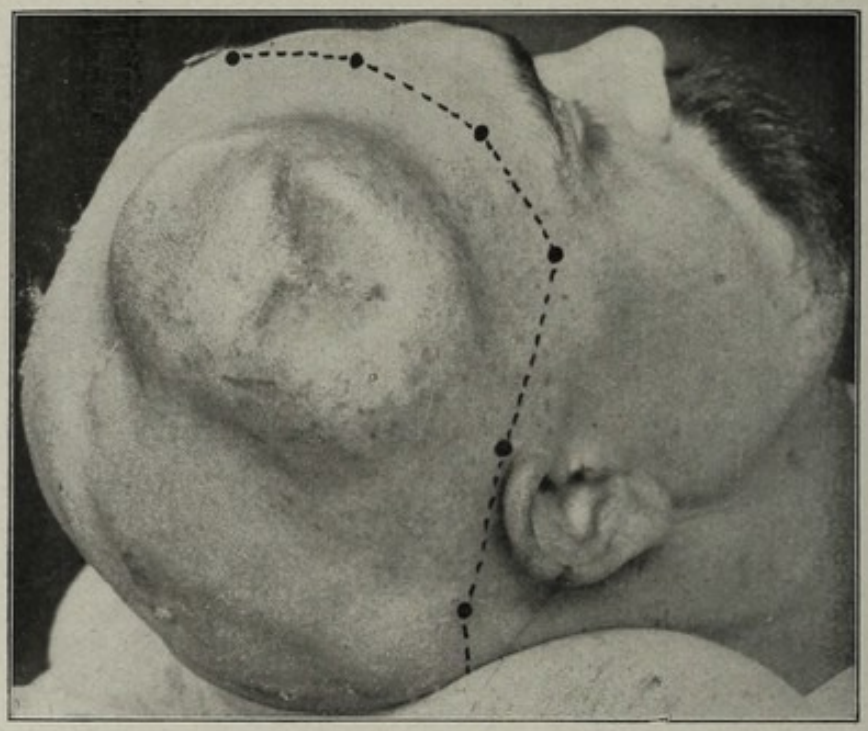


Abb. 42.
Sarkom des Schädeldachs 1. Umspritzungsfigur, von der nur eine Hälfte zu sehen ist. Die andere Hälfte schließt den zur Plastik bestimmten Lappen ein.

während sie weiter nach dem Scheitel hin gefühllos war. Abb. 43 zeigt den entfernten Tumor; zu sehen ist das ihm anhaftende, ausgeschnittene Stück der Dura. Abb. 44 zeigt den Kranken nach der Entfernung des Tumors; man sieht die freiliegende, durch den Druck des Tumors abgeflachte Hirnoberfläche. Abb. 45 zeigt den Kranken, nachdem der nach hinten herunterhängende große Hautlappen abgelöst, und nachdem der Defekt der Dura durch ein in örtlicher Betäubung dem Kranken entnommenes Stück der Fascia lata ersetzt ist. Der Kranke sitzt ohne Unterstützung auf dem Operationstisch, um sich

photographieren zu lassen. Nur der Kopf wird von einem Assistenten zu diesem Zweck festgehalten. Den Schluß der Operation bildete das Einnähen des Hautlappens in den Defekt der rechten Hälfte der Kopfhaut und die Deckung des sekundären Hautdefekts durch Epitheltransplantation in örtlicher Betäubung. Abb. 46 zeigt den Kranken schließlich nach der Heilung, welche ungestört vonstatten ging bis auf eine kleine Randgangrän am vorderen Rande des Hautlappens. Obwohl also hier die transplantierte Faszie eine Zeitlang frei lag, blieb sie doch erhalten und bedeckte sich mit Epithel.

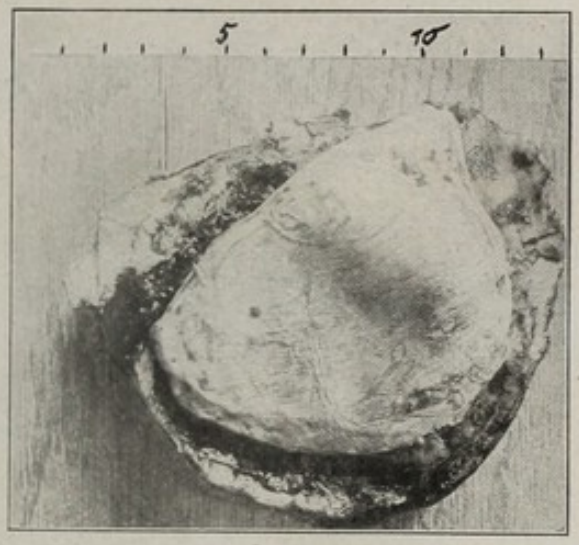


Abb. 43. Sarkom des Schädeldachs 2. Der entfernte Tumor.

Ohne weitere Worte erkennt man an den während der Operation aufgenommenen Photogrammen die Beschränkung der Blutung durch die Anwendung der örtlichen Betäubung.

Abb. 44.
Sarkom des Schädeldachs 3. Der Operierte nach Entfernung des Tumors.

Schädelresektionen in der Schläfengegend.

Ich habe solche häufig in örtlicher Betäubung ausgeführt, meist zur Ausräumung von epiduralen Hämatomen dieser Gegend, einmal zur Entfernung eines Fremdkörpers (ein Stück Mützenschirm!), der genau im Sprachzentrum lag, worauf die entstandene motorische Aphasie

Abb. 45. Sarkom des Schädeldachs 4.
Der Kranke nach ausgeführter Faszientransplantation in den Duradefekt und Ausschneiden des Hautlappens.

wieder zurückging. Immer wieder konnte man die Beobachtung machen, daß die Dura gegen die Schädelbasis hin deutliche, wenn auch mäßige Schmerzempfindlichkeit besitzt.

Abb. 47 zeigt die Anordnung der Einstichquaddeln und die Umspritzungsfigur zur Ausschneidung eines Hautknochenlappens in der Schläfengegend. Der Punkt 1 liegt in der Mitte des oberen Jochbogenrandes und von ihm aus ist 1%ige Novokain-Suprareninlösung nicht nur subkutan in der Richtung der punktierten Linie einzuspritzen, sondern es muß auch ein Querschnitt des Schläfenmuskels nach dem

Schema Abb. 48 infiltriert werden. Die Abbildung zeigt einen schematischen, horizontalen, also dem oberen Jochbeinrande parallel verlaufenden Querschnitt durch Haut, Schläfenmuskel und Schläfenbein mit der Quaddel 1 als Einstichpunkt. Von ihm aus wird die Hohlnadel zuerst senkrecht zur Hautoberfläche bis auf den Knochen eingestochen (Pfeil 1), dann in schräger Richtung gegen den vorderen und hinteren Rand des Schläfenmuskels wieder bis auf den Knochen (Pfeil 2), immer in der gleichen horizontalen Ebene, endlich in noch schrägerer Richtung in das Unterhautzellgewebe (Pfeil 3), der subkutanen Einspritzung vom Punkt 2 und 6 (Abb. 47) entgegen. Für die Einspritzung von Punkt 1 braucht man zirka 30 ccm, für die subkutane Umspritzung des Operationsfeldes nochmals etwa 30 ccm, im ganzen also mindestens 60 ccm Flüssigkeit.

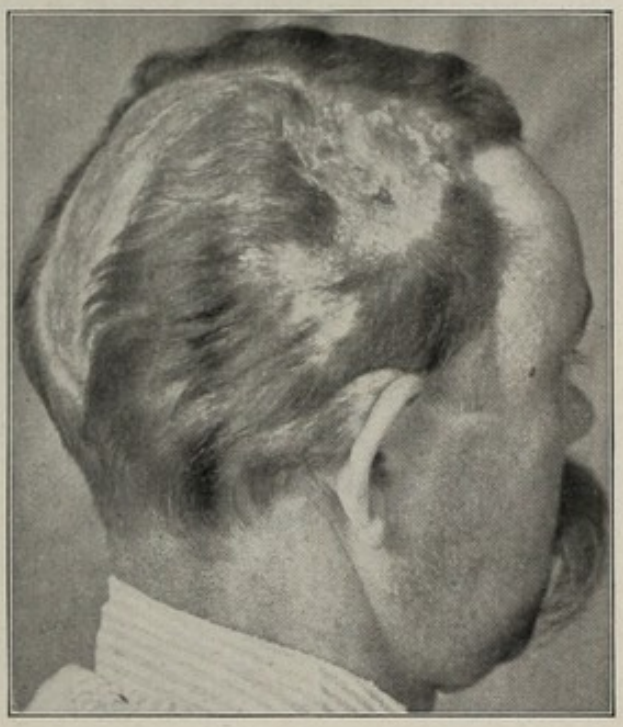


Abb. 46. Sarkom des Schädeldachs 5. Der Kranke nach der Heilung.

Krause hat kürzlich über eine in örtlicher Betäubung ausgeführte Ausschneidung des Ganglion Gasseri berichtet. Sie war unter Zuhilfenahme von Pantopon-Skopolamin gut auszuführen. Es empfiehlt sich, bei Operationen in dieser Gegend der Umspritzung des Operationsfeldes die Unterbrechung des N. mandibularis am Foramen ovale oder die Einspritzung ins Ganglion Gasseri nach Härtel vorauszuschicken. Für die Ausschneidung des Ganglion Gasseri werden diese Verfahren freilich wohl nicht mehr in Betracht kommen. Denn wenn es gelingt, die Trigeminusstämme an ihren Austrittsstellen oder das Ganglion zu punktieren, so wird man sie mit Alkohol zerstören und die Ausschneidung des Ganglions unterlassen.

Die Freilegung des Kleinhirns.

Ich habe sie*) achtmal in Lokalanästhesie ausgeführt, stets ohne irgend welche Schmerzen für die Kranken, und habe schon früher

*) bis 1913.

(I, 4) zwei Krankengeschichten mitgeteilt. Die gleichzeitig gewonnene Suprareninanämie ist für diese Operation von der allergrößten Be-

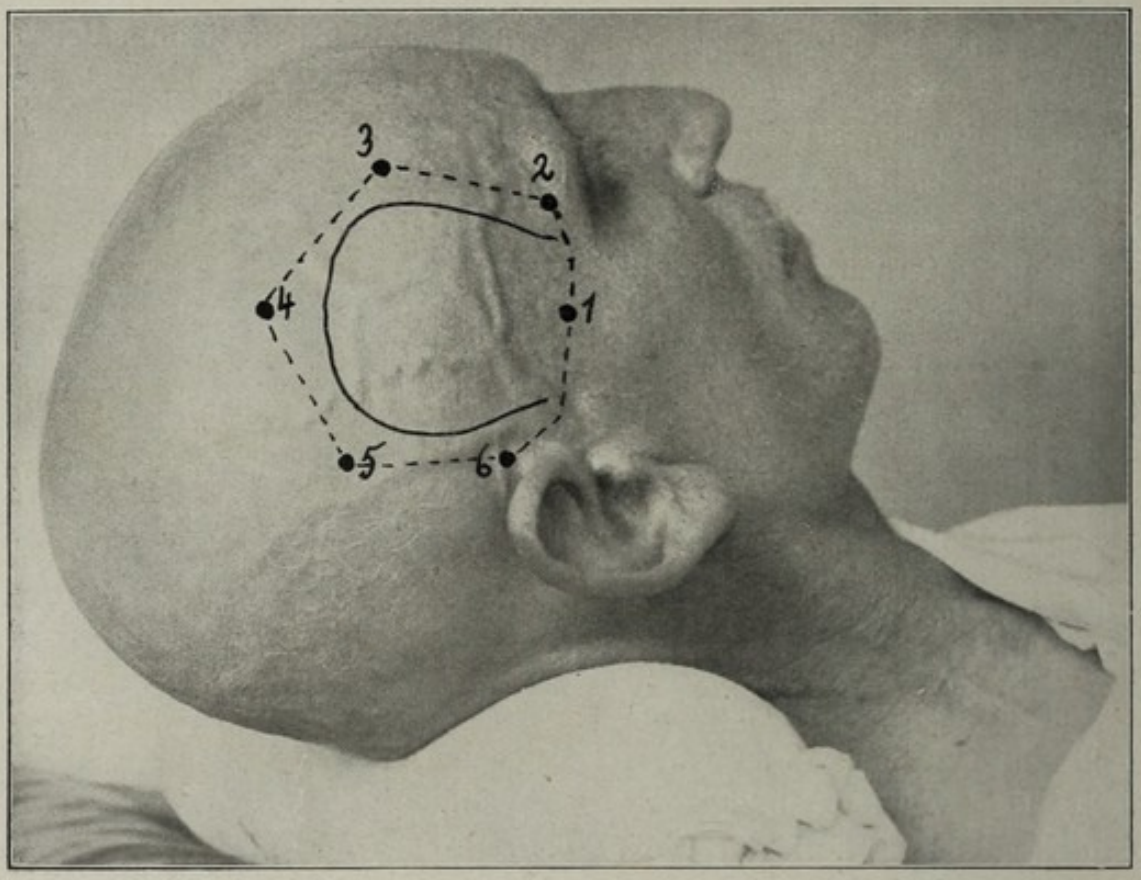


Abb. 47.
Einstichquaddeln, Umspritzungsfigur und Hautschnitt bei Schädelresektionen in der Schläfengegend.

deutung. Sie hat zur Folge, daß man niemals genötigt ist, die der Schädeleröffnung folgenden intrakraniellen Eingriffe auf eine zweite Sitzung zu verschieben. Abb. 49 zeigt die Anordnung der Einstichquaddeln und die Schnittführung für die Freilegung beider Kleinhirn-

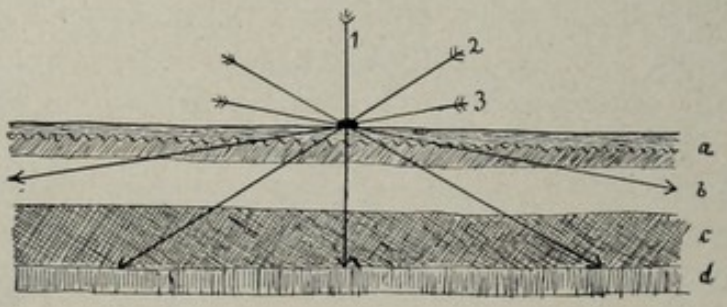


Abb. 48.
a Haut. *b* Unterhautzellgewebe. *c* Querschnitt des Schläfenmuskels. *d* Schläfenbein.

hemisphären. Es empfiehlt sich, von diesem Schema auch dann nicht abzugehen, wenn man beabsichtigt, nur eine Kleinhirnhälfte zugänglich zu machen. Die Punkte 3 und 9 liegen dicht hinter der Basis des Warzenfortsatzes. Von diesen beiden Punkten, sowie von 1, 2 und 10 werden die erforderlichen Einspritzungen in die Nackenmuskeln ausgeführt. Der Zweck dieser Einspritzung ist, eine in ihrer Form und Lage durch die Einstichpunkte gekennzeichnete muldenförmige Muskel-

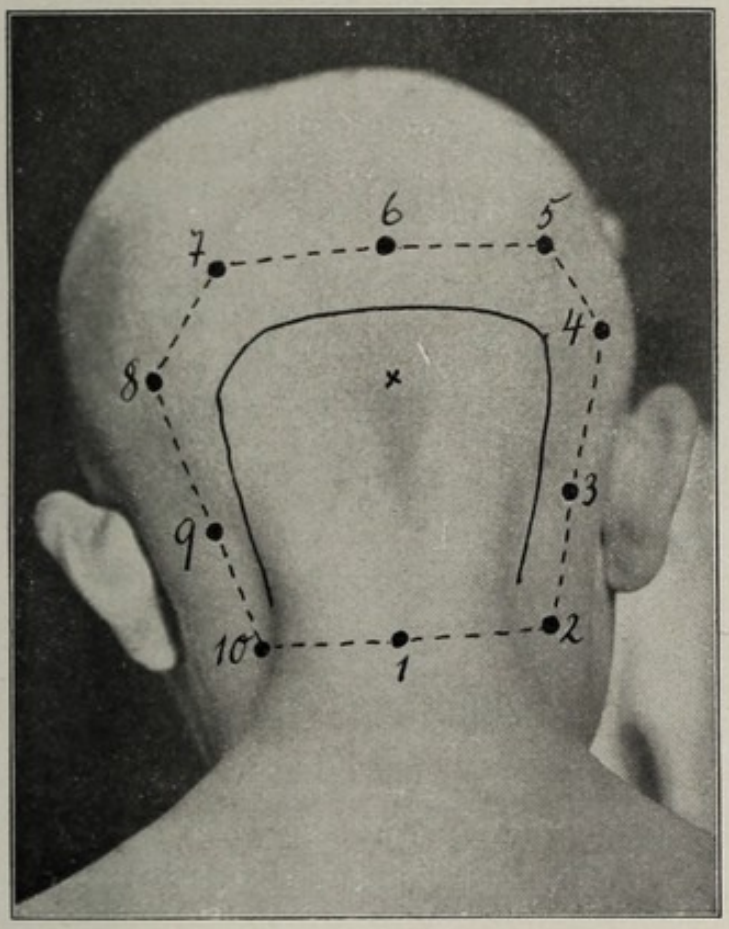


Abb. 49.
Umspritzungsfigur und Einstichquaddeln zur Freilegung der Kleinhirnhemisphären.

schicht, welche das Operationsfeld gleichsam vom übrigen Körper abtrennt, mit Suprareninlösung zu durchtränken. In das Operationsfeld wird nichts eingespritzt. Hieraus und aus dem Vergleich mit der Schläfenmuskelinfiltration (Abb. 48) ergibt sich wohl die mit Worten sehr schwer zu beschreibende Führung der Nadel, deren Spitze allenthalben bis an die Querfortsätze der Halswirbel und das Okziput vordringen muß. Es folgt die Verbindung sämtlicher Einstichquaddeln durch subkutane Einspritzung. Verbraucht werden 100—120 ccm der Lösung,

mehr als die Hälfte geht auf die Injektionen in die Nackenmuskeln ab. Ich habe hierbei stets ½%ige Novokain-Suprareninlösung gebraucht und mit ihr vollendete Anästhesie und Anämie erhalten. Die Dura der hinteren Schädelgrube, welche ich nach meinen früheren Erfahrungen für unempfindlich hielt, zeigte in den zwei letzten Fällen von operierten Kleinhirntumoren sehr deutliche, in dem einen Falle sogar sehr erhebliche Schmerzempfindlichkeit beim Kneifen und Durchschneiden. Das Kleinhirn selbst ist, wie alle übrigen Hirnteile, unempfindlich.

Bei den Schädelresektionen in örtlicher Betäubung ist die Anwendung des Meißels soweit als irgend tunlich zu beschränken. Denn das Meißeln ist die einzige für die Kranken sehr unangenehme Behandlung. Das ist um so mehr zu beachten, als der Gebrauch von Morphium, Pantopon, Skopolamin u. dgl. bei Kranken mit Hirnverletzungen und raumbeengenden Hirnerkrankungen wegen der ungünstigen Wirkung dieser Mittel auf das Atemzentrum zu vermeiden ist. Beschränkt man das Instrumentarium auf Sägen, den Borchardtschen Pflug, die Sudecksche Fräse, die Dahlgreensche Zange und Hohlmeißelzangen, so haben die Kranken bei Schädel- und Hirnoperationen in örtlicher Betäubung nicht viel zu leiden. Immerhin muß die psychische Verfassung der Kranken berücksichtigt werden. Zuweilen ist die Einschaltung kurzer und oberflächlicher Narkosen wünschenswert.

B. Operationen am Gehörorgan*).

Innervation.

An der Innervation der Ohrmuschel beteiligen sich N. auricularis magnus, auriculotemporalis, occipitalis minor und Ramus auricularis N. vagi. Den häutigen und knöchernen Gehörgang, sowie die äußere Fläche des Trommelfells, versorgen Zweige des N. auriculotemporalis und des R. auricularis N. vagi, welche von vorn und hinten am Übergang des häutigen in den knöchernen Gehörgang in das Gehörorgan eintreten.

Die mediale Fläche des Trommelfells, die Schleimhaut der Paukenhöhle, des Recessus epitympanicus und der Tuba Eustachii innerviert der R. tympanicus des N. glossopharyngeus.

*) Ich kann mich in diesem und einigen späteren Abschnitten auf eine eingehende Darstellung der örtlichen Betäubung bei den sogenannten spezialistischen Operationen nicht einlassen, da mir hierzu die persönliche Erfahrung abgeht.

Die Schleimhaut der Warzenfortsatzzellen und des Antrum tympanicum innerviert dagegen der N. spinosus aus dem N. mandibularis, der von der Schädelhöhle her durch die Fissura petrosquamosa in das Schläfenbein eintritt.

Die Betäubung des Trommelfells.

Das Trommelfell antwortet wegen seiner Epidermisbedeckung nur unvollkommen auf Betäubungsmittel (Kokain oder Alypin), die in den Gehörgang gebracht werden; sie setzen meist nur die Empfindlichkeit herab. Besser wirken Verbindungen mit Karbolsäure (Bonain). Hechinger empfiehlt folgende Zusammenstellung: Acid. carbol. liquef. 0,5, Kokain. muriat., Menthol aa 2,0, Spiritus 10,0. Das Trommelfell wird durch Auftupfen dieser Lösung, der Gehörgang durch Einlegen eines mit ihr getränkten Tampons unempfindlich. Parazentesen und Furunkelinzisionen sollen hierauf fast immer schmerzlos sich ausführen lassen. Tiefenthal spritzt zur Betäubung des Trommelfells behufs Parazentese 2—4 Tropfen 5—10%ige Kokain-Suprareninlösung mit einer feinen Nadel in die Paukenhöhle. Albrecht bedient sich der Kataphorese zur Betäubung des Trommelfells. Ein mit 20%iger Kokainlösung getränkter Wattebausch wird an der positiven Elektrode eines konstanten Stroms befestigt und an das Trommelfell gebracht. Nach 3—4 Minuten wird letzteres unempfindlich.

Die Betäubung des Gehörganges.

Völlige Unempfindlichkeit des Gehörganges erhält man leicht durch Einspritzung des Betäubungsmittels vor und hinter den häutigen Gehörgang unmittelbar am Knochen nach Gompertz, von Eicken und Laval. Man trifft dadurch die den Gehörgang innervierenden Zweige des N. vagus und auriculotemporalis.

Der Einstichpunkt liegt vor der Spitze des Warzenfortsatzes und hinter dem Ansatz des Lobulus auriculae. Während der Lobulus nach vorn und außen abgezogen wird, führt man die Hohlnadel auf der Vorderfläche des Warzenfortsatzes am Gehörgang vorbei bis zur Linea temporalis und spritzt 1—2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein. Ebenso führt man die Nadel vor dem Gehörgang vorbei und an der Rückseite des Kiefergelenks bis zum Jochbeinansatz (Abb. 50). Man spritzt jedesmal 1—2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein. Bei der Einspritzung nach vorn lassen v. Eicken und Laval den Mund weit

öffnen, damit das Gelenkköpfchen des Unterkiefers nach vorn rückt. Die Empfindlichkeit des Trommelfells wird herabgesetzt, aber nicht aufgehoben.

Die Betäubung der Ohrmuschel.

Durch subkutane Um- und Unterspritzung des ganzen Ohrmuschelansatzes von zwei Einstichpunkten aus (Abb. 51) mit ungefähr 20 ccm ½ oder 1%iger Novokain-Suprareninlösung wird die ganze Ohrmuschel unempfindlich.

Die Betäubung der Paukenhöhle.

Ist das Trommelfell zerstört, so wird die Schleimhaut der Paukenhöhle der Oberflächenwirkung konzentrierter (10—20%iger), in den

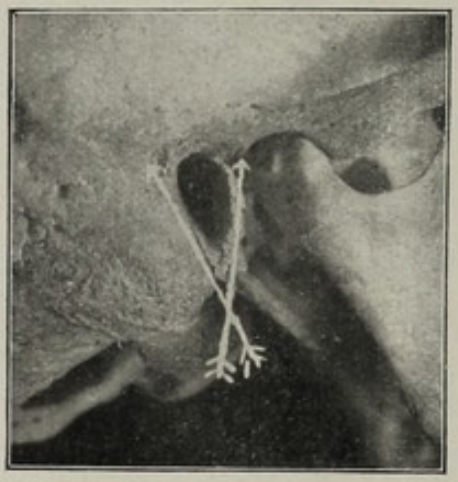


Abb. 50. Einspritzung nach von Eicken zur Betäubung des Gehörgangs.

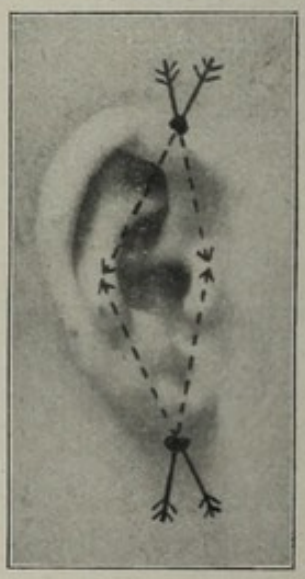


Abb. 51. Betäubung der Ohrmuschel.

Gehörgang eingeträufelter Kokain- oder Alypinlösungen zugänglich. Die verwickelte Form der Höhle und die Schwierigkeit, das Betäubungsmittel überall in wirksame Berührung mit der Schleimhaut zu bringen, beeinträchtigt nicht selten den Erfolg. Tiefenthals Einspritzungen durch das unverletzte Trommelfell hindurch wurden schon erwähnt.

Neumann wies nach, daß eine Flüssigkeit, welche so eingespritzt wird, daß die Auskleidung der oberen Wand des knöchernen Gehörganges sich vom Knochen abhebt, unter die Trommelfell- und Paukenschleimhaut gelangen muß und auf diese Weise Unempfindlichkeit des Trommelfells und der Pauke zu erzielen ist. Neumann beschreibt die Einspritzung folgendermaßen:

Die Punktionsnadel wird in die obere Wand des knorpeligen Gehörgangs, ½—1 cm vom Beginn des knöchernen Teils entfernt, eingestochen und bis unter das Periost vorgeschoben. Die Stelle der Einspritzung kann dadurch leicht gefunden werden, daß bei Hebung und Senkung der Ohrmuschel der bewegliche, knorpelig-membranöse Teil sich vom fixen, knöchernen durch eine Art Falte scharf abhebt, welche der Grenze des knorpelig-membranösen und des knöchernen Teils entspricht. Ein weiterer Anhaltspunkt für die Grenze beider Gehörgangsabschnitte ist der matte Glanz des knorpeligen Teils im Gegensatz zu der glänzenden Oberfläche des knöchernen Teils. Nach Festlegen der Einspritzungsstelle wird die Nadel in schräger Richtung nach oben bis auf die obere knöcherne Gehörgangswand eingestochen und unter mäßigem Druck die betäubende Lösung eingespritzt. Wartezeit von 10 Minuten.

Das Neumannsche Verfahren wurde in Politzers Klinik mit sehr gutem Erfolge zu intratympanalen Operationen, wie Hammer-Amboßextraktion u. dgl. verwendet. Gompertz, Thies, Halacz, Barany, Harley bestätigen, daß mittels der Neumannschen Einspritzungen, zumal in Verbindung mit der Oberflächenanwendung starker Betäubungsmittel, eine gute Unempfindlichkeit des Trommelfells und der Paukenhöhle zu erzielen ist.

Die Aufmeißelung des Warzenfortsatzes, die Eröffnung des Antrum tympanicum und die Radikaloperation.

Wir behandeln zunächst die umfangreichste dieser Operationen, die Radikaloperation, da sich das für die weniger umfangreichen Eingriffe einzuschlagende Verfahren alsdann von selbst ergibt.

Der Versuch Alexanders, mit Hilfe der Schleichschen Infiltrationsanästhesie die Radikaloperation auszuführen, hat keine Nachahmer gefunden. Erst die Arbeiten von Neumann haben einen Fortschritt in dieser Hinsicht gebracht. Es handelt sich darum, die Umspritzung des Gehörganges nach v. Eicken und Laval und die Einspritzung Neumanns zur Betäubung des Trommelfells und der Paukenhöhle (s. oben) zu verbinden mit der Betäubung der Ohrmuschel und der den Schädel bedeckenden retroaurikulären Weichteile. Kulenkampff hat dieses Verfahren selbst an einer Reihe von 30 Radikaloperationen studiert, wir können also über die Ergebnisse ein eigenes Urteil abgeben. Ich empfehle folgendes Vorgehen, das sich grundsätzlich durchaus an dasjenige Neumanns anschließt.

Wir beginnen damit, in den Gehörgang des Kranken, dessen Kopf auf der gesunden Seite liegt, einige Tropfen 20%iger Alypin- oder Kokainlösung mit Suprareninzusatz einlaufen zu lassen. Die Lösung gelangt, da das Trommelfell wohl immer zerstört ist, in die Pauken-

höhle und kann während der folgenden Maßnahmen auf sie wirken. Im übrigen ist Kokain überflüssig.

Es folgt die Umspritzung des ganzen Operationsfeldes etwa in der in Abb. 52 wiedergegebenen Weise von drei oder vier Einstichpunkten. Dazu braucht man gegen 40 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung, deren größere Hälfte am unteren Umfange des Operationsfeldes einzuspritzen ist, wo N. occipitalis und N. auricularis magnus in dasselbe eintreten. Weitere Einspritzungen auf den Knochen in der Schnittlinie, wie Neumann sie empfiehlt, sind nicht nötig. Das Photogramm (Abb. 53) ist unmittelbar nach ausgeführter Umspritzung hergestellt, um den durch die eingespritzte Flüssigkeit gebildeten Wall kenntlich zu machen. Einige Minuten später verschwindet dieser Wall.

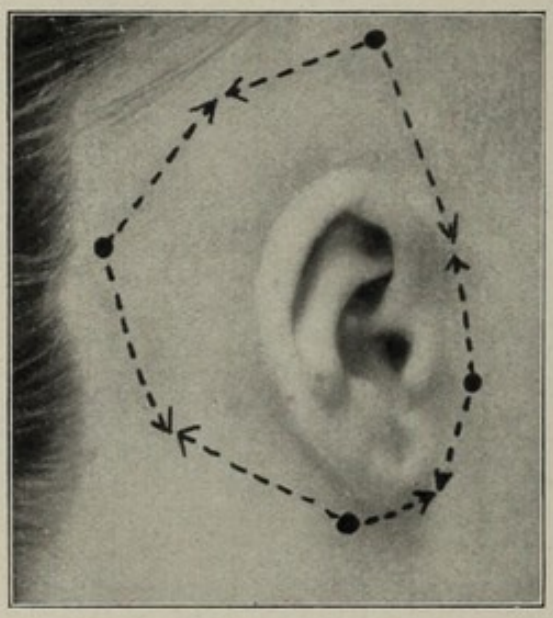


Abb. 52. Umspritzung des Operationsfeldes zur Radikaloperation.

Daran schließt sich die Betäubung des Gehörganges, die wir meist in folgender Weise ausgeführt haben. Man bezeichnet einen Einstichpunkt hinter dem Gehörgang (Abb. 54) und spritzt mit feiner Hohlnadel, die man bei nach vorn gezogener Ohrmuschel entlang der Vorderfläche des Warzenfortsatzes bis zum knöchernen Gehörgang einführt, 2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein. Die Einspritzung erfordert ziemlich starken Druck, und die Lösung verteilt sich ganz von selbst ringsum die Gehörgangswand. Es folgt die oben beschriebene Neumannsche Einspritzung (2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung) in die obere Gehörgangswand. Sie ist schmerzlos, weil der Gehörgang bereits unempfindlich wurde. Gewöhnlich haben wir auch noch von innen, d. h. vom Gehörgang aus, 1—2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung vor den Gehörgang eingespritzt.

Vollkommen unempfindlich ist nun nach sachgemäß ausgeführter Einspritzung der Weichteilschnitt, die Ablösung des Periosts, die Auslösung des häutigen aus dem knöchernen Gehörgang, die Gehörgangsplastik. Letztere führe ich, einer Anregung meines Assistenten Kulenkampff folgend, vor Beginn der Knochenoperation aus, wodurch das Operationsfeld überraschend gut zugänglich wird. Zieht man nach Aus-

führung der Gehörgangsschnitte einen Bindenzügel durch den Gehörgang, so kann mit seiner Hilfe, ohne Anwendung von Haken, Ohrmuschel und Gehörgang sehr bequem nach vorn gehalten werden. Völlig schmerzlos ist ferner die Aufmeißelung des Processus mastoideus und die Eröffnung des Antrums. Diese Teile scheinen überhaupt keine große Schmerzempfindlichkeit zu besitzen. Weniger zuverlässig ist die Unempfindlichkeit der Paukenhöhle. Man muß häufig nach der Auslösung des häutigen Gehörganges mit der Oberflächenanwendung von 20%iger Alypin- oder Kokain-Suprareninlösung nachhelfen. Die Gegend der Tube bleibt trotzdem meist etwas empfindlich. Von außer-

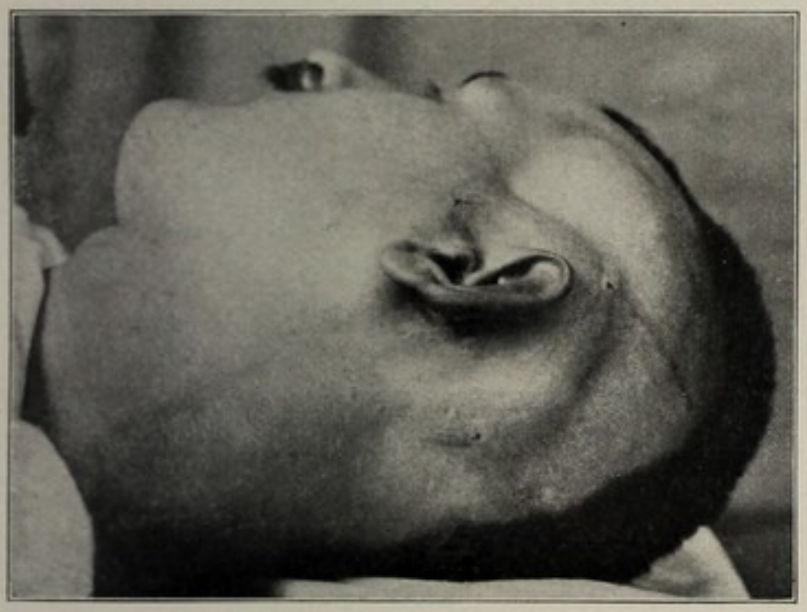


Abb. 53.
Aussehen des Operationsfeldes zur Radikaloperation unmittelbar nach der Umspritzung.

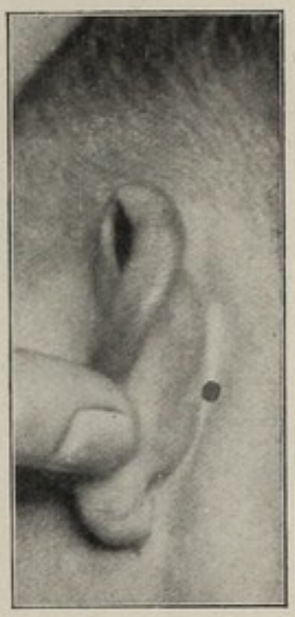


Abb. 54. Lage des Einstichpunktes zur Injektion hinter den Gehörgang.

ordentlich großem Vorteil ist aber die Blutleere des Operationsfeldes. Sie ermöglicht erst die erwähnte Gehörgangsplastik zu Beginn der Operation. Ein Übelstand ist die für die Kranken sehr unangenehme Anwendung des Meißels.

Sucht man aber die Kranken etwas aus, schaltet man sehr ängstliche und aufgeregte Personen aus, bereitet man sie in geeigneter Weise mit Morphium-Skopolamin vor, so kann man in der Tat einen Teil der Radikaloperationen zu voller Zufriedenheit der Kranken und des Operateurs in örtlicher Betäubung ausführen.

Die Aufmeißelung des Warzenfortsatzes und des Antrums ist in örtlicher Betäubung viel früher und häufiger gemacht worden, als die Radikaloperation (Reclus, Schleich, Scheibe, Thies, Alexander,

Neumann). Da es sich aber in diesen Fällen um die Behandlung akuter, septischer Eiterungen handelt, wo Einspritzungen in das Operationsfeld stets ihre Bedenken haben, so müssen meines Erachtens ganz bestimmte Umstände vorliegen, welche zuweilen einmal die Anzeige zur örtlichen Betäubung abgeben können. Jedenfalls ist sie bei der Radikaloperation öfter zu verwenden, als bei der akuten Otitis. Bei perforierten, phlegmonösen Eiterungen sind Einspritzungen natürlich ganz unzulässig.

Für die Eröffnung des Antrums kann die Neumannsche Gehörgangseinspritzung wegbleiben, im übrigen verfährt man wie bei der Radikaloperation. Für die einfache Aufmeißelung genügt die Infiltration der den Warzenfortsatz bedeckenden Weichteile.

Wir haben ohne Erfolg versucht, den N. glossopharyngeus an der Schädelbasis vom Munde aus zu unterbrechen. Dagegen hat Hirschel, anscheinend mit Erfolg, den N. glossopharyngeus und vagus durch eine Einspritzung zwischen Gelenkfortsatz des Unterkiefers und Warzenfort-Satz unterbrochen (XVI, 19). Ob es dabei gelingt, die hoch oben abgehenden, zum Gehörorgan ziehenden Zweige dieses Nerven zu treffen, bleibt abzuwarten.

C. Die Unterbrechung des N. trigeminus.

Die Unterbrechung eines oder mehrerer Äste des N. trigeminus ist nahezu bei allen Operationen im Bereich des Gesichtsschädels erforderlich, welche sich nicht allein auf Haut und Unterhautzellgewebe beschränken. Die Unterbrechung kann je nach Bedarf erfolgen, entweder an den Austrittsstellen der Nervenstämme an der Schädelbasis, im Verlaufe eines oder mehrerer ihrer Zweige, oder im Ganglion Gasseri.

Die Einspritzung an der Schädelbasis ist zuerst am Foramen rotundum von Matas (XI, 36), später auf Payrs Anregung von Bockenheimer in einem Falle ausgeführt worden. Weitere praktische Folgen haben aber diese ersten Versuche nicht gehabt und nicht haben können, weil ein geeignetes Betäubungsmittel fehlte. Als grundsätzliches Betäubungsverfahren bei Operationen am Gesichtsschädel ist die Unterbrechung der Trigeminusstämme von uns ausgearbeitet worden; die erste Mitteilung und Beschreibung zahlreicher Operationen hat mein Assistent Peuckert veröffentlicht. Eine wesentliche Förderung hat die Sache unterdessen durch die Einführung der Schlösserschen Alkoholinjektionen bei Trigeminusneuralgien und die Arbeiten Härtels erfahren. Offerhaus, dem wir wichtige Mitteilungen über die Einspritzungstechnik beim dritten Ast verdanken, ist erst auf dem Wege der Alkohol-

einspritzungen darauf gekommen, unabhängig von uns, auch betäubende Mittel zu operativen Zwecken in gleicher Weise einzuspritzen.

Für die zentralen Trigeminuseinspritzungen sind die langen, dünnen Hohlnadeln Nr. 5 und 6 (S. 216) erforderlich, deren Handhabung durch den Hohlnadelhalter (Abb. 18, S. 215) erheblich erleichtert wird.

Nervus ophthalmicus.

Seine peripheren Zweige an der Stirn sind zu treffen durch subkutane Einspritzung von 5—10 ccm 1%iger Novokain-Suprareninlösung in einem Streifen quer über die Augenbrauengegend. Abb. 55 zeigt die Ausbreitung der entstehenden Gefühllosigkeit nach einem Versuch. Der Umfang des unempfindlichen Feldes wechselt jedoch sehr. Man tut daher gut, von dem Grundsatz nicht abzugehen, an der Stirn und dem behaarten Kopf größere Operationsfelder stets ganz zu umspritzen.

Abb. 55.
Ausdehnung der völligen Gefühllosigkeit nach Unterbrechung der Stirnäste des N. ophthalmicus.

Der Stamm des N. ophthalmicus ist mit der Hohlnadel unmittelbar nicht zu treffen, da er meist schon vor seinem Eintritt in die Orbita in seine Zweige, N. lacrymalis, N. frontalis und N. nasociliaris zerfällt. Der letztere, der N. nasociliaris, tritt innerhalb des Annulus tendineus in den Muskeltrichter der Orbita ein (Abb. 56) und innerviert das Auge. Seine zwei Endäste, die N. N. ethmoidales, verlassen aber den Muskeltrichter wieder, um in das Foramen ethmoidale anterius und posterius einzutreten. Der N. frontalis und N. lacrymalis liegen ganz außerhalb des Muskeltrichters der Orbitalwand an und sind ebenso wie die beiden N. N. ethmoidales durch typische Einspritzung in den hinteren Teil der Orbita zu unterbrechen.

Zur Einspritzung in die Orbita sind diejenigen Stellen besonders geeignet, wo die Orbitalwand eine ebene, nicht ausgehöhlte Fläche bildet, an der die Spitze einer geraden Hohlnadel außerhalb des Muskelmantels entlang geführt werden kann. Es ist das die laterale Wand, sowie der obere Teil der medialen Wand der Orbita. An anderen Stellen, wo die Nadelspitze die Führung am Knochen verliert, wären Verletzungen des Bulbus nicht sicher zu vermeiden. Gekrümmte Nadeln

zu verwenden, kann ich nur abraten. Denn man weiß nie, wo deren Spitze sich befindet. Der Einstichpunkt für die laterale Einspritzung liegt dicht über dem lateralen Augenwinkel. Die Nadel wird, stets unter Beobachtung, daß ihre Spitze nicht vom Knochen abkommt, $4\frac{1}{2}$—5 cm in die Tiefe geführt und kreuzt dort, nicht zu verfehlen, die Fissura orb. superior (Abb. 57). Die Spitze stößt jenseits derselben auf die obere Orbitalwand und läßt sich nun nicht weiter vorschieben. Man spritzt etwa $2\frac{1}{2}$ ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung in die Umgebung der Fissura orbitalis superior.

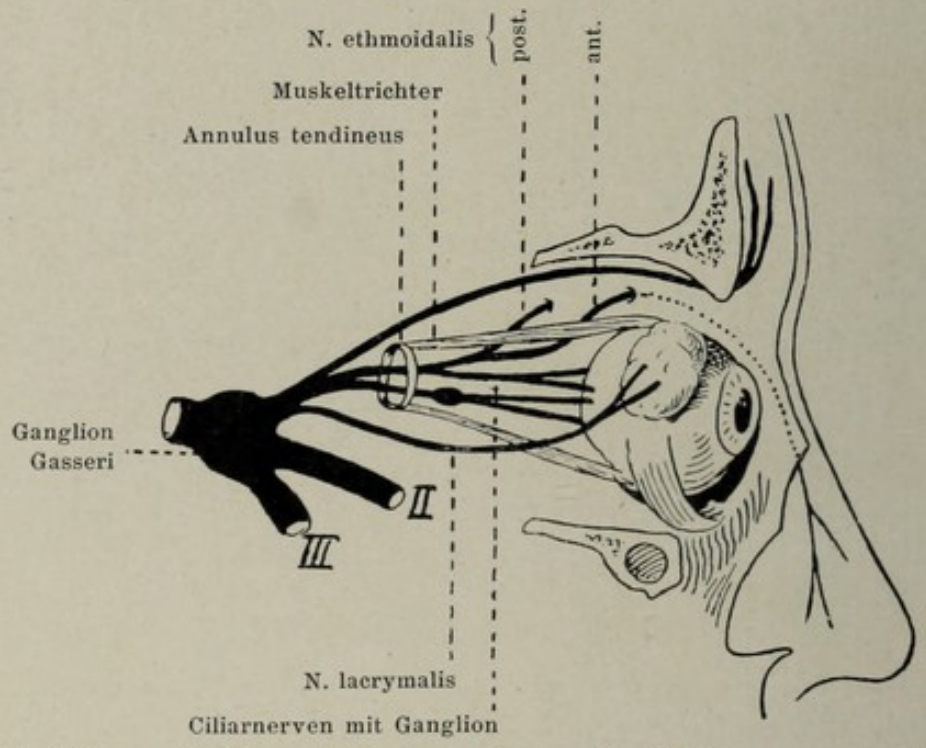


Abb. 56. Schema des N. ophthalmicus. Anlage der Zeichnung nach Corning.

Der Einstichpunkt für die mediale Orbitaleinspritzung liegt fingerbreit über dem inneren Augenwinkel. Die Nadel wird wiederum, stets am Knochen entlang, 4—5 cm in die Tiefe geführt. Man spritzt nochmals $2\frac{1}{2}$ ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein, indem man die Flüssigkeit an der medialen oberen Orbitalwand verteilt.

Mit der lateralen Orbitaleinspritzung trifft man den N. frontalis und lacrymalis. Sie ist nötig bei Operationen in der Orbita und an der Stirnhöhle. Der N. frontalis und seine Äste lassen sich natürlich auch weiter vorn in der Orbita durch Einspritzung über den Bulbus leicht unterbrechen.

Mit der medialen Orbitaleinspritzung trifft man den N. ethmoi-

dalis anterior und posterior. Sie versorgen die Schleimhaut der Siebbeinzellen und der Stirnhöhle, der N. ethmoidalis ant. versorgt außerdem einen Teil der Nasenschleimhaut, sein Endast tritt an der Grenze von knöcherner und knorpeliger Nase schließlich wieder aus der Nase heraus und beteiligt sich an der Innervation der Haut der Nasenspitze und ihrer Umgebung. Die mediale Orbitaleinspritzung wird daher bei Operationen in der Nasenhöhle und den genannten Nebenhöhlen gebraucht.

Nach der Einspritzung entsteht, schnell vorübergehend, eine leichte Protrusio bulbi und ein Ödem des Oberlids. Die Einspritzungen in die Augenhöhle machen den Kranken wenig Beschwerden, wenn man nur

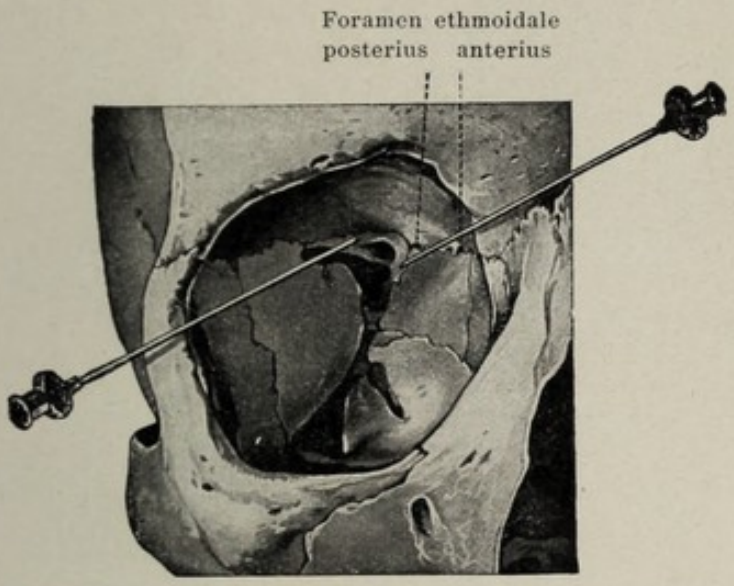


Abb. 57. Mediale und laterale Orbitaleinspritzung.

die Einstichstellen durch Quaddeln unempfindlich gemacht hat. Die eingespritzte Flüssigkeit befindet sich ganz außerhalb des Muskeltrichters der Augenhöhle. Ein Einfluß des Betäubungsmittels auf die sensible Innervation des Bulbus, die Ziliarnerven und das Ganglion ciliare oder auf den N. opticus ist daher in der Regel nicht zu erwarten. Hierzu muß die Lösung hinter den Bulbus innerhalb des Muskeltrichters eingespritzt werden.

Üble Folgen habe ich bei der Ausführung der Einspritzungen in die Augenhöhle nicht erlebt. Ein Anstechen des Bulbus ist wohl ausgeschlossen. Kleine Hämatome im Orbitalfett sah ich zuweilen, namentlich bei der lateralen Injektion, entstehen, sie haben aber keinen Schaden gebracht.

Kredel sah im Anschluß an eine Orbitalinjektion eine 10 Minuten

anhaltende Amaurose des betreffenden Auges. Es ist möglich, daß dieser Zufall öfter beobachtet wird. Denn der N. opticus kann sowohl durch die Suprareninanämie als durch das Betäubungsmittel beeinflußt werden. Weitere Folgen sind davon schwerlich zu erwarten. Über einen anderen Fall von vorübergehender Amaurose nach einer in örtlicher Betäubung ausgeführten Operation eines Stirnhöhlenempyems berichtet Jassenetzky. Sie trat aber erst am Tage nach der Operation ein, war bedingt durch ein entzündliches Ödem der Orbita, und da es sich um eine septische Operation gehandelt hat, ist es sehr fraglich, ob die Einspritzung einen Anteil gehabt hat an diesen Erscheinungen.

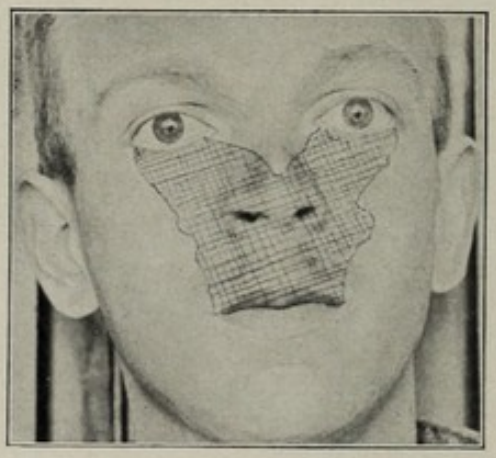


Abb. 58. Ausbreitung des Gefühlsverlustes bei beiderseitiger Einspritzung in das Foramen infraorbitale.

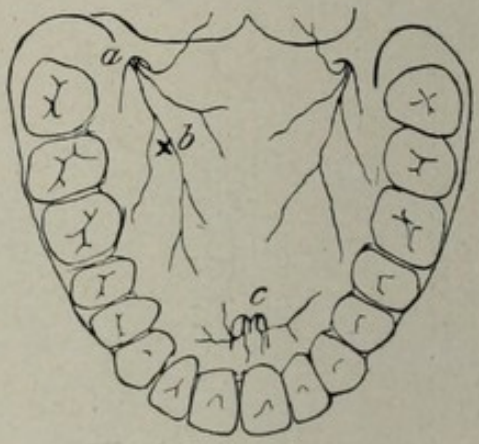


Abb. 59.
Innervation des harten Gaumens.
a N. palatinus ant. *b* Einstichpunkt.
c N. nasopalatinus Scarpae.

Nervus maxillaris.

Von seinen peripheren Zweigen sind der N. infraorbitalis und die von hinten am Tuber in den Oberkiefer eintretenden N. N. alveolares sup. post. und med. (s. Abb. 100) leicht zu unterbrechen.

Das Foramen infraorbitale erreicht man entweder von der Mundhöhle aus, indem man die Hohlnadel an der Umschlagsfalte durch die Schleimhaut des oberen Alveolarfortsatzes einsticht, längs der Vorderfläche des Oberkiefers bis in die Gegend der Austrittsstelle des Nerven führt und dort 2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung einspritzt oder besser, indem man von außen die Nadel in das Foramen infraorbitale einführt. Man sticht zu diesem Zweck eine feine Hohlnadel unterhalb der Mitte des unteren Orbitalrandes durch die Wangenhaut, schiebt die Spritze tastend bis an den Knochen, spritzt etwas 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein, und sucht nun, bis die Nadel in den

Kanal eindringt. Hier genügt 1 ccm 2%ige Lösung zur sofortigen Unterbrechung des Nerven. Abb. 58 zeigt nach einem Versuch am Gesunden die Ausdehnung der entstehenden Unempfindlichkeit bei beiderseitiger Einspritzung. Sie betrifft die unteren Augenlider, die Oberlippe, den größten Teil des Nasenflügels (Haut und Schleimhaut), einen Teil der Wangenhaut und Wangenschleimhaut, die labiale Schleimhautbedeckung des vorderen Teils des oberen Alveolarfortsatzes, dessen Periost, die Vorderwand des Oberkiefers, die Zahnpulpen der Schneidezähne und Eckzähne.

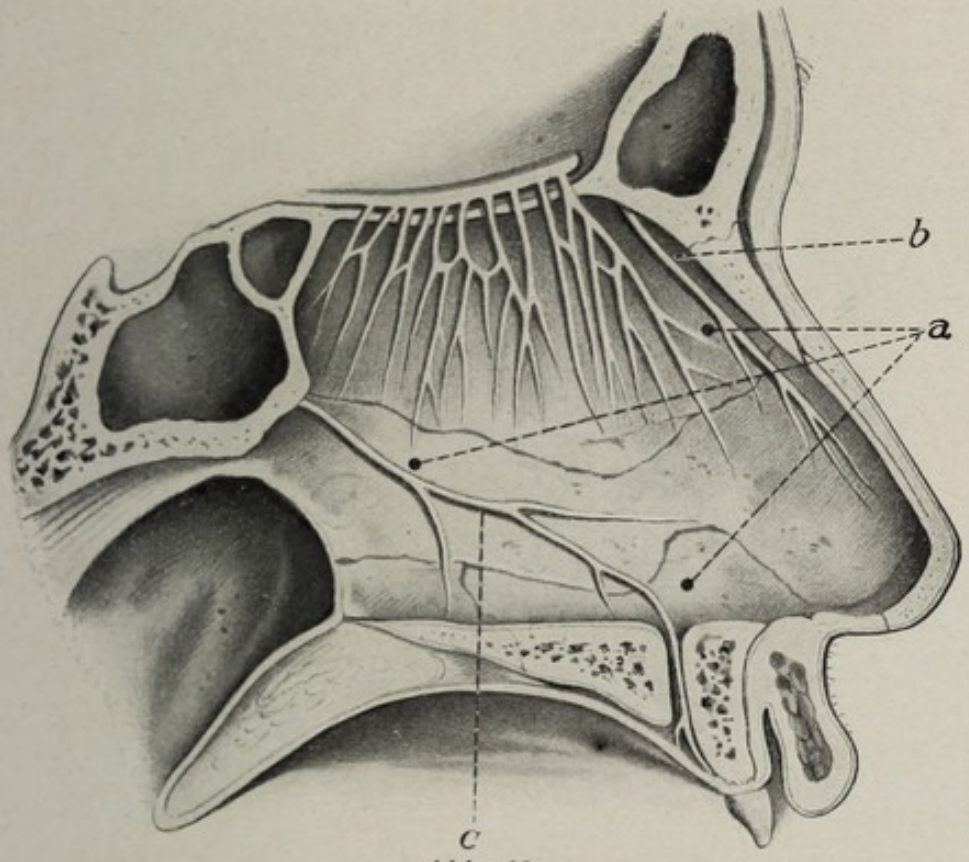


Abb. 60.
Betäubung der Nasenscheidewand nach Killian.
a Injektionsstelle. *b* N. ethmoidalis. *c* N. nasopalatinus Scarpae.

Die N. N. alveolares sup. post. und med. erreicht man ebenfalls leicht durch eine Einspritzung an den Tuber maxillae, und zwar wiederum entweder vom Munde aus oder von außen. Im ersteren Falle sticht man die Hohlnadel hinter dem Ansatz des Jochbogens unter die Schleimhaut bis zur Rückseite des Oberkiefers (s. Abb. 102). Die Nadelführung von außen entspricht der bei der gleich zu beschreibenden Einspritzung an das Foramen rotundum, nur braucht man die Nadelspitze nicht bis in die Fossa pterygo-palatina einzuführen.

Man verteilt in jedem Falle 5 ccm 1 oder 2%ige Novokain-Suprareninlösung an der Rückseite des Oberkiefers. Durch diese Einspritzung erzielt man Gefühllosigkeit der Pulpen der Molar- und Prämolarzähne und der Schleimhaut der Highmorshöhle.

Ferner lassen sich die den harten Gaumen versorgenden Nerven leicht durch periphere Einspritzungen unterbrechen. Es sind das der N. palatinus ant., der über dem dritten Molarzahn aus dem Foramen palatinum majus an die Oberfläche tritt, und der N. nasopalatinus Scarpae (Abbildung 59). Spritzt man unter den Überzug des harten Gaumens vorn, hinter den ersten Schneidezahn einige Tropfen, und hinten, medial vom zweiten Molarzahn, 1—1½ cm vom Zahnfleischrande entfernt, also bei b, 1—2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung, so erhält man Gefühllosigkeit der betreffenden Hälfte des harten Gaumens und der ihn bedeckenden Weichteile, des lingualen Zahnfleisches, des Periosts. An der Innervation der Zahnpulpen und der Zahnwurzelhaut beteiligen sich diese Nerven nicht.

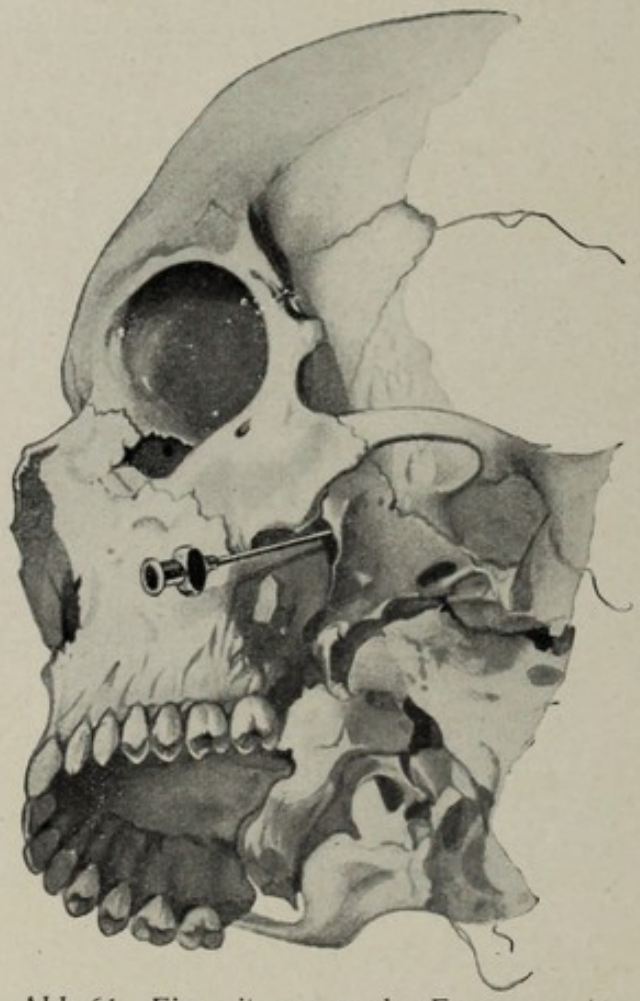


Abb. 61. Einspritzung an das Foramen rotundum von außen.

Endlich sucht Killian die peripheren, die Nasenscheidewand versorgenden Endäste des Trigeminus I und II (N. ethmoidalis und N. nasopalatinus Scarpae) durch Einspritzung unter die Schleimhaut nahe der oberen Vomergrenze und am oberen Rande des Septums zu treffen (Abb. 60).

Den Stamm des N. maxillaris unmittelbar am Foramen rotundum zu unterbrechen, hat, wie schon erwähnt, Matas zuerst versucht. Vor Einführung des Suprarenins war es aber nicht möglich, ohne zu große Kokaindosen eine für länger dauernde Operationen ausreichende und zuverlässige Leitungsanästhesie zu erhalten.

Der von Matas beschrittene Weg, die Nadel am unteren Rande des Jochbogens einzustechen und entlang der Hinterfläche des Oberkiefers in die Fossa pterygo-palatina zu führen, ist leicht und zuverlässig. Ihn benutzt auch Schlösser für seine Alkoholinjektionen. Abb. 61 zeigt die durch die Form der Knochenteile sehr genau bestimmte Richtung der Nadel, Abb. 62 ihre Lage am Patienten. Der Einstichpunkt liegt da, wo eine durch den äußeren Rand der Augenhöhle gelegte, der Mittellinie parallele Linie den unteren Rand des Jochbeinkörpers schneidet, und

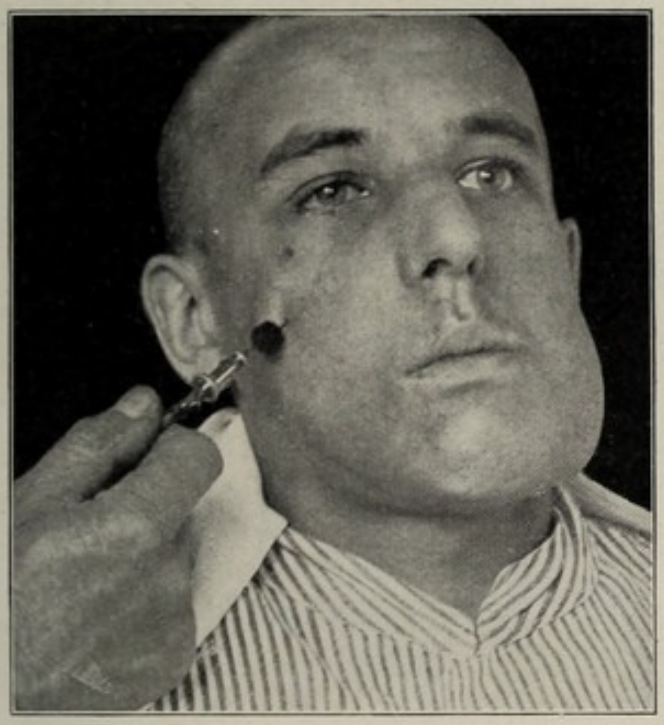


Abb. 62.

Einspritzung in das Foramen rotundum von außen. Auf der Hohlnadel steckt ein Kork. Der Kranke hat links eine große Wurzelzyste am Unterkiefer, rechts eine solche am Oberkiefer. Um letztere zu operieren, wurde die Einspritzung gemacht.

wird durch eine Quaddel bezeichnet. Von ihm aus wird die Nadel nach innen und oben vorgeschoben. Ihre Spitze durchbohrt den Masseter und stößt auf den Tuber maxillae. Längs dessen Oberfläche tastet man sich leise weiter. Manchmal bleibt die Nadelspitze nun zunächst am großen Keilbeinflügel hängen. Man nimmt dann vorsichtig geringe Änderungen der Nadelrichtung vor, muß zuweilen auch den Einstichpunkt weiter nach der Mitte des Jochbogens hin verlegen. Plötzlich gleitet die Nadel noch tiefer, tritt in die Fossa pterygo-palatina ein und trifft den Nerven in einer Tiefe von 5—6 cm. In demselben Augenblick

empfindet der Kranke einen ins Gesicht ausstrahlenden Schmerz, und man spritzt unter geringem Vor- und Zurückschieben der Nadel 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein. Beim Zurückziehen der Nadel entleert man noch 5 ccm hinter den Oberkiefer, um die Äste der A. maxillaris int. besser zur Verengerung zu bringen.

Ein anderer Weg zum Foramen rotundum führt durch die Orbita (Abb. 63). Ihn hat Payr (XVI, 27) nach Versuchen an der Leiche für die Resektion des Oberkiefers vorgeschlagen, und Bockenheimer (I, 4) hat auf seine Anregung in einem Falle den zweiten Trigeminusast wegen Neuralgie nach Betäubung des Nerven reseziert. Weitere praktische Folgen hat

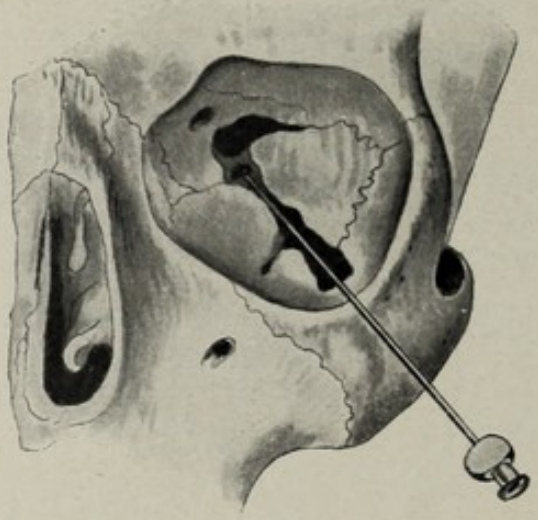


Abb. 63.
Einspritzung an das Foramen rotundum durch die Orbita 1.

Abb. 64.
Einspritzung an das Foramen rotundum durch die Orbita 2.

die Anregung jedoch nicht gehabt. Ich habe den orbitalen Weg bei Zahnoperationen und solchen an der Highmorshöhle, namentlich aber bei Alkoholeinspritzungen, viel angewendet und man muß ihn ebenso kennen, wie den von außen.

Man bezeichnet einen Einstichpunkt an der Stelle, wo die Verlängerung des oberen Jochbogenrandes nach vorn den Orbitalrand schneidet oder wo der untere Rand der Orbita in den äußeren übergeht. Hier sticht man die Hohlnadel in die Orbita ein. Sie ist zunächst, damit man die Fühlung mit dem Orbitalboden nicht verliert, in fast vertikale Rich-

tung nach unten zu bringen (Abb. 64). Man sucht nun mit der Nadelspitze die Fissura orbitalis inf. auf. Das Eindringen der Nadel in die Fissur bemerkt man daran, daß der knöcherne Widerstand des Orbitalbodens plötzlich aufhört. Sobald dies geschehen ist, wird der Nadelgriff gesenkt, so daß die Nadel nun bei aufrechter Kopfhaltung in eine fast horizontale Ebene kommt (Abb. 65), damit man nicht durch die Fissura orb. inferior in die Fossa infratemporalis gelangt. Ebenso ist aber das Eindringen der Nadel in das Orbitalfett zu vermeiden. Sie muß in der Ebene der Fissur vorgeschoben werden. Den Fehlweg bemerkt man an dem Aufhören jedes Widerstandes, das Vorschieben in der rechten Richtung gibt immer einen gewissen Widerstand und außerdem treten sofort ausstrahlende Parästhesien auf, die zuweilen zwingen, bereits jetzt einige Tropfen Novokain-Suprareninlösung einzuspritzen. Die Nadelspitze gelangt in einer Tiefe von etwa 5 cm unmittelbar an das Foramen rotundum und stößt dort auf den knöchernen Widerstand der Schädelbasis.

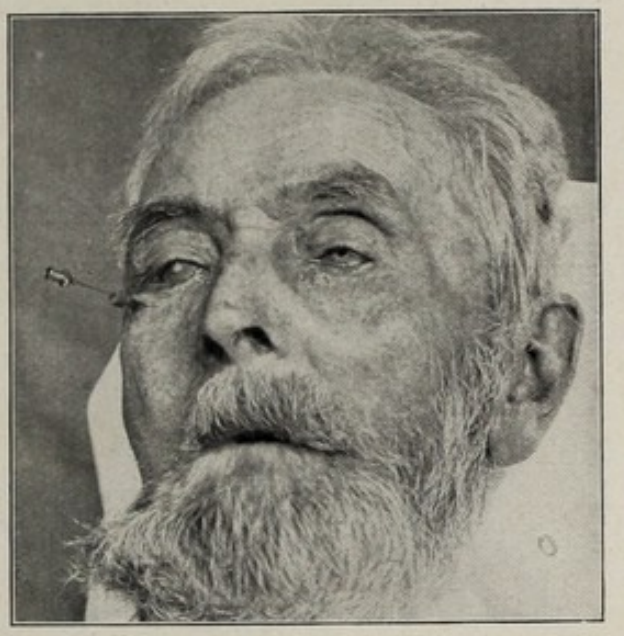


Abb. 65. Einspritzung an das Foramen rotundum durch die Orbita 3.

Härtel gibt folgende Vorschrift für die Nadelführung. Der Bulbus wird mit der linken Hand nach oben abgedrängt und die Nadel entlang der unteren Orbitalwand in sagittaler Richtung vorgeschoben, bis sie nach Durchbohrung der unteren Orbitalfissur in 4—5 cm Tiefe auf die Vorderfläche des Proc. pterygoideus trifft. Bei vorsichtigem Weitertasten nach obeninnen erreicht man einen Punkt, wo Parästhesien auftreten. Die Nadel liegt richtig, wenn sie bei Ansicht von vorn nach dem inneren oberen Augenhöhlenwinkel, bei der Ansicht von der Seite nach dem oberen Rand der Ohrmuschel zeigt.

Einen dritten Weg hat Offerhaus angegeben, den auch Payr (XVI, 32) für Alkoholinjektionen empfiehlt. Der Einstichpunkt liegt über dem Jochbogen, nach Offerhaus in der Mitte des Jochbogens, nach Payr in dem Winkel, den der seitliche Augenhöhlenrand mit dem oberen Jochbogenrande bildet. Nach den Untersuchungen von Härtel gelingt

es aber nur in 12% der Fälle, von einem Einstichpunkte über dem Jochbogen die Hohlnadel in die Fossa pterygo-palatina einzuführen.

Einen vierten Weg durch das Foramen palatinum majus hat Hoffer (XVI, 21) angegeben. Von dem medialwärts vom letzten Molarzahn gelegenen Foramen führt der Canalis pterygo palatinus in gerader Linie zum Foramen rotundum. Letzteres ist vom Foramen palatinum etwa 3½ cm entfernt. Es gelingt leicht, bei weit geöffnetem Munde eine dünne Hohlnadel in den Kanal einzuführen und bis zum Foramen rotundum vorzuschieben. Fehlwege der Hohlnadel und Nebenverletzungen sind hierbei ausgeschlossen. Die Erfahrung muß noch zeigen, in welchem Prozentsatz das Verfahren gangbar ist.

Nach einer gelungenen Einspritzung tritt fast sofort vollständige Unempfindlichkeit im ganzen Verbreitungsbezirk des N. maxillaris ein. Bei weniger gut gelungener Einspritzung muß man 10—20 Minuten warten. Gleichzeitig wird die betreffende Gesichtshälfte blaß infolge der Einwirkung des Suprarenins auf die Endäste der A. maxillaris interna.

Von Nebenwirkungen der Einspritzung in die Fossa pterygo-palatina vom unteren Jochbogenrande her sind außer bedeutungslosen Hämatomen an der Rückseite des Oberkiefers zuweilen Augenmuskellähmungen, besonders solche des N. oculomotorius, zu beobachten. Denn man kann mit der Hohlnadel leicht durch die Fissura orbitalis inf. in die Orbita gelangen. So wenig daraus ein Schaden bei örtlicher Betäubung entsteht — die Lähmungen schwinden mit der Wirkung des Betäubungsmittels — so vorsichtig muß man mit Alkoholeinspritzungen in dieser Gegend sein. Man darf solche nur machen, nachdem man zuvor den Nervenstamm mit einem Betäubungsmittel unterbrochen hat und sich vom Ausbleiben von Nebenwirkungen auf die Augenmuskeln überzeugt hat.

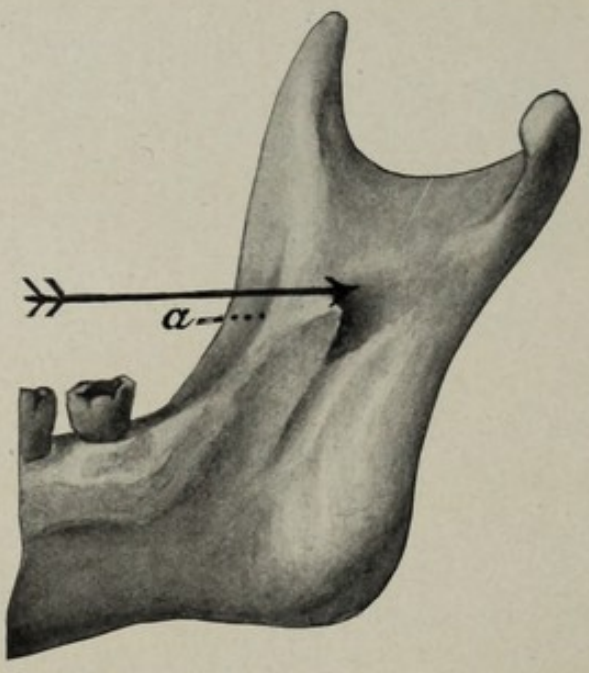


Abb. 66. Einspritzung an die Lingula.

Bei der Nadelführung durch die Orbita fehlen die Augenmuskellähmungen, weil man zwar die Hohlnadel zunächst in die Orbita ein-

führt, dann aber aus ihr heraussticht. Für die Alkoholeinspritzung ist daher der Weg durch die Orbita der bessere. Hämatome, und zwar am Boden der Orbita und am unteren Lid, sieht man zuweilen nach der orbitalen Nadelführung entstehen.

Nervus mandibularis.

Für die Unterbrechung des dritten Astes des Trigeminus haben wir zwei Verfahren, welche mit nahezu völliger Sicherheit eine schnelle Leitungsunterbrechung herbeiführen. Die eine ist die Betäubung des N. alveolaris inferior und des N. lingualis durch Einspritzung an die Innenfläche des Unterkieferkörpers in der Gegend der Lingula, die andere ist die Unterbrechung des Nervenstamms unmittelbar am Foramen ovale.

Die Unterbrechung des N. alveolaris inferior und N. lingualis. Die ersten Mitteilungen über die Unterbrechung des N. alveolaris inferior an der Lingula stammen von Halstedt und Raymond (1885). Raymond berichtet über eine Einspritzung, die er mit 13 Tropfen einer 4%igen Kokainlösung an dieser Stelle gemacht hat. Nach 7 Minuten war nahezu vollständige Unempfindlichkeit der rechten Hälfte der Zunge, des Zahnfleisches und der Zähne der rechten Unterkieferhälfte eingetreten, so daß die Höhle des ersten Molaren schmerzlos bearbeitet werden konnte. Nach etwa 28 Minuten kehrte die Sensibilität wieder zurück*). Später lenkte Schleich wieder die Aufmerksamkeit auf dies Verfahren; mittels der von ihm gebrauchten dünnen Kokainlösungen ist aber eine Leitungsunterbrechung des Nervenstammes nicht zu erreichen. Später sind die Versuche, den N. alveolaris inferior an der Lingula zu betäuben, von Zahnärzten (Thiesing, Krichelsdorf, Dill, Hübner) mit Erfolg mittels Kokain-Suprareninlösung wieder aufgenommen worden, und heute gehört die gleichzeitige Betäubung des N. alveolaris inf. und N. lingualis zu den Manipulationen, welche der Zahnarzt täglich vornimmt. Die von mir (XVI, 109) 1905 angegebene Einspritzungstechnik ist in wesentlichen Punkten nicht geändert worden. Das kann sie auch gar nicht. Denn sie ist selbstverständlich. Ihre einzige Schwierigkeit bestand darin, sie zu beschreiben. Wenn man den aufsteigenden Kieferast vom Mund aus abtastet, so fühlt man etwa 1½ cm lateralwärts vom dritten Molarzahn den vorderen, scharfen Rand des Proc. coronoideus, der nach unten, seitlich vom dritten Molarzahn in die Linea obliqua

*) Zitiert nach Läwen (XVI, 117).

ausläuft (Abb. 66). Medialwärts von dieser Kante liegt ein kleines, dreieckiges, konkav gestaltetes, mit Schleimhaut bedecktes Knochenfeld, das nach vorn und innen schaut und medialwärts wiederum von einer gut abtastbaren Knochenkante (Abb. 66, a) begrenzt wird. Einen anatomischen Namen besitzt diese letztgenannte Kante nicht, sie läuft nach unten in die Alveole des dritten Molarzahnes aus. Ich werde das erwähnte dreieckige Feld, um mich kurz ausdrücken zu können, Trigo-

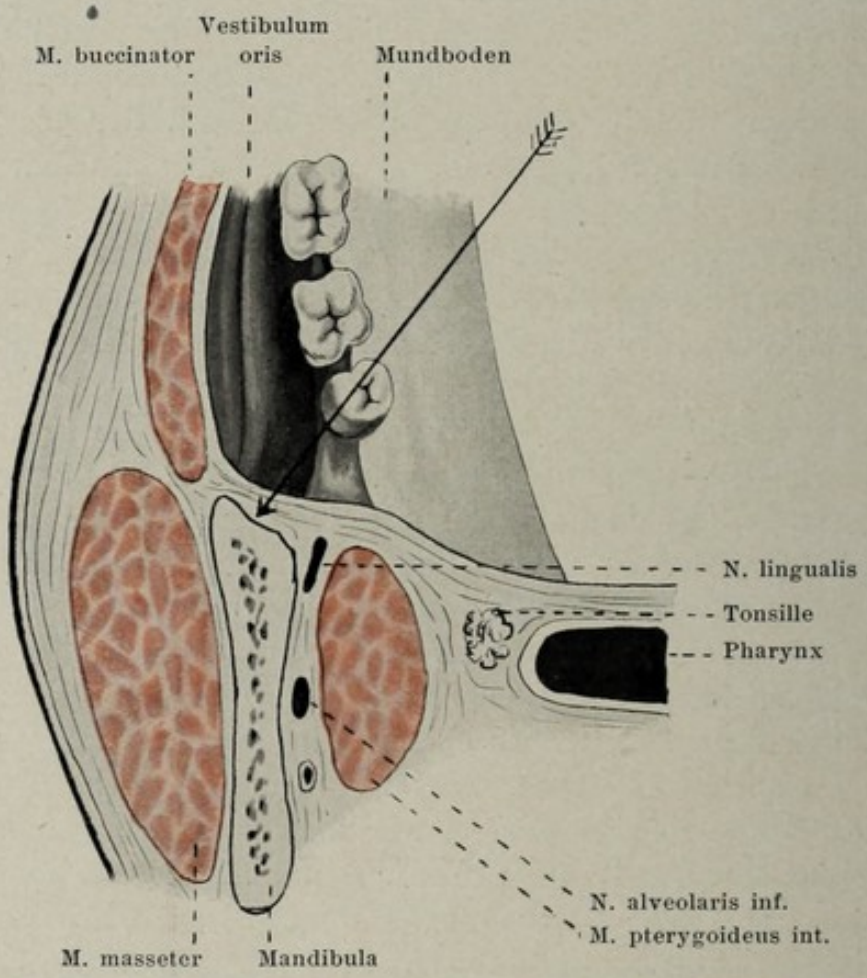


Abb. 67. Querschnitt durch den aufsteigenden Kieferast parallel zur Kaufläche der Unterkieferzähne. (Nach einem Präparat des Verfassers.)

num retromolare nennen. Es liegt bei geschlossenem Munde zur Seite des oberen dritten Molarzahnes, bei geöffnetem Munde ist es zwischen oberer und unterer Zahnreihe, seitlich von ihnen, gut zugänglich. Der Einstichpunkt für die Hohlnadel liegt in der Mitte des Trigonum retromolare, ungefähr 1 cm oberhalb und ebensoviel seitlich von der Kaufläche der Unterkieferzähne. Ein Schnitt, der durch diesen Punkt genau parallel zur Kaufläche der unteren Molaren durch

den aufsteigenden Kieferast und die ihm anliegenden Weichteile gelegt wird, zeigt beistehendes Bild (Abb. 67)*).

Man sieht von oben in das Vestibulum oris mit der Linea obliqua, auf das hintere Ende des unteren Alveolarfortsatzes der linken Seite mit den drei letzten Molarzähnen, weiter medial auf den Mundboden, die Zunge ist entfernt. Am Querschnitt des Unterkiefers erkennt man vorn das in das Vestibulum oris sich verbreiternde Trigonum retromolare. Unmittelbar neben dessen medialer Kante, dicht unter der Schleimhaut, liegt der N. lingualis, $1\frac{1}{2}$ cm weiter zurück der N. alveolaris inferior. Er ist kurz nach seinem Austritt aus dem Knochenkanal und oberhalb der Lingula getroffen. Er liegt dem Knochen dicht an. Wenig höher entfernt er sich von demselben, wenig tiefer ist er von der Lingula bedeckt.

Abb. 68.
Einspritzung an die Lingula. Haltung der Spritze.

Um nun die beiden Nervenstämme zu betäuben, verfährt man folgendermaßen. Man läßt den Kranken, der sich am besten in sitzender Stellung befindet, den Mund weit öffnen und sucht mit dem linken Zeigefinger den vorderen Rand des Proc. coronoideus und das Tri-

*) Horizontal ist dieser Schnitt nur bei geschlossenem Munde, nicht bei geöffnetem Munde. Ich habe solche Schnitte von entkalkten und in Zelloidin eingebetteten Präparaten angefertigt und abgezeichnet.

gonum retromolare auf. Spritze und Hohlnadel befinden sich in der in Abb. 68 angegebenen Stellung und bleiben in dieser während der ganzen folgenden Manipulationen, d. h. die Hohlnadel ist von der Gegend des gegenseitigen unteren Eckzahns gegen die Einstichstelle gerichtet und befindet sich in einer zur Kaufläche der unteren Zähne parallelen Ebene. Man sticht nun die Hohlnadel an dem oben erwähnten Punkt, 1 cm oberhalb und seitlich von der Kaufläche des letzten Molarzahns auf das Trigonum retromolare ein. Dicht unter der dünnen Schleimhaut muß man auf Knochen treffen. Ist dies nicht der Fall, so befindet sich die Nadelspitze zu weit medial, ein Fehler, der von Anfängern stets gemacht wird. Nun tastet man mit der Nadelspitze allmählich weiter medialwärts, bis man an die Kante a (Abb. 66) gelangt. Endlich gleitet die Nadel an der Innenfläche des Unterkiefers in die Tiefe. Man schiebt sie noch 2—2½ cm weit vor, niemals die Fühlung mit dem Knochen verlierend. Auf dem ganzen, von der Nadelspitze beschriebenen Wege, dicht unter der Schleimhaut beginnend, wo der N. lingualis liegt, spritzt man 5 ccm 1 oder 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein.

Wir führen die Einspritzung stets, wie Abb. 62 zeigt, mit langer Hohlnadel aus, so daß das unbequeme Einführen der Spritze in die Mundhöhle vermieden wird. Auf keinen Fall darf man Hohlnadeln verwenden, die so kurz sind, daß sie bei der Einspritzung ganz oder fast ganz verschwinden. Denn eine an dieser Stelle kurz abgebrochene Nadel ist sehr schwierig zu entfernen. Die Leitungsunterbrechung der beiden Nerven tritt in der Regel nach wenigen Minuten ein. Man erkennt und prüft sie an der Gefühllosigkeit der Unterlippe, der Zunge, des Mundbodens.

Schlösser führt die Alkoholinjektion an den N. alveolaris inf. in der Weise aus, daß er eine gebogene Hohlnadel von außen dicht unter dem tastbaren Ende des Warzenfortsatzes einsticht, um den Gelenkfortsatz des Unterkiefers herumführt und auf diese Weise zur Lingula gelangt. Über die Verwendbarkeit dieses Verfahrens zur Betäubung besitze ich keine Erfahrungen, möchte nur glauben, daß der N. lingualis, dessen gleichzeitige Unterbrechung bei Operationen fast stets notwendig ist, von hinten nicht sicher zu treffen ist. Gadd (XVI, 115) führt die Einspritzung vom unteren Rande des Unterkiefers mit gerader Nadel aus.

Gelegentlich ist die Unterbrechung des Endastes des N. alveolaris inferior, des N. mentalis, erforderlich. Sie geschieht durch Einspritzung von 1 oder 2%iger Novokain-Suprareninlösung an das Foramen mentale, welches in der Regel unterhalb des Zwischenraums zwischen erstem und zweitem Prämolarzahn gelegen ist.

Der kürzeste und zuverlässigste Weg zum Foramen ovale ist derjenige von außen, vom unteren Rande des Jochbogens her, und wenn man nach den Angaben von Offerhaus verfährt, so gelingt es mit nahezu völliger Sicherheit, die betäubende Lösung nicht nur in die Umgebung des Foramen ovale, sondern meist unmittelbar in den Stamm des N. mandibularis an seiner Austrittsstelle aus dem Schädel zu spritzen.

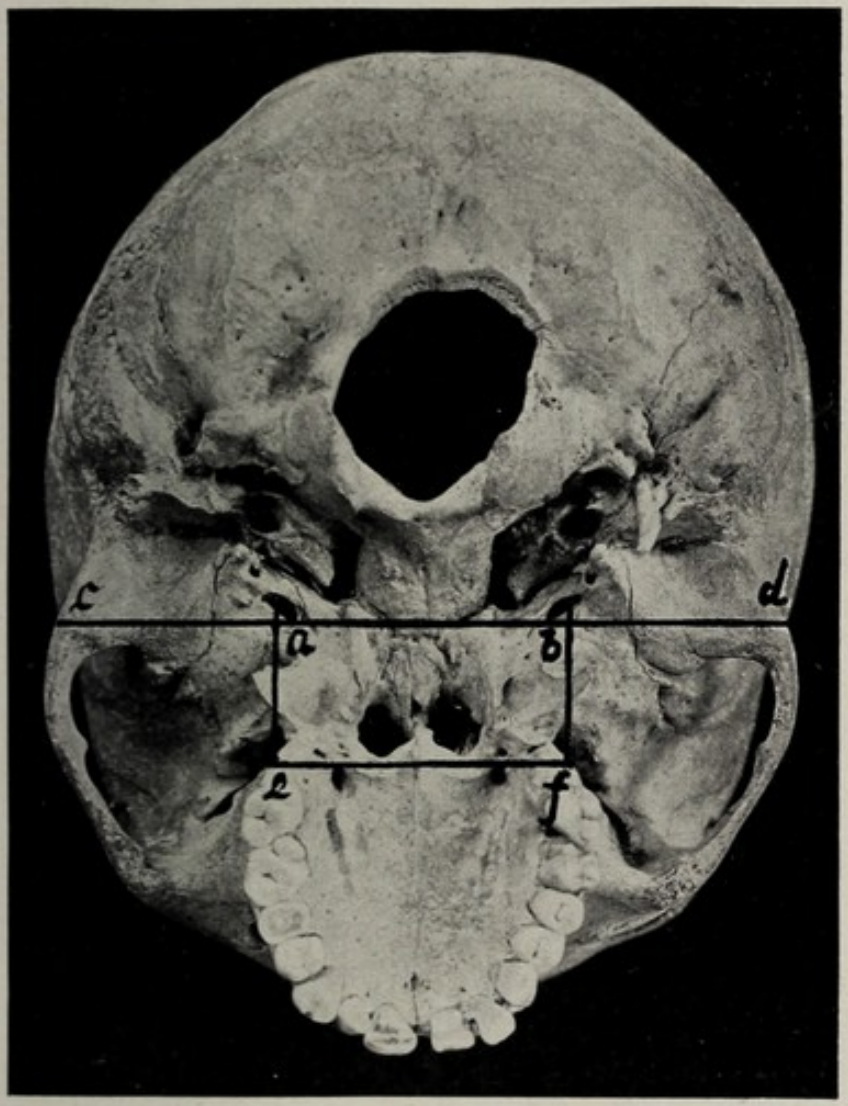


Abb. 69.
Schädelmessung nach Offerhaus zur Bestimmung der Entfernung des Foramen ovale vom Tuberculum articulare.

Offerhaus fand durch Messungen an 50 Schädeln, daß eine die beiden vor den Kiefergelenken gelegenen Tubercula articularia verbindende Querlinie (Linea intertubercularis, Abb. 69, c, d) zwei Punkte (a und b) schneidet, welche wenige Millimeter unter und in der Regel auch einige Millimeter vor den beiden Foramina ovalia gelegen

sind. Da der N. mandibularis nach seinem Austritt aus dem Schädel einen nach vorn und unten gerichteten Verlauf nimmt, so schneidet die Linea intertubercularis den Nervenstamm dicht am Foramen ovale.

Offerhaus fand ferner, daß der Abstand der Processus alveolares maxillae, gemessen an der Außenseite hinter den letzten Molarzähnen (Abb. 69, e, f) mit einem Spielraum von wenigen Millimetern gleich ist dem Abstand der beiden Foramina ovalia. Subtrahiert man also diesen Abstand der Alveolarfortsätze von der Länge der Linea intertubercularis und dividiert die gefundene Größe durch 2, so erhält man bis auf

Abb. 70. Zirkel nach Offerhaus.

wenige Millimeter genau die Entfernung der Punkte a und b vom Tuberculum articulare der gleichen Seite. Nach den Messungen von Offerhaus beträgt sie 3,6 cm im Minimum, 4,7 cm im Maximum, meist 3,7—4,3 cm. Um die Richtung und Länge der Linea intertubercularis am Lebenden zu finden, hat Offerhaus den in Abb. 70 abgebildeten Zirkel angegeben. Setzt man seine Spitzen auf die Gegend der beiden Tubercula articularia auf, so zeigen die beiden an den Zirkelspitzen angebrachten Ansätze die Richtung der Linea intertubercularis an, während man an der Skala des Zirkels den Abstand der beiden Tuberkula voneinander ablesen kann.

Die Ausführung der Einspritzung gestaltet sich demnach folgender-

maßen. Man bezeichnet an der Seite des Kranken, wo die Einspritzung stattfinden soll, den Einstichpunkt am Tub. articulare durch eine Quaddel, den entsprechenden Punkt der anderen Seite aber mit dem Blaustift. Man mißt mit einem gewöhnlichen Zirkel den Abstand der Außenseiten des Processus alveolaris maxillae hinter den letzten Molarzähnen und mit Hilfe des Offerhausschen Zirkels die Länge der Linea inter-

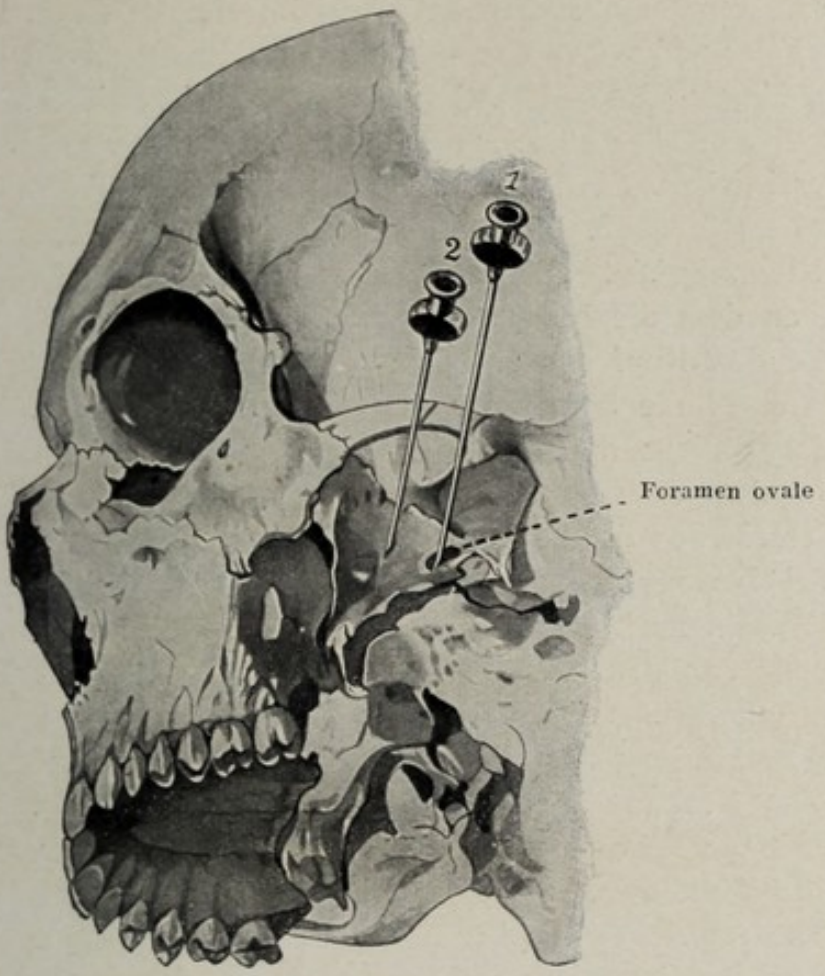


Abb. 71.
Führung der Hohlnadel zur Einspritzung an das Foramen ovale.
1 nach Offerhaus. 2 nach Braun.

tubercularis. Findet sich für diese Abstände z. B. die Größe von 5 und 14 cm, so liegt der Punkt a bzw. b $\frac{14-5}{2} = 4{,}5$ cm vom Einstichpunkt entfernt. Durch einen auf die Hohlnadel aufgesteckten kleinen Kork markiert man an ihr eine um 1 cm größere Länge, um etwas Spielraum zu haben. Tiefer darf die Hohlnadel nicht eingeführt werden. Nun wird der Offerhaussche Zirkel wieder aufgesetzt und die Hohlnadel

in der durch die Zirkelansätze gegebenen Richtung bis zur berechneten Tiefe eingestochen. Abb. 71, 1 zeigt die Lage der Hohlnadel. Fast genau an dem berechneten Punkt erscheinen die charakteristischen, in den Unterkiefer ausstrahlenden Parästhesien. In der Regel fühlt man mit der Nadelspitze den Widerstand des dicken Nervenstamms und kann die Nadel in ihn hineinstechen. Man spritzt 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein, steckt die Nadel im Nervenstamm selbst, so genügen schon wenige Tropfen. Die Unterbrechung erfolgt häufig augenblicklich, länger als 5—10 Minuten brauchte ich nie zu warten.

Etwas einfacher hatte ich (XVI, 5) die Einspritzung ans Foramen ovale beschrieben. Man bezeichnet den Einstichpunkt unter der Mitte des Jochbogens (Abb. 71, 2) und sticht hier eine Hohlnadel in genau querer Richtung ein. Diese Richtung ist leicht zu finden, wenn ein Schädel, an dem die Lage der Hohlnadel durch eine Sonde angezeigt ist, neben den Kopf des Kranken gehalten wird. In einer Tiefe von 4—5 cm stößt die Spitze der Hohlnadel auf Knochen. Dies ist der Proc. pterygoideus (s. Abb. 71). Die Nadelspitze befindet sich etwa 1 cm vor dem Foramen ovale. Man merkt sich die gefundene Tiefe durch Verschieben des auf der Hohlnadel steckenden Korkes, zieht die Hohlnadel bis ins Unterhautzellgewebe zurück, sticht sie in einem kleinen Winkel nach hinten bis zur gleichen Tiefe oder wenige Millimeter mehr von neuem ein und wird nun die charakteristischen Parästhesien erhalten.

Die Berechnung der Tiefe, in der man das Foramen ovale zu erwarten hat, ist ohne Zweifel eine große Erleichterung. Ich verbinde gewöhnlich die beiden Nadelführungen so, daß ich etwas weiter nach vorn, wie Offerhaus, einsteche, die Basis des Proc. pterygoideus aufsuche, dann die Nadel, wie beschrieben, etwas nach hinten gerichtet einsteche, wobei dann zu der berechneten Länge der Hohlnadel ½—1 cm zugegeben werden muß.

Hämatome oder andere unerwünschte Nebenwirkungen habe ich bei der Einspritzung an das Foramen ovale von außen nie gesehen.

Die von Ostwalt und Schlösser angegebenen Methoden zur Erreichung des Foramen ovale bei Alkoholinjektionen können sich an Zuverlässigkeit und Gefahrlosigkeit mit dem Weg von außen, vom Jochbogen her, nicht messen.

Ostwalt führt eine winklig abgeknickte lange Hohlnadel bei weit geöffnetem Munde hinter dem dritten oberen Molarzahn durch den M. pterygeoideus externus ein und will sie, indem er mit der Lamina externa des Proc. pterygoideus Fühlung behält, an das Foramen ovale bringen. Schlösser umfaßt zu gleichem

Zweck mit dem Finger einer Hand im Munde des Kranken den Oberkiefer und fühlt mit der Fingerspitze das untere Ende des großen Keilbeinflügels; mit einer langen geraden Nadel durchbohrt er sodann die Wange, kommt etwas unterhalb des im Munde liegenden Fingers in die Mundhöhle, geht unter dem Finger an dem großen Keilbeinflügel in die Höhe, bis er den Widerstand der Schädelbasis fühlt. Die Nadelspitze muß sich dann einige Millimeter vor dem Foramen ovale befinden.

Dagegen kann die von Härtel sehr genau beschriebene Nadelführung zur Punktion des Ganglion Gasseri, welche sich im übrigen an den von Schlösser angegebenen Weg anlehnt, auch zur Unterbrechung des Trigeminus III allein mit großer Zuverlässigkeit Anwendung finden.

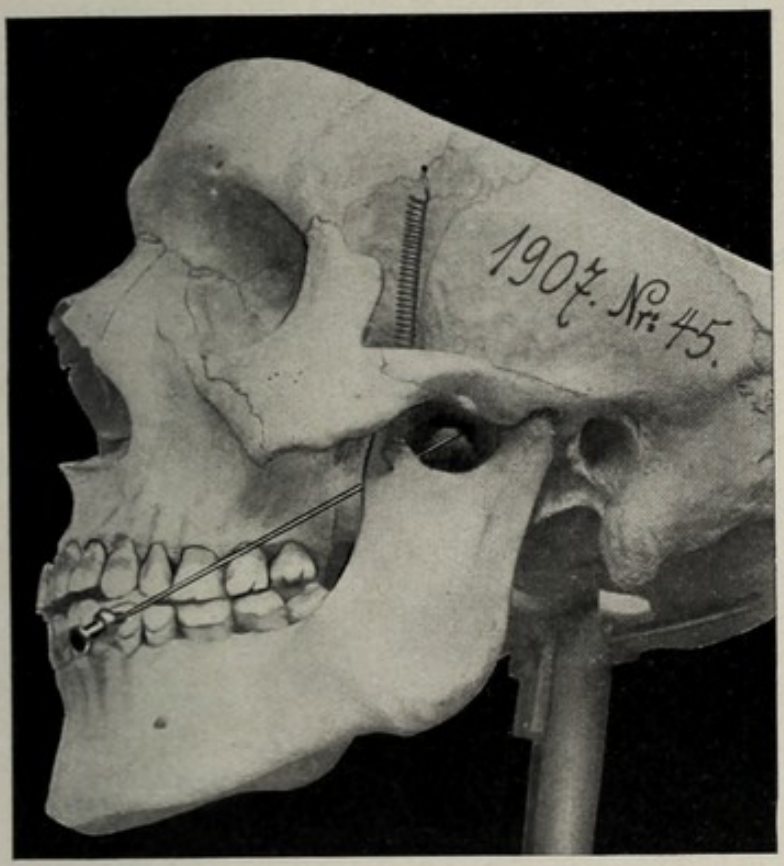


Abb. 72. Punktion des Ganglion Gasseri. Lage der Hohlnadel am Schädel (nach Härtel).

Die Punktion des Ganglion Gasseri.

Wiederholt, fast regelmäßig bei Alkoholeinspritzung, zuweilen auch bei Einspritzung von Betäubungsmitteln in den Stamm des N. mandibularis am Foramen ovale habe ich die Beobachtung gemacht, daß die sensible Lähmung sich nicht auf den Trigeminus II beschränkt, sondern auf dessen ersten und zweiten Ast übergreift. Diese Beobachtung ist

nur durch Ausbreitung der eingespritzten Flüssigkeit im Nervenstamm bis in das Ganglion Gasseri zu erklären. Härtel hat nun die schon von Schlösser, Ostwalt, Harris und Offerhaus begonnenen Versuche, grundsätzlich die Hohlnadel durch das Foramen ovale in das Ganglion Gasseri einzuführen, fortgesetzt. Hierzu ist es nötig, der Hohlnadel eine dem Verlauf des N. mandibularis möglichst parallele Richtung zu geben, wie sie z. B. Ostwalt und Schlösser vorschreiben. Härtel vermeidet, wie Schlösser wegen der Infektionsmöglichkeit den Weg durch den Mund und gibt folgende Vorschrift.

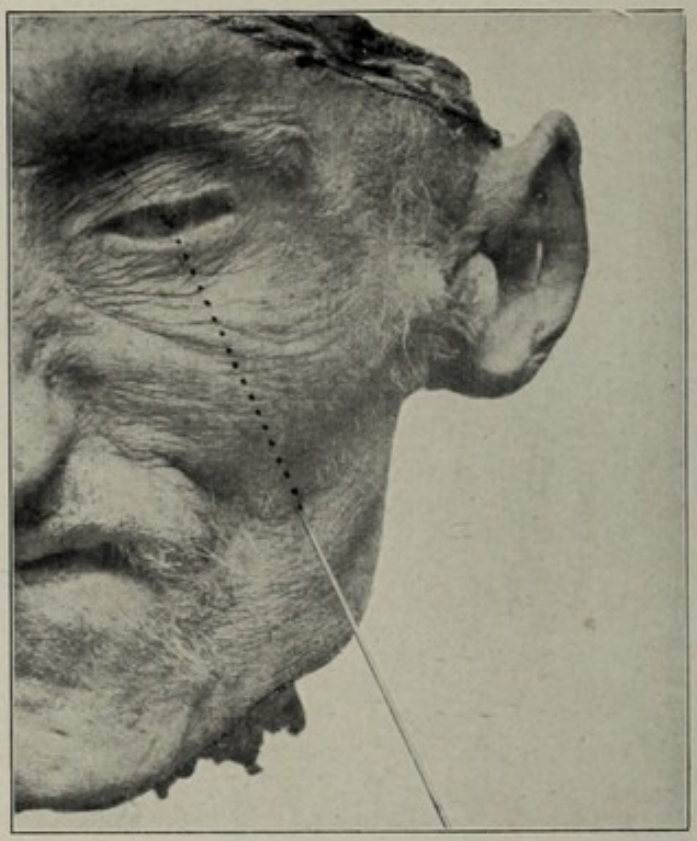


Abb. 73. Punktion des Ganglion Gasseri. Ansicht von vorn (nach Härtel).

Abb. 72 zeigt zunächst die Lage der Hohlnadel am Schädel, die eine Länge von 9—10 cm haben muß (Nr. 6, S. 214). Etwa 3 cm lateral vom Mundwinkel macht man durch Quaddeln eine talergroße Hautstelle unempfindlich, um nötigenfalls den Einstichpunkt wechseln zu können. Man führt nun die Hohlnadel unter Leitung eines in den Mund des Kranken eingeführten Fingers zunächst unter der Mundschleimhaut, dann zwischen aufsteigendem Unterkieferast und Tuber maxillae in die Höhe, bis ihre Spitze das glatte und harte Planum infratemporale erreicht und sich also unmittelbar vor dem Foramen ovale befindet.

Nun geht man mit der Nadelspitze tastend nach hinten und berücksichtigt folgende, durch die gegenseitige Lage des Ganglion Gasseri, der Längsachse der Orbita und der Verbindungslinie der Tubercula articularia des Jochbeins zueinander bedingten und von Härtel sehr fein beobachteten Anhaltspunkte.

Man betrachtet den Kranken genau von vorn: dann soll die Nadel in einer die Pupille seines gleichseitigen Auges schneidenden Ebene liegen (Abb. 73). Man betrachtet den Kranken genau von der Seite: dann soll die Hohlnadel in einer Ebene liegen, welche das Tuberculum articulare schneidet (Abb. 74).

Abb. 74. Punktion des Ganglion Gasseri. Ansicht von der Seite (nach Härtel).

Unerläßlich ist es also, daß man zunächst das Planum infratemporale fühlt, damit man sich nicht etwa nach hinten, hinter das Foramen ovale verirrt. Ich führe deshalb die Hohlnadel zunächst lediglich unter Berücksichtigung der in Abb. 72 bezeichneten, die Pupille schneidenden Ebene, aber steil nach oben ein, etwa so, daß bei Ansicht von der Seite die Nadelebene nicht das Tuberculum articulare, sondern die Mitte des Jochbogens trifft. Dann wird der Nadelgriff allmählich gehoben, stets innerhalb der durch die Pupille bestimmten Ebene, bis die Nadelspitze nach hinten vom Planum infratemporale in sehr charakteristischer

Weise abgleitet. Diese Handgriffe sind sofort einleuchtend, wenn man sie einmal an der Leiche mit einem nebengehaltenen Schädel ausführt.

Abb. 75 zeigt einen Kranken, bei dem die Nadel im Ganglion steckt. Die Erreichung des N. mandibularis erkennt man an den in den Unterkiefer ausstrahlenden Parästhesien. Die Länge des Weges vom Einstichpunkt zum Foramen ovale beträgt 5—7 cm. Nunmehr schiebt man die Nadel in der durch ihre Richtung von selbst gegebenen Achse noch 1—1½ cm weiter vor, bis der Kranke auch im Oberkiefer Parästhesien angibt. Für den Geübten ist aber die Erreichung des Foramen ovale ganz objektiv und unabhängig von etwaigen Angaben des Kranken sehr leicht daran zu erkennen, daß die Hohlnadel plötzlich nach hinten vom Planum infratemporale in die Tiefe gleitet. Man kann daher die Punktion des Ganglion Gasseri in Narkose ausführen, was bei der Behandlung schwerer Trigeminusneuralgien von größter Bedeutung ist. Sobald die Hohlnadel richtig liegt, spritzt man ½—1 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein. Die Unterbrechung tritt in allen drei Trigeminusstämmen sofort ein und dauert eine bis drei Stunden.

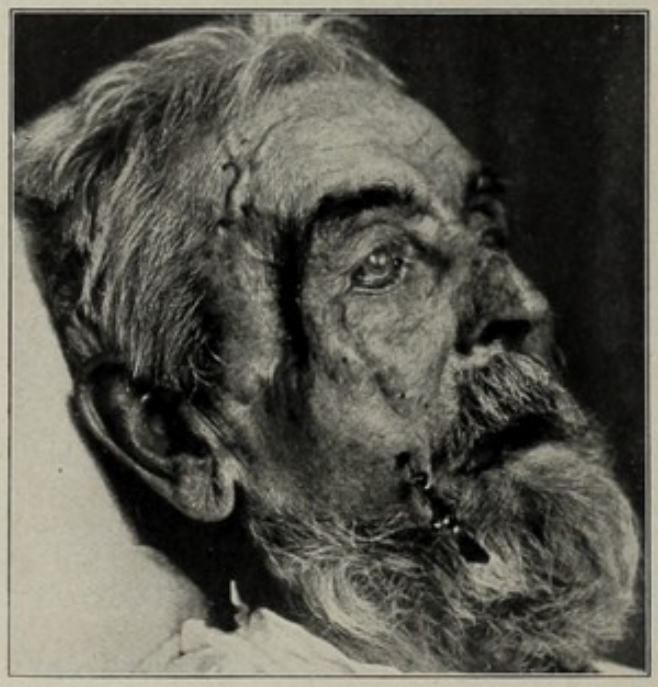


Abb. 75. Die Nadel steckt im Ganglion (Alkoholeinspritzung).

Was nun die Auswahl der verschiedenen Verfahren der Trigeminuspunktion anbelangt, so wird man zum Zweck der operativen Betäubung selbstverständlich immer die einfachsten und gefahrlosesten Methoden wählen. Die Punktion des Ganglion Gasseri ist zwar keineswegs schwierig, wenn man sich mit ihr einmal vertraut gemacht hat, aber sie ist auch nicht ganz gefahrlos. Härtel selbst hat einen seiner Kranken an Meningitis verloren, in einzelnen Fällen sind Schädigungen des Auges infolge von Thrombosen und Embolien im Gebiet der A. centralis retinae aufgetreten. Zur operativen Betäubung aber wird man sie im allgemeinen nur anwenden, wenn die Einspritzungen an die Schädelbasis oder an die Lingula nicht ausreichen.

D. Operationen in der Augenhöhle. Augenoperationen.

Die Ophthalmologie war derjenige Teil der operativen Heilkunde, in der die Kokainanästhesie zuerst praktische Anwendung fand (siehe 7. Abschn.). Die Inhalationsanästhesie bei Augenoperationen besitzt gewisse Übelstände, die einen Ersatz durch die örtliche Betäubung besonders wünschenswert erscheinen lassen. Die Narkose muß stets sehr tief sein, viel tiefer, als bei Operationen an anderen Körperteilen, denn die Sensibilität des Auges erlischt bekanntlich in der Narkose zuletzt. Mit der Tiefe der Narkose vermehren sich aber auch deren Gefahren. Ferner kann jede Unterbrechung der Narkose, durch Atemstillstand, durch Eintreten von Erbrechen insofern gefährlich sein, als gewisse Augenoperationen eine Unterbrechung nicht zulassen, ohne daß ihr Ergebnis in Frage gestellt wird. Endlich ist bei manchen Operationen die Mitwirkung des Kranken durch aktive Augenbewegungen nicht unerwünscht. So kommt es, daß in der Ophthalmologie längst die örtliche Betäubung das bei weitem wichtigere Betäubungsverfahren geworden ist. Die überwiegende Mehrzahl aller Augenoperationen wird unter örtlicher Betäubung ausgeführt.

Die Augenärzte brauchen die Betäubungsmittel teils in Form von Einträufelungen, teils in Form subkonjunktivaler und subkutaner Einspritzungen. Der Bindehautsack ist ein ausgezeichnet geeignetes Objekt für die Oberflächenanwendung dieser Mittel. Denn er bildet, wenn das Auge geschlossen gehalten wird, einen geschlossenen Spaltraum, der das hineingebrachte Betäubungsmittel eine Zeitlang zurückhält und rings umgeben ist von in hohem Grade diffusibeln Geweben. Das Betäubungsmittel kann daher leichter und in größerer Menge in Kornea und Bindehaut eindringen, als etwa in die Schleimhaut der Nase und des Kehlkopfes, wo immer nur eine kurze Berührung mit dem Mittel zu ermöglichen ist. Aus demselben Grunde bleibt die Unempfindlichkeit am Auge keineswegs auf die Oberfläche beschränkt, sondern dringt durch die Kornea und den flüssigen Inhalt der vorderen Kammer leicht mehr oder weniger weit in den Bulbus vor. Man bedarf daher hier auch bei der Oberflächenanwendung verhältnismäßig niedrig konzentrierter Lösungen der Betäubungsmittel. Ersatzmittel des Kokains wurden und werden mit Vorliebe zuerst am Auge geprüft, als einem besonders empfindlichen Objekt, das nicht nur die betäubende Kraft des neuen Mittels sehr bald erkennen läßt, sondern auch den untrüglichen Nachweis für demselben anhaftende Reizwirkung liefert.

In der Augenheilkunde hat das Kokain bis jetzt nicht durch andere

Mittel aus seiner herrschenden Stellung verdrängt werden können. Die neueren Ersatzmittel zeigen bei der Einträufelung in den Bindehautsack fast alle Reizwirkungen. Nur Eukain-B, Tropakokain und Holokain, letzteres seiner großen Giftigkeit halber nur für die Oberflächenanwendung geeignet, haben zahlreichere Liebhaber und Fürsprecher unter den Ophthalmologen gefunden. Besonders Tropakokain (3 bis 5%ige Lösung) und Holokain (1%ige Lösung) werden geschätzt als Mittel, welche nicht reizen, schnell und tief betäuben und, im Gegensatz zum Kokain, Pupille, Akkommodation und Augendruck nicht verändern. Neuerdings haben auch Novokain und Alypin Liebhaber gefunden, das erste auch in Verbindung mit Akoin (Hirsch). Demgegenüber weist Reichmuth darauf hin, daß Kokain für den Ophthalmologen das beste Anästhetikum sei, weil es das Auge am wenigsten schädige. Die Mehrzahl der Augenärzte ist dem Kokain treu geblieben. Da Kokainvergiftungen bei Einträufelung mäßig konzentrierter Kokainlösung auch nicht zu befürchten sind, so ist gegen die Beibehaltung des Mittels nichts einzuwenden. Für alle Einspritzungen dagegen ist Novokain vorzuziehen und Kokain unbedingt zu vermeiden.

Die Augenärzte sind auch die ersten gewesen (s. 8. Abschnitt), welche den Einfluß des Suprarenins auf die Kokainwirkung beobachteten und anwendeten.

Die Betäubung des Auges durch Einträufelungen.

Zur Einträufelung in den Bindehautsack werden 2—5%ige Kokainlösungen verwendet, deren Wirksamkeit durch Suprareninzusatz erheblich gesteigert wird. Für oberflächliche Eingriffe an der Bindehaut und Kornea reicht zuweilen schon ein einmaliges Einbringen der Lösung aus. Die alsdann zu beobachtenden Erscheinungen sind folgende. Die Lidspalte erweitert sich, daher scheint der Bulbus hervorzutreten, die Pupille erweitert sich, die Akkommodation wird, je nach der Dosis, mehr oder weniger beeinträchtigt, Bindehaut und Kornea werden vollständig unempfindlich, sowohl gegen Berührung, als gegen die Einwirkung von Hitze und Kälte, der Blutgehalt der Konjunktiva wird vermindert. Die Unempfindlichkeit tritt bei normalen Augen, je nach der Stärke der angewendeten Lösung und der öfteren Wiederholung der Einträufelung, verschieden rasch auf und dauert verschieden lange. Nach Einträufelung einer 2%igen Kokainlösung ist die Unempfindlichkeit ungefähr in zwei Minuten erreicht und hält sieben bis zehn Minuten an. Dann verliert sie sich allmählich. In der älteren Literatur ist sehr viel von der örtlich schädigenden Wirkung des Kokains auf das Auge zu lesen. An

Reizzuständen der Konjunktiva sind indessen wohl Verunreinigungen des Präparates durch Säuren und die Anwendung stark wirkender Antiseptika, besonders des Sublimats schuld gewesen, während die Hornhautaffektionen zum größten Teil dem Außerachtlassen gewisser Vorsichtsmaßregeln bei der Kokainisierung ihren Ursprung verdanken. Durch Erweiterung der Lidspalte und das Fehlen des Lidschlages am kokainisierten, unempfindlichen Auge entsteht eine Vertrocknung der Kornea. Sie erreicht verschieden hohen Grad, je nach der Dauer der schädlichen Einwirkung und führt zur Trübung des Epithels, zur Abstoßung umschriebener Stellen oder über größere Strecken und, kommt Infektion hinzu, auch zur Geschwürsbildung. Sicher ist, daß ein Teil auch der Hornhautschädigungen auf unmäßige Anwendung antiseptischer Mittel zurückzuführen ist. Die genannten Folgen der Vertrocknung der Hornhaut während der Operation lassen sich stets vermeiden, wenn man durch Verschließen des Auges und feuchte Kompressen dafür sorgt, daß eine Vertrocknung der Hornhaut des kokainisierten Auges nicht eintreten kann (Czermak). Die mydriatische Wirkung des Kokains kann durch gleichzeitige Einträufelung eines Miotikums aufgehoben werden.

Nach einer einmaligen Kokainisierung bleibt die Unempfindlichkeit auf die Oberfläche beschränkt, träufelt man 5%ige Kokainlösung eine halbe Stunde lang alle drei Minuten ein, so wird auch die Iris in der Regel gefühllos.

Die Augenoperationen, welche nach Einbringen von Kokain in den Bindehautsack ausführbar sind, sind oberflächliche Operationen an der Konjunktiva, Entfernung von Fremdkörpern aus Bindehaut und Kornea, die Kauterisation von Hornhautgeschwüren, plastische Operationen an der Hornhaut, Staroperationen, Operationen an Linse und Iris.

Subkonjunktivale Einspritzungen.

Subkonjunktivale Injektionen von Kokainlösung machen die Augenärzte, nachdem der Bindehautsack in der gewöhnlichen Weise unempfindlich gemacht worden ist, zur Betäubung der Iris bei Glaukom, wo die Einträufelung allein nicht immer zum Ziele führt, und bei Schieloperationen. Meistens werden noch verhältnismäßig konzentrierte Lösungen (3—5%) gebraucht. Sie sind nicht frei von Nebenwirkungen, schwere Vergiftungen sind aber in der Ophthalmologie sehr selten beobachtet worden. Schwarz empfiehlt 2%ige Kokainlösung mit Zusatz von 1:5000—1:10000 Suprarenin. Zur Betäubung der ganzen Iris (z. B. zur Durchtrennung mehrfacher vorderer Synechien), muß die Lösung in lückenlosem, die Hornhaut einschließendem Ring unter die Conjunctiva

bulbi injiziert werden, worauf nach etwa fünf Minuten die Wirkung sich äußert. Haab empfiehlt zu gleichem Zweck, aus alkoholischer Lösung auskristallisierte, sterile Kokainkristalle in die vordere Kammer und damit direkt auf die Iris zu bringen. Andere bringen betäubende Lösungen in die vordere Kammer. Zur Ausführung einer Schieloperation wird die betäubende Lösung an der Stelle der abzulösenden oder vorzulagernden Sehne unter die Bindehaut gespritzt, die Lösung durch leichtes Massieren mit dem Lid etwas verteilt und fünf Minuten abgewartet.

Die Innervation der Orbita.

Orbita und Augapfel werden innerviert vom N. ophthalmicus, dessen Verlauf in der Orbita bereits besprochen wurde (S. 262, Abb. 56). Außerdem zieht vom N. maxillaris der N. zygomaticus durch die Augenhöhle, dessen Endäste die Haut der Schläfengegend, der Jochbeingegend und der Umgebung des äußeren Augenwinkels innervieren.

Die Exenteratio orbitae.

Die rücksichtslose Einspritzung von 10 ccm 1%iger Novokain-Suprareninlösung mit langen geraden Hohlnadeln in den hintersten Teil der Orbita und hinter den Bulbus in dessen Muskeltrichter auf dem Wege der medialen und lateralen Orbitalinjektion (S. 262), führt in Verbindung mit der orbitalen Injektion an das Foramen rotundum (S. 266) zu einer völligen Gefühllosigkeit der Augenhöhle und ihres Inhalts, sowie der Augenlider. Ich habe die Operation wiederholt im Anschluß an die Oberkieferresektion ausgeführt. Das in dieser Weise einverleibte Betäubungsmittel unterbricht auch den N. opticus. Unempfindlichkeit von der gleichen Ausdehnung ist durch die Einspritzung ins Ganglion Gasseri nach Härtel zu erzielen.

Die Enucleatio und Exenteratio bulbi.

Schleich teilt mit, daß er mittels Einspritzung seiner Kokainlösungen die Enukleation ausgeführt habe, gibt aber keine genaueren Vorschriften. Später hat Weiß das Schleichsche Verfahren an fünf Fällen versucht. Er bediente sich dreimal der Schleichschen Lösung III mit 0,01% Kokain und zweimal einer 0,2%igen Kokainlösung. Nach Kokainisierung der Bindehaut mit 2%iger Kokainlösung machte er die Konjunktiva durch Einspritzung der Schleichschen Lösung stark chemotisch und führte die Hohlnadel unter fortwährendem Druck auf den Spritzenstempel in der Richtung der Orbitalachse auf der nasalen und temporalen Seite des Bulbus langsam vor, um eine Infiltration der tieferen Teile der Orbita zu erreichen. Die Operation war jedoch nicht ganz schmerzlos ausführbar, besonders nicht in den Fällen, wo eine länger andauernde entzündliche Periode

vorhergegangen war. Das gleiche ergibt sich aus der Arbeit Meyers. Für die sichere Unterbrechung der Ziliarnerven sind die Schleichschen Lösungen gewiß ebensowenig geeignet wie für die Unterbrechung der Nervenleitung an anderen Körperteilen. Eine weitere Mitteilung über die Enukleation ist bei Hackenbruch zu finden. Er spritzte nach Kokainisierung der Bindehaut und Kornea seine Kokain und Eukain zu je ½% enthaltende Lösung zirkulär hinter den Bulbus, worauf die Enukleation des zuvor äußerst schmerzhaften, glaukomatös erkrankten Auges schmerzlos vonstatten ging. Haab braucht dieselbe Kokain-Eukainlösung, beschränkt aber die örtliche Betäubung auf nicht entzündliche Fälle und bezeichnet die Operation dann als nahezu schmerzlos. Er spritzt die Lösung zunächst an den vier Ansätzen der geraden Augenmuskeln ein und dann nach Abtrennen der Sehnen in großer Menge mittels einer gebogenen Hohlnadel an den hinteren Pol des Auges. Hiernach muß fünf Minuten gewartet werden, bis Unempfindlichkeit eintritt. Wenn der Tenonsche Raum intakt erhalten ist, so würde bei Anfüllung desselben mit einer betäubenden Lösung Unempfindlichkeit des ganzen Bulbus eintreten. Bei erkrankten Augen bestehen aber häufig Verwachsungen zwischen Bulbus und Faszie, welche dieses Resultat vereiteln müssen.

In den letzten Jahren haben sich die Ophthalmologen mit der Betäubung des Bulbus zur Ausführung der Enucleatio und Exenteratio bulbi mehrfach und, offenbar infolge der Anwendung von Suprarenin, mit durchgreifenderem Erfolge als früher beschäftigt. Sie führen die Hohlnadel nach vorheriger Kokainisierung des Bindehautsackes durch die Bindehaut in die Orbita ein.

Löwenstein sticht eine gerade Nadel an der lateralen Lidkommissur etwas unterhalb der Mitte ein, führt sie zunächst zwischen Bulbus und Bindehaut weiter, wendet sie dann mehr medialwärts, so daß ihre Spitze sich in einer Tiefe von 4½ cm in der Nähe des N. opticus und des Ganglion ciliare befindet. Hier spritzt er 1 ccm 1%iger Kokainlösung mit Suprareninzusatz ein. ½ ccm der gleichen Lösung wird ferner rings um den Bulbus subkonjunktival eingespritzt. In 26 Fällen wurde 24mal völlige Unempfindlichkeit des Bulbus erzielt.

Mende teilt die Erfahrungen Siegrists mit unter Hinweis auf dessen frühere Arbeit. Er empfiehlt, eine leicht gebogene Hohlnadel von einem temporal und nasal gelegenen Einstichpunkt hinter den Bulbus in die Nähe der Eintrittsstelle des Sehnerven und der Ziliarnerven zu führen und je 2 ccm 1 oder 2%ige Novokainlösung mit Suprareninzusatz einzuspritzen. 1 ccm der gleichen Lösung wird subkonjunktival in die Nähe der geraden Muskelansätze eingespritzt. Von 1906—1910 wurden 155 Exenterationen und Enukleationen in örtlicher Betäubung und 61 in Narkose ausgeführt. Vor der Operation erhielten die Kranken Sedativa und Narkotika. In den 155 Fällen war die Unempfindlichkeit achtmal ungenügend infolge von Fehlern der Technik und der Indikationsstellung. Kontraindikationen sind ein ungeeigneter psychischer

Zustand des Kranken, bei Verletzungen ein stark zerschlagener Bulbus, eiterige Konjunktivitis und perforierte Panophthalmie. Reizzustände des Auges haben auf den Erfolg keinen Einfluß.

Seidel, der mit dem Siegristschen Verfahren nicht immer zufrieden war, spritzt 1—2 ccm 1%ige Novokainlösung mit Suprareninzusatz subkonjunktival rings um den Bulbus. Dann führt er von vier Einstichpunkten eine gerade Hohlnadel durch die Bindehaut hinter den Bulbus etwa auf den Halbierungspunkt einer Linie zwischen Foramen opticum und die Eintrittsstelle des Sehnerven. Während des Vorschiebens der Nadel werden je 1 ccm, retrobulbär ebenfalls je 1 ccm der gleichen Lösung eingespritzt. Die Operation beginnt 20 Minuten nach der Einspritzung. Ist die Bindehaut infiziert, so macht Seidel die Einspritzungen durch die Haut am Orbitalrande oder er führt die Hohlnadel von einem unter dem Jochbogen gelegenen Einstichpunkte durch die Fissura orbitalis in den hinteren Teil der Orbita und deponiert dort 4—6 ccm 4%ige Novokain-Suprareninlösung.

Ich besitze keine eigenen Erfahrungen über diese Operationen, möchte aber darauf hinweisen, daß man mittels der oben für die Exenteratio orbitae beschriebenen Einspritzungen vom Orbitalrande her viel bequemer mit geraden Nadeln hinter den Bulbus gelangen kann, als von der Konjunktiva her. Seidel hat sich diesem letzteren Verfahren neuerdings angeschlossen (XVI, 36).

Die Krönleinsche Operation.

Härtel hat die Einspritzung in das Ganglion Gasseri zur Ausführung dieser Operation benutzt. Seidel (XVI, 32) beschreibt sein Betäubungsverfahren folgendermaßen. Der Hautschnitt wird durch Infiltration unempfindlich gemacht. Von einem Einstichpunkt am oberen äußeren Orbitalwinkel wird die Hohlnadel in die Orbita eingeführt, um an deren seitlicher Wand 5 ccm 4%ige Novokain-Suprareninlösung zu verteilen. Desgleichen werden außerhalb der Augenhöhle etwa 6 ccm 1%ige Lösung an der hinteren Fläche des Proc. fronto-sphenoidalis verteilt. Endlich werden 3 ccm 2%ige Lösung vom unteren äußeren Augenhöhlenwinkel her längs der Fissura orbitalis inferior eingespritzt.

Operationen an den Augenlidern und am Tränensack.

Bei Operationen, die sich auf die Augenlider beschränken, sind Einspritzungen in den hinteren Teil der Augenhöhle oder an den zweiten Trigeminusast nicht notwendig. Um das obere Augenlid unempfindlich zu machen, bezeichnet man einen Einstichpunkt in der Mitte

des oberen Orbitalrandes und spritzt von ihm aus 3—5 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung dicht am Knochen entlang dem Orbitalrande (Abb. 76). Die Unempfindlichkeit betrifft auch die Bindehaut. In ähnlicher Weise kann man mit dem unteren Augenlid verfahren. Für letzteres ist auch die Einspritzung in das Foramen infraorbitale geeignet (S. 260), wodurch zugleich die ganze Wange unempfindlich wird. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß das mediale Ende des Unterlids vom N. infratrochlearis versorgt wird. Man trifft letzteren, wenn man 2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung von einem über und medial vom inneren Augenwinkel gelegenen Einstichpunkt an die mediale Orbitalwand injiziert.

Für die Operationen am Tränensack empfiehlt Seidel (96) auf Grund ausgedehnter Erfahrungen die Unterbrechung des N. ethmoidalis anterior durch die mediale Orbitalinjektion (S. 262). Um den Nerven sicher zu treffen, macht er eine zweite Einspritzung auf die mediale Augenhöhlenwand von einem Einstichpunkt, der am medialen Ende des unteren Augenlids gelegen ist.

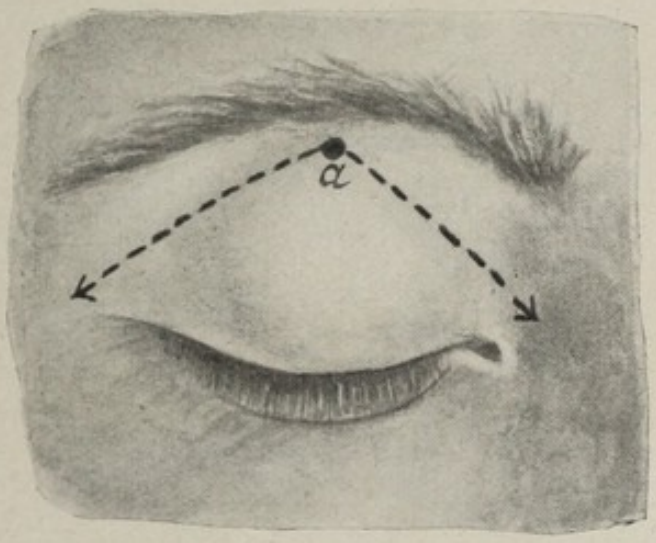


Abb. 76. Betäubung des oberen Augenlids.

E. Operationen an den Gesichtsweichteilen.

Bei allen Gesichtsoperationen ist die örtliche Betäubung von hohem Wert. Die Narkose ist immer sehr störend. Lexer hebt als besonderen Vorteil der örtlichen Betäubung bei den plastischen Operationen hervor, daß man am sitzenden Kranken operieren kann, wobei die symmetrischen Gesichtsverhältnisse besser zu beobachten sind.

Die Verbreitung der Innervationsgebiete der drei Trigeminusäste im Gesicht und ihr Übergreifen ineinander, das übrigens sehr wechselnd ist, ergibt sich aus Abb. 77. Die Unterbrechung des Trigeminus III am Foramen ovale führt wegen des Übergreifens der Zervikalnerven nur in einem kleinen Bezirk der Unterlippe von wechselnder Größe zu vollständiger Unempfindlichkeit. Die Unterbrechung des Trigeminus II macht im Gesicht einen Bezirk unempfindlich, der nicht größer ist wie

bei Einspritzung ins Foramen infraorbitale. An der Innervation der Nasenhaut beteiligt sich in größerer oder geringerer Ausdehnung, meist nur an der Nasenspitze und den Nasenflügeln, der erste Ast durch Vermittelung des Endastes des N. ethmoidalis (s. Abb. 38, S. 244). Die zentrale Unterbrechung einzelner Trigeminusäste gewinnt daher ihre wesentliche Bedeutung durch die mit ihr zu erzielende Unempfindlichkeit

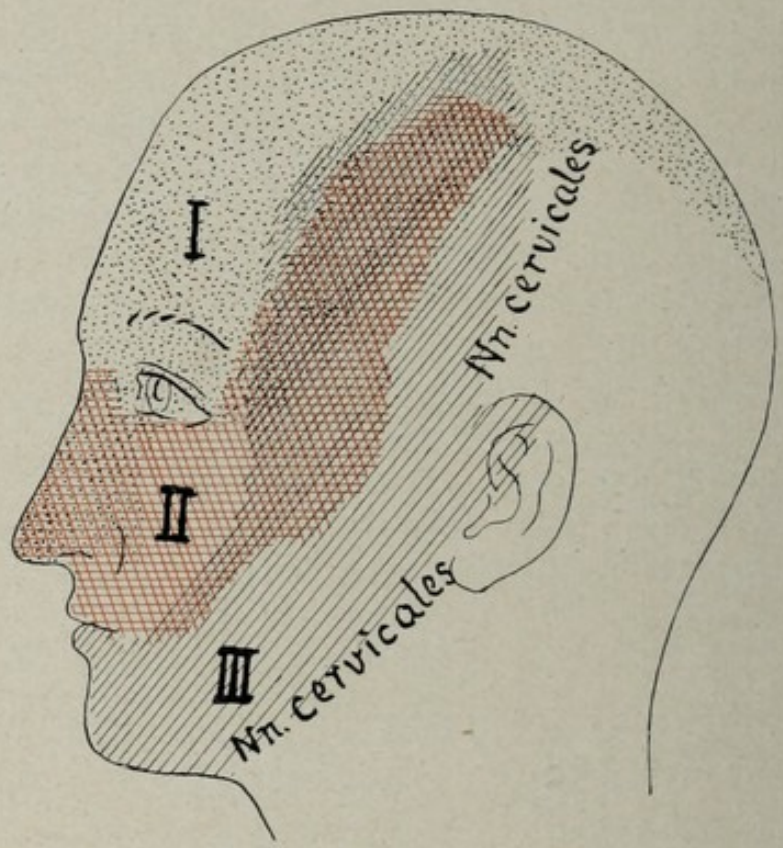


Abb. 77. Innervation der Gesichts- und Kopfhaut.
(Nach Corning.)
Schwarz punktiert: R. I N. trigemini.
Rot schraffiert: R. II N. trigemini.
Schwarz schraffiert: R. III N. trigemini.

der betreffenden Höhlen des Gesichtsschädels, während die Weichteile des Gesichts wegen des Übergreifens benachbarter und der gegenseitigen Nervenbezirke meist noch umspritzt werden müssen. Die typischen Formen solcher Umspritzungen werden wir namentlich bei den Kieferoperationen kennenlernen. Die durch sie erzielte Blutleere des Operationsfeldes ist von großer Bedeutung. Nur die Unterbrechung aller drei Trigeminusäste durch Ganglioninjektion macht einen sehr ausgedehnten Bezirk des Gesichts auch ohne weitere örtliche Umspritzungen unempfindlich. Gegen die Mittellinie hin muß man aber

doch mit Umspritzungen nachhelfen, falls nicht beiderseits das Ganglion Gasseri unterbrochen wird. Härtel hat dies in einem Falle ausgeführt.

Bei oberflächlichen Operationen an den Weichteilen des Gesichts braucht man die zentralen Unterbrechungen an der Schädelbasis in der Regel nicht, man kommt vielmehr mit Umspritzungen allein aus.

Die Betäubung der äußeren Nase, der Oberlippe und Wangengegend.

Als Beispiel einer Nasenoperation wählen wir die Abtragung eines Rhinophyma (Abb. 78). Man braucht in der Regel drei Einstichpunkte, von denen zwei rechts und links neben dem Nasenflügel, der dritte — bei manchen Nasenformen entbehrliche — mitten auf dem Nasenrücken, an der Grenze zwischen knöcherner und knorpeliger Nase gelegen sind. Man spritzt von den zwei erstgenannten Punkten reichlich ½%ige Novokain-Suprareninlösung subkutan entlang dem Rande der Apertura pyriformis bis zur Mitte des Nasenrückens, nötigenfalls von dem dritten Einstichpunkt nachhelfend, und unter den Ansatz der Nasenflügel und des Frenulums bis in die Oberlippe. Man braucht 20 bis 25 ccm der Lösung. Jetzt werden die Nasenspitze, die Nasenflügel einschließlich ihrer Knorpel und Schleimhaut und das Frenulum unempfindlich. Dies u. a. auch für die Behandlung des Lupus zu brauchende Verfahren gibt bei der Operation des Rhinophyma, zumal wegen der Blutleere des Operationsfeldes, ganz vorzügliche Erfolge.

Abb. 78. Umspritzung der äußeren Nase bei Rhinophyma.

Soll die Oberlippe in das unempfindliche Feld eingeschlossen werden (Abb. 79), so führt man die oben beschriebenen Einspritzungen aus und spritzt vom Punkt 1 und 2 je etwa 10 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung unter Leitung des in den Mund eingeführten linken

Zeigefingers in zwei Streifen submukös und subkutan bis an die Mundwinkel.

Ein noch größeres unempfindliches Feld gibt die Umspritzungsfigur Abb. 80. Außer der Umspritzung 1—5—3—6—2 ist nötig der von Punkt 4 angedeutete Streifen (N. ethmoidalis), sowie jederseits eine Einspritzung ins Foramen infraorbitale von Punkt 5 und 6 aus. Die Streifen 1—5 und 2—6 macht man vom Punkt 5 und 6 aus, während der linke Zeigefinger die Lippe abzieht, wie dies in Abb. 81 und Abb. 82 abgebildet ist.

Die Hasenschartenoperationen führe ich regelmäßig ohne Narkose aus. Man spritzt in die Oberlippe beiderseits in einem Streifen von

Abb. 79.
Betäubung der äußeren Nase und der Oberlippe.

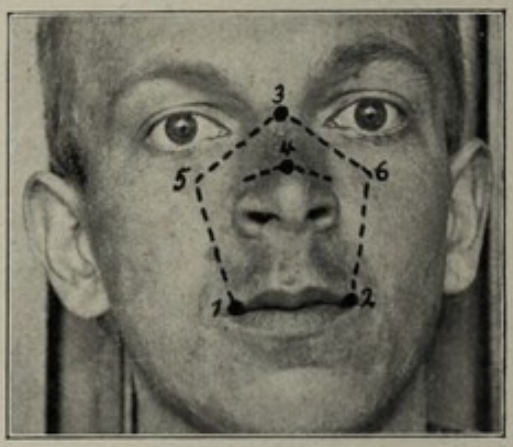


Abb. 80.
Betäubung der äußeren Nase, Oberlippe und Wangengegend.

den Mundwinkeln bis zu den Nasenflügeln je 2½ ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung, ferner an die Vorderfläche des Oberkiefers bis zum Foramen infraorbitale und unter den Nasenflügel, bei einseitigen Spalten auf der lateralen Seite, bei doppelseitigen beiderseits, 5 ccm der gleichen Lösung. Die Einspritzung beschränkt die Blutung, die Kinder schlafen meist während der Operation ein.

Die quere Wangenspaltung als Voroperation zu Eingriffen in der Mundhöhle erfordert Infiltration der Schnittline. Man braucht einen einzigen Einstichpunkt am vorderen Rande des M. masseter (Abb. 81). Man legt den linken Zeigefinger in die Mundhöhle des Kranken, hebt die Wange ab und spritzt vom Einstichpunkt aus mit langer Hohlnadel subkutan und submukös einen Streifen bis zum Mundwinkel.

Operationen an der Unterlippe und Kinngegend.

Für die Operationen, welche sich auf die Unterlippe beschränken, macht man die von Hackenbruch angegebene keilförmige Umspritzung der Unterlippe (Abb. 83, 1—4—5). Man bezeichnet bei 1, in der Kinngegend einen Einstichpunkt, sticht dort die Hohlnadel unter Führung des im Munde liegenden Fingers (Abb. 82) unter die Schleimhaut und schiebt sie infiltrierend bis Punkt 4 vor. Dann zieht man sie zurück und schiebt sie, subkutan infiltrierend, ebenfalls bis Punkt 4 vor. In gleicher Weise wird zum Punkt 5 eingespritzt. Für einen Keil von der in Abb. 83 abgebildeten Größe werden 20—25 cm ½%ige Novokain-Suprareninlösung gebraucht. Das ganze, von der Linie 1—4—5 eingeschlossene

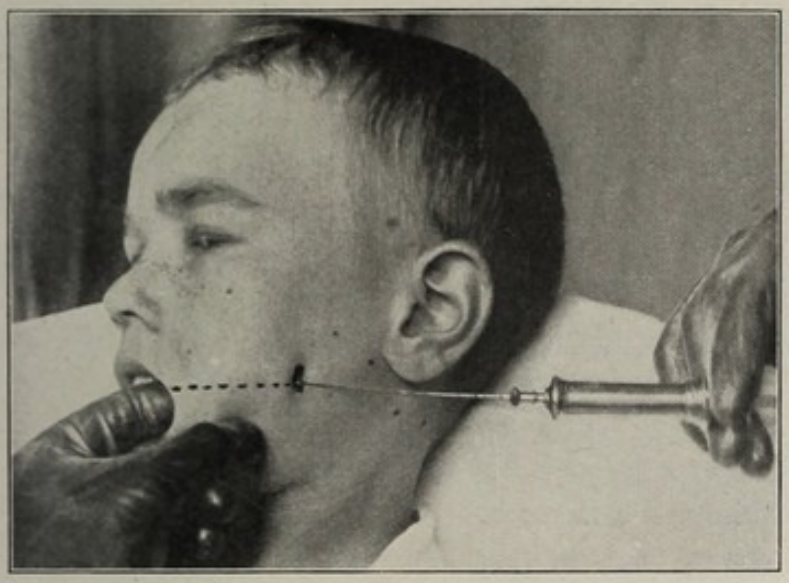


Abb. 81. Einspritzung zur queren Wangenspaltung.

Lippenstück wird unempfindlich. Bei Karzinomen muß der Einspritzungsstreifen reichlich entfernt vom Krankheitsherd sein, die Punkte 4 und 5 fallen gewöhnlich in die Mundwinkel. Die zur Keilexzision beim Karzinom auszuführenden Schnitte sollen also nicht mit der Linie 1—4—5 zusammenfallen, sondern innerhalb des Dreiecks liegen. So wird eine Infiltration erkrankter Gewebe sicher vermieden. Soll ein größerer Teil der Unterlippe oder die ganze Unterlippe nebst der benachbarten Kinnhaut unempfindlich werden, so legt man zwei Einstichpunkte etwa nach 2 und 3 (Abb. 83) und infiltriert die Gewebe in einem Streifen, der der Linie 9—2—3—10 entspricht. Wo die Weichteile dem Unterkiefer aufliegen, spritzt man zuerst tief auf das Periost, dann dicht unter der Haut, an der Unterlippe erfolgt die Einspritzung in der

vorhin geschilderten Weise unter Leitung des im Munde liegenden Fingers. Verwendet wird ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Aber damit wird noch keine Unempfindlichkeit erreicht. Hierzu ist es nötig, daß man von einem der Einstichpunkte aus die Umgebung des bei a und b gelegenen Foramen mentale infiltriert oder die Unterbrechung des N. alveolaris inf. an der Lingula vornimmt. Nunmehr wird das ganze Operationsfeld einschließlich des unterliegenden Knochens unempfindlich. In Abb. 83 ist weiter angegeben, wie sich das unempfindliche Feld nach der Wange und Unterkinngegend vergrößern läßt, wenn bei

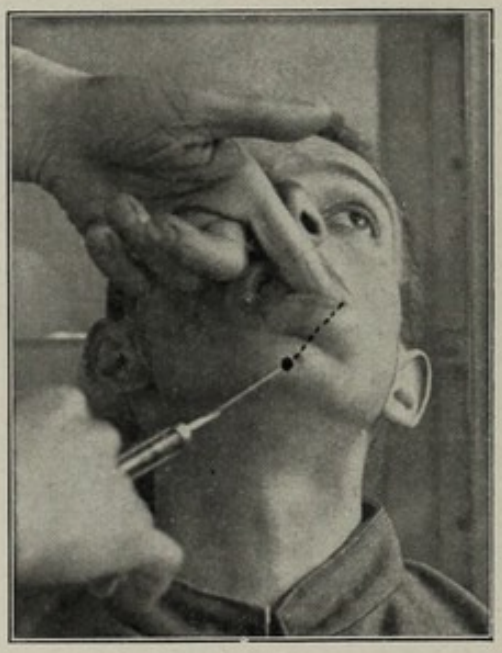


Abb. 82.
Ausführung der Einspritzung in die Unterlippe.

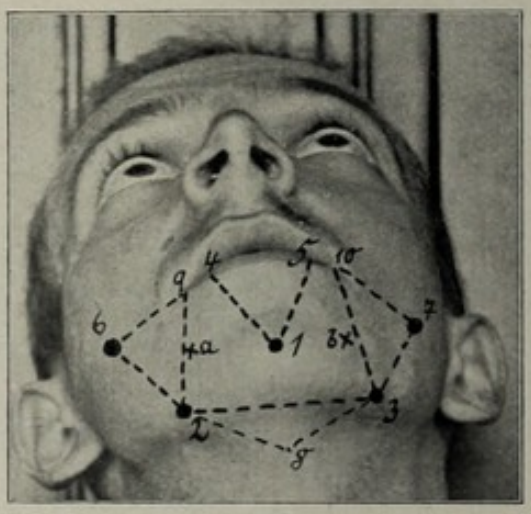


Abb. 83.
Umspritzungsfiguren an der Unterlippe und Kinngegend.
a, b: Austrittsstelle des M. mentalis.

6 und 7 neue Einstichpunkte markiert werden. Man kann dann ein Feld von der Ausdehnung 9—6—2—8—3—7—10, oder auch nur Teile davon umspritzen. Die Einspritzung von 2 nach 6 wird wie an der Unterlippe ausgeführt, die von 6 nach 9 wie oben für den queren Wangenschnitt beschrieben.

Bei plastischen Operationen im Gesicht, wo gestielte Lappen zu bilden sind, sind die Ausführungen S. 170 zu beachten. Der Lappen darf aus den dort angeführten Gründen, zumal an dem vom ernährenden Stiel entfernten Teil, kein Betäubungsmittel enthalten. Die Betäubungsform, die anzuwenden ist, muß sich darnach richten.

F. Operationen in der Nasenhöhle und an der knöchernen Nase.

Die Nasenhöhle wird im vorderen Teil durch Vermittlung des N. ethmoidalis vom N. ophthalmicus, im hinteren Teil vom N. maxillaris innerviert. Abb. 84 und 85 zeigen schematisch die Anordnung der beiden Nervenbezirke. Die Keilbeinhöhle und Highmorshöhle versorgt der N. maxillaris allein, die Stirnhöhle der N. ethmoidalis allein, an der Innervation der Siebbeinzellen beteiligen sich beide Nerven.

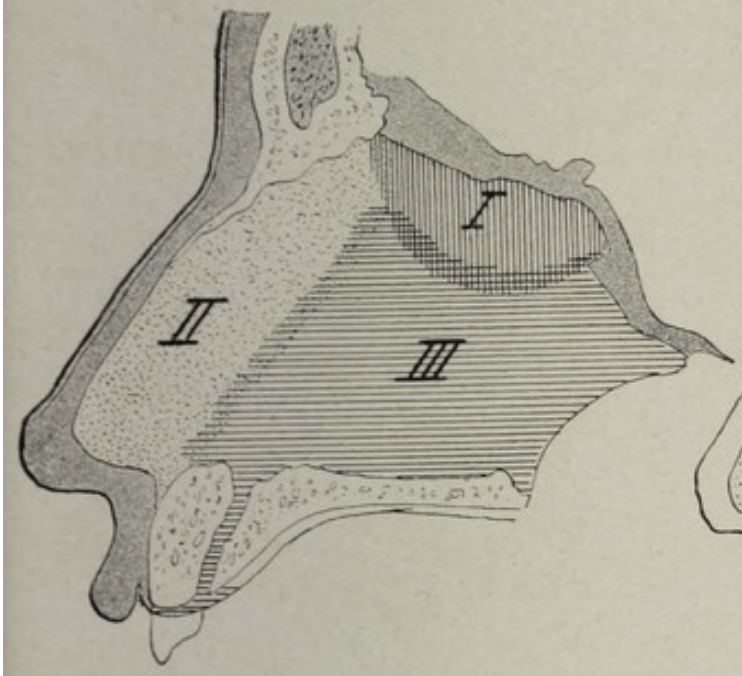


Abb. 84.
Innervation des Nasenseptums.

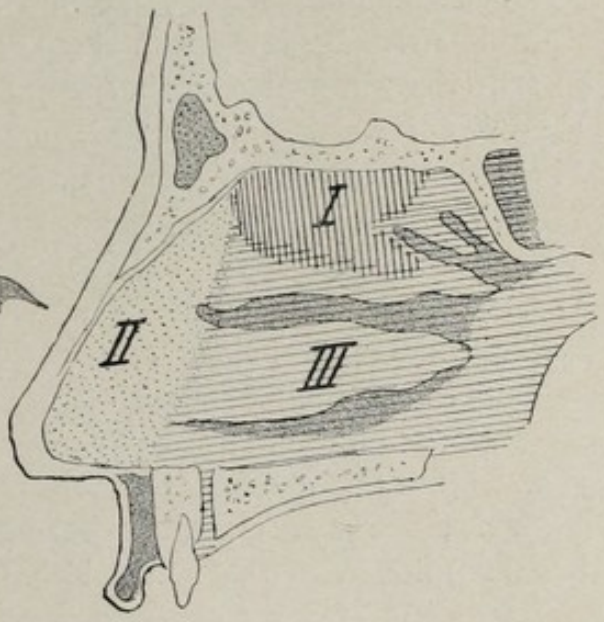


Abb. 85. Innervation der Seitenwand der Nasenhöhle.

I N. olfactorius. II N. ethmoidalis. III N. maxillaris.

Die Kokainisierung der Nasenschleimhaut ist für die Entwicklung der Rhinologie ein Verfahren von einschneidender Bedeutung geworden. Die genaue Untersuchung der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen, ferner die Ausführung vieler Operationen in der Nase wird durch die Kokainisierung erleichtert, ja oft nur durch dieselbe ermöglicht. Denn das Mittel macht nicht allein die Schleimhaut unempfindlich und hebt die Reflexe auf, sondern es erweitert die Nasenhöhle auch und macht sie zugänglicher, indem es infolge seiner gefäßverengernden Wirkung die Schleimhaut zur Abschwellung bringt. Diese Eigenschaft kann man zwar jetzt auch anderen Betäubungsmitteln durch Suprareninzusatz geben, es hat sich aber von den älteren Ersatzmitteln des Kokains keins in der Rhinologie bewährt. Von den neueren wird vor allem das Alypin

von Seifert und Ruprecht außerordentlich gerühmt. Sie verwenden das Mittel in 10%iger Lösung, Ruprecht mit Suprareninzusatz. Die Anwendung der Lösung geschieht in folgender Weise, wobei ich mich an die Vorschriften Bresgens halte. „Um die Spitze einer fast nadelspitzen Sonde wird eine unbedeutende Menge Watte recht locker angedreht, so daß der rundliche, etwa erbsengroße Bausch die Spitze umhüllt und ungefähr ½ cm unterhalb derselben durch festes Andrehen mit dem Fingernagel befestigt wird. Dieser Wattebausch wird in die betäubende Lösung getaucht. Alsdann wird unter Gebrauch eines Nasenspiegels die Nasenhöhle erleuchtet und die mit Kokainlösung beladene Sonde über die gesamte Nasenschleimhaut leicht reibend geführt, und zwar beginnt man am vorderen Ende der unteren Muschel, schreitet auf dieser nach rückwärts und geht sodann in den mittleren und unteren Nasengang. Alsdann läßt man den Kranken den Kopf stark nach vorn neigen, damit das Anästhetikum nicht in den Hals läuft, und richtet die Sonde von neuem her. Hierauf läßt man den Kranken die betreffende Nasenhälfte mehrfach stark ausblasen; der Kranke hält dabei die nicht behandelte Nasenhälfte geschlossen, während die andere gar keinen Druck von außen ausgesetzt werden darf. Sodann wird die Anästhesierung des mittleren Nasengangs fortgesetzt und zur mittleren Muschel und zum oberen Nasengang übergegangen, auch nochmals untere Muschel und unterer Gang bestrichen. Nachdem die Sonde nochmals hergerichtet und übrigens wie vorhin verfahren ist, wird die ganze Höhle der Nase von oben nach unten mit der Lösung bestrichen; nach 1—2 Minuten läßt man die Nase ausblasen. Alsdann ist in den allermeisten Fällen die Nasenschleimhaut unempfindlich geworden und abgeschwollen. In manchen Fällen genügt schon zweimalige Einbringung des Anästhetikums, in wenigen bedarf es nur einmaliger oder auch viermaliger Anwendung.“ Handelt es sich nur um Ausführung der Sondierung der Stirn- oder Oberkieferhöhle, so genügt die Betäubung des mittleren Nasengangs und Einlegen eines kleinen, mit der Lösung getränkten Wattetampons an der Mündung des Ausführungsganges der zu sondierenden Höhle. Die auf diese Weise gewonnene Unempfindlichkeit beschränkt sich auf die Schleimhaut. Eine bis auf das knöcherne und knorpelige Nasengerüst sich erstreckende Unempfindlichkeit erhält man durch Infiltration des submukösen Gewebes mit 2%iger Novokain-Suprareninlösung. Sie ist aber, wenn die äußere Nase erhalten ist, nur am Septum leicht ausführbar und ermöglicht dann in sehr einfacher Weise die operative Behandlung der Septumverbiegungen. Man spritzt die Lösung mit einer 1-Gramm-

spritze und möglichst feiner Hohlnadel ein, von vorn beginnend und nach hinten fortschreitend, auf beiden Seiten des Septums, so weit, als das Operationsfeld reicht, und kann dann die gewünschte Operation, welche durch die Suprareninblutleere außerordentlich erleichtert wird, am Septum vornehmen. Killian empfiehlt, das Septum durch Einspritzungen an die Austrittsstelle des N. ethmoidalis und N. nasopalatinus Scarpae zu betäuben (S. 266).

In betreff näherer Einzelheiten, soweit sie sich auf die Oberflächen-

Abb. 86.

Abb. 87.

Abb. 86. Karzinom der häutigen und knöchernen Nase.
Abb. 87. Karzinom der häutigen und knöchernen Nase nach ausgeführter Operation. Die Kranke kann die Augen wegen des noch bestehenden Ödems der Oberlider nicht öffnen.

betäubung bei spezialistischen Operationen beziehen, muß auf die rhinologischen Handbücher verwiesen werden.

Zur Ausführung eingreifender Operationen am knöchernen Nasengerüst genügt weder die Oberflächenbetäubung, noch die submuköse Einspritzung vom Inneren der Nase aus, noch die S. 291 beschriebene Umspritzung der äußeren Nase. Hier muß man sich des von Peuckert, mir und Offerhaus beschriebenen Verfahrens bedienen.

Als Beispiel wähle ich die Exzision eines Nasenkarzinoms, wo nicht nur die radikale Entfernung der äußeren Nase, sondern auch der Nasenbeine, des Randes der Apertura pyriformis, des vorderen Teils des harten Gaumens und die Ausräumung der ganzen inneren Nase not-

wendig war (Abb. 86). Die Einspritzung begann mit der Unterbrechung beider N. N. maxillares vom unteren Rande der Jochbeine (S. 267) und mit der beiderseitigen medialen Orbitalinjektion (S. 262) zur Unterbrechung der N. N. ethmoidales. Die Umspritzung der äußeren Nase mit ½% iger Novokain-Suprareninlösung geschah nach dem Schema Abb. 88, wobei die beiden für die N. N. maxillares bestimmten Einstichpunkte mit benutzt wurden. Der dritte Einstichpunkt lag auf dem Nasenrücken. Die Operation war schmerzlos und blutleer. Abb. 87 zeigt die Kranke nach eben beendeter Operation. Die Augenlider sind noch ödematös, weshalb sie die Augen nicht öffnen kann.

Abb. 88. Umspritzungsfigur bei Nasenoperationen.
1 Einstichpunkt für die mediale Orbitalinjektion. 2 Einstichpunkt für den N. maxillaris.

Mit dem gleichen Verfahren führe ich die Voroperationen zur Freilegung des Naseninnern und der Schädelbasis, die Aufklappung der äußeren Nase nach Kocher und die zeitweilige Aufklappung beider Oberkiefer nach Kocher behufs Entfernung von Tumoren aus. Wenn es sich um Tumoren der Schädelbasis und des Rachens handelt, so empfiehlt es sich, nach Freilegung des Operationsgebiets nochmals zur Spritze zu greifen und die nun sichtbare Rachenwand zu infiltrieren und bei Nasenrachenfibromen deren Ansatzstelle zu unterspritzen, bevor man an die Exstirpation geht.

Wer nur einmal eine derartige Operation in örtlicher Betäubung gesehen und die Unterbrechung der Trigeminusstämme gelernt hat, wird nicht auf den Gedanken kommen, sie jemals wieder in Narkose und ohne Suprareninanämie auszuführen. Für die Operationen an der Hypophyse von der Nase aus dürfte kein Betäubungsverfahren geeigneter sein, als das beschriebene. Kirschner (Frey, XVI, 9) hat 5mal Hypophysentumoren nach dem paranasalen-transethmoidalen Verfahren ausgeführt. Es wurde die mediale und laterale Orbitalinjektion ausgeführt und der N. maxillaris an der Schädelbasis unterbrochen. Frey hält die Anwendung der Narkose bei dieser Operation geradezu für einen Fehler.

G. Operationen an der Stirnhöhle.

Die in örtlicher Betäubung ausführbaren Operationen an der Stirnhöhle beschränkten sich bisher auf die einfache Aufmeißelung, für die durch Infiltration der das kleine Operationsfeld bedeckenden Weichteile meist eine einigermaßen genügende Unempfindlichkeit zu erzielen ist. Mein früherer Assistent Peuckert hat zuerst unsere Betäubungstechnik bei Radikaloperationen (völlige Entfernung der vorderen und unteren Wand oder Killiansche Operation) beschrieben. Andeutungen hierüber sind auch schon in der 2. Auflage dieses Werkes enthalten. Später habe

Abb. 89. Umspritzungsfigur bei Stirnhöhlenoperation.
1 Einstichpunkt für die mediale Orbitalinjektion. 2 Einstichpunkt für den N. maxillaris.

Abb. 90. Umspritzungsfigur bei doppelseitiger Radikaloperation der Stirnhöhleneiterung.

ich (XVI, 5) unsere an 13 Fällen teils einseitiger, teils doppelseitiger Radikaloperationen gewonnenen Erfahrungen mitgeteilt.

Es ist zunächst die mediale Orbitalinjektion (S. 262) auszuführen, während die laterale unterbleiben kann, wenn man vom medialen Einstichpunkt aus noch das Orbitaldach mit dem Betäubungsmittel bedeckt. Die Innervation der Nasenschleimhaut durch den zweiten Ast versuchten wie früher (Peuckert, l. c.) durch Kokainisierung oder Alypinisierung der Schleimhaut vor Beginn der Operation auszuschalten. Da jedoch die Kranken zuweilen bei der Herstellung der Verbindung der Stirnhöhle mit der Nase und bei der Eröffnung der hinteren Siebbein-

zellen über Schmerzempfindung klagten, ziehen wir jetzt vor, lieber von vornherein auch den N. maxillaris am Foramen rotundum (S. 267) zu unterbrechen.

Es folgt nun die Umspritzung des Operationsfeldes. Bei einseitiger Operation brauche ich hierzu sieben Einstichpunkte, deren Lage aus Abb. 89 ersichtlich sind, einer von ihnen fällt mit dem Einstich für die mediale Orbitalinjektion zusammen. Man umspritzt, wie abgebildet,

Abb. 91. Radikaloperation bei Stirnhöhleneiterung. Killiansche Operation.

das Operationsfeld an der Stirn und Nase, von den am Orbitalrande gelegenen Punkten spritzt man unter den Orbitalrand und unter das Dach der Orbita. Für die Unterbrechung der N. N. ethmoidales und des N. maxillaris braucht man etwa 10 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung, für die Umspritzung 40—50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Einspritzungstechnik bei doppelseitiger Erkrankung ergibt sich aus Abb. 90. Das Operationsfeld ist nach der Einspritzung schmerzlos im strengsten Sinne des Wortes. Man kann die Siebbein-

zellen entfernen, soweit dies nötig ist, die vordere Wand der Stirnhöhle entfernen, die Orbita bis in den hinteren Teil zugänglich machen, die zur Verbindung mit der Nasenhöhle erforderliche Öffnung im Nasenbein und der Nasenschleimhaut anlegen. Die Blutleere des Operationsfeldes erleichtert ungemein die Operation. Es dürfte nicht so leicht jemanden geben, der sie wieder in Narkose auszuführen geneigt ist, nachdem er die Gangbarkeit und die Vorteile des beschriebenen Ver-

Abb. 92. Radikaloperation bei Stirnhöhleneiterung. Völlige Entfernung der vorderen und unteren Wand.

fahrens kennengelernt hat. Abb. 91 und 92 sind photographische Aufnahmen, die von zweien von unseren Kranken während bzw. am Schluß der Operation hergestellt wurden.

H. Operationen an den Kiefern.

Die operative Behandlung des Empyems der Highmorshöhle.

Ich stehe auf dem Standpunkt, daß für die Behandlung der Oberkiefereiterungen nur zwei Operationen in Frage kommen: die Eröffnung der Highmorshöhle von der Fossa canina in akuten Fällen und die Entfernung ihrer vorderen und nasalen Wand, einschließlich eines Stückes der Apertura pyriformis nach Friedrich, bei chronischen Eiterungen. Die Knochenoperation im letzteren Falle kann nach Friedrich von einem äußeren Weichteilschnitt oder — bei großer Mund-

öffnung und beweglicher Oberlippe — ebensogut von der Mundhöhle aus ausgeführt werden. Die sachgemäße Anwendung der örtlichen Betäubung erleichtert diese Radikaloperation derartig, daß keine Veranlassung vorliegt, von ihr, die in kürzester Frist zur Heilung führt und nach 1—2 Wochen den Kranken vom Arzt unabhängig macht, abzugehen.

Der Oberkiefer wird ganz vom N. maxillaris innerviert, bei der Radikaloperation gelangt man in der Nase in das Gebiet des N. ethmoidalis. Beide Nervenstämme müssen also unterbrochen werden. Die Unterbrechung des N. maxillaris bei Oberkieferempyemen ist von Munch schon 1909 empfohlen worden. Sie genügt aber allein nicht und die Einspritzungstechnik muß auf die Gewinnung der ungemein wichtigen Suprareninanämie Rücksicht nehmen.

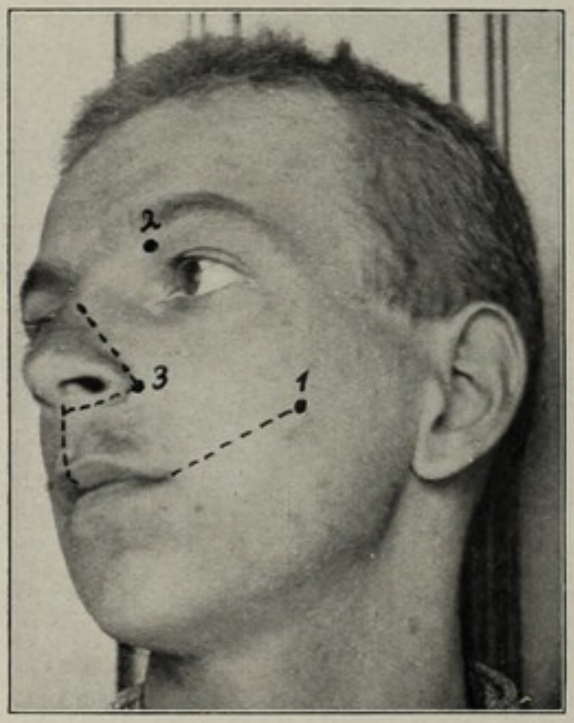


Abb. 93.
Umspritzung für die Radikaloperation des Empyems der Highmorshöhle.
1 Einstichpunkt für den N. maxillaris.
2 Einstichpunkt für die mediale Orbitalinjektion.

Die Betäubung gestaltet sich demnach für die Radikaloperation folgendermaßen. Es sind drei Einstichpunkte zu bezeichnen (Abb. 93). Der erste und zweite entsprechen den Einstichpunkten für die Unterbrechung des N. maxillaris und der N. N. ethmoidales, der dritte liegt neben dem Nasenflügel. Man spritzt vom Punkt 1 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung in die Fossa pterygo-palatina und beim Zurückziehen der Hohlnadel 5 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung an den Tuber maxillae. Man spritzt 2½ ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung vom Punkt 2 mittels der medialen Orbitalinjektion (S. 262) ein und infiltriert unter Leitung eines im Mund des Kranken liegenden Fingers die Wange in einem Streifen vom Punkt 1 bis zum Mundwinkel, wie zur queren Wangenspaltung (S. 292), mit 15—20 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Diese Einspritzung schaltet seitliche Innervationen vom Trigeminus III aus und bringt die Endäste der A. maxillaris externa der gleichen Seite zur

Verengerung. Man spritzt vom Punkt 3 aus 10—15 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung längs der Apertura pyriformis unter Nasenflügel und Frenulum und in die Mittellinie der Oberlippe bis zum Lippenrot. Letzteres gelingt leicht ohne einen weiteren Einstichpunkt, wenn man die Lippe abhebt und nach der anderen Seite verzieht. Die Einspritzung in die Oberlippe beeinflußt die von der anderen Seite übergreifenden Nerven und Arterien. Jetzt läßt sich die Radikaloperation ohne jede Empfindung für den Kranken und ohne Blutverlust ausführen, entweder

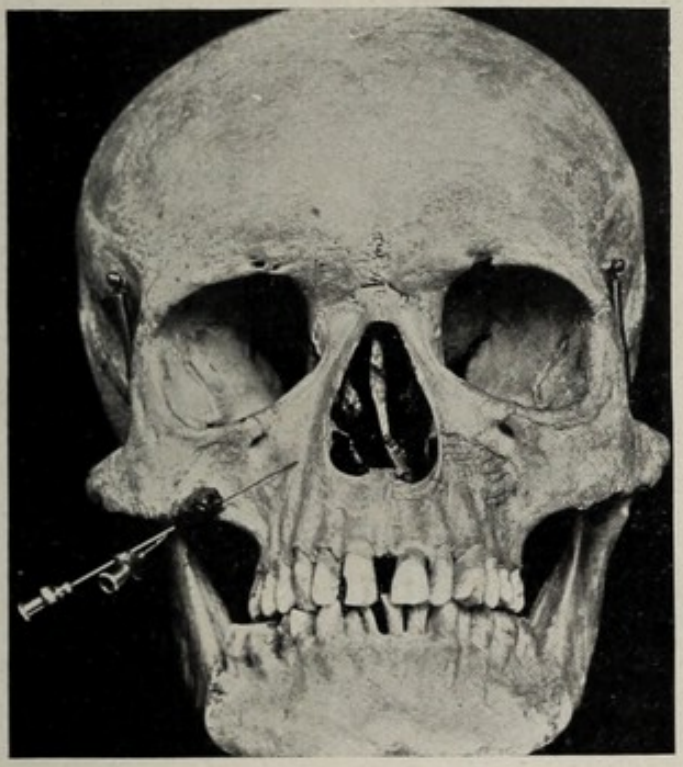


Abb. 94.
Nadelführung für die Eröffnung der Highmorshöhle von der Fossa canina.

von außen nach Friedrich, oder vom Mund aus nach Spaltung der Schleimhaut von der Mittellinie bis zum Ansatz des Proc. zygomaticus maxillae.

Zur einfachen Eröffnung der Highmorshöhle von der Fossa canina aus sind die gleichen Einspritzungen nötig, wie man sie zur Betäubung sämtlicher Oberkieferzähne einer Seite braucht (S. 314), nur kann der Gaumen unberücksichtigt bleiben. Die eine Einspritzung, an die Vorderfläche des Oberkiefers, schaltet die aus dem Foramen infraorbitale austretenden und in der Vorderwand der Highmorshöhle verlaufenden Nerven aus und macht das Operationsfeld blutleer, die andere,

an den Tuber maxillae, unterbricht die N. N. alveolares sup. post. und medii.

Die beiden Einspritzungen lassen sich am besten von einem äußeren Einstichpunkt aus machen, der unter dem unteren Winkel des Jochbeins gelegen ist (Abb. 94). Man setzt hier eine Quaddel, führt die Hohlnadel unter dem Foramen infraorbitale vorbei bis zum Nasenbein und spritzt 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein. Man zieht die Nadel zurück, führt sie an die Rückfläche des Oberkiefers und verteilt auf der Rückfläche des Oberkiefers ebenfalls 5 ccm 2%ige oder 10 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Einführung der Hohlnadel zum Foramen rotundum ist nicht nötig. Die Einspritzung kann aber auch, wie es die Zahnärzte tun, vom Mund aus ausgeführt werden. Die vielfach übliche Einspritzung an die Vorderfläche des Oberkiefers allein genügt nicht zur vollständigen Betäubung der bei akuten Entzündungen sehr empfindlichen Schleimhaut der Highmorshöhle, was man sich bei Betrachtung der Innervation des Oberkiefers im voraus sagen kann.

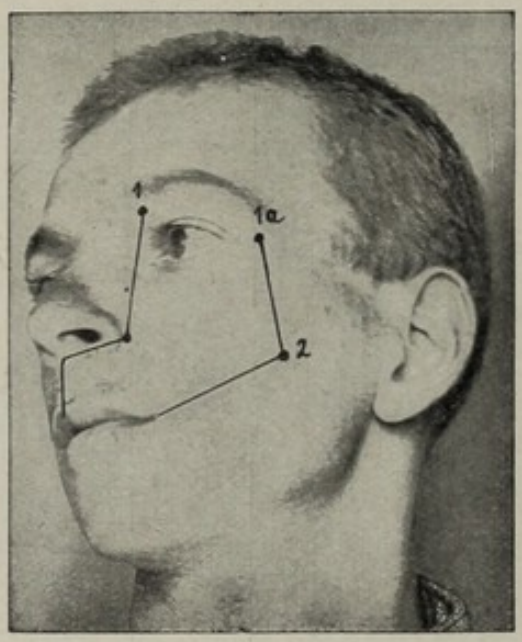


Abb. 95. Umspritzungsfigur für einseitige Oberkieferresektion.

1, 1a Einstichpunkte für die mediale und laterale Orbitalinjektion.

2 Einstichpunkt für den N. maxillaris.

Die Resektion des Oberkiefers.

Einen Versuch, eine Resektion beider Oberkiefer einschließlich des ganzen harten Gaumens in örtlicher Betäubung auszuführen, hatte Matas schon im Jahre 1900 gemacht. Er ging dabei folgendermaßen vor.

Jederseits wurde eine lange Hohlnadel durch die Fissura spheno-maxillaris in die Fossa spheno-palatina eingeführt. Jederseits wurden 3 ccm 0,2%iger Kokainlösung mit 1½ ccm 1%iger Kokainlösung eingespritzt, um eine Unterbrechung des N. infraorbitalis zu bewirken. Nach fünf Minuten war dann die Haut der Wangen, der Oberlippe und der Nasenflügel unempfindlich geworden. Das Septum narium und der Gaumen wurde direkt mit Schleichscher Lösung infiltriert. Bei der nun ausgeführten Operation war nur die Durchschneidung des Vomer schmerzhaft.

Der Versuch ist vereinzelt geblieben, es war auch vor Einführung des Suprarenins gar nicht möglich, bei derartigen Operationen die Sen-

sibilität zuverlässig für die Dauer des Eingriffs auszuschalten. Heute ist die örtliche Betäubung bei Oberkieferresektionen, gänzlichen und teilweisen, dauernden und zeitweiligen, das Betäubungsverfahren der Wahl. Die ersten Mitteilungen über die Einspritzungstechnik hat mein Assistent Peuckert veröffentlicht, im Jahre 1911 habe ich sie an acht Oberkieferresektionen noch einmal eingehend geschildert. Unabhängig von uns hat Offerhaus, anschließend an seine Studien über die Technik der Alkoholeinspritzung bei Trigeminusneuralgien, Oberkieferresektionen in örtlicher Betäubung ausgeführt.

Für die einseitige, ganze Oberkieferresektion genügt, wenn die Mittellinie nicht überschritten zu werden braucht, die einseitige Ausführung der beiden Orbitalinjektionen (S. 262) und die Unterbrechung des N. maxillaris (S. 266). Wenn der Orbitalboden zu erhalten ist, unterbleibt die laterale Orbitalinjektion. Das äußere Operationsfeld wird umspritzt, wie Abb. 95 zeigt, der Blutung wegen und um die Hautinnervation vom Trigeminus III und von der anderen Seite zuverlässig auszuschalten. Man braucht also vier Einstichpunkte, die Oberlippe ist von den neben dem Nasenflügel gelegenen Punkte zu erreichen. Ferner muß der harte und weiche Gaumen in der Trennungslinie infiltriert werden. Wir brauchen für die zentralen Einspritzungen 10 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung, für die Umspritzung 80—100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Härtel empfiehlt noch Bepinselung des Gaumens und Rachens mit 10%iger Kokainlösung, um die störenden Würgreflexe auszuschalten. Muß die Orbita ausgeräumt werden, so spritzt man ferner rücksichtslos in den hinteren Teil der Orbita 10—15 ccm ½%ige oder 1%ige Novokain-Suprareninlösung. Letztere Einspritzung kann ausgeführt werden, wenn sich die Notwendigkeit der Entfernung des Auges im Verlaufe der Operation ergibt und vom Kranken genehmigt worden ist. In dieser Weise

Abb. 96. Oberkieferresektion mit Ausräumung der Orbita in örtlicher Betäubung.

sind wir bei dem in Abb. 96 während der Operation photographierten Kranken vorgegangen. Abb. 97 zeigt einen anderen unserer Kranken, bei dem der Orbitalboden erhalten werden konnte.

Bei zwei von Offerhaus beschriebenen Oberkieferresektionen war

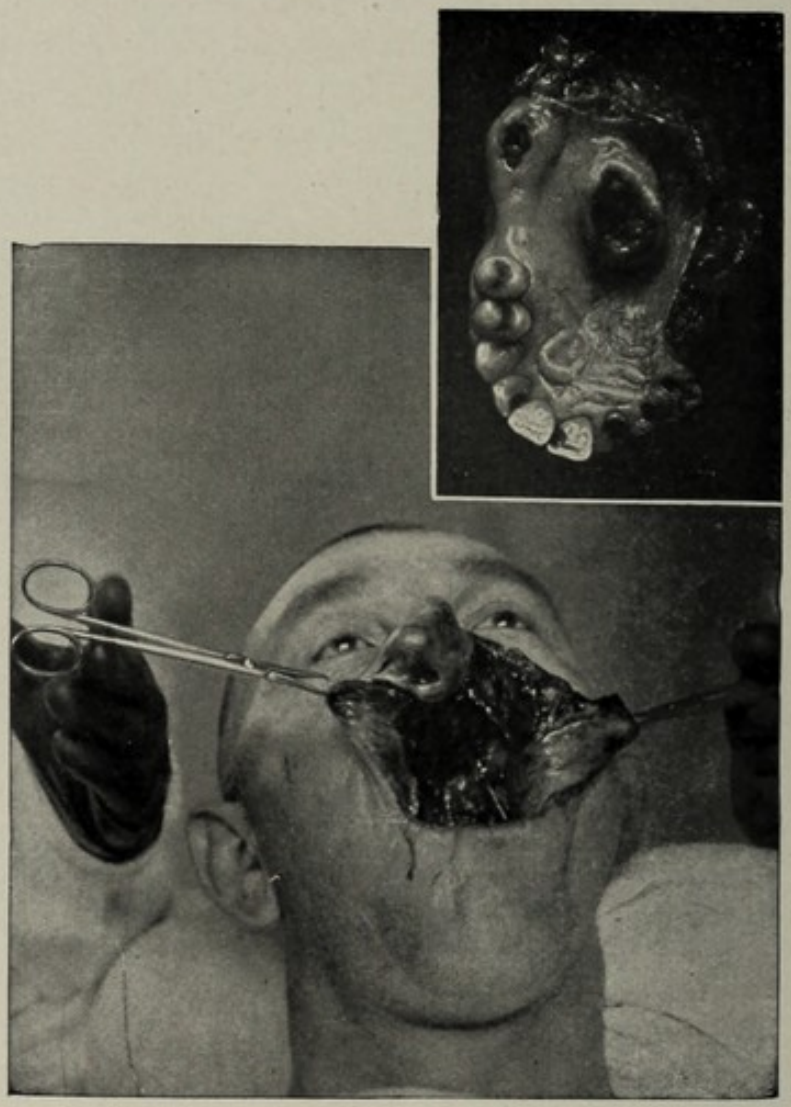


Abb. 97.
Oberkieferresektion mit Erhaltung des Orbitalbodens wegen Karzinom des harten Gaumens. Oben das entfernte Stück.

wegen der Ausbreitung des Tumors auch die Unterbrechung des Trigeminus III erforderlich. In der Regel braucht man dieselbe nicht.

Wenn der Tumor in die Fossa spheno-palatina hineingewachsen ist, so mißlingt, wie es Offerhaus in zwei Fällen, mir in einem Falle passierte, die Unterbrechung des N. maxillaris am Foramen rotundum zuweilen. In unserem Falle konnte dann doch die Operation mit Beihilfe von 5 ccm Chloroform durchgeführt werden. In ähnlichen Fällen wird

man jetzt zur Einspritzung ins Ganglion Gasseri nach Härtel schreiten. Die beschriebene äußere Umspritzung ist aber trotzdem notwendig.

Die zeitweilige Oberkieferresektion habe ich in Form der vortrefflichen Kocherschen Aufklappung beider Oberkiefer wiederholt zur Entfernung von Tumoren des Nasenrachenraums in örtlicher Betäubung ausgeführt. Die Technik ist die gleiche, wie oben bei den Nasenoperationen (S. 298, Abb. 88) beschrieben wurde. Außerdem ist noch der harte und weiche Gaumen in der beabsichtigten Trennungslinie zu infiltrieren. Die Operation ist in örtlicher Betäubung spielend leicht, weil die sonst recht erhebliche Blutung fehlt.

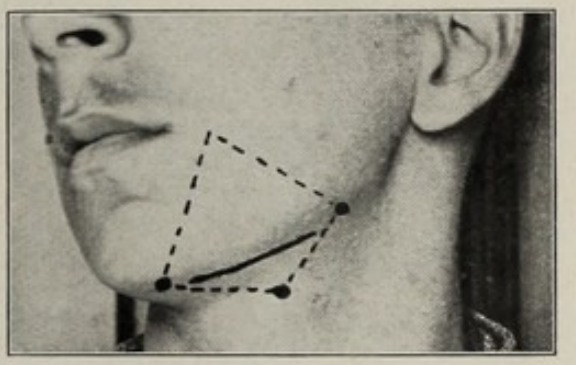


Abb. 98.
Umspritzung für kleinere Operationen am Unterkiefer.

Die örtliche Betäubung hat die Oberkieferresektion zu einer völlig anderen Operation gemacht. Letztere ist keine eingreifende Operation mehr, sie hat ihre Schrecken und Schwierigkeiten ganz, ihre Gefahren fast ganz verloren. Man braucht keine Voroperation mehr, weder die Tracheotomie noch die Karotisunterbindung, ebensowenig die Kuhnsche Tubage, denn es blutet fast gar nicht. Ruhig und sicher, durch nichts behindert, kann man die Operation zu Ende führen, langsamer und sauberer, als dies früher möglich war. Nach der Operation sind die Kranken so frisch wie zuvor, durchaus nicht kollabiert. Sie kommen kaum noch ins Bett. Krönlein hatte schon 1891 festgestellt, daß die Mortalität der Oberkieferresektion von 21,5% auf 2,8% sank, wenn die Narkose ganz weggelassen wurde. Von 1909—1920 wurden im Krankenstift Zwickau 21 totale Oberkieferresektionen mit 1 Todesfall und 5 doppelseitige temporäre Resektionen nach Kocher ohne Todesfall ausgeführt.

Härtel (XVI, 11) hat aus Biers Klinik über neun in örtlicher Betäubung ausgeführte Oberkieferresektionen berichtet und bezeichnet die Einführung der örtlichen Betäubung bei den großen Operationen im Trigeminusgebiet als einen Fortschritt von vitaler Bedeutung.

Operationen am Unterkiefer.

Unterkiefer und Mundboden werden vom N. mandibularis versorgt, dessen Unterbrechung deshalb bei allen Operationen am Unterkiefer

nötig ist, entweder an der Lingula, oder, wenn sich das Operationsfeld bis zur Schädelbasis erstreckt, am Foramen ovale. Bei allen Operationen, die von außen vorgenommen werden sollen, müssen die Zervikalnerven durch subfasziale und subkutane Umspritzung des Operationsfeldes ausgeschaltet sein.

Nehmen wir den einfachsten Fall, es handle sich um die Naht eines Bruches oder sonst irgend eine kleinere Operation am horizontalen Kieferast. Man beginnt dann mit der Einspritzung an die Lingula (S. 267) und umspritzt das Operationsfeld von drei Einstichpunkten, wie Abb. 98 zeigt, mit ½% iger Novokain-Suprareninlösung. Dann kann im Bereich des Umspritzungsgebietes der Knochen freigelegt, umgangen, durchtrennt oder aufgemeißelt werden.

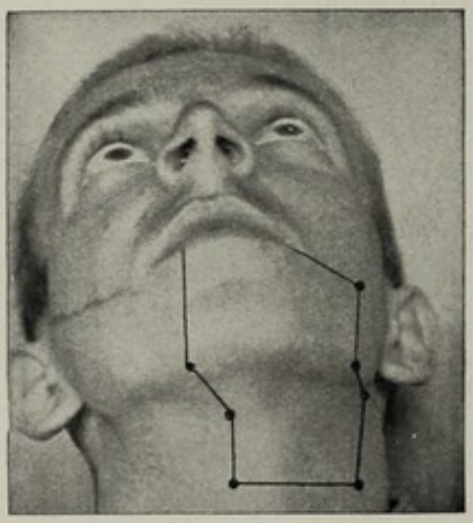


Abb. 99. Umspritzungsfigur bei Resektion des linken horizontalen Unterkieferastes mit Entfernung der submaxillaren Speicheldrüse und der Lymphdrüsen.

Abb. 99 zeigt weiter die von uns angewendete Umspritzungsfiger zur Resektion des linken horizontalen Unterkieferastes wegen eines Karzinoms des Alveolarfortsatzes, wobei die submaxillare Speicheldrüse und die Lymphdrüsen im Zusammenhange mit dem Knochen entfernt wurden. Der N. mandibularis war beiderseits an der Lingula unterbrochen worden. Soll dagegen die betreffende Kieferhälfte exartikuliert werden, so muß man den N. mandibularis am Foramen ovale ausschalten (S. 270) und die lateralen Umspritzungslinien der Abb. 99 müssen noch weiter rückwärts gelegt werden. In jedem Falle empfiehlt es sich, der Blutleere wegen, von einem der unter dem Kieferrande gelegenen Einstichpunkte aus den Mundboden mit ½% iger Novokain-Suprareninlösung zu infiltrieren, obwohl ja dieses Gebiet schon durch die zentrale Unterbrechung unempfindlich geworden ist. Die bei den Halsoperationen zu beschreibenden Einspritzungsverfahren müssen natürlich zur Vornahme von Drüsenausräumungen häufig mit den Einspritzungen am Unterkiefer verbunden werden. Die zeitweilige Unterkieferdurchtrennung besprechen wir im Zusammenhange mit den Operationen an der Zunge und am Mundboden.

I. Zahnextraktionen und andere Operationen am Alveolarfortsatz des Ober- und Unterkiefers.

Geschichtliches.

Die früher viel geübte Anwendung des Äther- oder Chloräthylzerstäubers bei Zahnextraktionen gibt sehr unvollkommene Resultate. Sie ist an sich sehr schmerzhaft und versagt oft völlig. Wo die Anwendung des Chloräthylzerstäubers eine schmerzlose Zahnextraktion ermöglicht, muß man immer daran denken, daß schon die Einatmung einer ganz geringen Menge von Chloräthyl einen Rauschzustand hervorruft, bei dem die Sensibilität des ganzen Körpers für kurze Zeit aufgehoben wird (Kulenkampff). Dieser Chloräthylrausch ist zwar sehr gut für die Extraktion eines einzelnen Zahns zu brauchen, aber es handelt sich eben nicht um eine örtliche Wirkung, und der Rausch wird besser auf andere Weise als durch Aufstäuben von Chloräthyl auf das Zahnfleisch hervorgerufen.

Die Entdeckung des Kokains hat auch der Zahnheilkunde den Weg zu einer brauchbaren örtlichen Betäubung gewiesen. Man hat das Mittel teils unmittelbar in die Nachbarschaft des zu extrahierenden Zahns subgingival eingespritzt, teils bediente man sich seiner — hier überhaupt zum erstenmal in der Praxis — zur Betäubung eines größeren Nervenstammes, des N. alveolaris inferior, mittels perineuraler Einspritzung. Die Möglichkeit einer schmerzlosen Zahnextraktion mit Hilfe subgingivaler Einspritzung betäubender Lösungen ist dadurch gegeben, daß das Mittel durch den Knochen diffundieren und auf diese Weise bis an die die Zahnpulpa und die Wurzelhaut versorgenden Nerven gelangen kann. Daß eine Diffusion gelöster Substanzen in den Knochen wirklich stattfindet, ist durch die Leichenversuche Dzierzawskis erwiesen, wonach in das Zahnfleisch eingespritzte Farblösungen rasch mehr oder weniger weit für das Auge sichtbar im Knochen vordringen, am Oberkiefer bis zum Boden der Highmorshöhle. Es ist hingegen wenig wahrscheinlich (s. S. 178), daß man durch submuköse oder subperiostale Einspritzung eine Lösung mechanisch in den Knochen hineinpressen, ihn mit derselben infiltrieren kann. Bei einer derartigen Einspritzung, wo die eingespritzte Flüssigkeit unter sehr hohem, praktisch kaum erreichbarem Druck stehen müßte, würde sie nicht in den Knochen eindringen, sondern begreiflicherweise sich nach der Richtung des geringsten Widerstandes, d. h. in den den Knochen bedeckenden Weichteilen verbreiten. Wir sind also auf die Diffusion des Mittels angewiesen. Wie weit nun die Färbung oder die betäubende Wirkung sich verfolgen läßt, das muß in erster Linie von der Konzentration und Menge der in das Zahnfleisch eingespritzten Lösung des Farbstoffes oder Betäubungsmittels abhängig sein. Denn das gelöste Mittel wird auf seinem Diffusionswege mehr und mehr verdünnt, je weiter es sich von dem eingespritzten Depot entfernt, und es kommt darauf an, daß es in einer noch wirksamen Menge an die Pulpa und Wurzelhautnerven gelangt. Das Mittel braucht auch unter allen Umständen Zeit, um dahin zu gelangen, man kann niemals, was und wieviel man auch in das Zahnfleisch einspritzt, sofort nach der Einspritzung eine schmerzlose Extraktion machen.

Die anfangs auch von den Zahnärzten geübte Einspritzung 5—20%iger Kokainlösung in und unter das Zahnfleisch wurde ihrer Gefährlichkeit wegen bald

wieder aufgegeben, man ging mit der Konzentration auf 1—2% zurück. Die Einspritzung 1%iger Kokainlösung in das Zahnfleisch ist nach der übereinstimmenden Erfahrung aller über ein großes Beobachtungsmaterial verfügenden Autoren — ich erwähne nur Bleichsteiner, der bereits 1892 über 14000 Zahnextraktionen mittels Kokainanästhesie berichtete, und Reclus — gefahrlos. Mit der Herabsetzung der Konzentration der Kokainlösung verlor naturgemäß das Betäubungsverfahren an Sicherheit. Bei Anwendung verdünnter Lösungen gelangt nicht mehr genügend Kokain in den Knochen des Alveolarfortsatzes. Man kann mit Sicherheit das Zahnfleisch und das äußere Alveolarperiost betäuben, nicht oder doch nur selten die Pulpa- und Wurzelhautnerven, weshalb denn auch dies Einspritzungsverfahren nur sehr selten für zahnärztliche Operationen am Dentin und der Pulpa genügt. Ich glaube, daß man weder Reclus' Schüler, Legrand, recht geben kann, der der Ansicht ist, daß mittels 1%iger Kokainlösung bei richtiger Einspritzungstechnik jede Zahnextraktion schmerzlos zu machen sei, noch denjenigen, die dem Nutzen der Einspritzung ganz skeptisch gegenüberstehen. Den richtigen Standpunkt in dieser Frage nimmt, wie Läwen sagt, vielmehr Quéré ein, der über die Wirkung des in das Zahnfleisch eingespritzten Kokains folgende, allerdings nur für Zähne mit lebender Pulpa gültigen Sätze aufstellt. 1. In keinem Fall erhält man eine völlige Schmerzlosigkeit. 2. In einer großen Anzahl von Fällen erhält man eine sehr beträchtliche Milderung des Schmerzes. 3. In einer gewissen Anzahl von Fällen gibt das Kokain keine wahrnehmbare Analgesie. Zu der letzteren Kategorie gehören, wie Quéré in Übereinstimmung mit Reclus und Dastre meint, die Fälle von Osteoperiostitis am Alveolarfortsatz, diejenigen mit Abszeßbildung und entzündlichen Erkrankungen des Zahnfleisches, also gerade diejenigen Fälle, wo die örtliche Betäubung für den in den meisten anderen Fällen nach Konservierung der Zähne strebenden Zahnarzt am notwendigsten wäre. Für den Arzt liegen die Verhältnisse allerdings noch anders, er muß in den Kreisen, in denen von einer eingehenden Zahnpflege noch lange nicht die Rede ist, auch häufig Zähne extrahieren, die vielleicht die Kunst des Zahnarztes erhalten könnte. Ich habe selbst zehn Jahre lang Zahnextraktionen mittels Einspritzung von 1%iger Kokainlösung (etwa 100 im Jahr) ausgeführt und muß der Ansicht Quérés vollständig beistimmen. Nicht bloß in den oben erwähnten Fällen, sondern auch bei Menschen mit sehr starken Knochen, namentlich aber bei unteren Molaren versagte die Betäubung sehr oft. Niemals konnte man dem Kranken die Schmerzlosigkeit der Extraktion vorher versprechen, tat man es, so wurde man oft Lügen gestraft. So ist es denn wohl begreiflich, daß auch das Einspritzungsverfahren einzelne Freunde, aber keine allgemeine Verbreitung gefunden hat. Noch unsicherer wird nach meinen Erfahrungen die Betäubung, wenn man die Kokainlösung noch mehr verdünnt, Zahnfleisch und Alveolarperiost also nicht mit 1%igen, sondern etwa mit Schleichschen Kokainlösungen infiltriert. Man kann sich das eigentlich im voraus sagen, da diese Lösungen nach den Erfahrungen an anderen Körperteilen so gut wie keine Fernwirkungen, auf die es am Alveolarfortsatz ankommt, äußern. Die Infiltration des Zahnfleisches und Kieferperiosts mit Schleichschen Kokainlösungen kann nur dann als ein genügendes Betäubungsverfahren betrachtet werden, wenn es sich um die Extraktion pulpenloser Wurzeln handelt.

Eine wesentliche Verbesserung hat auch die Anwendung anderer örtlicher Betäubungsmittel, die in unzähligen Kombinationen und Variationen fast stets

zur Zufriedenheit der Autoren versucht wurden, nicht gebracht. Mit einer 2—3%igen Eukain-B- (Reclus, Thiesing) oder Tropakokainlösung (Dillenz u. a.) erreicht man ungefähr dieselben Wirkungen wie mit einer 1%igen Kokainlösung, höher konzentrierte Lösungen dieser Mittel sind nicht frei von Nebenwirkungen, und ihre Anwendung ist keineswegs ungefährlich. Von den übrigen Ersatzmitteln des Kokains gilt das im 7. Abschnitt Gesagte.

In der zahnärztlichen Literatur spielen örtliche, nachteilige Gewebsveränderungen eine große Rolle, welche nach der Einspritzung betäubender Mittel in das Zahnfleisch sich eingestellt haben sollen. Es gibt keins der schmerzstillenden Mittel, nach deren Einspritzung nicht Weichteilschwellungen und Ödeme beobachtet worden wären. Es ist aber äußerst schwierig zu entscheiden, ob die Schwellungen auf Rechnung der Einspritzung oder der Extraktion zu setzen sind. Geht doch die schonendste Zahnextraktion nicht ohne große Quetschung von Knochen und Weichteilen in einem mit Bakterien übersäten Operationsgebiet vor sich. Wenn nicht direkt gewebsschädigende Substanzen, wie z. B. Guajakol, angewendet werden, und wenn die Lösungen steril und mit dem nötigen Kochsalzzusatz versehen sind, so wird man keine Veranlassung haben, Schwellungen und Ödeme, die etwa der Extraktion folgen, der Einspritzung in die Schuhe zu schieben (Läwen).

Eine erhebliche Verbesserung der örtlichen Betäubung am Alveolarfortsatz stellt das von Wiener und später von Schleich empfohlene Verfahren dar, Zahnfleisch bzw. Alveolarperiost zuerst mit Kokainlösung zu infiltrieren und darauf die kokainisierten Gewebe mit dem Choräthylspray stark abzukühlen. Der Vorteil des Verfahrens beruht in erster Linie darin, daß (s. S. 152) in abgekühlten Geweben verdünnte Kokainlösungen so wirken wie konzentrierte in nicht abgekühlten Geweben. Um sich dieses Vorteils möglichst vollständig zu bedienen, muß man nach der Einspritzung des Betäubungsmittels das Zahnfleisch mittels des Chloräthylstrahls gefrieren lassen und mindestens fünf Minuten warten, bis die Kokainwirkung ihren Höhepunkt erreicht hat. Schließlich kann man unmittelbar vor der Extraktion noch einmal den Chloräthylstrahl anwenden, um auch noch die betäubende Wirkung der Abkühlung selbst zu benutzen. Auf diese Weise läßt sich noch ein Teil derjenigen Extraktionen schmerzlos machen, bei denen die Kokainisierung allein nicht ausreichend gewesen wäre, und zwar selbst bei Anwendung verdünnter, 0,2%iger Kokainlösung oder der für die Verbindung mit Abkühlung besonders geeigneten 0,5%igen Tropakokainlösung. Es liegt indessen bei der Extraktion einzelner Zähne keine Veranlassung vor, die betäubenden Lösungen auf Kosten der Sicherheit des Erfolges gar zu sehr zu verdünnen.

Endlich hat auch die Kokainkataphorese namentlich unter den amerikanischen Zahnärzten zahlreiche Anhänger gefunden. Ob man von der Zahnfleischoberfläche aus das Kokain mittels des galvanischen Stroms wirklich bis in die Alveole hineinbringen kann, mag dahingestellt bleiben. Eigene Erfahrungen hierüber besitze ich nicht. Eine zusammenfassende Darstellung dieses Verfahrens und der für seine Anwendung nötigen, zum Teil recht komplizierten Apparate ist in der Arbeit von Dorn zu finden, auf welche hiermit verwiesen wird. Ebenso muß bezüglich der besonderen Geschichte und Literatur der örtlichen Betäubung bei Zahnextraktionen auf die Monographien von Thiesing und Seitz, namentlich aber auf die Ausführungen Läwens verwiesen werden, dem ich bei vorstehender Darstellung im wesentlichen gefolgt bin.

Die Einführung des Suprarenins hat die örtliche Betäubung bei Zahnoperationen bahnbrechend beeinflußt. Die Zahnärzte haben die von mir beschriebene Einspritzungstechnik in allen wesentlichen Punkten übernommen. Sie haben sie auf Grund anatomischer Studien weiter ausgearbeitet und, zumal das Instrumentarium, für ihre speziellen Bedürfnisse verändert. Der außerordentlich große Raum, den die örtliche Betäubung in der zahnärztlichen Literatur der letzten Jahre einnimmt, legt Zeugnis ab von der großen Bedeutung, den sie für diesen Teil der Heilkunde erlangt hat. Ich kann diese Literatur nur so weit berücksichtigen, als sie den Arzt angeht. Wer sich dafür interessiert, findet im Literaturverzeichnis die wichtigsten Arbeiten. Besonders hinzuweisen ist auf die Arbeit von Bünte und Moral (XVI, 104) und die Monographien G. Fischers (XVI, 108) und Seidels (XVI, 119).

Die Innervation der Zähne.

Die Innervation der Pulpen und Wurzelhaut der Oberkieferzähne sowie auf der labialen Seite des Periosts des Alveolarfortsatzes und des Zahnfleisches erfolgt durch Äste des N. infraorbitalis (Abb. 100), welche teils vor ihrem Eintritt in den Knochenkanal, teils erst innerhalb des letzteren den Hauptstamm verlassen, größtenteils im Knochen, im Alveolarfortsatz oder zwischen der Schleimhaut der Highmorshöhle und der Vorderwand des Oberkiefers verlaufen (N. N. alveolares superiores anteriores, medii und posteriores) und mittels zahlreicher Anastomosen den Plexus dentalis superior bilden. Die N. N. alveolares sup. post. und med. (Abb. 100, 2, 3) verlaufen anfangs außen auf dem Tuber maxillae und dringen erst oberhalb des dritten Molarzahns, hinter dem Ansatz des Proc. zygomaticus, in den Oberkiefer ein. An der Innervation des labialen Zahnfleisches beteiligen sich endlich auch die Endverzweigungen des N. infraorbitalis nach seinem Austritt aus dem Knochenkanal am Foramen infraorbitale.

Der harte Gaumen, das linguale Zahnfleisch und Periost werden innerviert vom N. palatinus anterior, der über dem dritten Molarzahn aus dem Foramen palatinum majus in die den harten Gaumen überziehenden Weichteile eintritt (Abb. 59, S. 260) und von den Endästen des N. nasopalatinus Scarpae, der vorn durch das Foramen incisivum den Knochen verläßt. An der Innervation der Pulpen und Wurzelhaut beteiligen sich diese Nerven nicht.

Die Innervation der Unterkieferzähne erfolgt zum größten Teil durch den an der Lingula in den Knochen eintretenden N. alveolaris

inferior (Abb. 100). Innerhalb des Knochenkanals im Unterkiefer gibt er zahlreiche Zweige ab, welche dicht unterhalb der Zahnwurzeln den Plexus dentalis inferior (in Abb. 100 nicht mitgezeichnet) bilden. Aus

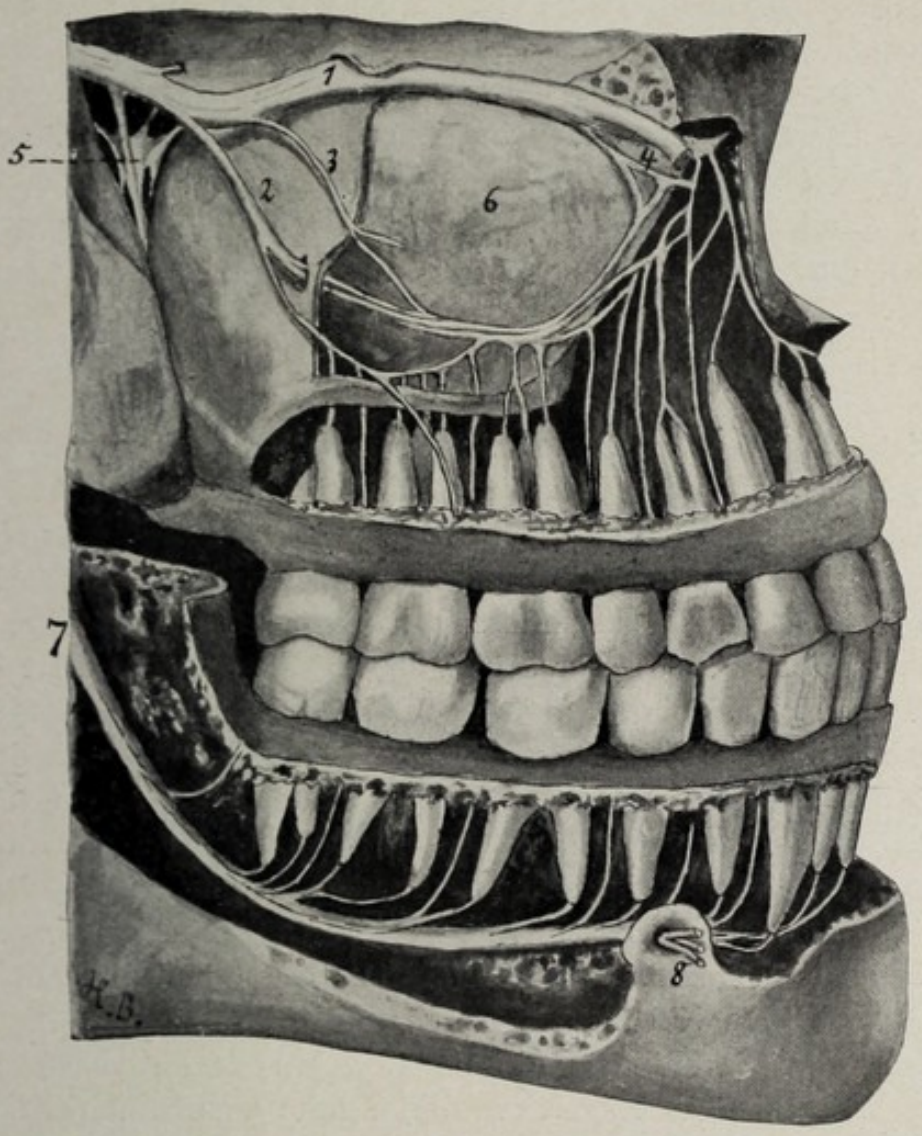


Abb. 100. Die Innervation der Zähne (teilweise nach Spalteholz).

Entfernt ist die laterale Wand der Orbita, die äußere Knochenschicht des Unterkiefers, teilweise die Vorderwand des Oberkiefers. 1 N. infraorbitalis. 2 Rami alveolares sup. post. 3 Rami alveolares sup. med. 4 Rami alveolares sup. ant. 5 Ganglion spheno-palatinum und N. N. palatini. 6 Laterale Schleimhaut der Highmorshöhle. 7 N. alveol. inf. 8 N. mentalis.

ihm entspringen Rami dentales, welche die Pulpen und die Wurzelhaut der Zähne innervieren, und Rami gingivales, welche den Knochen durchbohren und sich im Zahnfleisch verästeln. Ein starker Ast, der N. mentalis, verläßt unterhalb des ersten oder zweiten Prämolarzahns durch

das Foramen mentale wieder den Knochen, während der kleinere Rest des Nerven im Knochen bleibt und den Eckzahn sowie die Schneidezähne innerviert. Der N. mentalis versorgt die Kinnhaut, Haut und Schleimhaut der Unterlippe. Das linguale Zahnfleisch und Kieferperiost wird dagegen ausschließlich vom N. lingualis (Rami isthmi faucium und N. sublingualis) innerviert. In der Mittellinie greifen die Innervationsgebiete der beiderseitigen N. N. alveolares inferiores, N. N. mentales und N. N. linguales mehr oder weniger weit ineinander über.

Endlich ist noch zu bemerken, daß der N. buccinatorius sich an der Innervation des labialen Zahnfleisches der hintersten unteren Molaren mehr oder weniger beteiligt.

Verfahren bei Oberkieferzähnen.

Es ist wichtig zu wissen, daß oberhalb der Zahnwurzel die den Plexus dentalis bildenden Nervenfasern dicht unter der dünnen vorderen und seitlichen Wand des Oberkiefers gelegen sind, hier also der Einwirkung eines kräftig wirkenden Betäubungsmittels verhältnismäßig leicht zugänglich, ja daß die hinteren N. alveolares sup. vor ihrem Eintritt in den Knochen unter der Schleimhaut des Tuber maxillae für die Hohlnadel erreichbar sind. Am Oberkiefer ist deshalb die Einspritzung an der labialen Seite das bei weitem wichtigste. Die Technik der Einspritzung hat im Laufe der Zeit sehr kennzeichnende Wandlungen durchgemacht. Eine der ersten deutschen Veröffentlichungen über die Kokainbetäubung bei Zahnextraktionen ist die von Witzel. Er spritzte die damals (1886) gebräuchliche 20%ige Kokainlösung hoch oben am Oberkiefer, längs der Umschlagsfalte der Schleimhaut ein. Später, als man gezwungen war, die Kokainlösung mehr und mehr zu verdünnen, wodurch ihre Fernwirkung auf die im Knochen verlaufenden Nervenelemente wesentlich verringert wurde, mußte man Zahnfleisch und Periost in der ganzen Umgebung des zu extrahierenden Zahns und seiner Alveole mit Kokainlösung sorgfältig infiltrieren. Als dann Lösungen zur Verfügung standen, die gefahrlos anzuwenden waren und deren betäubende Wirkung derjenigen einer 20%igen Kokainlösung nicht nachstand, konnte man zu der älteren Technik Witzels zurückkehren. Diese hat aber schließlich denjenigen Verfahren Platz gemacht, bei denen die Nervenleitung etwas weiter zentralwärts unterbrochen wird. Denn es ist ebenso einfach, nicht selten einfacher und erfordert wenig mehr an Betäubungsmittel, eine ganze Hälfte des oberen Alveolarfortsatzes unempfindlich zu machen, als einen einzelnen, in ihm steckenden Zahn.

Demnach wird zunächst der N. infraorbitalis unterbrochen, bei Zahnextraktionen in der Regel vom Munde aus. Ein Mundwinkelhalter hält die Oberlippe vom Alveolarfortsatz ab. Über dem ersten Molarzahn sticht man die Hohlnadel durch die Umschlagsfalte der Schleimhaut, führt sie längs des Knochens bis in die Gegend des Foramen infraorbitale und spritzt dort ½—1 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein. Weiter zieht der Mundwinkelhalter den Mundwinkel stark nach außen und oben. Man sieht und fühlt dann den Ansatz des Processus zygomaticus maxillae an den Alveolarfortsatz. Hinter diesem Ansatz sticht man die Hohlnadel nochmals durch die Umschlagsfalte, führt sie an die Rückseite des Oberkiefers und verteilt auf dem Tuber maxillae wiederum ½—1 ccm der Lösung. Hierdurch werden die Nn. alveolares sup. post. und medii ausgeschaltet. Den Schluß bildet die Betäubung des harten Gaumens mit dem lingualen Zahnfleisch nach der S. 262 gegebenen Vorschrift. Man spritzt also ½—1 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung neben dem zweiten Molarzahn und einige Tropfen der Lösung hinter dem ersten Schneidezahn unter den Überzug des harten Gaumens. Bei den Molarzähnen ist nur die hintere, bei den Schneidezähnen nur die vordere dieser Einspritzungen nötig.

Bei den Zahnoperationen vom Eckzahn lateralwärts ist es ratsam, sich stets dieses umfassenderen Verfahrens zu bedienen, welches die Hälfte des oberen Alveolarfortsatzes unempfindlich macht. Nur die Schneidezähne sind für sich allein wohl einfacher zu betäuben, wenn man über ihnen in die Umschlagsfalte des Zahnfleisches 1 ccm und in den labialen unter den Überzug des harten Gaumens einige Tropfen der Lösung spritzt. Beim ersten Schneidezahn ist diese unmittelbar benachbarte Einspritzung unentbehrlich wegen des Übergreifens der Innervation der anderen Seite.

Unterbrechung des N. maxillaris am Foramen ovale kommt bei Operationen an den Zähnen und dem Alveolarfortsatz nur in Frage, wenn Eiterungen die Ausführung der beschriebenen Operationen hindern.

Verfahren bei Unterkieferzähnen.

Am Unterkiefer sind Einspritzungen unter die Schleimhaut des Alveolarfortsatzes nur im Bereich der Schneide- und Eckzähne von einigermaßen zuverlässigem Erfolge. Weiter hinten ist labial der Knochen viel zu dick, um einen Einfluß des Betäubungsmittels auf die Pulpanerven zu gestatten, und lingual sind Einspritzungen durch die Form des Kiefers sehr erschwert.

Es empfiehlt sich deshalb, bei Unterkieferzähnen stets den N.

alveolaris und N. lingualis an der Lingula zu unterbrechen (S. 267), wodurch vollständige Unempfindlichkeit der Zahnpulpen bis zum Eckzahn und des lingualen Zahnfleisches und Kieferperiosts entsteht. Bei den hinteren Zähnen fügt man labial die in Abb. 101 abgebildete Einspritzung unter das Zahnfleisch hinzu, um etwaige Fasern des N. buccinatorius auszuschalten, bei den Schneidezähnen dagegen, welche durch das Übergreifen des N. alveolaris inf. der anderen Seite ihre Sensibilität nicht ganz verlieren, läßt man der Einspritzung an die Lingula eine Einspritzung folgen, welche G. Fischer folgendermaßen beschreibt. Man hebt die Unterlippe ab, sticht die Hohlnadel unter dem Eckzahn in die Umschlagsfalte der Schleimhaut ein und führt sie, leicht medial gerichtet an der Vorderfläche des Unterkiefers bis zur Fossa mentalis, d. h. der neben der Mittellinie an der Vorderfläche gelegenen seichten Grube, welche meist zahlreiche Foramina besitzt, durch welche die Lösung in das Kieferinnere gelangen kann. Man spritzt auf dem ganzen Wege, den die Hohlnadel beschreibt, die Hauptmenge aber, etwa 1 ccm der Lösung (2%ige Novokain-Suprareninlösung), in die Gegend der Fossa mentalis.

Bei doppelseitigen Extraktionen oder Massenausräumungen ist die Einspritzung an die Lingula beiderseits zu machen, wobei sich natürlich die Einspritzung an der Vorderfläche des Unterkiefers erübrigt.

Die von Bünte und Moral befürchteten Störungen durch Unterbrechung des N. lingualis (Sekretionsstörungen der Speicheldrüsen) habe ich nicht beobachtet, und die von den genannten Autoren erwähnte Möglichkeit, daß die Kranken sich die eine Zeitlang gefühllose Zunge verletzen, läßt sich wohl vermeiden, wenn man sie darauf auf merksam macht.

Da im vorstehenden geschildert ist, wie der ganze Alveolarfortsatz des Ober- und Unterkiefers, einseitig oder beiderseitig, unempfindlich zu machen ist, bedarf es nur des Hinweises, daß auch für alle anderen Operationen am Alveolarfortsatz die örtliche Betäubung das gegebene Anästhesierungsverfahren ist.

Noch einige Worte über die dem Suprarenin gerade bei Zahnextraktionen zur Last gelegten Nachblutungen. Ich habe solche bei mehr als 1000 Extraktionen nicht gesehen, und ich glaube auch nicht daran, daß Suprarenin eine ernstliche Nachblutung hervorrufen kann, die nicht in gleicher Weise auch ohne seine Anwendung zustande gekommen wäre, durch Suprarenin wird nur ihr Einsetzen um kurze Zeit verzögert. Man schützt sich vor Nachblutungen bei Zahnextraktionen, indem man nach Römer die Alveole für einen oder zwei Tage mit Jodo-

formgaze tamponiert, eine vom chirurgischen Standpunkte auch sonst zweifellos richtige Nachbehandlung. Sind größere Höhlen nach einer Operation am Alveolarfortsatz entstanden, so ist ja die Tamponadebehandlung selbstverständlich.

Ein großer Teil der Zahnärzte vertritt heute den Standpunkt, daß die Narkose für sie fast überflüssig geworden ist. Da nach einer Umfrage von Wolfram (XVI, 124) zurzeit in sämtlichen deutschen zahnärztlichen Instituten die örtliche Betäubung gelehrt wird, Narkosen aber nur ganz vereinzelt noch gebraucht werden, ist die allgemeine Anerkennung dieses Standpunktes eine Frage der Zeit.

Nach meiner Meinung kann das eine zweifelhaft sein, ob nicht ein Äther- oder Chloräthylrausch nach Kulenkampff — letzterer ist hierzu viel geeigneter — bei ganz kurzen Operationen, wie Extraktion eines Zahns, der örtlichen Betäubung vorzuziehen ist. Denn Gefahren sind mit dieser Art der Narkose nicht verbunden.

Handelt es sich aber um einigermaßen verwickeltere Eingriffe, die die Dauer von ½—1 Minute überschreiten und besser langsam und in Ruhe, als möglichst schnell ausgeführt werden, dann kann keine Art von Narkose mit der örtlichen Betäubung in Wettbewerb treten. Die Ausführung von Massenextraktionen in Äther-, Chloroform- oder Bromäthylnarkose ist mit der ärztlichen Verantwortlichkeit kaum vereinbar.

K. Operationen am Gaumen. Nasenrachenfibrome.

Die Betäubung des weichen und harten Gaumens von vier Einstichpunkten ist S. 260 beschrieben. Bei glatten Durchtrennungen wird einfach in der Schnittlinie mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Die Entfernung des harten Gaumens erfordert beiderseitige Unterbrechung des N. maxillaris. Ich komme darauf hier nochmals zurück, um zur Vorsicht mit dem Suprarenin bei plastischen Operationen am Gaumen zu warnen. Die Suprareninanämie erleichtert diese Operationen in so hohem Grade, daß man sie nicht entbehren möchte, der Suprareningehalt der Lösungen muß aber sehr gering sein (½%ige Novokain-Suprareninlösung).

Ein ganz anderes Gesicht hat durch die örtliche Betäubung und die Suprareninanämie die Exstirpation der Nasenrachenfibrome bekommen. Sie läßt sich fast ohne Blutung ausführen. Ich beschrieb oben (S. 303) einige Fälle, wo die zeitweilige Oberkieferresektion nach Kocher in örtlicher Betäubung zur Entfernung solcher Tumoren angewendet wurde.

In einfacheren Fällen mit gut abgrenzbarem Stiel an der Schädelbasis kommt man aber durch eine einfache Spaltung des weichen Gaumens recht gut zum Ziel. Örtliche Betäubung und Suprareninblutleere schränken die Indikation zu jenen Voroperationen wesentlich ein. Ich erläutere dies durch eine schon in der 1. Auflage dieses Werkes mitgeteilte Krankengeschichte.

5. VII. 1904. 18jähriger Mann mit breit der Schädelbasis aufsitzendem harten Fibrom des Nasenrachenraums. Beginn der Operation aus psychischen Gründen in Narkose am hängenden Kopf. Infiltration des harten und weichen Gaumens mit 0,1%iger Kokainlösung mit Suprareninzusatz. Dann wurde die Narkose weggelassen. Spaltung des weichen Gaumens in der Mittellinie ohne Blutung. Unter Leitung des in den Nasenrachenraum eingeführten Fingers wurde nun eine lange Hohlnadel durch das linke Nasenloch in die Ansatzstelle des Tumors eingestochen und die gleiche Lösung injiziert. Nach einigen Minuten ließ sich der Tumor ohne Blutung mit einer krummen Schere exzidieren. Naht des Gaumens. Tamponade des Nasenrachenraums und der Nase. Keinerlei Nachblutung. Heilung.

Ich habe große Nasenrachenfibrome stets auf diese Weise entfernt. Später verwendeten wir natürlich ½%ige Novokain-Suprareninlösung anstatt der Kokainlösung.

L. Operationen an der Zunge, am Mundboden und an den Tonsillen.

Die vorderen zwei Drittel der Zunge und den Mundboden innerviert der N. lingualis, der durch Einspritzung an die Lingula leicht zu unterbrechen ist. Den hinteren Teil der Zunge, Tonsillengegend und Rachen versorgt der N. glossopharyngeus, den weichen Gaumen und vorderen Gaumenbogen der N. maxillaris und die Umgebung der Epiglottis der N. laryngeus sup.

Die Betäubung der Zunge und des Mundbodens allein durch Unterbrechung des N. lingualis gewährt nicht die hier ganz besonders wichtige Suprareninblutleere, weshalb bei allen Operationen an diesen Teilen, ebenso wie am Gaumen und Pharynx, Infiltrationen und Umspritzungen nötig sind.

Hirschel hat kürzlich ein Verfahren mitgeteilt, wie der N. glossopharyngeus und N. vagus an der Schädelbasis unterbrochen werden kann. Er führte eine Hohlnadel zwischen dem Gelenkfortsatz des Unterkiefers und dem Warzenfortsatz am Proc. styloideus vorbei gegen den Condylus occipitalis 3—4 cm in die Tiefe und spritzte in diese Gegend 10—15 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. N. glosso-

pharyngeus, vagus und accessorius liegen an der Schädelbasis nahe beieinander in einem Bindegewebsspalt mit der V. jugularis int. und Carotis int. Die gelungene Unterbrechung des N. glossopharyngeus ist an der gleichzeitigen Rekurrenslähmung und Lähmung der vom N. accessorius versorgten Muskeln zu erkennen. Hirschels Verfahren muß auf seine Zuverlässigkeit und Gefahrlosigkeit geprüft werden. Bei Operationen in der Pharynx- und Tonsillengegend wird man aber die örtlichen Umspritzungen vorziehen, da man deren gefäßverengernde Wirkungen braucht. Auch ist die Schmerzempfindlichkeit dieser Teile an und für sich nicht groß. Ich habe wenigstens bisher bei der Exzision von Tonsillen- und Pharynxkarzinomen nach Kieferspaltung oder vom Halse her die fehlende Unterbrechung des N. glossopharyngeus und vagus nicht vermißt. Ob der Vagusstamm nach Abgang des N. auricularis vagi noch Schmerzempfindungen vermittelt, ist sehr zweifelhaft. Die Hauptsache ist die Betäubung des zur Freilegung des Rachens erforderlichen Operationsfeldes. Die Rachenreflexe können durch Pinseln mit Alypin-Suprareninlösung beseitigt werden. Ist dann der Rachen erst einmal zugänglich, dann kann man leicht durch submuköse Einspritzung nachhelfen. Die Unterbrechung des N. laryngeus sup. ist im folgenden Abschnitt beschrieben.

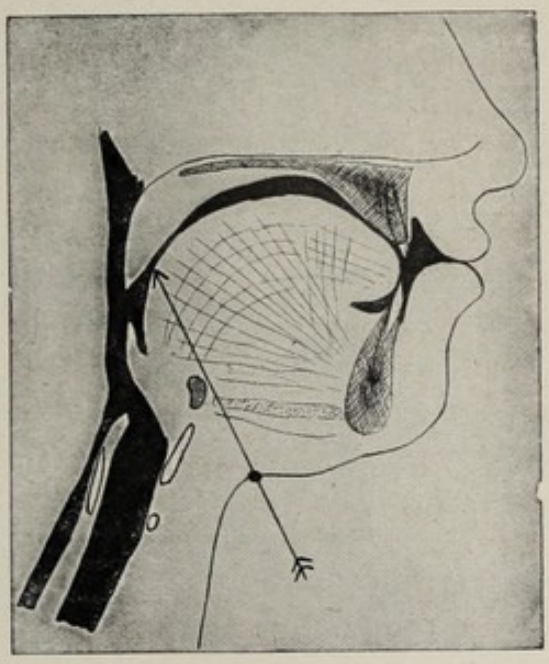


Abb. 101.
Infiltration des Zungengrundes.

Operationen an der Zunge ohne Voroperation.

Ich setze den Fall, es handle sich darum, einen kleinen Tumor aus dem vorderen Teil der Zunge oder vom Seitenrande auszuschneiden, oder eine Probeexzision zu machen. Man macht zu diesem Zweck mit einer feinen Hohlnadel eine Quaddel an der Oberfläche der Zunge (½%ige Novokain-Suprareninlösung), führt die Nadel durch die Zunge bis unter die Schleimhaut ihrer Unterfläche, spritzt hier wiederum etwas von der Lösung ein und zieht mit einer starken Nadel einen

Fadenzügel an der unempfindlichen Stelle durch, mit dem die Zunge vorgezogen und festgehalten werden kann. Man infiltriert rings um die erkrankte Stelle Zungenmuskulatur und Submukosa mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung und kann nun ohne Schmerz und Blutung Stücke aus der Zunge herausschneiden und die Wunde durch Naht vereinigen.

Ist die Erkrankung ausgedehnter, so lasse man sich auf diese Umspritzung nicht ein, sondern mache stets die ganze Zunge und den Mundboden durch folgendes Verfahren blutleer und unempfindlich. Man bezeichnet durch Quaddel einen Einstichpunkt unter dem Kinn, in der Mittellinie, dicht über dem Zungenbein, und legt den linken Zeigefinger

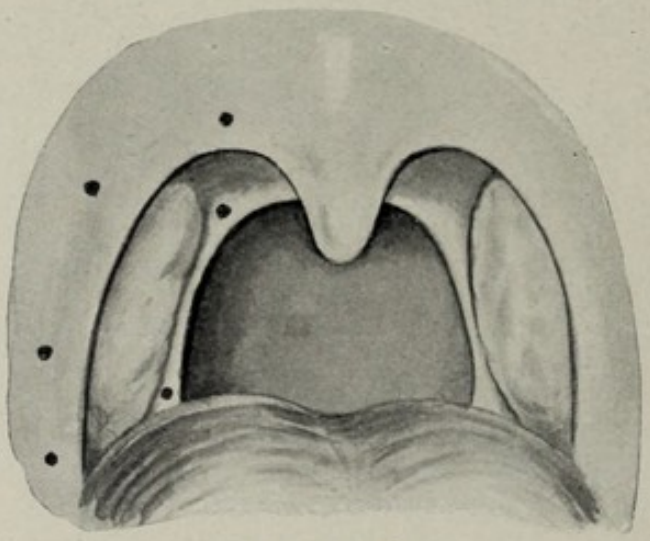


Abb. 102.
Einstichpunkte für die Tonsillektomie nach Heymann.

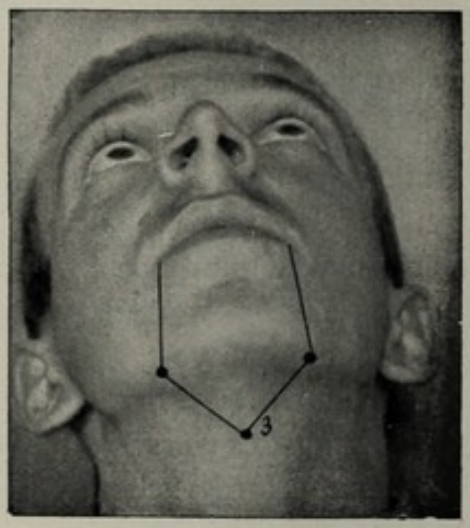


Abb. 103. Umspritzungsfigur bei medianer Kieferspaltung.
3 Typischer Einstichpunkt über dem Zungenbein.

oberhalb der Epiglottis auf den Zungengrund, etwa, als wollte man die Kuhnsche Tubage ausführen. Man führt von dem genannten Einstichpunkt eine lange Hohlnadel der Fingerspitze entgegen (Abb. 101) und infiltriert, indem man die Hohlnadel in verschiedenen Richtungen, zuerst in der Mittellinie, dann mehr nach rechts und links, schließlich noch weiter seitlich vorschiebt, so daß sie den Unterkiefer trifft und Zunge und Mundboden durch eine infiltrierte Schicht gleichsam von ihrer Innervation und Gefäßversorgung abgetrennt sind. Man braucht hierzu annähernd 50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Zunge und Mundboden werden unempfindlich und blutleer. Nun kann man die Zunge vorziehen und die Operation vornehmen. Zentrale Einspritzungen an die Lingula sind nicht notwendig.

Kleinere Eingriffe am Mundboden.

Kleinere Zysten (Ranula) oder gutartige Tumoren des Mundbodens werden von außen, von einem unter dem Kinn gelegenen Einstichpunkt unter Leitung des im Munde liegenden linken Zeigefingers mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung umspritzt. Die großen medianen Zysten des Mundbodens, welche die Unterkinngegend vorwölben und besser von außen entfernt werden, operiert man nach doppelseitiger Unterbrechung des N. lingualis an der Lingula. Man hat dann nur noch das äußere Operationsfeld in der gewöhnlichen Weise zu umspritzen.

Die örtliche Betäubung bei der Tonsillektomie.

Bei der Tonsillotomie braucht man für gewöhnlich keine Betäubung, wohl aber für die von den Spezialisten jetzt wieder viel geübte Tonsillektomie. Man infiltriert zu diesem Zweck von einigen am vorderen und hinteren Gaumenbogen gelegenen Einstichpunkten (Abb. 102, nach Heymann) diese, sowie das lateral von der Tonsille gelegene Gewebe reichlich mit 10—15 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Zur Betäubung der Rachenmandel empfiehlt Ruprecht wiederholtes Auflegen von Wattetampons, die mit 10%iger Alypin-Suprareninlösung getränkt sind. Sie werden an die Sonde angedreht und durch den unteren Nasengang eingeführt.

Die großen Karzinomoperationen an Zunge, Mundboden und Tonsillengegend.

Man beginnt mit der beiderseitigen Unterbrechung des N. lingualis und alveolaris inferior an der Lingula (S. 271), und schließt die in Abb. 101 wiedergegebene Einspritzung an. Erstreckt sich das Operationsfeld in die Gaumenbögen, die Tonsillargegend, die seitliche Rachenwand, so wird hier mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung reichlich unter- und hinterspritzt. Die Unterbrechung des N. maxillaris ist gewöhnlich nicht notwendig. Es folgt nun die für die Voroperation nötige Umspritzung. Sie ist für die quere Wangenspaltung bereits beschrieben. Abb. 103 dagegen zeigt die für die mediane Spaltung des Unterkiefers nötige äußere Umspritzung. Punkt 3 ist der schon für die Infiltration des Zungengrundes gebrauchte Einstichpunkt für die Zungenbasis. Für die Umspritzung braucht man etwa 30 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Nun kann man völlig schmerzlos und ungehindert durch die Blutung operieren. Peuckert und ich haben 13 auf diese Weise ausgeführte

Zungenexzisionen, Exstirpationen des Mundbodens im Zusammenhang mit Unterkieferstücken, Exstirpationen von Tonsillarkarzinomen beschrieben. Abb. 104 zeigt einen unserer Kranken während der Operation.

Was oben für die Oberkieferresektion gesagt worden ist, gilt in gleicher Weise für diese Operationen in der Mundhöhle. Sie haben unter der örtlichen Betäubung ein gänzlich verändertes Aussehen bekommen, sie sind viel leichter und sauberer ausführbar als in Narkose, sie sind weniger eingreifend und weniger gefährlich geworden, auch in bezug

Abb. 104. Exzision eines Karzinoms des Zungengrundes und der linken Tonsille. Der Unterkiefer ist gespalten, die Zunge nach rechts gezogen. Die Operation ist beendet. In der Tiefe ist die Epiglottis zu sehen.

auf die Schluckpneumonien. Bei den erwähnten 13 Kranken sind nur zweimal postoperative Lungenkomplikationen zu beobachten gewesen. Nach Küttner*) ist die Mortalität nach Operationen wegen Krebs der Mundhöhle, welche bis zum Jahre 1898 14% betrug, nach Einführung der örtlichen Betäubung auf 4,4% zurückgegangen. Natürlicherweise wird durch die mit der örtlichen Betäubung verbundene Suprareninblutleere die Indikation zur medianen Kieferspaltung wesentlich eingeschränkt zugunsten der einfacheren queren Wangenspaltung. Ein großer

*) Deutscher Chirurgenkongreß 1922, II, S. 251.

Teil der Karzinomoperationen in der Mundhöhle, bei denen bisher die Spaltung des Unterkiefers als Voroperation nötig war, läßt sich jetzt ebenso zuverlässig mittels der queren Wangenspaltung ausführen.

12. Operationen am Halse.

Die Vorderfläche des Halses ist ein ausgezeichnetes Objekt für die örtliche Betäubung. Es gibt, von den Phlegmonen abgesehen, nur noch wenige Halsoperationen, wo sie nicht der Narkose weit überlegen und daher das Verfahren der Wahl ist. Über die Möglichkeit, große Halsoperationen aller Art in örtlicher Betäubung ausführen zu können, haben Bier und Madelung berichtet. Bier hebt besonders die Strumektomie und die Kehlkopfexstirpation hervor. Madelung erklärt, daß er bei großen Halsoperationen aller Art, Strumektomien, Drüsenausräumungen, Kehlkopfresektionen und -exstirpationen, Resektionen des Pharynx und Ösophagus seit Jahren der örtlichen Betäubung mit 1%iger Novokain-Suprareninlösung den Vorzug gebe.

Während früher die Unempfindlichkeit bei diesen Operationen in der Regel durch sorgsame tiefe und oberflächliche Umspritzung der Operationsfelder gewonnen wurde, hat in neuerer Zeit die Leitungsanästhesie diesem Verfahren bei den Halsoperationen den Rang ganz abgelaufen. Man bedarf der Umspritzungen nur noch zur Ergänzung der Leitungsanästhesie und zur Ausschaltung kleiner oberflächlicher Operationsfelder.

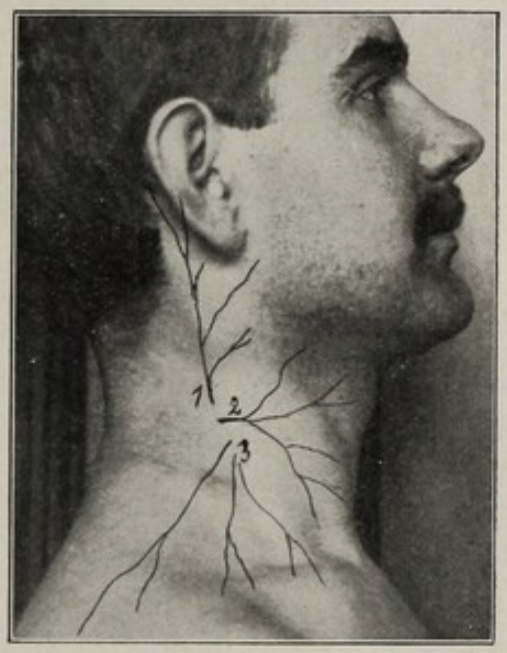


Abb. 105.
Die sensible Innervation des Halses.
1 N. auricularis magnus. 2 N. cutaneus colli. 3 N. N. supraclaviculares.

Die Weichteile der vorderen Halsseite sind innerviert von den Rami anteriores des zweiten, dritten und vierten Zervikalnerven, deren Endäste, N. auricularis magnus, N. cutaneus colli und N. N. supraclaviculares am hinteren Rande des Kopfnickers an die Oberfläche gelangen (Abb. 105). Schmerzempfindungen am Kehlkopf und Ösophagus

werden aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls lediglich durch die Zervikalnerven vermittelt. Daß der Halsteil des N. vagus schmerzleitende Bahnen enthält, ist dagegen sehr unwahrscheinlich. Einzelne große Arterien aber, besonders bekannt ist das von der A. thyreoidea sup., besitzen eine sehr ausgesprochene, wahrscheinlich vom N. sympathicus vermittelte Schmerzempfindlichkeit.

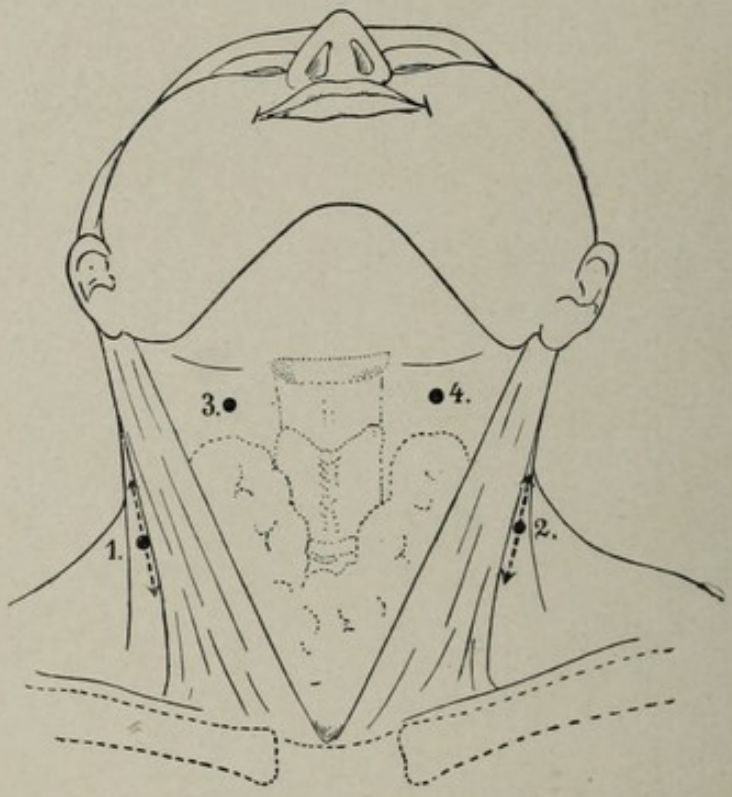


Abb. 106. Einspritzung zur Strumektomie nach Kulenkampff.

Die Versuche, den Plexus cervicalis möglichst nahe an den Austrittsstellen aus den Wirbellöchern zu unterbrechen (paravertebrale Anästhesie) sind als Fehlweg zu bezeichnen. Denn in kurzer Zeit sind bei diesem Verfahren in großer Zahl schwere Nebenwirkungen beobachtet worden, welche in der Mehrzahl der Fälle wahrscheinlich durch Eindringen der Hohlnadel in den Spinalkanal bedingt waren (s. S. 143). Mir ist außerdem sehr oft das blasse und apathische Aussehen der Kranken nach solchen Einspritzungen aufgefallen.

Es ist daher unbedingt notwendig, die paravertebralen Einspritzungen ganz zu unterlassen und auf ältere Verfahren zurückzugreifen, welche in der Tat auch die paravertebrale Unterbrechung des Plexus cervicalis völlig entbehrlich machen (Kulenkampff, XVI, 26).

Die vorderen Äste des Plexus cervicalis sammeln sich nach ihrem

Austritt aus den Wirbellöchern, um ungefähr in der Mitte des vorderen Kopfnickerrandes an die Oberfläche zu gelangen. Hier an dieser Stelle, die in der Regel durch die Kreuzung der V. jugularis mit dem Kopfnickerrande gekennzeichnet ist, müssen sie unterbrochen werden (Abb. 105 und 106).

Es wird also an dieser Stelle eine Quaddel angelegt und, nachdem die Hohlnadel senkrecht in die Tiefe gestochen ist, bis sie die oberflächliche Faszie oben durchbohrt hat, werden dort, ohne die Nadel weiter zu verschieben, etwa 30 ccm ½%ige Novokainlösung eingespritzt. Nachdem dies geschehen ist, infiltriert man noch einen Streifen subkutan entlang dem hinteren Kopfnickerrande. Geschieht dies doppelseitig, so wird das vordere Halsdreieck und weit darüber hinaus, das Innervationsgebiet der Nn. supraclaviculares und des N. auricularis magnus unempfindlich. Andere sensible Innervationen gelangen nur noch längs der großen Arterien zu den Organen des Halses und erfordern eine besondere Einspritzung. Das gilt besonders für die A. thyreoidea sup., während andere, wie z. B. die A. thyreoidea inf., sich als ganz oder fast unempfindlich erweisen.

Zum Zweck der Strumektomie macht man daher außer der beiderseitigen Einspritzung am hinteren Rande des Kopfnickers jederseits eine Einspritzung von je 10 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung an den oberen Pol der Schilddrüse in die Nachbarschaft der A. thyreoidea sup. Irgend welche anderen Einspritzungen, etwa unter die Haut, sind ganz überflüssig. Das von Kulenkampff beschriebene Verfahren läßt nichts zu wünschen übrig, ist ebenso zuverlässig wie die paravertebrale Anästhesie und ist frei von deren Nebenwirkungen.

Da es bei allen Halsoperationen anwendbar ist, braucht nur noch kurz auf die Ausführung einzelner typischer Operationen eingegangen zu werden.

Die Exstirpation von Lymphdrüsen. Einzelne ganz umschriebene und bewegliche Drüsentumoren können nach dem Schema Abb. 35, S. 238 pyramidenförmig umspritzt werden. Die Einspritzung unter den Tumor erleichtert man sich durch Emporheben desselben mit der linken Hand. Bei größeren Drüsenpaketen wird stets der ganze Hals durch das oben beschriebene Verfahren unempfindlich gemacht. Bei einseitigen Operationen ist natürlich nur einseitige Ausführung notwendig.

Operationen unter dem Kieferrande an Lymphdrüsen und submaxillaren Speicheldrüsen führen gewöhnlich in das Gebiet des Trigeminus III hinein. In diesem Falle muß deshalb außer der typischen

Einspritzung entweder der N. alveolaris inf. und lingualis durch Einspritzung an die Lingula unterbrochen werden oder man infiltriert unmittelbar den Mundboden. Ferner ist subkutane Infiltration längs des Unterkieferrandes nötig, wenn sich das Operationsfeld bis dahin erstreckt.

Die Ausräumung des Halsfetts mit allen unter dem Unterkieferrande und längs der großen Gefäße liegenden Lymphdrüsen und der submaxillaren Speicheldrüsen als Voroperation

Abb. 107. Ausräumung der submentalen und der linksseitigen Halslymphdrüsen und der linken submaxillaren Speicheldrüse bei Karzinom des Zungengrundes und der linken Tonsille in örtlicher Betäubung. Die V. jugularis int. ist reseziert.

Abb. 108.
Völlige Ausräumung der Halslymphdrüsen und submaxillaren Speicheldrüsen bei Zungenkarzinom in örtlicher Betäubung.

von Karzinomoperationen an der Unterlippe oder in der Mundhöhle erfordert folgendes Vorgehen.

Beiderseitige typische Halseinspritzungen. Subkutane Infiltration längs des Unterkieferrandes von einem der Einstichpunkte für den Plexus bis zu dem der anderen Seite. Infiltration des Mundbodens von am Unterkieferrande gelegenen Einstichpunkten aus. Für alle diese Einspritzungen wird ½%ige Novokain-Suprareninlösung gebraucht. Anstatt der Infiltration des Mundbodens kann auch beiderseits die Ein-

spritzung an die Lingula ausgeführt werden (S. 271). Von Interesse ist, daß die Resektion des N. vagus, der ja mit dem Betäubungsmittel nicht in Berührung kommt, keinerlei Schmerzempfindungen auslöst.

Abb. 107 zeigt einen unserer Kranken nach einer derartigen einseitigen, Abb. 108 einen solchen nach doppelseitiger Ausräumung.

Ganz die gleiche Betäubungstechnik erfordert die Pharyngotomia suprahyoidea.

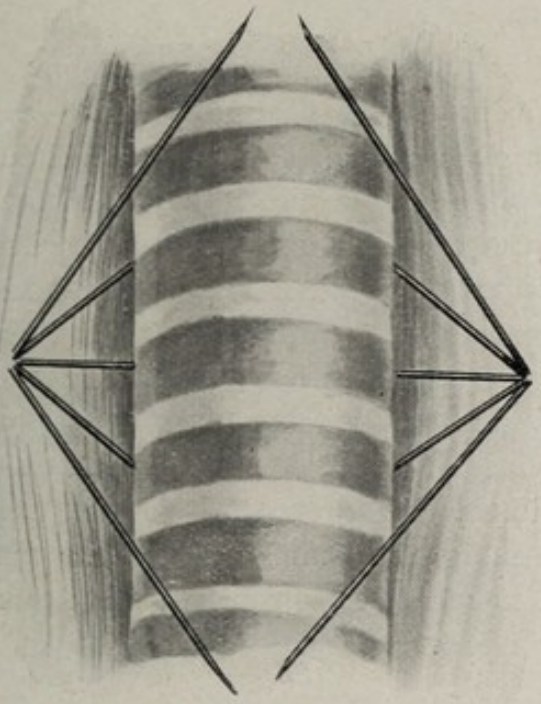


Abb. 109.
Einspritzungsschema für die Tracheotomie. (Nach Most.)

Gefäßunterbindungen am Halse oder andere Operationen an den großen Gefäßen erfordern einseitig typische Halseinspritzung. Andere Einspritzungen sind überflüssig.

Die Strumektomie erfordert die oben beschriebene typische Einspritzung.

Die Vorteile der örtlichen Betäubung vor der Narkose sind bei der Strumektomie recht augenfällige. Es fällt der in nächster Nähe des Operationsfeldes tätige Narkotiseur fort, das sehr störende Erbrechen gehört bei der örtlichen Betäubung zu den sehr seltenen Ausnahmen. Wichtig ist die Möglichkeit der Mitwirkung des Kranken bei der Prüfung des N. recurrens. Besonders unangenehm und bedenklich ist die Narkose bei den Trachealstenosen. Bei den Basedowkranken wird von

manchen Chirurgen (Kausch) die Narkose vorgezogen wegen der Erregungszustände einzelner dieser Kranken. Es ist richtig, daß einzelne von ihnen sich für die örtliche Betäubung nicht eignen. Das braucht man aber doch nicht zu verallgemeinern. Denn die Mehrzahl der Basedowkranken ist durchaus geeignet, und für sie ist dann die örtliche Betäubung sicher das weniger eingreifende Verfahren.

Es gibt Basedowkranke, die, in den Operationssaal gebracht, so erregt sind, daß man sich in der Tat fragen muß, was zu tun ist. Das beste ist manchmal, sie fortzuschicken und abzuwarten, ob nicht ein besserer Zeitpunkt kommt. In einzelnen Fällen habe ich zunächst eine leichte Äthernarkose eingeleitet, diese zur Ausführung der Einspritzungen verwendet und nun die Narkose unterbrochen. Die Operation hat sich dann in der Regel ohne Störung vollenden lassen.

Zur Ausführung der Tracheotomie bezeichnet man zwei Einstichpunkte rechts und links von der Trachea und umspritzt von ihnen aus muldenförmig nach dem Schema Abb. 37, S. 240 das Operationsfeld. Most gibt hierzu eine hübsche Zeichnung, welche in Abb. 109 wiedergegeben ist. Die Vermeidung der Narkose ist von Wichtigkeit bei Kranken, die an einer Trachealstenose leiden. Deshalb soll die örtliche Betäubung tunlichst vorgezogen werden. Kleinere Kinder sind leider häufig so unruhig, daß man die Narkose nicht entbehren kann. In eiligen Fällen wird man sich am besten mit der einfachen Infiltration der Schnittlinie begnügen.

Operationen am Kehlkopf und Ösophagus.

Auf die umwälzende Bedeutung der Einführung des Kokains für die Laryngologie ist schon zu wiederholten Malen hingewiesen worden. Die Betäubung der Kehlkopfschleimhaut geschieht gewöhnlich durch Bestreichen mittels eines in 10—20%ige Kokainlösung getauchten Watteträgers, wobei das Herunterfließen überschüssiger Kokainlösung in Trachea und Ösophagus möglichst zu vermeiden ist. Nach der Pinselung läßt man den Kranken husten und ausspucken. Die Kokainisierung muß meist mehrfach wiederholt werden, um für genügend lange Zeit Aufhebung der Reflexe der Kehlkopfschleimhaut und Toleranz beim Einführen von Instrumenten zu erzielen. Das ist hier die Hauptsache, weniger wichtig ist die Aufhebung der an sich sehr geringen Schmerzempfindlichkeit der Schleimhaut. Die Pinselung ist sehr unangenehm für die Kranken. Viele Laryngologen ziehen daher vor, eine kleine Menge der Kokainlösung mittels eines kleinen

Zerstäubers oder mittels einer kleinen Spritze in den Kehlkopf zu bringen. Die Anwendung der Spritze hat nach M. Schmidt den Vorteil, daß man die einzuführende Kokainmenge genau dosieren kann. Die Wirkung der Kokainisierung hält 5—10 Minuten an, viel länger aber bei Anwendung von Suprarenin. Nach Seifert und Ruprecht ist Alypin in 10%iger Lösung mit Suprareninzusatz ein vorzügliches Ersatzmittel für Kokain.

Die sensible Innervation des Kehlkopfes geschieht in der Hauptsache, wenigstens oberhalb der Stimmbänder, durch den Ramus internus des N. laryngeus superior. Dieser Nerv tritt unmittelbar unter dem hinteren Ende des großen Zungenbeinhorns unter den vorderen Rand dieses Knochens, läuft ein kleines Stück auf der Membrana thyreohyoidea nach vorn und durchbohrt sie dann, um sich in der Schleimhaut des Kehlkopfes, des Sinus pyriformis und der benachbarten Teile der Pharynxschleimhaut zu verästeln. Wesentlich motorisch sind die beiden anderen in den Kehlkopf eintretenden Nerven, der Ramus externus des N. laryngeus sup. und der N. recurrens.

Die schon vor langer Zeit (S. 12 und 49) versuchte Betäubung des Kehlkopfs durch beiderseitige Leitungsunterbrechung des Ramus int. des N. laryngeus sup. bietet seit der Einführung des Suprarenins keine Schwierigkeiten mehr. Schon beim ersten, von mir im Jahre 1903 vorgenommenen Versuch trat eine so vollständige Unempfindlichkeit ein, daß der Operateur (Viereck) ein Kürettement des tuberkulösen Kehlkopfs vornehmen konnte. Nach Viereck, der die Versuche fortsetzte, erstreckt sich die Unempfindlichkeit stets auf den Kehldeckel und das ganze obere Kehlkopfinnere bis zur Glottis, ist aber unterhalb der Glottis nicht immer vollkommen. Weitere günstige Berichte liegen vor von Frey, Chevrier und Cauzard, Kuttner.

Die Ausführung der Unterbrechung ist überaus einfach. Man sticht eine Hohlnadel mittlerer Länge in die Mittellinie zwischen Schildknorpel und Zungenbein unter die Haut, hierauf in das Lig. thyreohyoideum, führt sie in diesem bis in die Nähe des großen Zungenbeinhorns vor, welches man sich durch einen aufgelegten Finger kennzeichnet, und infiltriert das Ligament jederseits mit 5 ccm ½%iger oder 1%iger Novokain-Suprareninlösung. Die Kehlkopfschleimhaut wird zugleich infolge der Kontraktion der unter dem Einfluß des Suprarenins stehenden A. laryngea sup. anämisch.

Die Vorteile dieses Verfahrens vor der intralangealen Kokainisierung sind erhebliche: leichtere und schnellere Ausführbarkeit, weit

längere Dauer der Unempfindlichkeit des Kehlkopfs, Vermeidung starker Kokainlösung. Es ist deshalb auffallend, daß es nicht längst zu den alltäglichen Manipulationen der Laryngologen gehört.

Die Kehlkopfspaltung und die Kehlkopfexstirpation sind infolge der Verwendbarkeit der örtlichen Betäubung technisch sehr einfache Operationen geworden. Zur Anwendung von Narkosen liegt bei diesen Operationen nicht die geringste Veranlassung vor.

Erforderlich ist 1. doppelseitige typische Einspritzung am hinteren Kopfnickerrande und 2. die Infiltration des Lig. thyreo-hyoideum mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung zur Aufhebung der Reflexe. Andere Einspritzungen sind nicht nötig.

Die Pharyngotomia subhyoidea erfordert die gleichen Einspritzungen wie die Kehlkopfexstirpation.

Von großem Wert ist uns die örtliche Betäubung bei den Ösophagotomien wegen Fremdkörpern und bei der Exstirpation von Ösophagusdivertikeln gewesen.

---

13. Die Operationen an der Wirbelsäule und am Brustkorb.

Die interkostale und paravertebrale Leitungsanästhesie.

Die aus den Zwischenwirbellöchern der Brustwirbel austretenden N. N. thoracales geben bald nach ihrem Austritt Verbindungszweige, Rami communicantes, zum N. sympathicus ab und teilen sich dann in ihre vorderen und hinteren Äste. Letztere begeben sich zu den Rückenmuskeln und innervieren die Rückenhaut rechts und links von der Mittellinie. Die vorderen Äste, die N. N. intercostales, verlaufen anfangs ungefähr in der Mitte der Zwischenrippenräume, in der Nähe des Rippenwinkels nähern sie sich dem unteren Rande der benachbarten oberen Rippe. Sie liegen anfangs unmittelbar der Fascia endothoracica und der Pleura auf, in der Nähe des Rippenwirbels gelangen sie zwischen M. intercostalis externus und internus. Ihr weiterer Verlauf ist aus den Abbildungen 110—112 zu ersehen. Die Lumbalnerven liegen zwischen den Querfortsätzen der Lendenwirbel, vor dem die Querfortsätze verbindenden M. intertransversarius, umgeben von den

Ursprüngen des M. psoas. Die für die Innervation der vorderen Bauchwand wichtigen N. ileohypogastricus und ileoinguinalis aus D_{12} und L_1 laufen ebenso wie der zwölfte Interkostalnerv auf der Vorderfläche des M. quadratus lumborum, zwischen dieser und der Nierenfettkapsel nach außen und begeben sich dann zwischen die queren und schrägen Bauchmuskeln.

Vom zweiten Lendennerven an nehmen die austretenden Nervenstämme einen so stark nach abwärts gerichteten Verlauf an und liegen

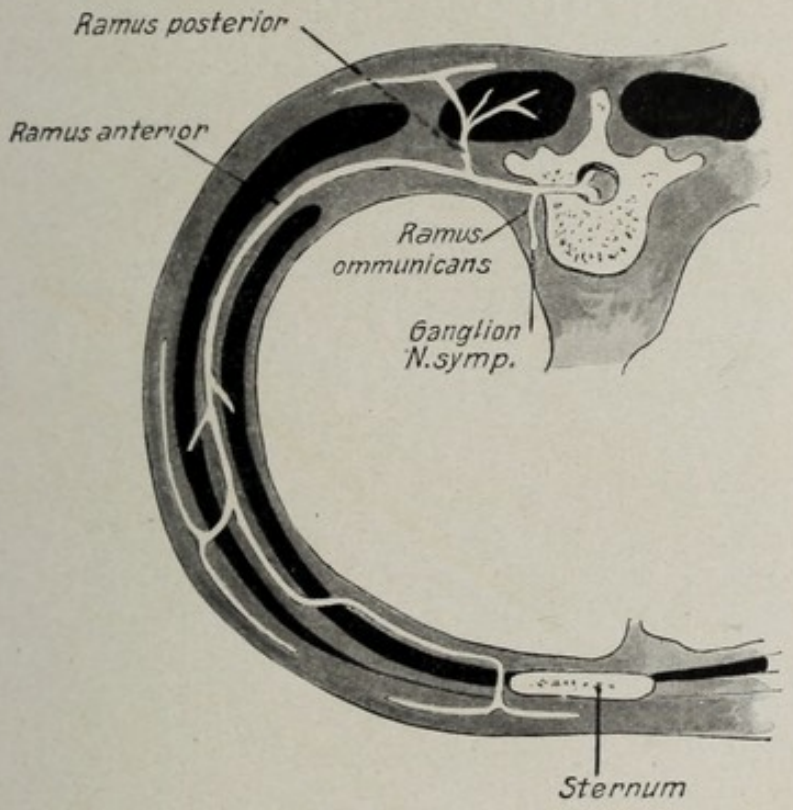


Abb. 110. Schema des Verlaufs der Interkostalnerven nach Corning.

den Wirbelkörpern so dicht an, daß man sie nur durch Einspritzung unmittelbar am Wirbelkörper treffen kann.

Die Zwischenrippennerven und der erste Lendennerv besorgen die sensible Innervation der Brustwand einschließlich der Pleura parietalis und der vorderen Bauchwand einschließlich des Peritoneum parietale. Die mittleren Zwischenrippennerven anastomosieren im Anfangsteil nicht untereinander, der erste und zweite Zwischenrippennerv schickt unmittelbar nach seinem Austritt Zweige zum Plexus brachialis, der zwölfte Zwischenrippennerv solche zum ersten Lendennerv. Die segmentale Innervation der Brust- und Bauchwand wird durch die Abb. 113 erläutert. Die einzelnen Innervationsgebiete greifen indessen so reich-

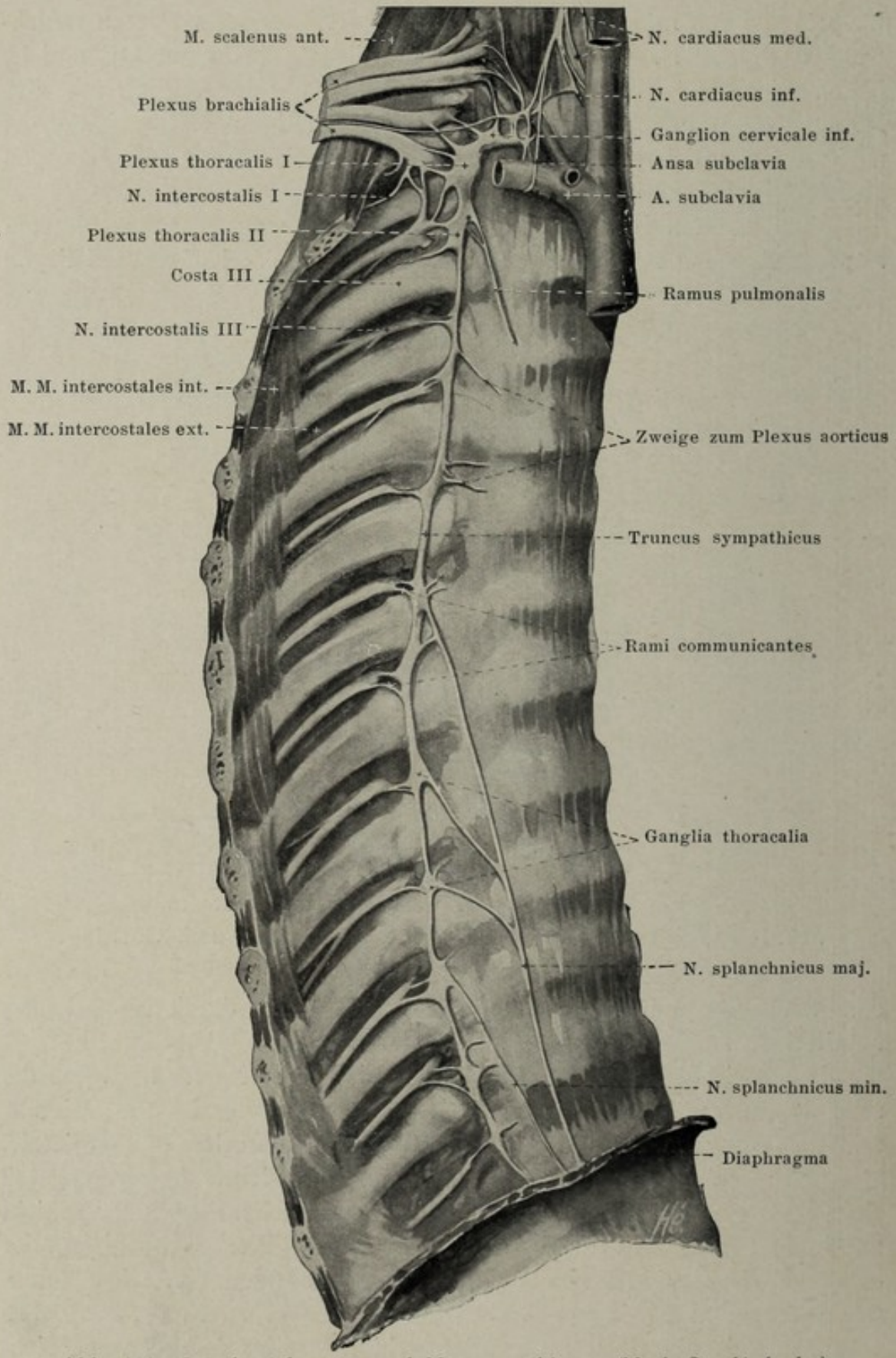


Abb. 111. Interkostalnerven und N. sympathicus. (Nach Spalteholz.)

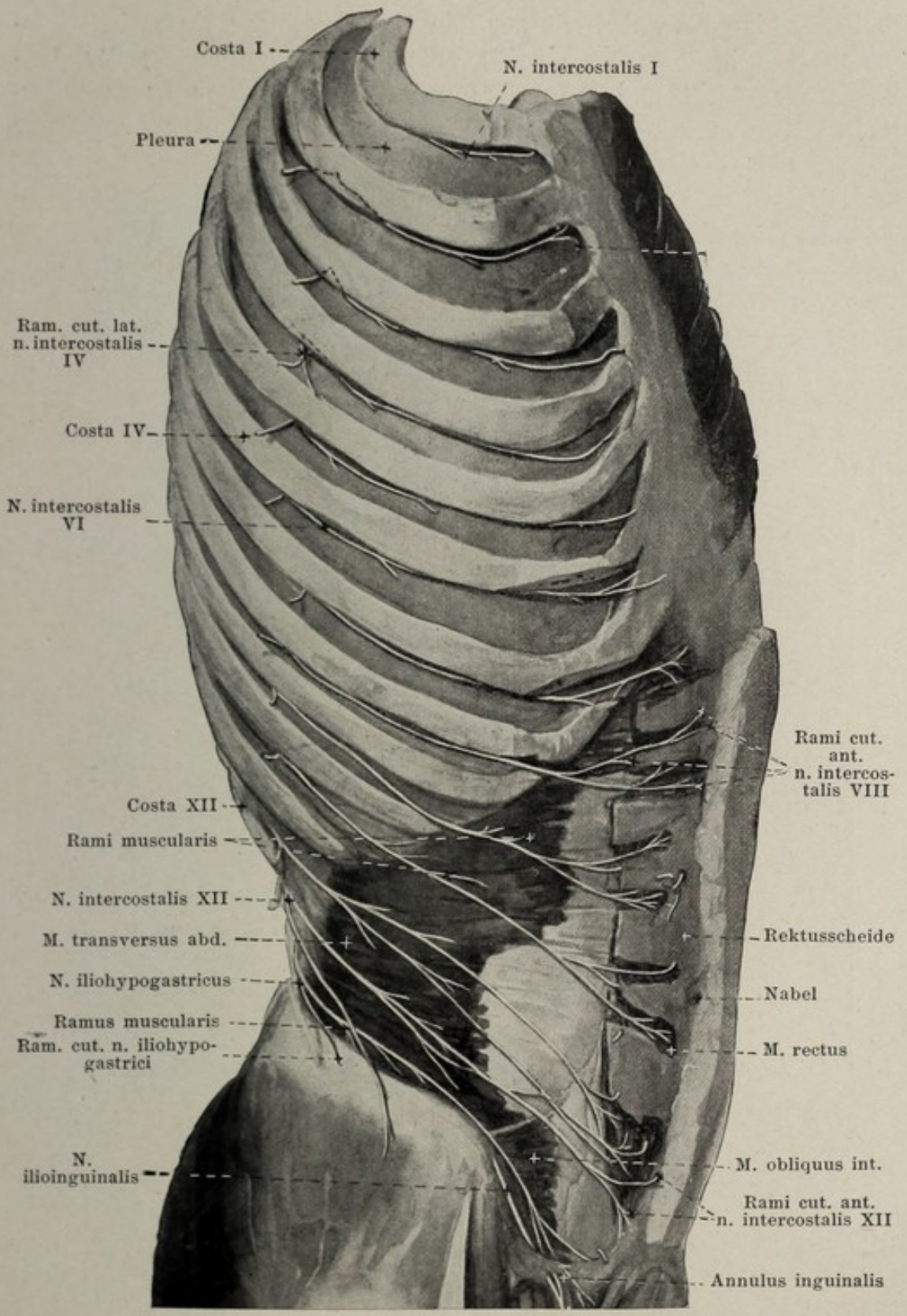


Abb. 112. Verlauf der Interkostalnerven. (Nach Spalteholz.) (Die M. M. intercostales und obliqui abd. sind weggenommen.)

lich ineinander über, daß die zentrale Unterbrechung eines Zwischenrippennerven in der Regel keine erkennbare Veränderung der Sensibilität verursacht und stets eine größere Anzahl von ihnen unterbrochen werden muß, wenn es sich um die Gewinnung gefühlloser

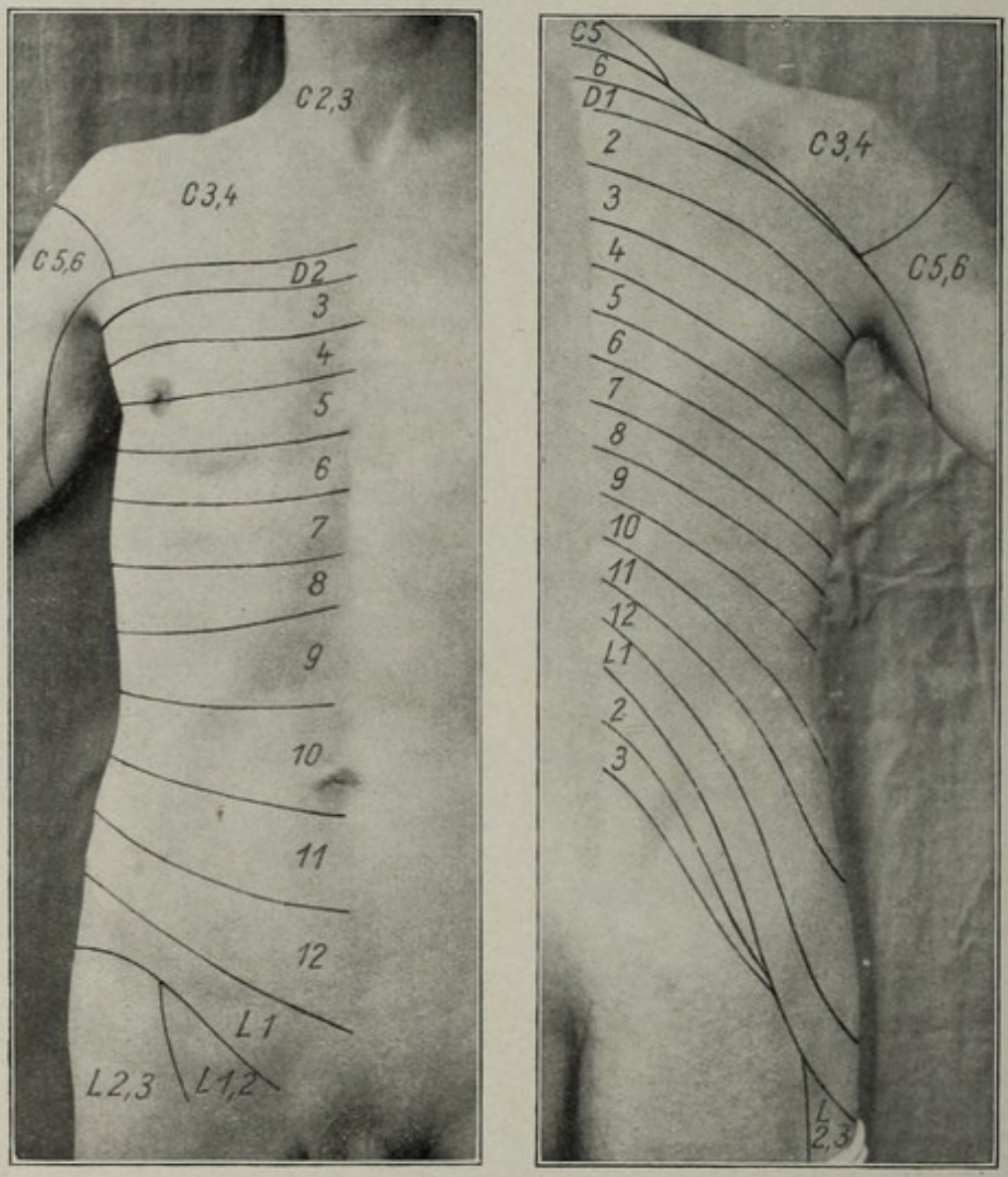


Abb. 113. Segmentäre Innervation von Brust, Rücken und Bauchwand.

Operationsfelder handelt. Besonders greifen die höheren in die tieferen Segmente über, so daß bei Unterbrechung einer Anzahl von Segmenten die Gefühllosigkeit in der Regel erst zwei Segmente unter dem obersten unterbrochenen Zwischenrippennerven beginnt.

Am oberen Ende des Brustkorbs, in der Unterschlüsselbeingrube, am oberen Rande des Schulterblatts, in der Achselhöhle beteiligen sich

Zweige des Plexus brachialis an der sensibeln Innervation. Die N. supraclaviculares sind subkutan gelegen, kreuzen das Schlüsselbein und die Schulterblattgräte und innervieren die Haut, vorn manchmal bis zur Brustwarze herunter.

Die Zwischenrippen- und lumbalen Nerven vermitteln also, von den oberen und unteren Grenzgebieten abgesehen, allein die sensible Innervation der Brust- und Bauchwand, der parietalen Pleura und des parietalen Peritoneums. Eine Unterbrechung dieser Nerven, welche an jeder Stelle ihres Verlaufs, näher oder weiter von der Wirbelsäule entfernt, erfolgen kann, führt daher zur Unempfindlichkeit in den betreffenden Gebieten (interkostale Anästhesie).

Lennanders Annahme, daß die Bauchorgane kein Schmerzgefühl besitzen, läßt sich nur insofern halten, als einzelne Organteile, wie z. B. die Magen- und die Darmwand, in praktisch-chirurgischer Hinsicht tatsächlich gefühllos gegen Schneiden, Quetschen und Brennen sind (s. S. 26). Bei Operationen aber entstehen nach der Eröffnung des Leibes jene unbestimmten, nicht lokalisierten, von mir als „abdominelle Sensationen" bezeichneten Schmerzempfindungen auch dann, wenn Bauchwand und parietales Peritoneum unempfindlich sind. Bauchchirurgie in örtlicher Betäubung ist daher nur möglich, wenn diese abdominellen Sensationen beseitigt werden können.

Durch die Arbeiten von Neumann und Kappis ist einwandfrei festgestellt, daß im Bauche das sympathische Nervensystem der alleinige Träger dieser Schmerzempfindungen ist.

Die obenerwähnten Rami communicantes N. sympathici sind die Bahnen, auf denen die aus den sympathischen Ganglien und Geflechten der Bauchhöhle stammenden sensibeln Nervenfasern teils unmittelbar, teils durch Vermittlung der Nn. splanchnici den spinalen Nerven und dem Rückenmark und Gehirn zugeführt werden. Im Becken übernimmt der autonome N. pelvicus diese Rolle. Die der „experimentellen Pharmakologie" von Meyer und Gottlieb entnommene Abbildung 114 gibt ein sehr klares Bild über die anatomischen Beziehungen der einzelnen Rückenmarkssegmente zu dem N. sympathicus und zu den Bauchorganen, wobei noch zu erinnern ist, daß der N. vagus nichts mit der Schmerzempfindlichkeit der Bauchorgane zu tun hat.

Es besteht demnach die Möglichkeit, durch Unterbrechung der interkostalen und lumbalen Nerven dicht an ihrer Austrittsstelle aus der Wirbelsäule vor oder an der Einmündungsstelle der Rami communicantes, so, daß diese mit betroffen werden, Gefühllosigkeit nicht nur der Brust- und Bauchwand, sondern auch der von ihnen um-

schlossenen Organe hervorzurufen. Dies nennt man paravertebrale Anästhesie.

Aus der Abb. 114 ist zu ersehen, daß die Nn. splanchnici die sympathischen Nervenfasern aus einem erheblichen Teil der Bauchorgane sammeln. Durch Tierversuche war von Neumann und Kappis festgestellt worden, daß die Nn. splanchnici schmerzleitende Fasern enthalten und daß nach ihrer Unterbrechung ein erheblicher Teil der Bauchhöhle unempfindlich wird. Das trifft auch für den Menschen zu. Es besteht also die Möglichkeit, durch Unterbrechung der Nn. splanchnici die abdominellen Sensationen eines Teils der Bauchhöhle auszuschalten (Splanchnicusanästhesie).

Wir kehren nach dieser Abschweifung zur Thoraxchirurgie zurück und wollen zunächst auf die der örtlichen Betäubung gesteckten Grenzen hinweisen. Ihre Verwendbarkeit ist im wesentlichen beschränkt auf die Operationen an der Brustkorbwand, also auf die Resektion eines oder mehrerer oder vieler Rippenstücke, die Thorakotomie, die Resektion von ganzen Stücken der Brustwand wegen Tumoren. Sie ist angezeigt beim akuten Empyem, bei Lungenabszessen, die der Brustwand anliegen, wo durch die Narkose die Aspirationsgefahr erheblich erhöht würde, bei der Entrippung zur Behandlung der Lungentuberkulose. Gut zugänglich sind ihr ferner die transpleuralen Operationen beim subphrenischen Abszeß und beim Leberechinokokkus. Schwierigkeiten dagegen machen die plastischen Operationen beim veralteten Empyem, zumal beim Totalempyem. Da sind die Rippen übereinandergeschoben, die Interkostalnerven sind kaum zugänglich und in die Pleuraschwarte eingeschlossen. Es ist daher bei diesen Operationen und auch bei den ausgedehnten Rippenresektionen bei Tuberkulose nach Sauerbruch zu raten, erst einmal den Hautschnitt zu infiltrieren und die interkostalen Injektionen erst zu machen, nachdem die Rippen freigelegt sind.

Im Inneren der Brusthöhle in örtlicher Betäubung zu operieren, bezeichnet Sauerbruch als einen Kunstfehler, weil intrapleurale Maßnahmen, wie Ziehen am Lungenstiel oder Betupfen desselben, Berühren der Pleura parietalis, soweit sie nicht unempfindlich ist, reflektorisch Herz- und Atemstillstand und Preßatmung hervorrufen. Diese unangenehmen Nebenwirkungen der Pleuraeröffnung und das Wogen der Lunge sind beim narkotisierten Kranken erheblich gemildert.

Wir brauchen also keine paravertebrale Anästhesie, sondern interkostale Anästhesie. Die Unterbrechung braucht nicht unmittelbar neben der Wirbelsäule zu geschehen.

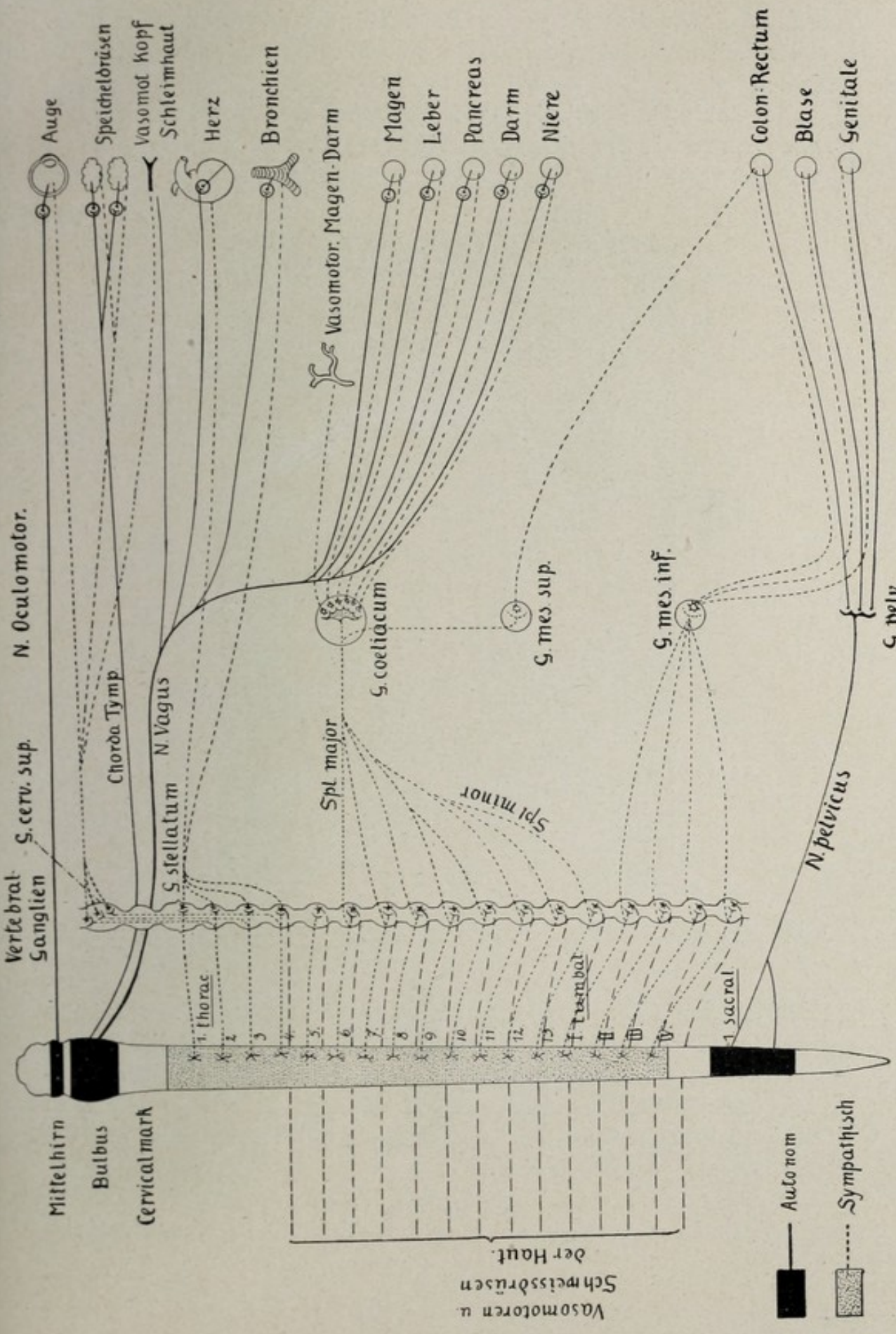


Abb. 114. Schema des vegetativen Nervensystems. Aus Meyer und Gottlieb, Experimentelle Pharmakologie.

Über die Ausführung großer Brustkorboperationen in reiner interkostaler Leitungsanästhesie haben zuerst Schuhmacher und Kappis berichtet.

Die Technik der Leitungsunterbrechung der Interkostalnerven ohne die Rami communicantes N. sympathici gestaltet sich bei Operationen am Brustkorb und dem oberen Teil der

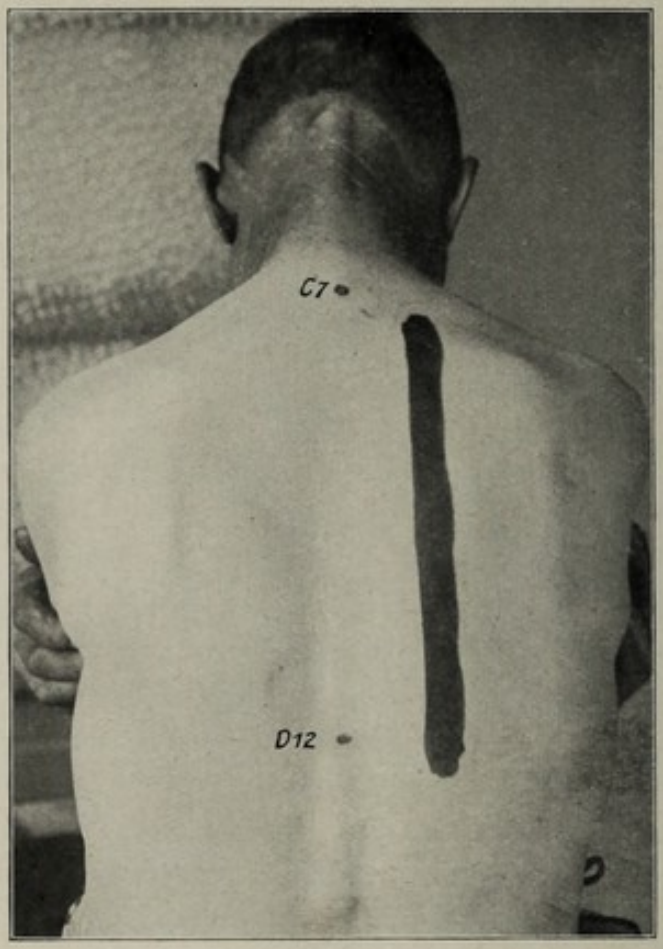


Abb. 115.
Subkutaner Injektionsstreifen zur Unterbrechung des 1.—12. Interkostalnerven.

Bauchdecken folgendermaßen: Der Kranke sitzt mit vornübergebeugtem Oberkörper und, damit die Schulterblätter möglichst nach außen rücken, nach vorn geschlagenen Armen seitlich auf dem Operationstisch. Wenn das nicht möglich ist, wird er mit gekrümmtem Rücken so in Seitenlage gebracht, daß die Seite oben liegt, wo die Einspritzungen zu machen sind.

In mindestens 5 cm Entfernung von der Dornfortsatzlinie wird nun von einigen Quaddeln aus mit langer Hohlnadel ein schmaler Haut-

streifen durch subkutane Infiltration mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung unempfindlich gemacht in der Ausdehnung, in der nachher die Unterbrechung der Zwischenrippennerven erfolgen soll (Abb. 115).

Die interkostalen Einspritzungen beginnt man am besten entweder an der ersten oder an der zwölften Rippe, weil diese leicht und zuverlässig, ohne zeitraubendes Abmessen und Abzählen aufzufinden sind.

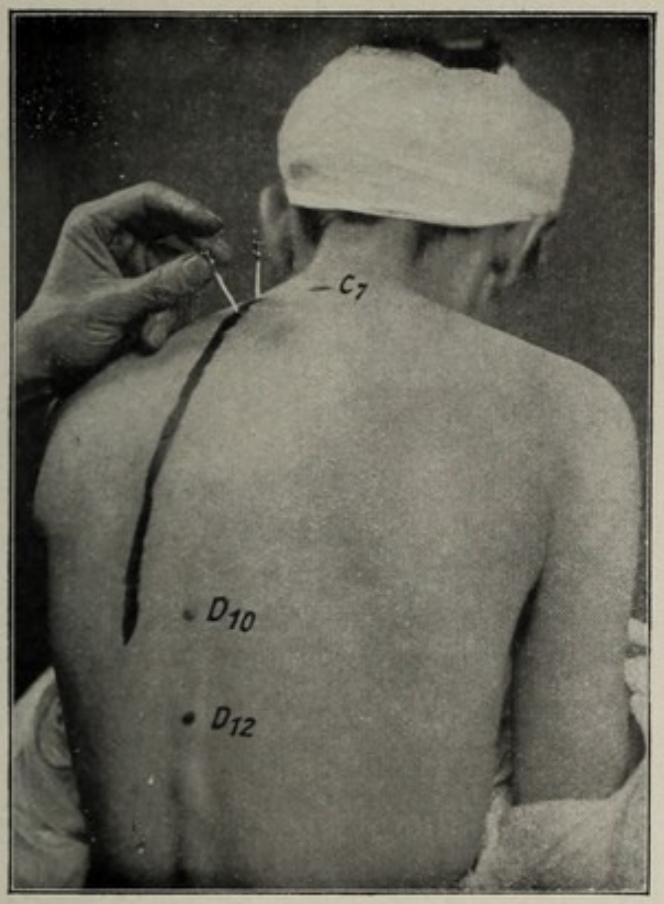


Abb. 116.
Unterbrechung des 1.—10. Interkostalnerven (zur Mammaamputation). Die obere Hohlnadel steckt im 1. Interkostalraum, mit der unteren wird die 2. Rippe aufgesucht.

Ich setze den Fall, man wollte mit der ersten Rippe beginnen. Man sticht dann eine Hohlnadel von 6 cm Länge (Nr. 4) in der Höhe des 1. Brustwirbeldorns innerhalb des unempfindlichen Hautstreifens ein und sucht mit ihrer Spitze, bis sie die erste Rippe trifft. Das ist bei mageren Menschen sehr leicht, bei fetten und muskulösen Menschen muß man manchmal etwas suchen. Sobald die Nadelspitze den Widerstand der Rippe fühlt, tastet man sich an deren unterem Rande vorbei, schiebt die Nadel kaudalwärts gerichtet noch ½—1 cm tiefer und in-

filtriert den ersten Interkostalraum mit 10—15 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Es ist entschieden zuverlässiger, mehr verdünnte als weniger konzentrierte Lösung zu verwenden. Schon während des Vorschiebens der Nadel in den Interkostalraum beginnt man mit der Entleerung der Spritze, weil dadurch die Pleura ausweicht und ihr Anstechen am sichersten vermieden wird. Aufsuchen des Interkostalnerven mit der Nadelspitze, um Parästhesien zu erhalten, ist unnötig.

Die zur Punktion des ersten Interkostalraums verwendete Hohlnadel bleibt nach ausgeführter Einspritzung zunächst stecken. Mit einer ebensolchen zweiten Hohlnadel wird nun innerhalb des unempfindlichen Hautstreifens die zweite Rippe punktiert und in gleicher Weise der zweite Interkostalraum infiltriert (Abb. 116). Jetzt wird die erste Hohlnadel entfernt und zur Punktion der dritten Rippe verwendet, mit der zweiten Nadel wird die vierte Rippe punktiert usw.

Ebenso leicht kann man von der zwölften Rippe ausgehen und die Einspritzungen nach oben fortsetzen. Die zwölfte Rippe ist etwas weiter lateral stets fühlbar. Verlängert man ihre Richtung bis zum Schnittpunkt mit dem unempfindlichen Hautstreifen, so kann man dort sie und ihren unteren Rand mit der Hohlnadel sehr leicht finden.

Die Entfernung der oberen Rippen voneinander beträgt etwa 3 cm, der unteren Rippen etwa 4 cm. Bei geschrumpftem Brustkorb verringern sich diese Entfernungen dementsprechend.

Die hinteren Äste der Zwischenrippennerven werden bei dieser Art der Einspritzung mitgetroffen, so daß man auf ziemlich einfache Weise mit einer verhältnismäßig geringen Menge des Betäubungsmittels (120—150 ccm für alle Zwischenrippennerven einer Seite) große, vorn und hinten bis dicht an die Mittellinie reichende unempfindliche Felder erhält, innerhalb deren man beliebige Operationen am Brustkorb und der Lunge ausführen kann.

Bei Operationen im oberen Teil des Brustkorbs müssen jedoch noch die vom Plexus cervicalis übergreifenden Nerven ausgeschaltet werden.

Die Supraklavikularnerven lassen sich sehr leicht unterbrechen durch Einspritzung am hinteren Rande des Kopfnickers (S. 323) oder durch subkutane Infiltration mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung in einem Streifen, der dem Schlüsselbein und der Schulterblattgräte folgt (Abb. 117). Reicht das Operationsfeld in die Achselhöhle, dann muß auch der Plexus brachialis unterbrochen werden.

Die Kranken bedürfen bei dieser Art der örtlichen Betäubung unbedingt einer guten Vorbereitung mit narkotischen Mitteln (Narkophin,

Laudanon, Pantopon, Skopolamin), weil das Suchen der Rippen mit der Hohlnadel stets mit Schmerzen, wenn auch geringen, und Unbequemlichkeiten für sie verbunden ist. Einen Nachteil habe ich nur einmal gesehen. Es stellte sich bei einer interkostalen Einspritzung plötzlich jene eigentümliche Pleurodynie ein, welche häufiger bei fehlerhafter Ausführung der Kulenkampffschen Plexusanästhesie beobachtet worden ist und zur Verschiebung der beabsichtigten Operation zwang. Andere Nachteile habe ich nicht beobachtet.

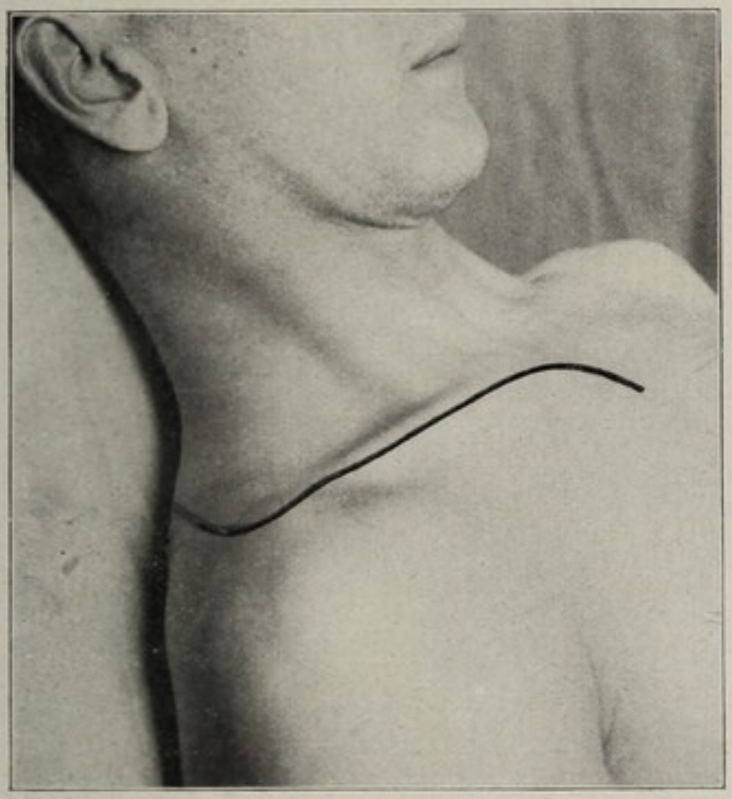


Abb. 117.
Subkutaner Injektionsstreifen zur Unterbrechung der N. N. supraclaviculares.

Operationen indessen, welche sich auf kleinere und begrenzte Teile des Brustkorbs beschränken, werden viel besser und einfacher, auch für die Kranken schonender, mit Hilfe der nachher zu beschreibenden Nervenunterbrechungen und Umspritzungen in der Nähe des Operationsfeldes ausgeführt. Es hieße auf Spatzen mit Kanonen schießen, wenn man sich bei diesen häufigsten Operationen am Brustkorb der zentralen Leitungsunterbrechung in der Nähe der Wirbelsäule bedienen wollte. Die zentralen Unterbrechungen haben also zwar die Indikationen für die örtliche Betäubung bei großen Operationen wesentlich erweitert; aber sie sind doch zu umständlich, als daß sie jemals

den einfachen und zuverlässigen örtlichen Umspritzungen irgend welchen Abbruch tun können.

Über die Anwendung interkostaler Einspritzungen bei Operationen an den Bauchdecken siehe folgenden Abschnitt.

Die Idee der paravertebralen Leitungsunterbrechung stammt von Sellheim (1905), welcher den 8.—12. Zwischenrippennerven sowie den N. iliohypogastricus und ilioinguinalis an den Austrittsstellen aus der Wirbelsäule zur Ausführung von Bauchoperationen unterbrechen wollte und genaue Vorschriften für die Nadelführung gab. Danach sticht man die Hohlnadel 2—3 cm seitlich von der Interspinallinie ein, bis man auf den Wirbelbogen gelangt, gleitet dann mit der Nadelspitze lateralwärts über den Rand des Wirbelbogens zwischen zwei Querfortsätzen noch 1—2 cm tiefer und trifft an der Hinterfläche des Wirbelbogens die aus dem Wirbelloch austretenden Nerven. Sellheims Versuche waren zwar nicht ganz erfolglos, scheiterten aber an der Unmöglichkeit, mit den damals vorhandenen Betäubungsmitteln ausreichende Wirkungen zu erzielen. Er wollte übrigens eine interkostale Anästhesie im obenerwähnten Sinne machen. Denn man wußte damals nichts von der Rolle, welche der N. sympathicus und die Rami communicantes bei den Schmerzempfindungen des Bauches spielen. Darauf hat erst viel später Kappis hingewiesen.

1911 nahm Läwen die Versuche wieder auf, nannte das Verfahren „paravertebrale Anästhesie“ und berichtete über Leistenbruchoperationen und eine Nephrotomie nach Unterbrechung der unteren Dorsalnerven und oberen Lendennerven.

Durch die praktischen Erfahrungen von Kappis und Finsterer wurde festgestellt, daß nach paravertebraler Unterbrechung von Interkostal- und Lumbalnerven in ausreichender Zahl wirklich nicht nur die Bauchdecken, sondern die ganze Bauchhöhle unempfindlich gemacht werden kann und daß dabei auch eine vollständige Erschlaffung der Bauchdecken infolge der gleichzeitigen motorischen Lähmung eintritt. In den letzten Jahren hat die paravertebrale Anästhesie von einigen Seiten (Holzwarth und Adam, Schmidt, Reinhard) ausgedehnte Anwendung bei Bauchoperationen gefunden, ja Siegel bezeichnet sie auf Grund von Erfahrungen an 1000 Fällen als das normale Betäubungsverfahren bei allen Bauchoperationen und in Verbindung mit der parasakralen Anästhesie (s. 15. Abschnitt) auch bei den gynäkologischen Bauchschnitten und Scheidenbauchschnitten. Die Versager sollen bei diesem Verfahren seltener sein als bei der lumbalen und besonders der sakralen Anästhesie.

Bei der Technik der paravertebralen Anästhesie kommt es also darauf an, außer den Zwischenrippennerven auch deren Rami communicantes mit dem N. sympathicus zu unterbrechen (vgl. die Abbildungen 110, 111). Die Nadelspitze muß deshalb noch etwas näher an die Wirbelsäule herangeführt werden. Der beste Orientierungs- und Ausgangspunkt für die Nadelführung ist an der Brustwirbelsäule wiederum der untere Rand der Rippen, nicht der von einigen Autoren bevorzugte Wirbelquerfortsatz.

Ich stimme Siegel darin bei, daß es weder erforderlich noch zweckmäßig, wohl auch gar nicht möglich ist, jeden einzelnen Nerven mit der Nadelspitze aufzusuchen, sondern daß das sicherste Mittel zu einer zuverlässigen Unterbrechung der Nerven die reichliche Infiltration der Gegend, die sie enthält, mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung ist.

Die Technik der Einspritzung weicht in folgenden Punkten von der S. 338 beschriebenen Technik der interkostalen Einspritzung ab. Nachdem wie dort in 5 cm Entfernung seitlich von der Dortfortsatzlinie ein Hautstreifen durch subkutane Infiltration unempfindlich gemacht und der untere Rand einer Rippe mit der Hohlnadelspitze gefunden ist, wird die Hohlnadel etwas zurückgezogen, in einem Winkel von 120° medialwärts gerichtet und in dieser Richtung 2 cm vorgeschoben. Sie folgt dann ungefähr dem unteren Rippenrande gegen den Winkel zwischen Rippe und Querfortsatz. Manchmal stößt man auf den Querfortsatz und muß dann die Nadel etwas steiler aufrichten, um ein wenig vor den Querfortsatz zu gelangen. Schon während des Vorschiebens der Nadel muß mit der Entleerung der Spritze begonnen werden, damit die Pleura ausweicht. Im ganzen werden 15—20 ccm der Lösung eingespritzt. Wenn das an mehreren benachbarten Rippen geschehen ist, so entsteht eine fast einheitliche subpleurale Infiltration neben der Wirbelsäule, und man kann oft beobachten, daß Flüssigkeit aus einer der stecken gebliebenen Hohlnadeln ausfließt, wenn man an der benachbarten Rippe einspritzt.

Man beginnt aus den S. 338 ausgeführten Gründen die Einspritzung am besten grundsätzlich an der zwölften Rippe, läßt die Hohlnadel vorläufig dort stecken und geht zunächst an die oberen Lendennerven. Der subkutane Injektionsstreifen war dementsprechend nach unten verlängert worden. Man sticht nun eine 8—10 cm lange Hohlnadel auf den leicht zu findenden Querfortsatz des ersten Lendenwirbels, und an dessen unterem Rande, medial- und kaudalwärts gerichtet, noch mindestens 2 cm tief vorbei und spritzt 20 ccm ½%ige Novokain-Supra-

reninlösung ein. Mit einer zweiten langen Nadel punktiert man etwa 5 cm tiefer den Querfortsatz des zweiten Lendenwirbels, mit der nunmehr entfernten ersten Nadel den Querfortsatz des dritten Lendenwirbels und spritzt an beiden Stellen in gleicher Weise ein. Der vierte und fünfte Lendennerv sind auf diese Weise nicht zu erreichen, sie kommen aber für die Bauchempfindlichkeit nicht in Betracht.

Es folgt nun die Punktion der elften Rippe, dann die der zehnten usw., in der Regel bis zur fünften hinauf. Die Einspritzung wird an jeder Stelle wie an der zwölften Rippe ausgeführt.

Eine gute Vorbereitung der Kranken mit Skopolamin ist unerläßlich.

Über die segmentäre Versorgung der Bauchorgane mit schmerzleitenden Nervenfasern läßt sich nach den Tierversuchen von Kappis folgendes vermuten:

Magen, Oberer Dünndarm, Leber, Milz	D6 und D7
Unterer Dünndarm	D8 bis obere Lumbalsegmente
Dickdarm	Lumbalsegmente
Niere	D8 bis D12

Praktisch hat dies freilich geringe Bedeutung, weil die tieferen und höheren Innervationsgebiete im Bauch mannigfach durcheinanderliegen. Um einen größeren Teil der Bauchhöhle unempfindlich zu machen, bedarf man daher stets der Unterbrechung einer erheblichen Zahl von Segmenten. Kappis schließt aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen, daß der Darm in seinem ganzen Verlaufe bilateral innerviert ist. Man hat daher auch bei einseitigen Bauchoperationen in der Regel eine beiderseitige Unterbrechung nötig.

Das Peritoneum parietale und die Organe des kleinen Beckens werden vom Plexus sacralis innerviert, letztere wiederum durch Vermittlung des sympathischen Nervensystems. Reinhard und Siegel haben daher bei Operationen im kleinen Becken die paravertebrale mit der parasakralen Anästhesie gepaart.

Über die bei den einzelnen Bauchoperationen erforderlichen Einspritzungen und Mengen des Betäubungsmittels gibt folgende Zusammenstellung (nach Siegel) Auskunft.

Beiderseitige Einspritzung.

			½% ige Novokain-Suprareninlösung
Chirurgischer Bauchschnitt .	Paravertebral	D 5 bis D 12 L 1 bis L 3	330 ccm an 22 Einstichpunkten
Gynäkolog. Bauchschnitt . .	Paravertebral	D 7 bis D 12 L 1 bis L 3	400 ccm an 20 Einstichpunkten
	Parasakral	S 1 bis S 5	
Vaginale Uterus- und Adnexoperationen	Paravertebral	D 11 bis D 12 L 1 bis L 3	400 ccm an 10 Einstichpunkten
	Parasakral	S 1 bis S 5	

Einseitige Einspritzung.

Appendektomie	Paravertebral	D 5 bis D 12 L 1 bis L 3	220 ccm an 11 Einstichpunkten
Nephrektomie	Paravertebral	D 4 bis D 12 L 1 bis L 3	240 ccm an 12 Einstichpunkten

Hierzu ist noch folgendes zu bemerken. Beiderseitige paravertebrale Unterbrechung in der erwähnten Ausdehnung hebt die abdominellen Sensationen und die Bauchdeckenspannung völlig auf. Bei den Wurmfortsatzoperationen sichert die einseitige Unterbrechung nach meinen und Kappis' Erfahrungen die Aufhebung der Bauchempfindungen nicht. Unempfindlich sind nur Bauchdecken und parietales Peritoneum. Das läßt sich aber auf viel einfachere Weise erreichen. Bei Nierenoperationen bleibt nach einseitiger Unterbrechung der Nierenstiel in der Regel empfindlich (Kappis). Dagegen hat Jurasz zwei komplizierte Gallenblasenoperationen nach rechtsseitiger paravertebraler Unterbrechung von D6—L1 schmerzlos ausführen können und empfiehlt dieses Vorgehen für Fälle, wo Anzeigen gegen die Anwendung der Narkose bestehen.

Der paravertebralen Anästhesie haften bei Bauchoperationen leider Nachteile an, welche noch nicht haben beseitigt werden können. Zunächst ist die Technik nicht ganz leicht, wenigstens für Anfänger. Doch das teilt sie schließlich mit jeder Technik. Es muß unter allen Umständen vermieden werden, den Zwischenwirbellöchern mit der Nadelspitze zu nahe zu kommen. Wilms, Franke und Kappis u. a. sahen nach paravertebralen Einspritzungen schwere Kollapse entstehen, welche sie durch Eindringen von Novokainlösung in den Wirbelkanal erklären (s. S. 143). Muroya hat ferner experimentell feststellen können, daß Novokain bei paravertebraler Einverleibung toxischer wirkt als bei subkutaner Einspritzung. Jurasz hat indessen ganz mit Recht gesagt, es sei gar nicht nötig, in allen Fällen ein Eindringen der eingespritzten

Lösung in den Wirbelkanal für die Nebenwirkungen verantwortlich zu machen, vielmehr seien manchmal die verwendeten Novokaindosen viel zu hoch gewesen. Wenn man hört, daß Kappis bei der paravertebralen Einspritzung bis zu 3,3 g Novokain in 1½%iger Lösung, Siegel 3 g Novokain in ½%iger Lösung verbraucht hat, so wird man diesen Einwand für berechtigt halten müssen. Es sind das Dosen, welche ganz sicher nicht von allen Menschen glatt vertragen werden.

Da die Einspritzungen bei der Mehrzahl der Bauchoperationen doppelseitig, an 20—22 Einstichpunkten gemacht werden müssen, so stellt die paravertebrale Anästhesie an die Geduld von Arzt und Kranken nicht unerhebliche Anforderungen. Versager können bei der großen Zahl zu unterbrechender Nerven auch nicht ausbleiben. Ich bin daher trotz der eindringlichen Empfehlung von Reinhard und Siegel der Ansicht, daß die Frage der örtlichen Betäubung bei Bauchoperationen durch die paravertebrale Anästhesie nicht befriedigend gelöst ist. Richtig erscheint mir vielmehr der Standpunkt von Jurasz, das Verfahren für bestimmte Fälle aufzuheben, wo die Narkose vermieden werden muß, und wenn man glaubt, mit einseitigen Unterbrechungen auszukommen.

Die Splanchnikusanästhesie ist im folgenden Abschnitt behandelt.

Operationen an der Wirbelsäule.

Für die Ausführung der Laminektomien ist die Anwendung der örtlichen Betäubung hauptsächlich wegen der mit ihr verbundenen Blutleere des Operationsfeldes von der allergrößten Bedeutung (Braun). Wie die Operationen im Gebiet des N. trigeminus, so gewinnen auch die Operationen an der Wirbelsäule nach Einspritzung von Novokain-Suprareninlösung einen völlig veränderten Charakter. Sie sind fast ohne Blutung zu machen, die Kranken kommen in einem ganz anderen, wesentlich besseren Zustande vom Operationstisch, als man das bisher zu sehen gewohnt gewesen ist. Bei keiner Laminektomie oder Förster-schen Operation hat man noch den sehr unangenehmen Notbehelf der zweizeitigen Ausführung nötig. Denn eingreifend sind diese Operationen kaum noch zu nennen. Ich konnte die Förstersche Operation selbst bei einer recht korpulenten älteren Frau mit spastischer Spinalparalyse einzeitig ohne sichtliche Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens ausführen. Ich habe bei Laminektomien stets in einzelnen Abschnitten der Operation etwas Narkose zu Hilfe genommen, bei der Förster-schen Operation ist das wohl auch kaum anders möglich, wenn man

nicht intradurale Einspritzungen machen will. Die einfachen Laminektomien zur Entlastung des Rückenmarks können nach Heidenhain und Krause häufig ganz ohne Narkose ausgeführt werden.

Ich gehe bei der Laminektomie ungefähr folgendermaßen vor (Abb. 118). Man bezeichnet eine Anzahl von Einstichpunkten, welche

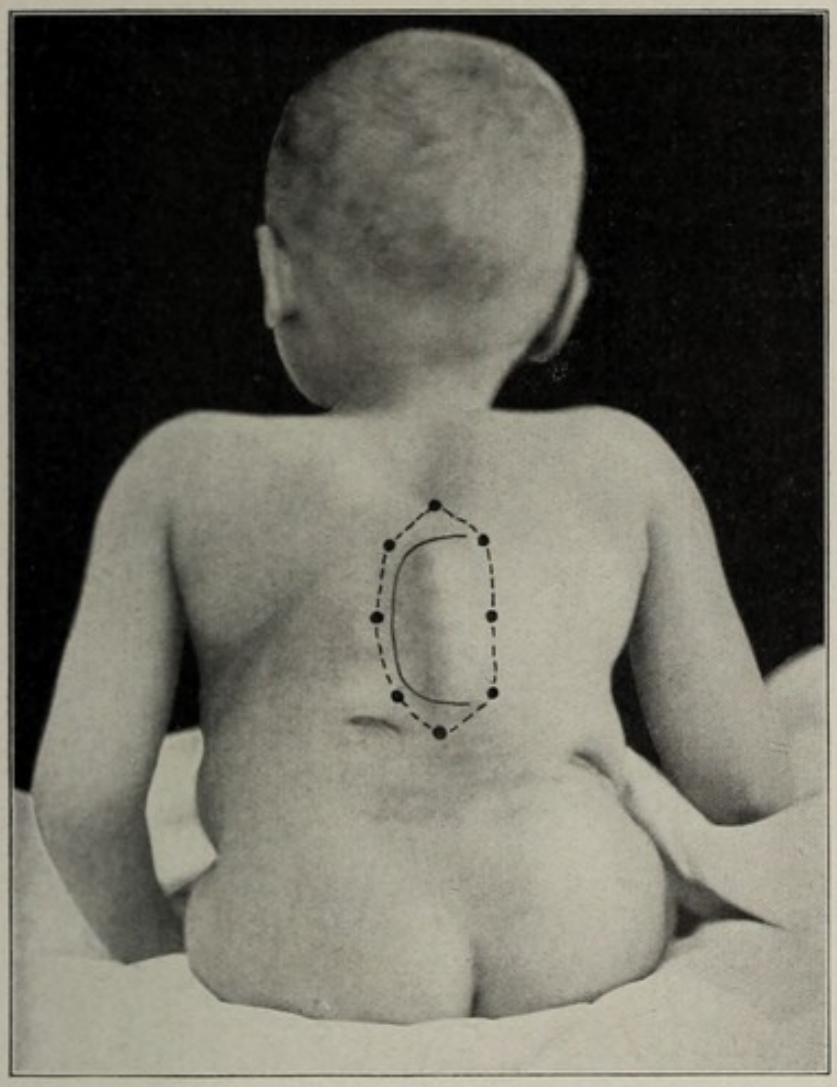


Abb. 118. Einspritzung zur Laminektomie.

das Operationsfeld einschließen. Letzteres muß so groß bemessen werden, daß man in keiner Weise beschränkt ist. Es empfiehlt sich nun, zunächst zwischen die Rippen bzw. Querfortsätze beiderseits ½%ige Novokain-Suprareninlösung paravertebral einzuspritzen. Dann wird der Erector trunci ausgiebig mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert und schließlich das ganze Operationsfeld subkutan mit der gleichen Lösung umspritzt. Die Freilegung der Wirbel-

säule ist in jedem Falle schmerzlos. Klagen die Kranken während der Entfernung der Knochenteile, so läßt man während dieser Zeit etwas Äther geben. Meist ist das nicht nötig. Die Blutung ist gleich Null.

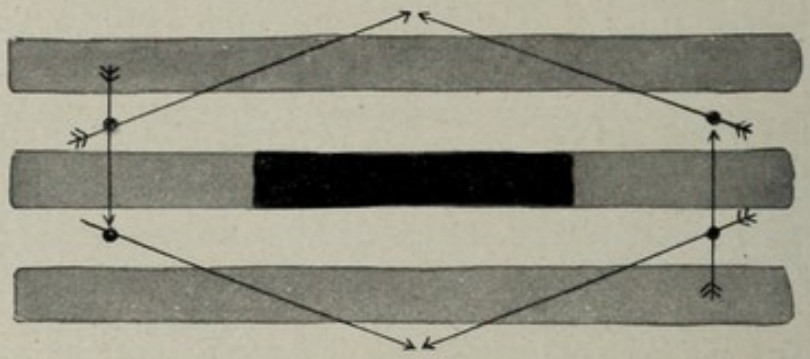


Abb. 119. Schema zur Rippenresektion wegen Empyem.

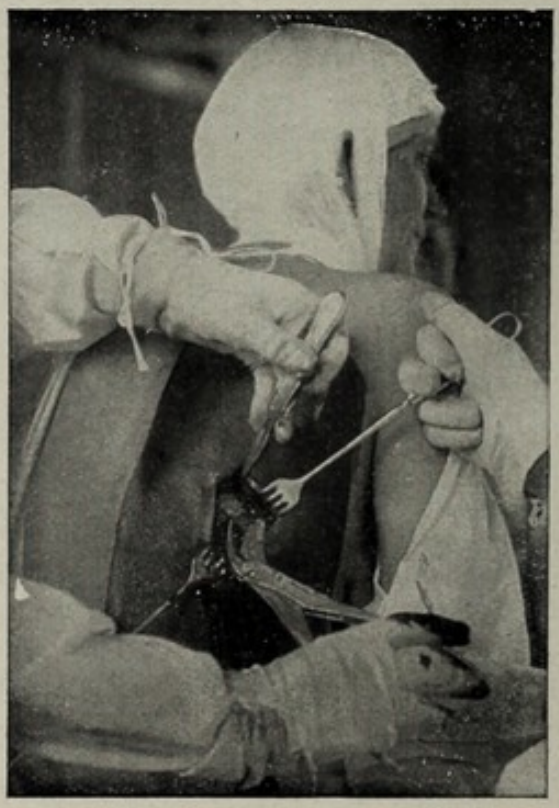


Abb. 120. Kranke während der Rippenresektion wegen Empyema pleurae. Die Haut hat einen Jodanstrich.

Die Pleurapunktion.

Die Betäubung des Stichkanals für die Pleurapunktion geschieht mit ganz feiner Hohlnadel nach dem Schema Abb. 33, S. 236. Zur Einspritzung dient ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Kranken

sind sehr dankbar, wenn man sich vor der Einführung einer dicken Hohlnadel oder eines Troikarts nicht nur auf das Gefrierenlassen der Haut beschränkt, sondern den ganzen Stichkanal bis auf die Pleura unempfindlich macht.

Die Rippenresektion und Thorakotomie wegen Empyem.

In Abb. 119 sind drei nebeneinander gelegene Rippen gezeichnet, aus der mittelsten soll das dunkel gehaltene Stück reseziert werden. Man bezeichnet über den benachbarten beiden Zwischenrippenräumen

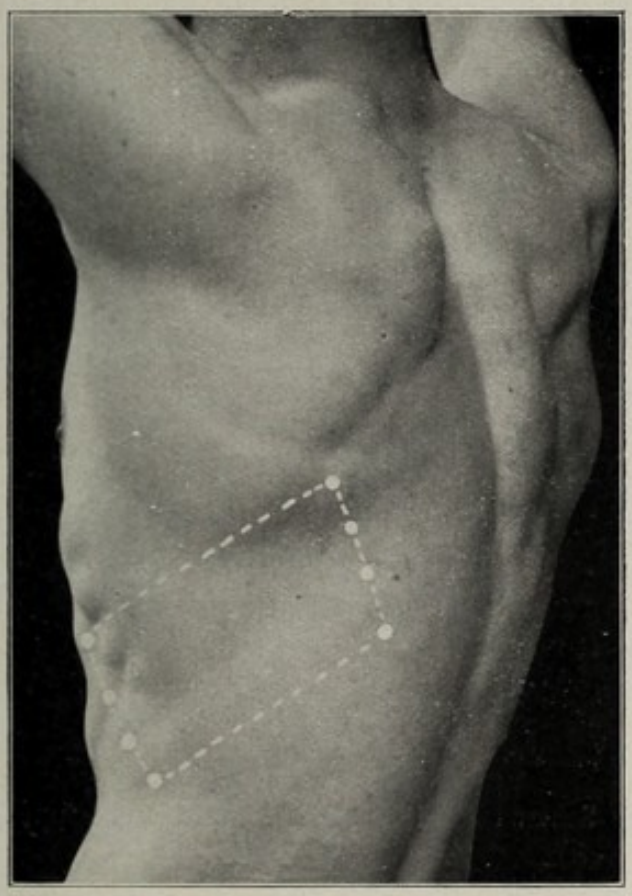


Abb. 121.
Betäubung mehrerer Rippen durch interkostale Einspritzung und Umspritzung.

vier Einstichpunkte und spritzt von jedem, die Nadel senkrecht zur Hautoberfläche einstechend, 10 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung zwischen und in die Zwischenrippenmuskeln. Man geht bei diesen Einspritzungen stets so vor, daß man mit der Nadelspitze zunächst die nächstobere Rippe sucht, um die erforderliche Tiefe zu finden und dann an ihrem unteren Rande in den Zwischenrippenraum vorbeigleitet. Es

folgt die Infiltration der bedeckenden Muskeln und des Unterhautzellgewebes mit 30—40 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung in der Richtung der Pfeile. Wir führen die Operation stets, und zwar meist auch bei Kindern bis zu vier Jahren abwärts, in örtlicher Betäubung in sitzender Haltung des Kranken aus. Bei den Kindern müssen natürlich einige psychische Hilfsmittel angewendet werden, damit sie sich die Einspritzung gefallen lassen. Wenn dies gelingt, dann hat man gewonnenes Spiel. Einer unserer kleinen Kranken futterte während der Operation eifrig an einem großen Wurstbrot. Abb. 120 zeigt eine Kranke während der Rippenresektion.

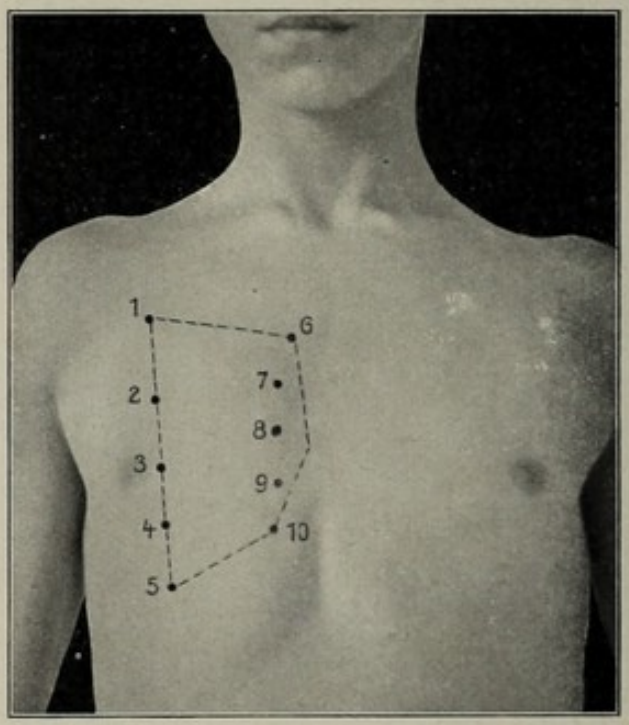


Abb. 122. Schema zur Resektion des 2. bis 5. Rippenknorpels.

Die Resektion mehrerer Rippen oder Rippenknorpel und von Teilen der Brustkorbwand.

Macht man die beschriebenen Einspritzungen zwischen die Rippen nicht nur in einem, sondern in zwei, drei, vier usw. Zwischenrippenräumen vor und hinter dem Operationsfeld und umspritzt die den Brustkorb bedeckenden Weichteile ringsherum mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung (Abb. 121), so können leicht größere Abschnitte der Brustkorbwand unempfindlich gemacht, große Rippenstücke entfernt und Teile der Brustkorbwand reseziert werden. Über die Ausschaltung des

Brustkorbes durch interkostale Einspritzung in der Nähe der Wirbelsäule, s. S. 336 und 338.

Die Resektion des 2.—5. Rippenknorpels beim starr dilatierten Brustkorb*).

Man bezeichnet über dem 2.—5. Zwischenrippenraum zweimal je fünf Einstichpunkte (Abb. 122), von denen die laterale Reihe jenseits der Rippenknorpelgrenze, die mediale Reihe dicht neben dem Brust-

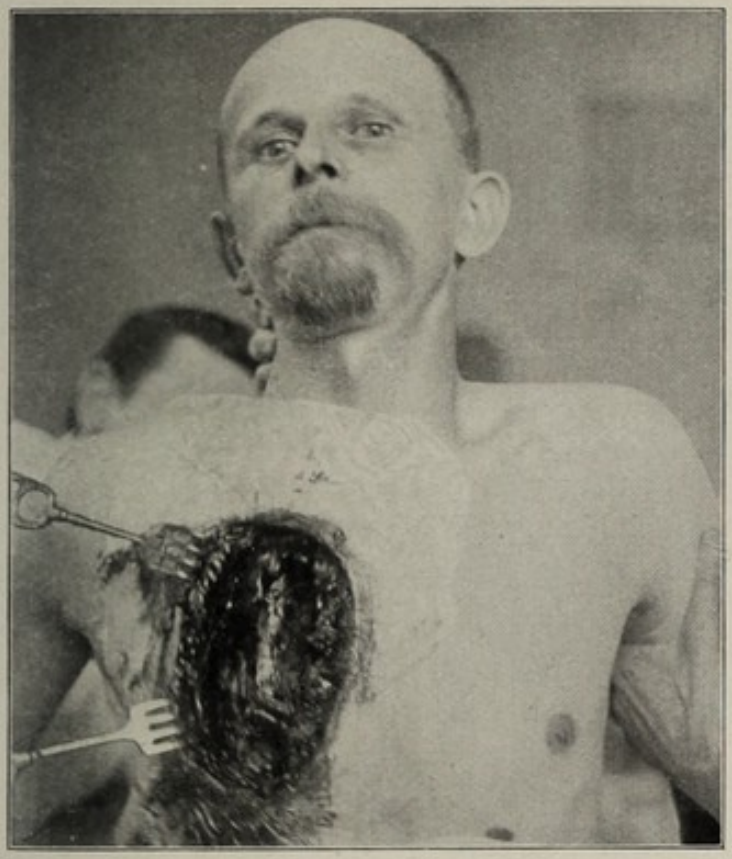


Abb. 123.

Kranker nach Resektion des 2.—5. Rippenknorpels wegen Emphysem in örtlicher Betäubung. Auf das Operationsfeld ist eine Gaudafilplatte aufgeklebt. Den Grund der Wunde bildet die Pleura. Die Zwischenrippenmuskeln sind mit entfernt.

bein gelegen ist. Man spritzt in der oben angegebenen Weise von jedem Einstichpunkt 10 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in die Zwischenrippenräume, umspritzt das Operationsfeld in der Richtung

*) Braun: Beiträge zur Chondrektomie beim Freundschen Emphysem. Deutsche med. Wochenschrift, 1912, Nr. 32.

der punktierten Linie mit etwa 50 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Die Operation ist schmerzlos und blutleer. Abb. 123 zeigt einen von unseren Kranken während der Operation. Die Rippenknorpel sind im Zusammenhang mit den Zwischenrippenmuskeln nach Krüger entfernt. Den Grund der Wunde bildet die Pleura. Wegen der heftigen Atembewegungen ist das Photogramm nicht scharf. Es soll auch nur zeigen, was mit der örtlichen Betäubung gemacht werden kann.

Die gleiche Einspritzungstechnik ist bei den Operationen am Herzbeutel und Herzen angezeigt. Ich hatte bisher nur bei einer Perikardiotomie wegen eiteriger Perikarditis Gelegenheit, sie bei einem Kinde anzuwenden.

In gleicher Weise habe ich seit Jahren die subphrenischen Abszesse, welche vom Brustkorb aus zu öffnen waren, einige Lungenabszesse, vereinzelte umschriebene Rippentuberkulosen und Thorakoplastiken mit kleinerer und übersichtlicher Empyemhöhle operiert, die letzteren Fälle nicht immer befriedigend (s. S. 336).

Operationen am Brustbein.

Man spritzt beiderseits, soweit es erforderlich ist, je 10 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in die Zwischenrippenräume neben das Brustbein und umspritzt das Operationsfeld subkutan mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Operationen an der Brustdrüse.

Die Entfernung kleinerer und größerer, gut abgegrenzter, gutartiger Tumoren aus der Brustdrüse ist außerordentlich leicht in örtlicher Betäubung auszuführen. Man bezeichnet in der Umgebung des Operationsfeldes zwei oder vier Einstichpunkte, hebt die Geschwulst mit der linken Hand von der Unterlage ab (Abb. 124) und führt die pyramidenförmige Umspritzung mit 50—75 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung aus. Bei nicht zu fetten Frauen reicht die Unterspritzung und Umspritzung von mehreren in der Umgebung der Drüse gelegenen Punkten zur Ablatio mammae aus. Die entzündlichen und namentlich phlegmonösen Prozesse werden besser im Chloräthyl- oder Ätherrausch operiert.

Die Exzision der krebsigen Brustdrüse.

Vereinzelt ist diese Operation in örtlicher Betäubung früher von Schleich, in neuerer Zeit von Chaput (XVII, 10), Hirschel (I, 35), Hohmeier (I, 24) und Eberle ausgeführt worden. Hirschel

hat drei Fälle operiert bei mageren Frauen. Typische Operationen waren es nicht, denn es wurden nur kleine Teile des Brustmuskels entfernt. Auch Hohmeier beschränkt die Anwendung der örtlichen Betäubung auf geeignete Fälle bei mageren Frauen mit kleinem verschieblichen Tumor. Eberle hat sechs Fälle operiert, zum Teil auch bei fetten Frauen. Die Technik, die angewendet wurde, bestand in möglichst vollständiger Umspritzung und Unterspritzung der Mamma und der Brustmuskeln im Verein mit interkostalen Einspritzungen an der seitlichen und vorderen Thoraxwand, mit Infiltration der Wandungen der Achselhöhle und Einspritzungen in das Gefäßnervenbündel

Abb. 124. Umspritzung eines Mammafibroms.

in der Achselhöhle. In dieser und ähnlicher Weise habe ich bei mageren Kranken schon vor Jahren die typischen Mammaamputationen auszuführen versucht, teilweise auch in guter Unempfindlichkeit. Aber daß sich daraus ein allgemein brauchbares Betäubungsverfahren entwickeln läßt, worauf es doch ankommt, das halte ich für vollkommen ausgeschlossen. Die Unempfindlichkeit ist keineswegs zuverlässig, die Einspritzungstechnik ist umständlich und Einspritzungen in der Nähe der erkrankten Brustdrüse sind bedenklich, solche in die karzinomatös erkrankte Achselhöhle meiner Meinung nach unzulässig.

Die Vorbedingungen aber sind jetzt da, welche erst erfüllt werden mußten, ehe daran zu denken war, das bei modernen Karzinomoperationen verlangte sehr große Operationsfeld zuverlässig und ohne

mit den kranken Teilen in Konflikt zu kommen, durch reine Leitungsanästhesie unempfindlich zu machen: die Unterbrechung des Plexus brachialis über dem Schlüsselbein (s. 16. Abschnitt), also außerhalb der Achselhöhle, und die zentrale Leitungsunterbrechung einer Anzahl von Zwischenrippennerven.

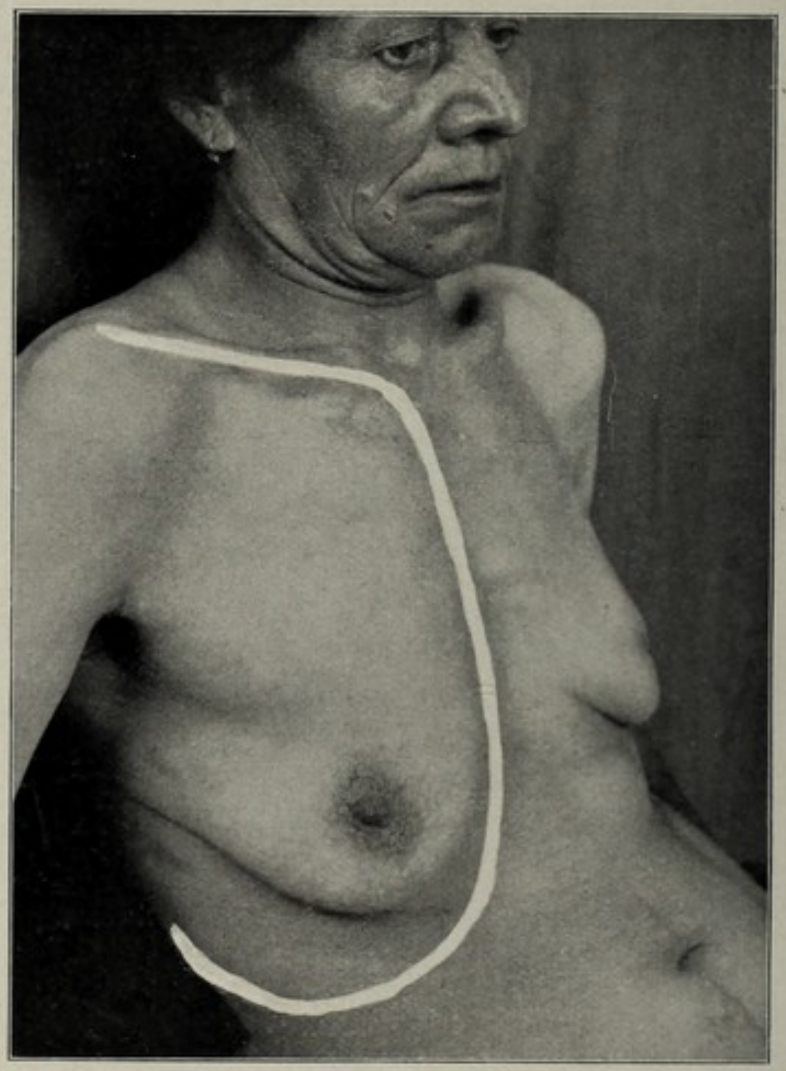


Abb. 125.
Subkutaner Einspritzungsstreifen für die Absetzung der krebsigen Brustdrüse.

Ich beginne mit der Unterbrechung des Plexus brachialis nach Kulenkampff (10 ccm 2%ige oder 5 ccm 4%ige Novokain-Suprareninlösung), lasse die Unterbrechung des 1.—10. Zwischenrippennerven, wie s. S. 338 beschrieben ist, folgen (100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung) und spritze endlich noch 75—100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung subkutan in einem ununterbrochenen, schmalen Streifen, der am Akromion beginnt, dem Schlüsselbein folgt, längs der Mittel-

linie oder neben ihr abwärts verläuft, dann im Bogen ungefähr dem unteren Brustkorbrand folgt und schließlich hinten bis in die Nähe des für die interkostalen Einspritzungen bereits angelegten Streifens fortgesetzt wird (Abb. 125). Diese subkutane Einspritzung schaltet die Supraklavikularnerven, die von der anderen Seite und unten übergreifende Innervation aus. Nach Ausführung dieser Einspritzungen, welche eine Zeit von etwa 15 Minuten in Anspruch nehmen, tritt absolute Gefühllosigkeit des ganzen großen Operationsfeldes ein. Irgend welche anderen Einspritzungen oder Umspritzungen sind nicht nötig. Fette Personen brauchen nicht mehr von dem Betäubungsmittel, als magere. Wir haben seit dem Jahre 1912 die uns zugeführten Mammaamputationen, einerlei ob es sich um magere oder fette Personen handelte, meist in örtlicher Betäubung ausgeführt ohne jede Nachhilfe der Narkose, und wir waren mit diesem Verfahren ebenso wie die Kranken zufrieden. Es ist jedoch zu umständlich, als daß es etwas anderes sein kann als ein Ausnahmeverfahren bei besonderer Anzeige.

Operationen in der Achselhöhle.

Oberflächliche Operationen in der Achselhöhle sind durch Unter- und Umspritzung des Operationsfeldes zu erledigen. Sobald man tiefer in die Achselhöhle eindringt, ist Unterbrechung des Plexus brachialis und Unterbrechung der obersten fünf Zwischenrippennerven nötig, wodurch vollständige Unempfindlichkeit der Achselhöhle eintritt.

---

14. Bauchoperationen.

Die Ausführbarkeit von Bauchoperationen unter örtlicher Betäubung hängt von einer Reihe von Umständen ab, welche im einzelnen Fall wohl zu berücksichtigen sind. Es ist eine alte, bereits nach der Erfindung des Ätherzerstäubers gemachte Erfahrung, daß gelegentlich die Betäubung des Hautschnitts genügt, um die Eröffnung des Bauches und Operationen an den geringe oder gar keine Schmerzempfindlichkeit besitzenden Bauchorganen zu ermöglichen. Die örtliche Betäubung durch Kokain und seine Ersatzmittel hatte zunächst insofern einen wesentlichen Fortschritt gebracht, als jetzt auch bei empfindlichen Kranken mit Leichtigkeit und genügender Sicherheit eine wirkliche Ausschaltung der Sen-

sibilität bei Durchtrennung der Bauchdecken von der Haut bis zum Peritoneum möglich war.

Wenn die Operation sich wesentlich in oder vor den Bauchdecken abspielt, wie die Mehrzahl der Bruchoperationen, oder wenn ein einfacher Schnitt durch die Bauchdecken sofort auf das der vorderen Bauchwand anliegende, operativ zu behandelnde Organ führt, weitere Handgriffe in der Bauchhöhle aber nicht erforderlich sind, dann reicht die Betäubung der Bauchdecke für sich allein aus. Einschnitte in den Magen und Darm, die Leber und Gallenblase und die übrigen Bauchorgane sind nicht schmerzhaft. Das Verhalten dieser Organe ist das gleiche im entzündeten und nicht entzündeten Zustande.

Dagegen ruft jeder Zug an den Eingeweiden und jede Berührung oder Zerrung des parietalen Peritoneums, soweit es nicht unter der Einwirkung des Betäubungsmittels steht, die von mir als „abdominelle Sensationen" (S. 29) bezeichneten, ganz unbestimmt lokalisierten, schmerzhaften Empfindungen hervor. Auch beim Abbinden der Mesenterien und des kleinen Netzes stellen sie sich ein. Die Stärke dieser Bauchgefühle ist individuell sehr verschieden. Bei manchen Kranken kann man nach Durchtrennung der Bauchdecken jede beliebige Operation im Bauche vornehmen, ohne eine Klage zu veranlassen. Meist ist das aber nicht der Fall. Meist ist vielmehr jede Untersuchung der Bauchorgane, das Eingehen der Hand in die Bauchhöhle, das Einlegen und Herausziehen von Kompressen, das Lösen von Verwachsungen so schmerzhaft, daß an ein Weiteroperieren nicht zu denken ist.

Es mußten deshalb Mittel und Wege gefunden werden, um diesen durch die Organe der Bauchhöhle ausgelösten schmerzhaften Empfindungen zu begegnen. Endlich ist bei manchen Operationen, besonders im unteren Teil des Bauches, die künstliche Erschlaffung der muskulösen Bauchdecken unentbehrlich.

Zur Betäubung der Bauchdecken genügt oft, besonders bei Schnitten in der Mittellinie, die einfache Infiltration der Schnittlinie. Wir führen sie nicht mehr wie früher Reclus und Schleich von außen nach innen, sondern umgekehrt, von innen nach außen aus. Die beiden Endpunkte des beabsichtigten Schnitts werden durch Quaddeln bezeichnet. Von ihnen aus infiltriert man zuerst das lockere subaponeurotische Gewebe, dann erst das subkutane Zellgewebe reichlich mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Zwischen Aponeurose und Peritoneum verbreitet sich die eingespritzte Flüssigkeit ziemlich weit nach allen Seiten, so daß man einen genügend breiten Streifen des Peritoneums unempfindlich bekommt.

Gewisse Bauchoperationen können ganz in örtlicher Betäubung ohne Hilfe narkotischer Mittel nach dieser einfachen Infiltration der Schnittlinie ausgeführt werden. Hierzu gehört die Gastrostomie mit transrektalem Schnitt. Man hat bei der Infiltration der Bauchdecken von den beiden Endpunkten der Schnittlinie hier darauf zu achten, daß die Hohlnadel beide Rektusscheiden durchdringen muß, um in das properitoneale Gewebe zu gelangen. Das ist keineswegs schwierig, weil die eindringende Hohlnadelspitze den Widerstand der beiden Aponeurosen sehr genau fühlt. In gleicher Weise operieren wir den tuberkulösen Aszites, die Leberechinokokken und Leberabszesse, die vom Bauch aus zugänglich sind. Auch bei der Anlegung von Darmfisteln genügt meistens die Infiltration der Schnittlinie, man muß aber beim Ileus die Hohlnadel sehr vorsichtig führen, um nicht den gespannten, der Bauchwand angepreßten Darmteil, der eröffnet werden soll, anzustechen.

Die einfache Schnittinfiltration genügt jedoch nur, wenn die Operation im wesentlichen die Bauchdecken betrifft oder das zu behandelnde Bauchorgan unmittelbar den Bauchdecken anliegt. Sie genügt nicht, wenn der Bauch breit geöffnet und der intraabdominelle Befund erst festgestellt werden muß. In diesem Falle bedarf das parietale Bauchfell einer umfangreicheren örtlichen Betäubung, die auf verschiedenem Wege zu erreichen ist.

Einmal durch systematische Umspritzung. Abb. 126 zeigt dies Verfahren für die Längs- und Querschnitte in der Oberbauchgegend bei Magen- und Gallenblasenoperationen. Es sind fünf Quaddeln anzulegen, von denen die beiden äußersten dem lateralen Rektusrande entsprechen. Die durch sie bezeichnete Linie ist zuerst subaponeurotisch, dann subkutan mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung zu infiltrieren.

Die ganze vordere Bauchwand kann man ferner durch Leitungsanästhesie, einseitig oder doppelseitig, mit Hilfe einer etwas vereinfachten Unterbrechung von Zwischenrippennerven und Lendennerven unempfindlich machen.

Die Technik weicht von der S. 338 für die Brustkorboperationen beschriebenen dadurch ab, daß die Leitungsunterbrechung nicht so weit nach hinten gelegt zu werden braucht, sondern weiter seitlich den dort ganz oberflächlich gelegenen und gut fühlbaren Rippen folgt. Die Ausführung dieses Verfahrens gestaltet sich folgendermaßen (Abb. 127).

Der Kranke liegt auf dem Rücken, der Arm ist nach oben geschlagen. Man sucht die Spitze der 12. Rippe auf und bezeichnet un-

mittelbar davor auf der 11. Rippe einen Einstichpunkt, einen zweiten an der dem ersten gegenüberliegenden Stelle des Darmbeinkamms. Mit 50 ccm ½ %iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert man reichlich nach dem Schema Abb. 34, S. 223, die zwischen diesen Punkten gelegene Muskelmasse, welche den 11. und 12. Zwischenrippennerven, den N. ileo-hypogastricus und N. ileo-inguinalis enthält. Dann punktiert man in einem nach der Achselhöhle gerichteten Streifen die 10., dann die 9. usw. Rippe und spritzt am unteren Rippenrande je 10 ccm der Lösung in den Zwischenrippenraum. Das ist sehr leicht und schnell zu

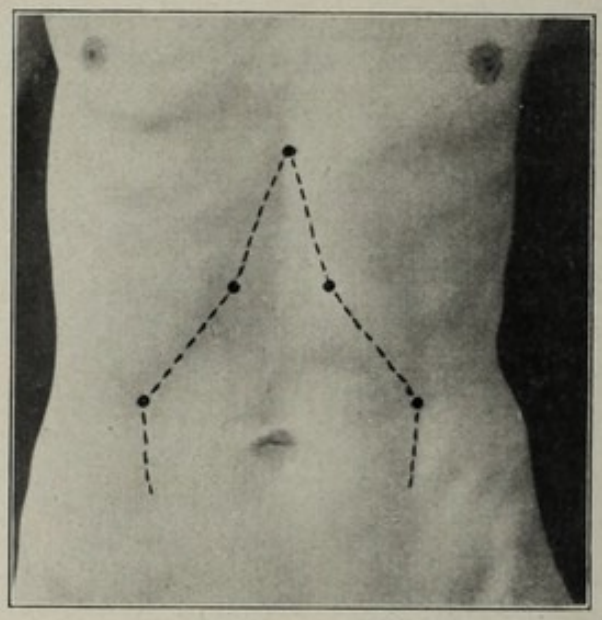


Abb. 126. Betäubung der Bauchdecken für Schnitte oberhalb des Nabels.

machen, weil die Rippen hier gut tastbar sind. Handelt es sich um Operationen unterhalb des Nabels, so geht man bis zur 8. Rippe hinauf. Die Unempfindlichkeit der Bauchdecken reicht dann vom Poupartschen Bande bis etwas über den Nabel. Bei Schnitten oberhalb des Nabels kann die Infiltration der Lendenmuskulatur auf die Gegend unterhalb der 11. und 12. Rippe beschränkt werden, während die Einspritzung in die Zwischenrippenräume oben bis zur 5. oder 6. Rippe fortgesetzt werden muß.

Franz hat dieses Verfahren mit großem Erfolg bei der operativen Behandlung der Bauchschüsse im Felde angewendet, teils einseitig, teils doppelseitig. Die Verwundeten waren mit Morphium-Skopolamin vorbereitet. In 31 Fällen war kein Versager zu verzeichnen. Elfmal war die Operation ohne Narkose durchzuführen, in den übrigen

Fällen waren zeitweilig kurze Ätherräusche nötig. Für außerhalb der Mittellinie verlaufende Bauchschnitte ist bei nicht übermäßig fetten Menschen und einseitigen Operationen dies jedenfalls eins der besten Betäubungsverfahren der Bauchdecken, technisch sehr einfach und, bei

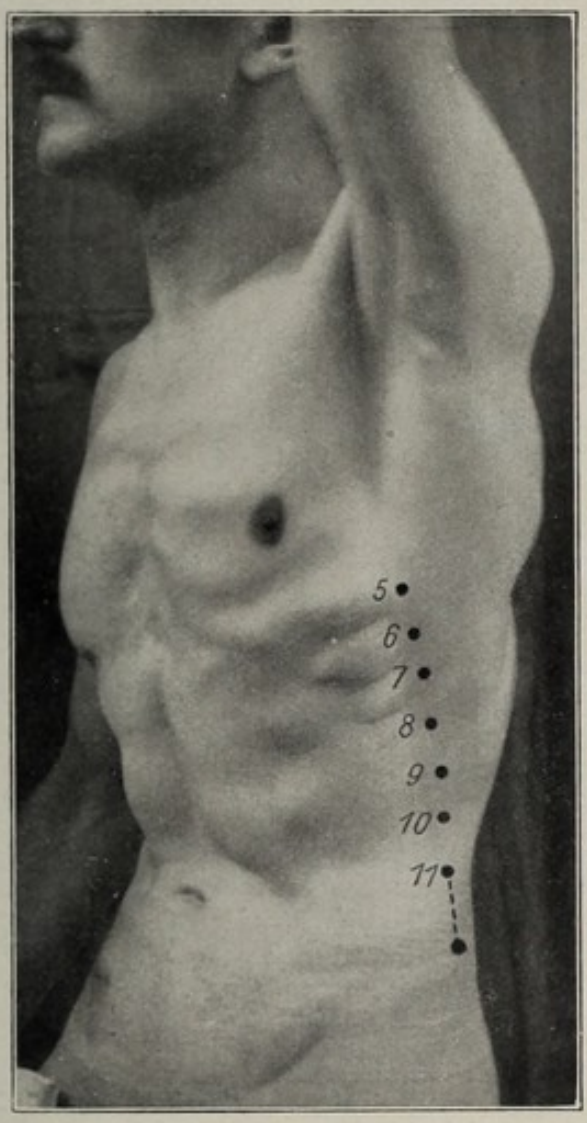


Abb. 127. Unterbrechung der Bauchwandnerven.

geringem Verbrauch des Betäubungsmittels, vollkommen gefahrlos. Es besitzt auch den Vorzug der Muskelerschlaffung.

Die Bauchdecken der Ileozökalgegend bekommt man unempfindlich entweder durch das soeben beschriebene Verfahren oder durch eine Verbindung von Leitungsanästhesie und Umspritzung. Es werden zwei Einstichpunkte bezeichnet, der eine am Darmbeinkamm, der andere an der gegenüberliegenden Stelle des Rippenbogens. Die zwischen ihnen gelegene dicke Muskelschicht, welche den 11. und 12. Zwi-

schenrippennerven und die Äste der oberen Lendennerven enthält, wird reichlich mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Endlich wird das ganze Operationsfeld, wozu noch zwei weitere Einstichpunkte nötig sind, subfaszial und subkutan umspritzt (Abb. 128).

Um den abdominellen Sensationen beizukommen, sind verschiedene Wege eingeschlagen worden.

Sehr befriedigend sind bei gewissen Bauchoperationen die Ergebnisse der zuerst von Schleich für diesen Zweck empfohlenen, nachher von v. Mikulicz geübten und neuerdings wieder von Bakes, Läwen,

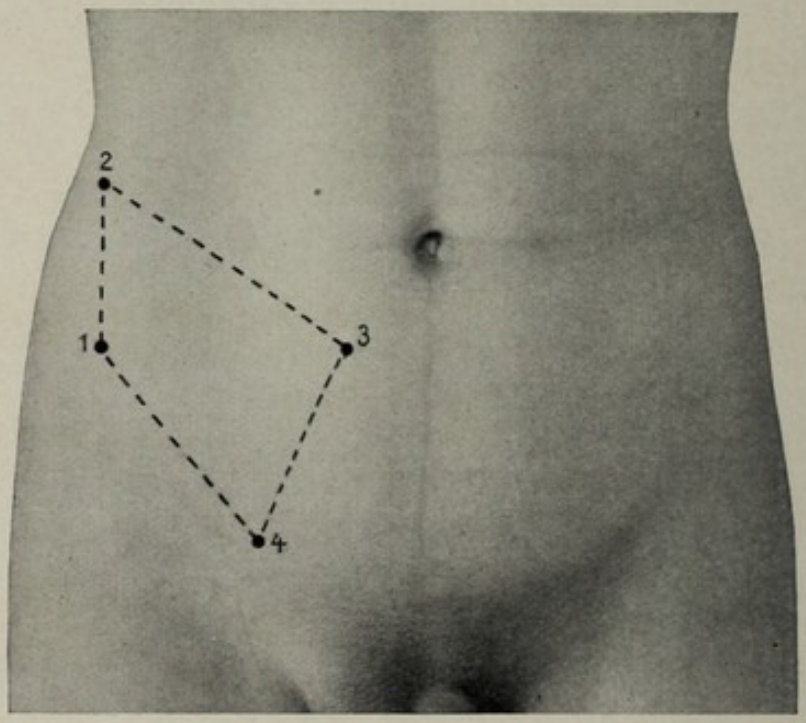


Abb. 128. Betäubung der Bauchdecken der Ileozökalgegend.

Finsterer u. a. warm empfohlenen Verbindung der örtlichen Betäubung mit der Narkose. Man macht die Bauchdecken im Operationsgebiet unempfindlich und leitet in bestimmten Abschnitten der Operation, in denen abdominelle Sensationen zu erwarten sind, eine oberflächliche Rauschnarkose ein. Noch weit wirksamer wird dieses Verfahren, wenn die Kranken durch Morphium, Laudanon oder Narkophin und Skopolamin vorbereitet sind. Gelingt es vor Beginn der Operation, sie in einen guten Skopolamindämmerschlaf zu bringen, dann braucht man sehr häufig die Hilfe der Narkose gar nicht. Denn der Skopolamindämmerschlaf setzt die abdominellen Sensationen ganz beträchtlich herab.

Ich habe mich jahrelang dieses Verfahrens regelmäßig bei Operationen am Magen bedient.

Eine Gastroenterostomie verläuft also ungefähr folgendermaßen. Der Kranke wird mit narkotischen Mitteln gut vorbereitet. Es folgt dann die beschriebene Umspritzung der oberen Bauchgegend. Während der Eröffnung des Bauches läßt man eine Rauschnarkose einleiten, welche zur Feststellung des Befundes, Lagerung und Abstopfung des Magens und Darms benutzt wird. Wenn dies geschehen ist, läßt man den Kranken aufwachen. Er braucht keine weitere Narkose.

Der Ätherrausch ist diejenige Narkosenform, welche bisher zur Unterstützung der örtlichen Betäubung bei Bauchoperationen am meisten geeignet erschien. Nach unseren Erfahrungen kann ich für diesen Zweck den Chloräthylrausch nach Kulenkampff angelegentlich empfehlen.

Man tropft aus einer der gebräuchlichen Glastuben Chloräthyl auf eine mehrfach zusammengelegte Kompresse, welche Mund und Nase des Kranken bedeckt. Nach wenigen Atemzügen tritt die gewünschte Schmerzlosigkeit ein, nach dem Entfernen der Kompresse wacht der Kranke sofort wieder auf. Zur Unterstützung der örtlichen Betäubung ist diese Narkosenform ganz besonders geeignet wegen des schnellen Eintritts des Gefühlsverlustes und des Fehlens jeglicher Reizwirkungen des Mittels auf Atmungsorgane und Hirnrinde.

Bei der Pylorusresektion ist das Verfahren das gleiche. Man braucht aber in der Regel noch einen zweiten Rausch beim Abbinden des kleinen Netzes und zuweilen einen dritten zum Entfernen der Abstopftücher.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß die so behandelten Kranken in einem ganz unvergleichlich besseren Zustande vom Operationstisch kommen, als wenn man sie einer langdauernden Vollnarkose unterworfen hätte. Die Schädlichkeit langer Narkosen wird vielleicht durch nichts eindringlicher illustriert, als durch diese ganz regelmäßige Beobachtung. Elende Kranke mit Pylorusstenose überstehen eine Pylorusresektion ohne irgend eine auch nur vorübergehende weitere Beeinträchtigung ihres Allgemeinzustandes und ohne daß man nötig hätte, durch Kochsalzinfusionen u. dgl. nachzuhelfen.

Im Felde hat sich mir und Läwen dieses gemischte Verfahren bei der Behandlung von Bauchschüssen sehr bewährt.

Über die Verwendung der örtlichen Betäubung bei der Appendizitis haben Hesse und Stenglein berichtet. Hesse hält geeignet für die örtliche Betäubung 1. alle glatten Fälle von appendizitischem Intervall, 2. mild verlaufende chronische Fälle, 3. schwere und leichte akute Fälle im Frühstadium des ersten oder diesem gleichzuachtenden

Anfalls. Für direkt kontraindiziert dagegen hält er 1. fast alle Abszesse, 2. alle Fälle, bei denen komplizierte pathologisch-anatomische Verhältnisse zu erwarten sind.

Wenn man die oben beschriebene Umspritzung ausgeführt hat, so ist die Durchtrennung der Bauchdecken mittels irgend einer beliebigen Schnittführung, das Dehnen der Bauchwunde und das Abstopfen ganz unempfindlich. Abdominelle, meist in die Magengegend lokalisierte Sensationen treten auf, sobald Verwachsungen zu lösen sind, Zug am Zökum ausgeübt wird, das Mesenteriolum unterbunden wird. Hesses Rat, das Mesenteriolum vor der Abbindung zu infiltrieren, beseitigt nur einen kleinen Teil dieser Sensationen. Sie werden daher besser durch Morphium-Skopolamin, wie Stenglein empfiehlt, und nötigenfalls durch Beifügen eines Chloräthylrausches während des Aufsuchens und Isolierens des Appendix bekämpft. Die Vorzüge dieses kombinierten Verfahrens bei den Appendizitisoperationen sind aber längst nicht so augenfällig wie bei den Magenoperationen, und da die von Hesse angegebenen Indikationen und Kontraindikationen sich recht häufig erst während der Operation ergeben können, so muß ich gestehen, daß ich nach sehr vielen, teilweise lange zurückliegenden Versuchen immer wieder auf den Standpunkt zurückgekommen bin, die Appendizitisoperationen in der Regel in Narkose und nur ausnahmsweise in örtlicher Betäubung auszuführen.

Bei den Lungenkomplikationen nach Bauchoperationen ist auf die Bedeutung des Betäubungsverfahrens ein viel zu großes Gewicht gelegt worden. Sie sind davon nicht in dem Maße abhängig, wie man angenommen hat. Was die örtliche Betäubung allerdings so gut wie ganz verhindern kann, im Gegensatz zur Narkose, sind die Aspirationskomplikationen. Aber der überwiegende Teil der Lungenkomplikationen nach Bauchoperationen sind Retentionskomplikationen im Sinne Czernys. Auf sie hat das Betäubungsverfahren ebensowenig Einfluß, wie auf embolisch verursachte Erkrankungen. Diese Lungenkomplikationen können daher auch nicht durch die örtliche Betäubung verhindert werden.

Die Beobachtungen mit dem gemischten Betäubungsverfahren bei den großen intraabdominellen Eingriffen erklären und rechtfertigen indessen die Versuche, die gemacht sind, um die abdominellen Sensationen auf örtlichem Wege auszuschalten und damit die Narkose ganz entbehrlich zu machen.

Den einen dieser Versuche, die paravertebrale Leitungsanästhesie, haben wir bereits S. 345 besprochen und auseinandergesetzt, weshalb durch sie das Problem der örtlichen Betäubung bei

Bauchoperationen nicht befriedigend gelöst ist. Eine Vereinfachung des Verfahrens für die Operationen im Oberbauch hat Schmiedt (XVII, 68) mitgeteilt. Wenn die Bauchdecken für sich durch Umspritzung unempfindlich gemacht werden, braucht man nur den 6., 7. und 8. Zwischenrippennerv beiderseits paravertebral zu unterbrechen, während bei reiner paravertebraler Anästhesie 22 Nerven zu unterbrechen sind, um gleichzeitig Bauchhöhle und Bauchdecken gefühllos zu machen.

Läwen*) hatte 1920 experimentell festgestellt, daß bei Anfüllung des Bauches mit Novokainlösung Unempfindlichkeit der Bauchhöhle entstehe und daß die Resorption in der geschlossenen Bauchhöhle sehr lebhaft ist, daher leicht resorptiv Giftwirkungen eintreten, während die Resorption in der geöffneten Bauchhöhle sehr verlangsamt ist. Praktische Versuche mit diesem Verfahren haben Seidel (XVII, 70) und Baruch (XVII, 5) gemacht. Seidel spritzte 3—6 g Novokain in ½—¾%iger Lösung mit Suprareninzusatz in die uneröffnete Bauchhöhle. In 31 von 48 Fällen wurden parietales Bauchfell und die Bauchorgane unempfindlich, 4mal wurden resorptive Giftwirkungen beobachtet. Baruch spritzte 600 ccm ¼%ige Novokain-Suprareninlösung in die Bauchhöhle. Es wurde nur das parietale Bauchfell unempfindlich. Ich bemerke dazu folgendes:

Etwaige Vergiftungen hängen bei diesem Verfahren ganz sicher nicht von der Menge der Lösung und der Dosis ab. Die ist ganz gleichgültig. Denn die Lösung kann ja wieder entfernt werden, wenn sie ihre Wirkung ausgeübt hat. Es handelt sich im Bauche um eine resorbierende Fläche, an der Oberflächenanästhesie hervorgerufen werden soll, und zwar um eine sehr große Fläche. Es müssen daher, wenn Nebenwirkungen vermieden werden sollen, die Lösungen sehr stark verdünnt werden. Mit einer dünnen Lösung kann getrost die ganze Bauchhöhle gefüllt werden. Mit einer dünnen Lösung werden auf einer resorbierenden Fläche die gleichen Wirkungen erzielt, wie mit einer konzentrierten, wenn nur lange genug gewartet wird. Die Resorptionsgeschwindigkeit muß durch Suprareninzusatz und durch Öffnung der Bauchhöhle verringert werden. Treten resorptive Vergiftungen auf, so ist das nicht ein Zeichen, daß die Dosis zu groß war, sondern daß die Konzentration verringert werden muß. Dies ist bei etwaigen weiteren Versuchen zu beachten.

Der bisher erfolgreichste Versuch, die abdominellen Sensationen eines bestimmten größeren Abschnittes der Bauchhöhle auf einfache und

*) Deutsche Ztschr. f. Chir., Bd. 162, S. 38.

zuverlässige Weise ohne Hilfe von narkotischen Mitteln zu beseitigen, gründet sich auf die Feststellung, daß die das Schmerzgefühl der Organe der oberen Bauchhöhle (Leber, Gallenblase, Magen, Duodenum und oberer Dünndarm) vermittelnden Nerven ausschließlich auf der Bahn der beiden N. N. splanchnici dem Rückenmark zugeführt werden (Neumann, Kappis, s. S. 336).

Der N. splanchnicus major (Abb. 109) tritt an der seitlichen vorderen Fläche des 12. Brustwirbels zusammen mit der Vena azygos zwischen Crus mediale und Crus intermedium diaphragmatis durch das Zwerchfell, der N. splanchnicus minor nimmt seinen Weg entweder an derselben Stelle oder etwas weiter seitlich durch das Zwerchfell. Beide Nerven liegen nach ihrem Eintritt in die Bauchhöhle neben der Aorta in dem lockeren Gewebe unter dem Ansatz des Omentum minus an der hinteren Bauchwand und gehen in der Höhe des Ursprunges der A. coeliaca in den Plexus coeliacus über. Diese Gegend ist sowohl von hinten wie nach vorn für die Hohlnadel zugänglich.

Der Weg von hinten ist von Kappis beschritten worden. Die Nadelführung ist folgende. Der Kranke befindet sich in Seitenlage. Der Einstichpunkt liegt 7 cm seitlich von der Dornfortsatzlinie am unteren Rande der 12. Rippe. Hier wird eine 12 cm lange Hohlnadel schräg nach innen und vorn in der Richtung auf die Wirbelkörper eingestochen. Sobald die Nadelspitze den Wirbelkörper fühlt, tastet man sich mit ihr an letzterem vorbei. Sobald sie vorbeigleitet, führt man sie noch 1 cm weiter in die Tiefe. Jetzt befindet sie sich in oder auf den seitlichen Ansätzen des Zwerchfells an der Wirbelsäule, wo eben die Nn. splanchnici gelegen sind. Das gleiche geschieht auf der anderen Seite. Kappis spritzt jederseits 20—40 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung ein, führt die Nadel dann auch noch weiter abwärts auf die Seitenflächen der Lendenwirbel und spritzt dort 15—20 ccm der Lösung ein. Die Bauchdecken werden durch örtliche Einspritzungen unempfindlich gemacht. Kappis hat mehr als 200 Operationen, meist Magen- und Gallenblasenoperationen, mit diesem Verfahren ausgeführt und sagt, daß mit zunehmender Übung nur selten noch Versager vorgekommen sind.

Von Nebenwirkungen sah Kappis selbst häufig Blässe, Pulsbeschleunigung, Herzklopfen, Blutdrucksenkung um 15—20 mm Quecksilber. Andere haben außer diesen leichteren Nebenwirkungen sowie häufigem Erbrechen schwere Kollapse und Delirien (Paul, Denk, Preiß, Haberer) gesehen, Heller, Denk und Karo berichten über je einen Todesfall im Anschluß an die Injektion. Ich glaube, daß trotzdem ein endgültiges Urteil über das interessante, auch therapeutisch

und diagnostisch verwertbare Verfahren noch nicht abgegeben werden kann. Man darf nicht vergessen, daß ein vom Erfinder erprobtes Verfahren, wenn es in andere Hände gelangt, zunächst Übelstände zeigt, die sich nachher vielleicht doch beseitigen lassen. Aber jedenfalls befinden wir uns hier an der Grenze der örtlichen Betäubung. Kappis selbst

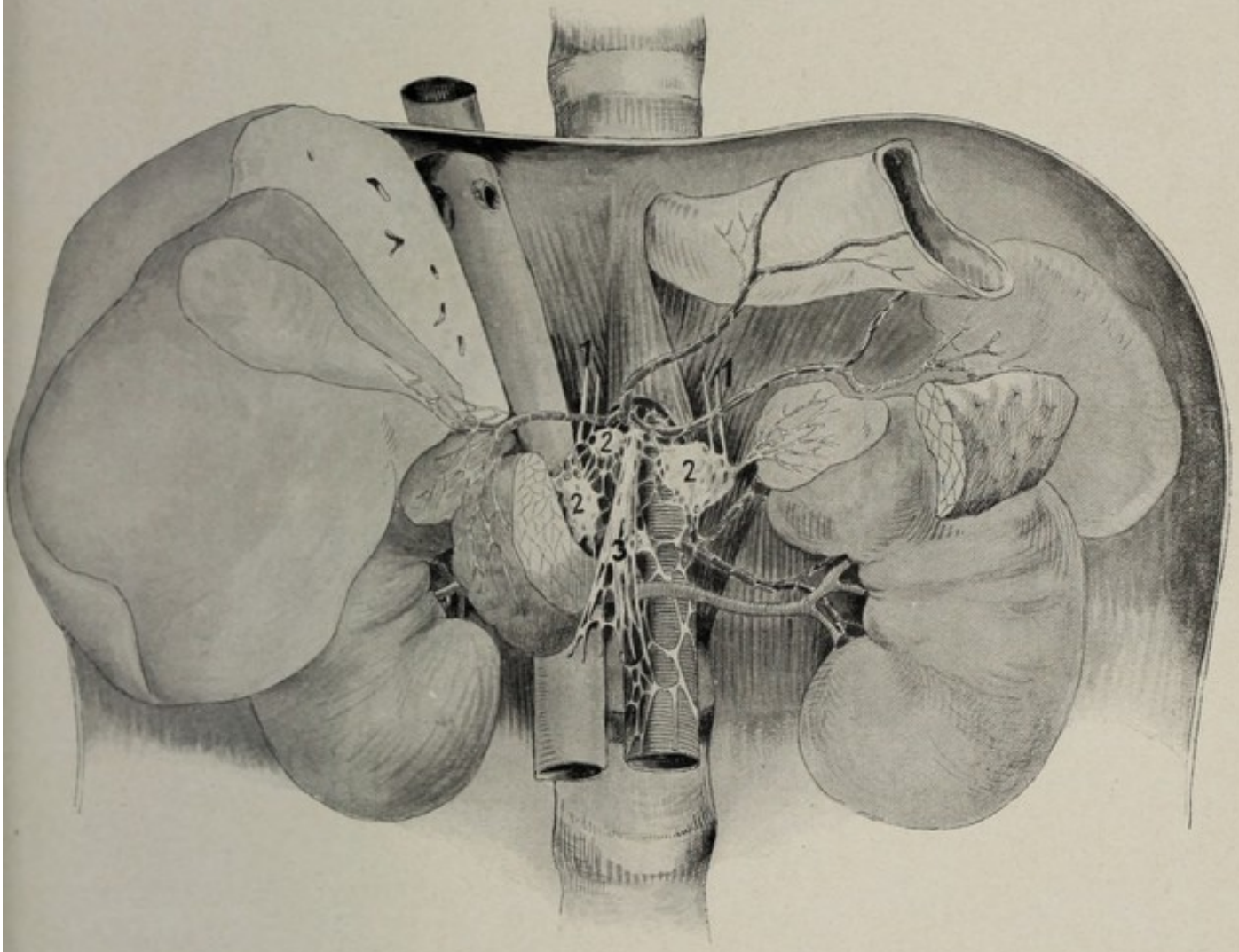


Abb. 129. Nn. splanchnicus und Plexus coeliacus.

ist nicht der Meinung, daß sein Verfahren geeignet sei, grundsätzlich die Narkose bei großen intraabdominellen Eingriffen zu ersetzen.

Wendlings Versuch, die Wirbelsäule von vorn her durch die unverletzten Bauchdecken zu punktieren, ist wegen der Gefahr von Nebenverletzungen abzulehnen.

Dagegen ist nach Eröffnung der Bauchhöhle durch einen Medianschnitt die Vorderfläche der Wirbelsäule einer unter Leitung des Fingers eingeführten Hohlnadel leicht und gefahrlos zugänglich.

Es ist daran zu erinnern, daß Dollinger, Finsterer, Hackenbruch, neuerdings auch Drüner (XVII, 14) und Härtel (XVII, 32) bereits die sekundäre Infiltration des kleinen Netzes bei Magenoperationen empfohlen haben.

Ich gehe bei Magenoperationen folgendermaßen vor. Die Bauchhöhle wird nach vorangegangener Umspritzung (Abb. 126, einfache In-

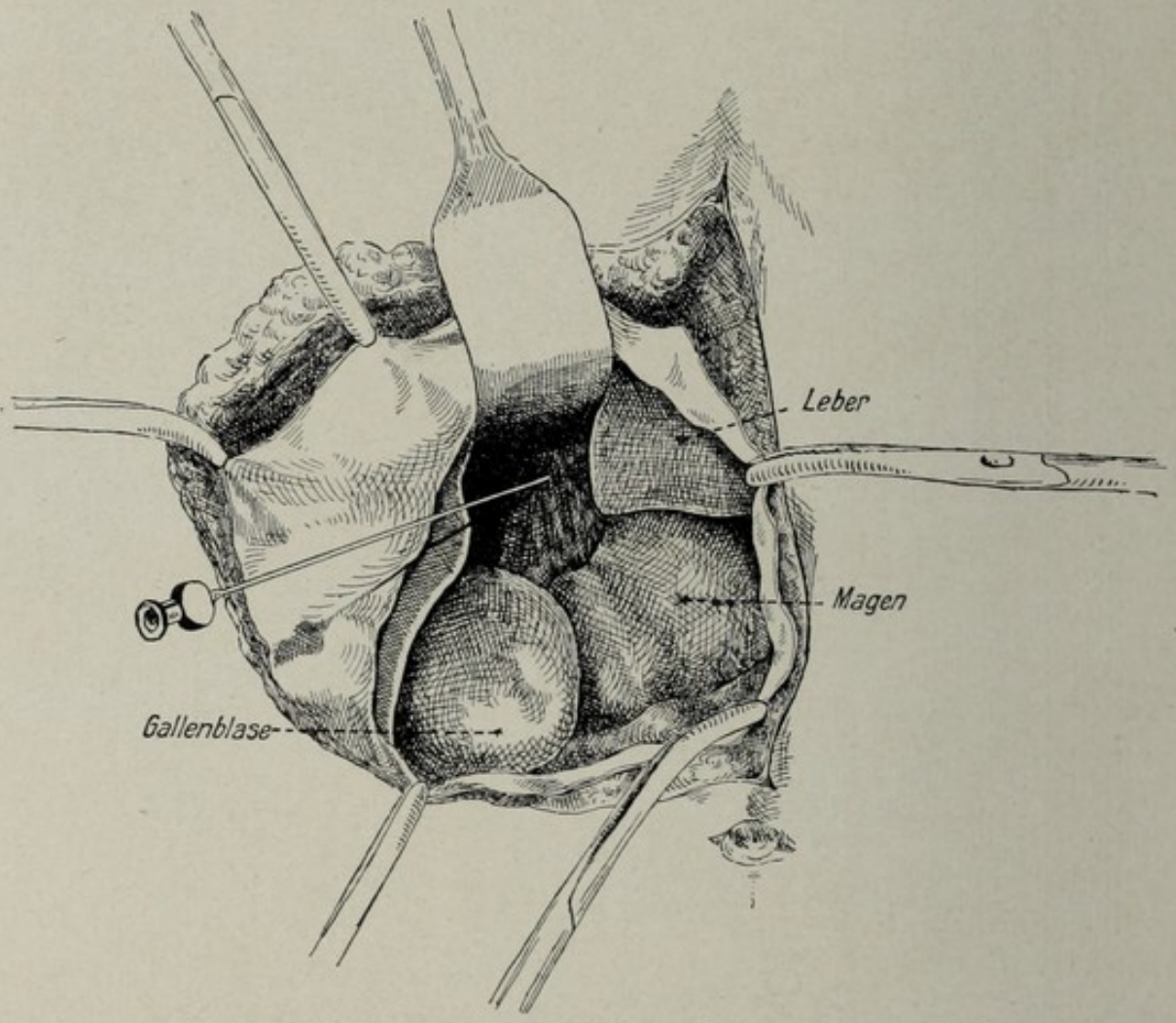


Abb. 130. Lage der Hohlnadel bei der Splanchnikusanästhesie.

filtration der Schnittlinie genügt nicht!) in der Mittellinie geöffnet. Der linke Leberlappen wird durch einen Spatelhaken vorsichtig in die Höhe gehoben (Abb. 130). Nun sucht man mit dem Zeigefinger der linken Hand die Vorderfläche der Wirbelsäule möglichst hoch, zwischen den Zwerchfellschenkeln auf, die etwa in der Höhe des Schwertfortsatzes gelegen ist. Man fühlt die pulsierende Aorta, und indem man sie etwas nach links beiseite schiebt, legt man die Fingerspitze in die Mitte der

Vorderfläche des Wirbelkörpers, der dort nur von dünnen Weichteilen, den Ansätzen der Zwerchfellschenkel und dem hinteren Peritoneum bedeckt ist. Bei empfindlichen Kranken braucht man manchmal für diese Manipulationen, welche übrigens sehr grob und sehr zart gemacht werden können, einen Chloräthylrausch. Nun führt man eine 12 cm lange Hohlnadel dem Finger entlang und stößt sie auf den Knochen. Sie trifft unmittelbar nach dem Einstich auf Knochen. Ist das nicht der Fall, so ist sie falsch geführt. Gefäße können auf diese Weise nicht verletzt werden, insbesondere liegt die Vena cava weiter rechts abseits. Immerhin wird die Vorsicht gebraucht, die auch an allen anderen Körperstellen zu beobachten ist, die Lage der Nadel etwas zu verändern, wenn etwa Blut aus ihr ausfließt. Ist dieses nicht der Fall, so zieht man jetzt den linken Zeigefinger zurück und spritzt, ohne die Lage der Nadel weiter zu verändern, 100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung ein. Es wird auf diese Weise eine sehr ausgiebige Infiltra-

Abb. 131. Führungsinstrument zur Splanchnikusanästhesie.

tion der Vorder- und Seitenflächen der Wirbelsäule bzw. der sie deckenden Weichteile erzielt, welche die Nn. splanchnici und die vor der Aorta liegenden großen Ganglien enthalten. Alle diese Manipulationen sollen möglichst zart und vorsichtig geschehen. Besonders muß jeder Zug am kleinen Netz, jedes Auseinanderziehen der Bauchwunde, jedes Untersuchen der Bauchhöhle unterbleiben, bevor nicht die Einspritzung gemacht ist.

Das Einführen der Hohlnadel wird wesentlich erleichtert durch das in Abb. 131 wiedergegebene hohlsondenartige Instrument. Unentbehrlich ist es, wenn man mit Gummihandschuhen arbeitet. Die Nadelspitze würde den Handschuh verletzen.

Das Instrument wird so eingeführt, wie es oben für die Hohlnadel beschrieben ist und der Wirbelsäule an der bezeichneten Stelle fest aufgesetzt, so daß es sich nicht mehr verschieben kann. In der Rinne wird nun die Hohlnadelspitze eingeführt, bis auch sie an der Vorderfläche der Wirbelsäule feststeckt. Darauf wird die Hohlsonde entfernt und die Einspritzung vorgenommen. Nebenverletzungen sind ausgeschlossen.

Ein sehr brauchbares, dem gleichen Zweck dienendes Führungsinstrument wird von Kirchmayr (XVII, 49) beschrieben.

Bei den Gallenblasenoperationen ist das Vorgehen das gleiche. Die Bauchdecken werden umspritzt, der Bauch wird in der Mittellinie geöffnet. Ich beginne jede Operation an den Gallenwegen grundsätzlich mit dem Medianschnitt oberhalb des Nabels, weil wir feststellen konnten, daß sich die Operationen 35mal in 86 Fällen — auch solche an den tiefen Gallenwegen — allein mit dem Mittelschnitt bequem ausführen ließen. Nach Eröffnung des Bauches wird die Einspritzung an die Vorderfläche der Wirbelsäule vorgenommen. Wenn dies geschehen ist, wird festgestellt, ob die Gallenwege sich leicht zugänglich machen lassen. Ist das nicht der Fall, so wird am unteren Ende des Längsschnittes ein Querschnitt aufgesetzt, der den rechten M. rectus durchtrennt. Die beschriebene Umspritzung reicht vollkommen auch für diesen Schnitt aus.

Die Wirkung der Einspritzung auf die Wirbelsäule ist meist überaus auffällig. Fast unmittelbar nach der Einspritzung tritt Unempfindlichkeit der oberen Bauchhöhle ein. Während vorher jeder unvorsichtige Zug am Magen Klagen bei dem Kranken auslöst, kann man fast sofort nach der Einspritzung den Magen, das Querkolon und den oberen Dünndarm auspacken, ohne daß der Kranke reagiert.

Die Unempfindlichkeit erstreckt sich auf das kleine und große Netz, auf Leberpforte und Gallenwege, Pankreas und Milz, auf das Mesenterium des Dünndarms, auf das Mesekolon transversum und die Anheftungsstellen der oberen Teile des aufsteigenden und absteigenden Dickdarms. Wie weit sie am Dickdarm nach abwärts reicht, konnten wir nicht feststellen.

Dieses Verfahren hat sich nun Jahre hindurch an vielen Hunderten von Operationen am Magen und den Gallenwegen vorzüglich bewährt, und gilt uns durchaus als das normale Betäubungsverfahren bei diesen Operationen. Von Nebenwirkungen haben wir nichts zu sehen bekommen. Blutdruckmessungen, die in den ersten 33, von Buhre (XVII, 8) veröffentlichten Fällen gemacht wurden, zeigten, daß zwar Blutdrucksenkungen nicht fehlen, daß sie sich aber im allgemeinen in den Grenzen halten, welche bei Bauchoperationen auch sonst zu beobachten sind. Nach Metger (XVII, 53) welcher die Splanchnikusanästhesie für ein sehr wertvolles Verfahren hält, findet sich bei der Einspritzung von vorn regelmäßig die gleiche Blutdrucksenkung, wie bei dem Verfahren von Kappis. Die bei dem letzteren vorgekommenen schweren Zufälle werden wohl nicht dem Verfahren an

sich zur Last fallen, sondern sind vermutlich dadurch bedingt, daß Hohlnadel und Lösung nicht dahin geraten sind, wo sie hingehören (intravenöse und intradurale Injektion), sie dürften daher bei einem Verfahren ausbleiben, bei dem Irrwege der Hohlnadel ausgeschlossen sind. Nach der Eröffnung des Bauches zeigt sich sehr auffällig, wie verschieden bei verschiedenen Menschen die abdominellen Sensationen entwickelt sind. Es gibt Menschen, an denen man beliebige Operationen am Magen und der Gallenblase ausführen kann, wenn nur die Bauchdecken gut unempfindlich gemacht waren. In solchen allerdings seltenen Fällen braucht man natürlich keine Splanchnikusanästhesie. Andere sind im Bauche derartig empfindlich, daß man zur Einspritzung auf die Wirbelsäule einen Chloräthylrausch braucht. Bei der Mehrzahl der Kranken besteht ein mittlerer Zustand, der die Splanchnikuseinspritzung auch ohne den Rausch gestattet. Ich kann nicht finden, daß diese Sachlage dem Verfahren auch nur im Geringsten Eintrag tut.

Dagegen gibt es Fälle, wo die Einspritzung auf die Wirbelsäule unmöglich ist. Das kann bedingt sein durch übermäßige Fettleibigkeit des Kranken, wo ja auch schon die Bauchdeckenbetäubung auf Schwierigkeiten stößt und kein Finger und kein Instrument lang genug ist, um die Entfernung zwischen Bauchdecken und Wirbelsäule zu überbrücken, oder es können bei alten Magengeschwüren Verwachsungen da sein, welche so beschaffen sind, daß sie das Einführen von Finger und Hohlnadel unmöglich machen.

In solchen Fällen setzt man eben die Operation so fort, wie auf S. 360 beschrieben ist, d. h. man schaltet nach Bedarf Rauschnarkosen ein oder geht, was bei Gallenwegeoperationen meist nötig ist, zur Vollnarkose über.

Wirkliche Versager nach der Einspritzung sind außerordentlich selten und sind wahrscheinlich dadurch bedingt, daß sie nicht hoch genug gemacht werden konnte. Denn sonst ist ja die Einspritzung so zuverlässig, daß ein Versagen eigentlich gar nicht vorkommen kann.

Das mit diesem Verfahren die von Drüner (XVII, 14) und Härtel (XVII, 32) neuerdings wieder empfohlene Infiltration der gefäßhaltigen Anheftungsstellen der Bauchorgane in Wettbewerb treten kann, möchte ich bezweifeln.

Die Frage der örtlichen Betäubung ist demnach durch die Splanchnikusanästhesie für die Operationen im oberen Teile der Bauchhöhle befriedigend gelöst. Die großen Eingriffe, die entweder den ganzen Bauch oder dessen unteren Teil (gynäkologische Laparotomien) betreffen, sind — wenn man von der abzulehnenden paravertebralen

Anästhesie absieht, der örtlichen Betäubung noch nicht so gut zugänglich. Versuche sind natürlich auch hier gemacht.

Traugott (XVII, 77), Frey (XVII, 27) und Frigyesi (XVII, 28) haben gezeigt, daß sich der abdominelle Kaiserschnitt meist ohne Beihilfe der Narkose ausführen läßt, wenn nur die Bauchdecken gut unempfindlich gemacht sind. Vereinzelte Ovariektomien sind schon vor langer Zeit auf diese Weise behandelt worden. Frigyesi hat eine große Zahl gynäkologischer Bauchoperationen aller Art mittels einer Verbindung der Bauchdeckenbetäubung mit sekundärer Infiltration der Ligamente und Parametrien sowie in bestimmten Fällen mit der parasakralen Anästhesie ausgeführt. Seine Erfahrungen sind besonders bei der letztgenannten Kombination befriedigende gewesen. Er sagt, er habe auf diese Weise wiederholt Frauen operieren können, die in Narkose zu operieren unmöglich gewesen wäre.

Operationen an Unterleibsbrüchen.

Bei den Operationen an Unterleibsbrüchen ist die örtliche Betäubung dasjenige Verfahren, welches für nahezu alle Operationen anwendbar ist. Die abdominellen Sensationen spielen bei ihnen eine ganz untergeordnete Rolle.

Die Bruchoperationen sind seit der Einführung des Kokains ganz besonders häufig, mit mehr oder weniger Erfolg, Gegenstand der örtlichen Betäubung gewesen. Jeder Autor, der sich zu dieser Frage geäußert hat, berichtet über günstige Erfahrungen, und Reclus hat schon im Jahre 1889 Bruchoperationen nur noch ausnahmsweise in Narkose ausgeführt. Er bezeichnet die Operation eines eingeklemmten Bruches als den Triumph des Kokains. Letzteres sei hier das Betäubungsmittel der Wahl, und nur besondere Umstände, sehr großer Umfang der Bruchgeschwulst, ausgedehnte Verwachsungen, die Wahrscheinlichkeit von Komplikationen, rechtfertigen nach seiner Ansicht die Anwendung der Narkose. Schleichs Infiltrationsanästhesie erschien insofern als Fortschritt, als nicht mehr die großen Kokaindosen Reclus' zur Verwendung kamen. Aber es läßt sich wohl kaum leugnen, daß dieser Fortschritt auf Kosten der Sicherheit der Betäubung erfolgt ist. Die Äste des N. ileo-inguinalis, des N. spermaticus und N. ileo-hypogastricus bleiben schmerzhaft und leitungsfähig, wenn man die Gewebe, in denen sie enthalten sind, auch noch so reichlich mit Schleichschen Lösungen infiltriert, weshalb Cushing bei den Leistenbruchoperationen empfahl, nach Spaltung der Faszie des M. obliquus externus erst die in das Operationsfeld eintretenden Nervenstämme aufzusuchen und durch endo-

neurale Einspritzung 1%iger Kokainlösung zu unterbrechen. Hackenbruch (I, 19), von einem ganz anderen Prinzip wie Reclus und Schleich ausgehend, spritzte seine Kokain-Eukainlösung gabelförmig oder rhombisch um die Bruchpforte herum.

Alle diese Verfahren, welche in früheren Auflagen dieses Werkes eingehend beschrieben wurden, haben nur noch geschichtliches Interesse. Sie waren unzuverlässig und schwierig, und die Erfolge waren zu sehr von der Größe des Bruches und dessen sonstigen anatomischen Verhältnissen abhängig. Deshalb blieb die Anwendung der örtlichen Betäubung bei Unterleibsbrüchen nach wie vor auf einige Spezialisten beschränkt. Die neuen betäubenden Lösungen und die durch sie bedingte vereinfachte Technik und größere Zuverlässigkeit haben dies geändert. In Deutschland scheinen jetzt in den meisten chirurgischen Anstalten die Hernien nach dem von mir und in ähnlicher Weise von Nast-Kolb und v. Lichtenberg beschriebenen Verfahren in örtlicher Betäubung operiert zu werden. Zahlenmäßige Angaben hierüber finden sich bei Hesse aus dem Städtischen Krankenhaus in Stettin. Dort wurden vom 1. Januar 1909 bis 15. September 1910 218 Bruchoperationen ausgeführt, 170 davon in örtlicher Betäubung, 48 in Narkose. Im Krankenstift Zwickau wurden vom 1. Januar 1909 bis 1. Oktober 1911 397 Brüche operiert, darunter 345 in örtlicher Betäubung, 52 in Narkose. Es ist schon auf S. 209 darauf hingewiesen worden, daß das kindliche Alter durchaus keine Gegenanzeige gegen die örtliche Betäubung bei Bruchoperationen darstellt. Kinder lassen sich leicht beeinflussen, und wenn man sie dazu bringt, daß sie sich die Einspritzung gefallen lassen, so braucht man keine Narkose. Natürlich muß während der Operation jemand, der das versteht, mit ihnen sich beschäftigen.

Operationen an Nabelbrüchen, Brüchen der Linea alba und postoperativen Brüchen.

Die Betäubung der Bauchdecken erfolgt durch Umspritzung. Rings um das Operationsfeld herum werden vier oder mehr Einstichpunkte bezeichnet (Abb. 132 und 133), von denen aus man ringförmig die Bauchdecken bis in das präperitoneale Gewebe mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert und schließlich subkutan umspritzt. Das ist außerordentlich einfach und leicht bei reponiblem Bruch, wobei man den linken Zeigefinger in die Bruchpforte einführt und unter seiner Leitung die Einspritzungen ausführt, mit einiger Übung gelingt es aber ebensogut bei irreponibeln oder eingeklemmten Hernien. Man muß

nur nicht etwa darauf ausgehen, die Bruchpforte infiltrieren zu wollen, sie ist bei großen, irreponibeln Brüchen gar nicht zugänglich. Man muß

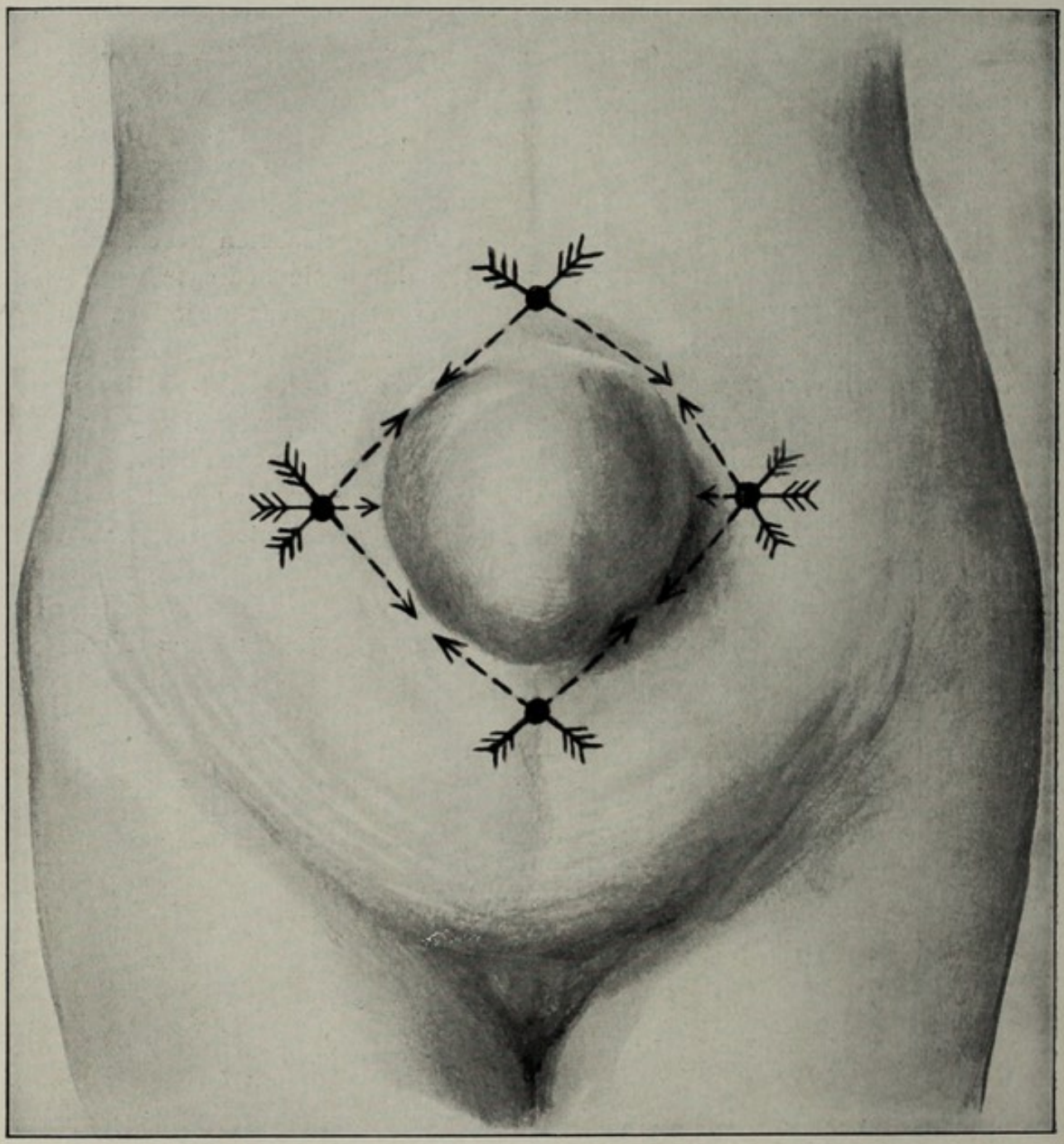


Abb. 132. Die örtliche Betäubung der Nabelbrüche.

vielmehr in weitem Umfang um die Bruchgeschwulst herum eine Schicht der Bauchdecken infiltrieren, dann wird die ganze Hernie unempfindlich. Bei großen Nabelbrüchen fetter Personen verbrauchten wir die

größten Mengen des Betäubungsmittels, die wir anwendeten (250 bis 300 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung). Man muß aber erst „Nadelführung" lernen, bevor man an solche Objekte herangeht. Bei ganz besonders fetten Personen ist es zweckmäßig, zunächst nur Haut und Unterhautzellgewebe rings um die Bruchgeschwulst zu infiltrieren, dann die Aponeurose rechts und links von der Bruchgeschwulst freizulegen. Nun sind die beschriebenen subaponeurotischen Einspritzungen sehr leicht zu machen. Man muß aber warten, bis Peritoneum und Bruchsack unempfindlich geworden sind. Unser Verfahren ist für alle

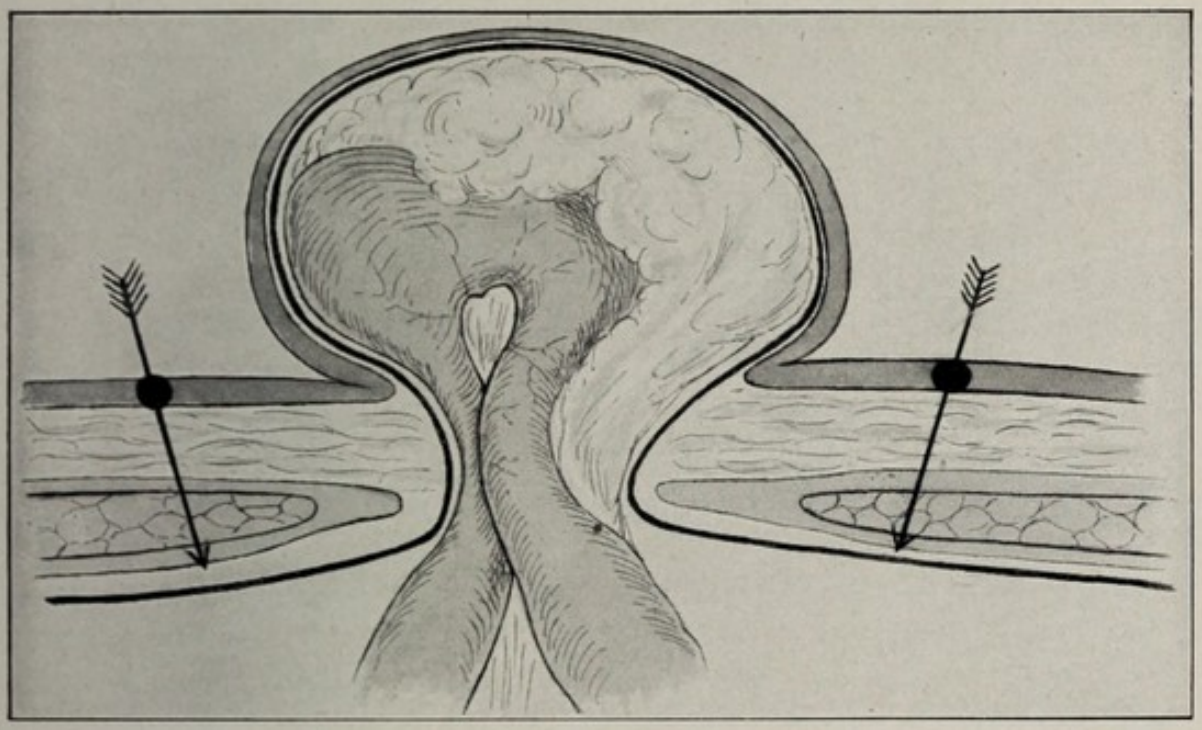


Abb. 133. Querschnitt durch den Nabelbruch, um die Tiefenausdehnung der Einspritzung zu zeigen.

Nabelbrüche anwendbar. Die Brüche der Linea alba werden ebenfalls umspritzt, die Größe des umspritzten Gebietes richtet sich nach dem Umfange des Operationsfeldes. Ebenso lassen sich die meisten postoperativen Brüche mittels Umspritzung vorzüglich in örtlicher Betäubung operieren. In letzter Zeit habe ich jedoch begonnen, alle diese Brüche der vorderen Bauchwand mit Hilfe der S. 358 beschriebenen seitlichen Leitungsunterbrechung der Bauchwandnerven zu operieren. Bei großem Operationsfeld ist dies Verfahren der örtlichen Umspritzung überlegen. Selbst die Menge-Grasersche Operation bei Nabelbrüchen und Rektusdiastase ist ihm bequem zugänglich. Eine Vorbereitung mit dem Skopolamindämmerschlaf bedürfen diese Kranken in der Regel nicht.

Operationen an Leistenbrüchen.

Die Einspritzungstechnik muß darauf ausgehen, die in das Operationsfeld eintretenden Nervenstämme, bevor sie dasselbe erreichen, zu unterbrechen; außerdem ist eine Umspritzung des Operationsfeldes nötig. Keiner dieser Handgriffe genügt für sich allein.

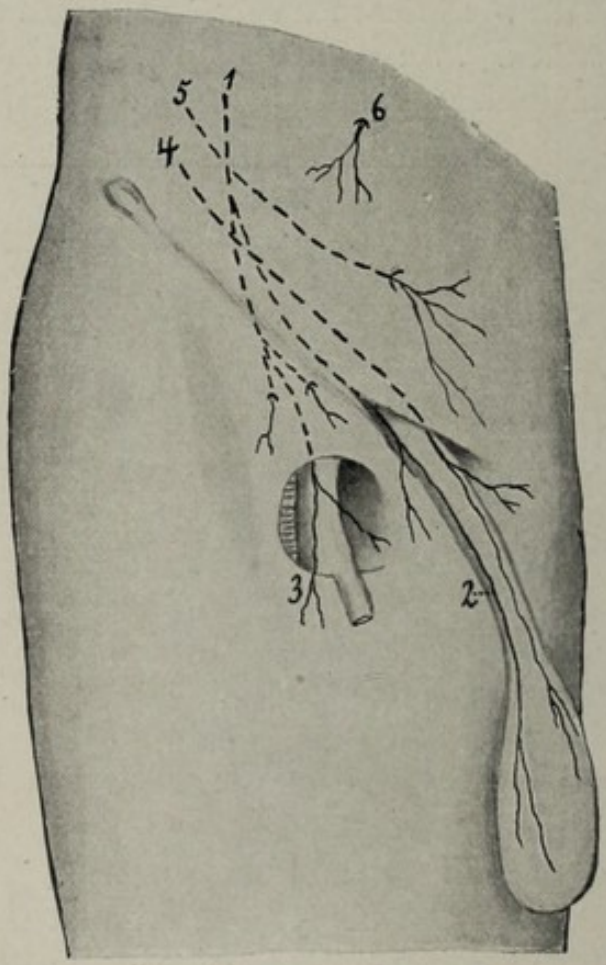


Abb. 134. Innervation der Leisten- und Schenkelgegend.
1 N. genito-femoralis. 2 N. spermaticus externus. 3 N. lumbo-inguinalis. 4 N. ileo-inguinalis. 5 N. ileo-hypogastricus. 6 Rami cutanei ant. N. intercost. XII.

Abb. 134 zeigt schematisch die Innervation der Leisten- und Schenkelgegend.

Der N. spermaticus externus, Ast des N. genito-femoralis, gesellt sich am inneren Leistenring zum Samenstrang, begleitet ihn und verläßt an seiner unteren Seite den Leistenkanal, um sich alsdann im Kremaster, der Tunica dartos, der Haut des Hodensacks oder der großen Schamlippe, sowie des Oberschenkels in der Nachbarschaft des äußeren Leistenringes zu verbreiten. Der N. ileo-inguinalis liegt ober-

halb der Spina a. s. zwischen den schrägen Bauchmuskeln, tritt dann unter die Faszie des M. obliquus externus und verläßt an der vorderen

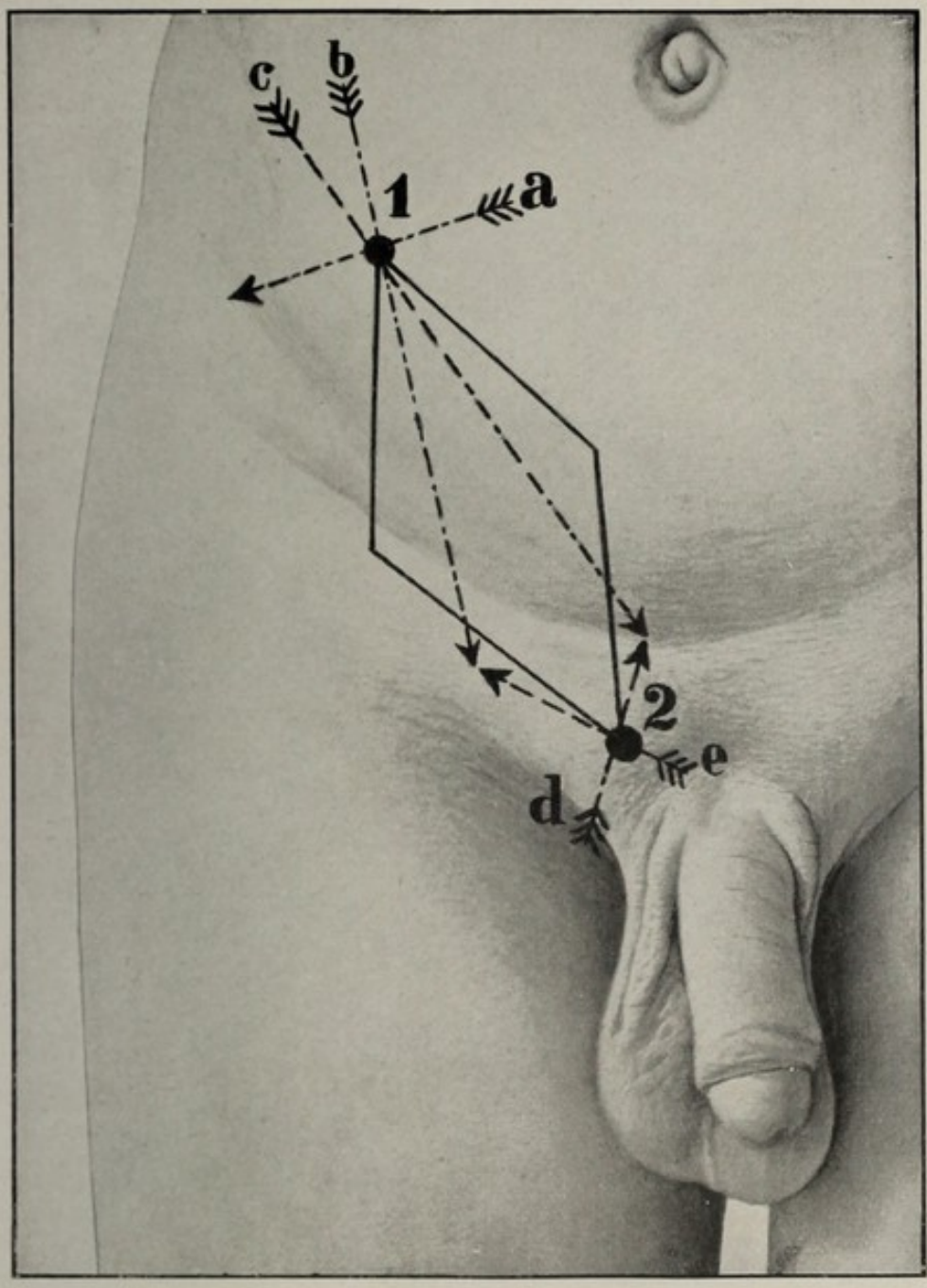


Abb. 135. Verfahren bei freiem Leistenbruch. Die punktierten Pfeile bedeuten die subaponeurotischen, die ausgezogene Linie die subkutanen Einspritzungen.

Seite des Samenstranges oder Bruchsackes den Leistenkanal. Er gibt Äste zur Haut des Oberschenkels, des Hodensacks, des Mons pubis ab. Der N. ileo-hypogastricus läuft ungefähr parallel dem vorigen und

etwas höher, zunächst auch zwischen den schrägen Bauchmuskeln, dann in der Inguinalgegend unter der Faszie des M. obliquus externus. Er durchbohrt die vordere Rektusscheide, gelangt so in das Unterhautzellgewebe und innerviert die Haut der Inguinalgegend.

Die drei Nerven anastomosieren untereinander, es kann einer oder zwei fehlen, und durch zwei oder einen anderen ersetzt sein. Am kon-

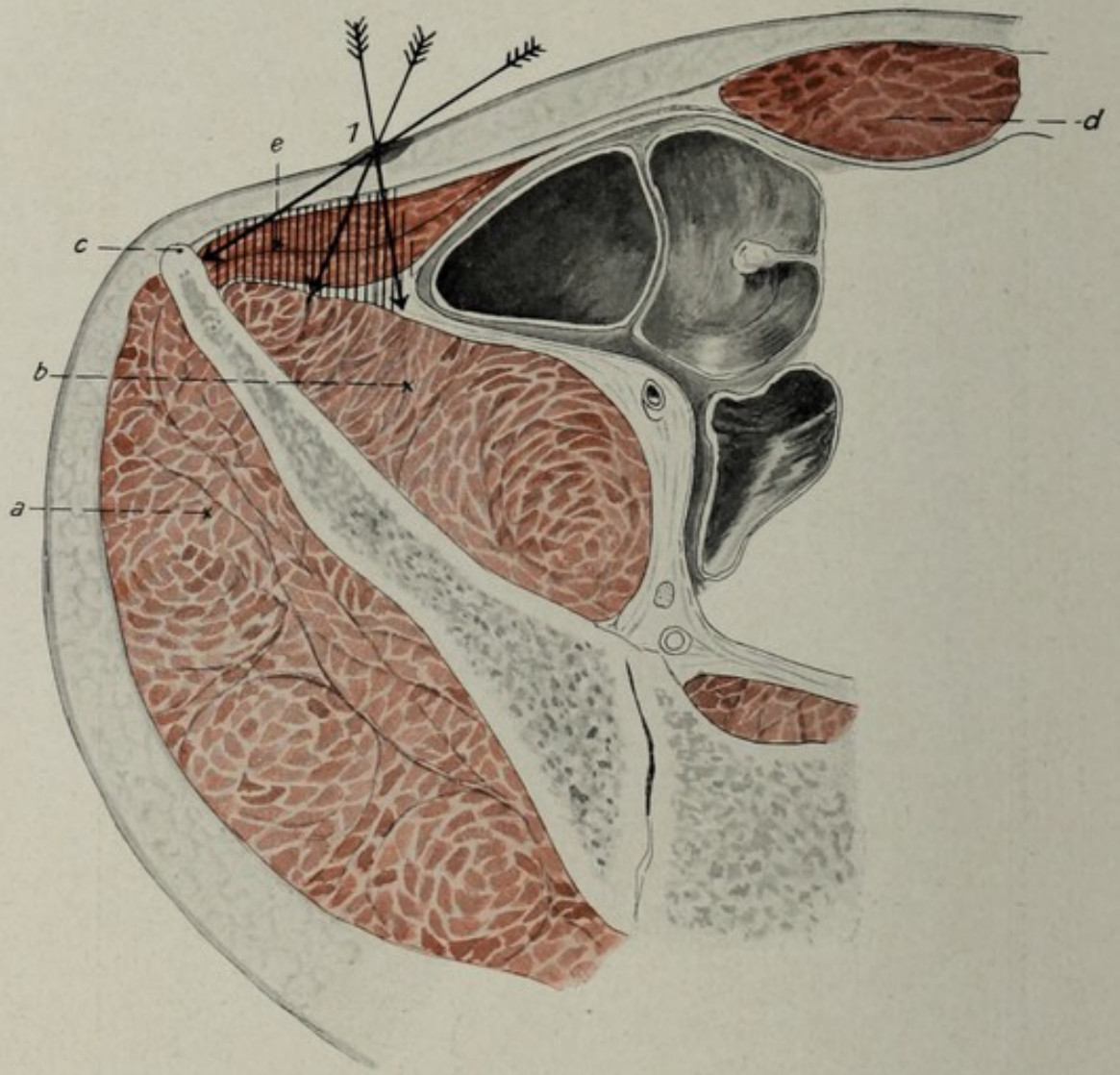


Abb. 136. Querschnitt durch den Bauch in der Höhe der Spina ant. sup. (Nach einem Gefrierschnitt.)

a M. glutaeus. *b* M. iliacus. *c* Spina ilei. *d* M. rectus abdom. *e* M. obliquus ext., int. und transversus. Die Stelle, wo Stamm oder Äste des N. ileo-hypogastricus und ileo-inguinalis liegen können, ist schraffiert. 1 Einstichpunkt.

stantesten ist nach Bodine der N. ileo-hypogastricus, der nicht selten einen den N. ileo-inguinalis ersetzenden Ast durch den Leistenkanal schickt. Auch der N. ileo-inguinalis und spermaticus externus können

sich gegenseitig vertreten. Der tiefer gelegene N. lumbo-inguinalis kommt bei Leistenbruchoperationen kaum in Betracht. Werden die drei erstgenannten Nerven möglichst weit zentralwärts kokainisiert, so muß, worauf Cushing hinwies, der größte Teil des Operationsfeldes unempfindlich werden. Der eigenartige Hodenschmerz wird jedoch wahrscheinlich nicht durch diese Nerven, sondern durch sympathische Fasern vermittelt, die den Samenstrang begleiten.

Verfahren bei reponibelm Leistenbruch.

Zwei Einstichpunkte werden bezeichnet (Abb. 135). Punkt 1 liegt drei Querfinger einwärts von der Spina a. s., Punkt 2 genau über dem horizontalen Schambeinast am äußeren Leistenringe. Vom Punkt 1 infiltriert man nun nach dem Schema Abb. 34, S. 237 die zwischen dem Einstichpunkt und dem Darmbein gelegene Muskelschicht (Pfeil a). Man spritzt also zirka 20 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in folgender Weise ein (Abb. 136 und 137). Man sticht die lange Hohlnadel zuerst senkrecht zur Hautoberfläche durch die Aponeurose des M. obliquus externus und durch die Muskelschichten des M. obliquus internus und transversus, dann in mehreren Absätzen immer schräger gegen die Spina, bis die Nadelspitze auf die Darmbeinschaufel aufstößt. Man beachte, daß hier eine sehr dicke Muskelschicht gelegen ist, welche infiltriert werden muß. Diese Einspritzung unterbricht den N. ileo-inguinalis und N. ileo-hypogastricus. Vom Punkt 1 aus spritzt man weiter unter die Aponeurose des M. obliquus externus gabelförmig nach einem medial und lateral von der Bruchpforte gelegenen Punkt 10—20 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Vom Punkt 2 spritzt man fächerförmig 10 ccm Lösung in die Tiefe, wobei die Nadel jedesmal auf das Schambein stoßen muß. Vom Punkt 2

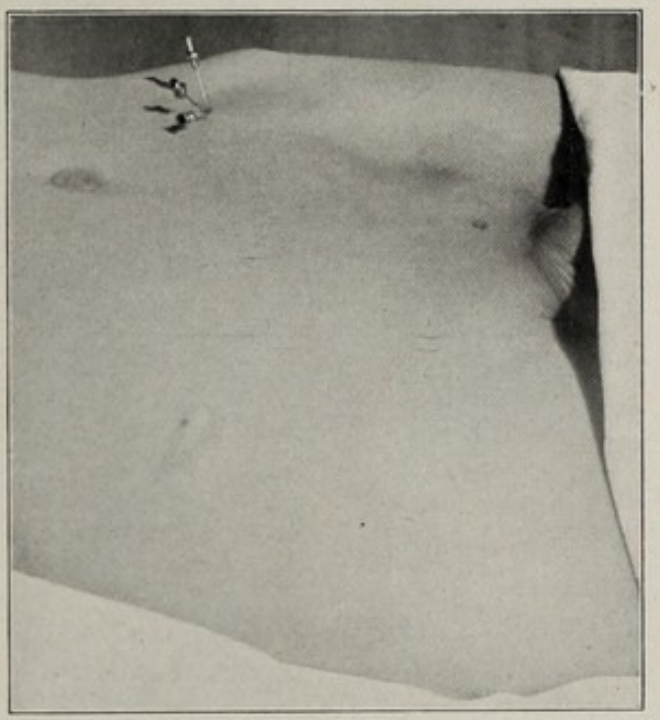


Abb. 137. Nadelführung zur Einspritzung an die Spina bei Leisten- und Schenkelbruchoperationen.

spritzt man weiter 10 ccm gabelförmig unter die Aponeurose in den Leistenkanal, also längs des Samenstranges (Pfeil d und e). Schließlich wird der Hautschnitt subkutan rhombisch umspritzt. Man braucht 75 bis 100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Doppelseitige Brüche werden stets beiderseits eingespritzt und dann erst operiert.

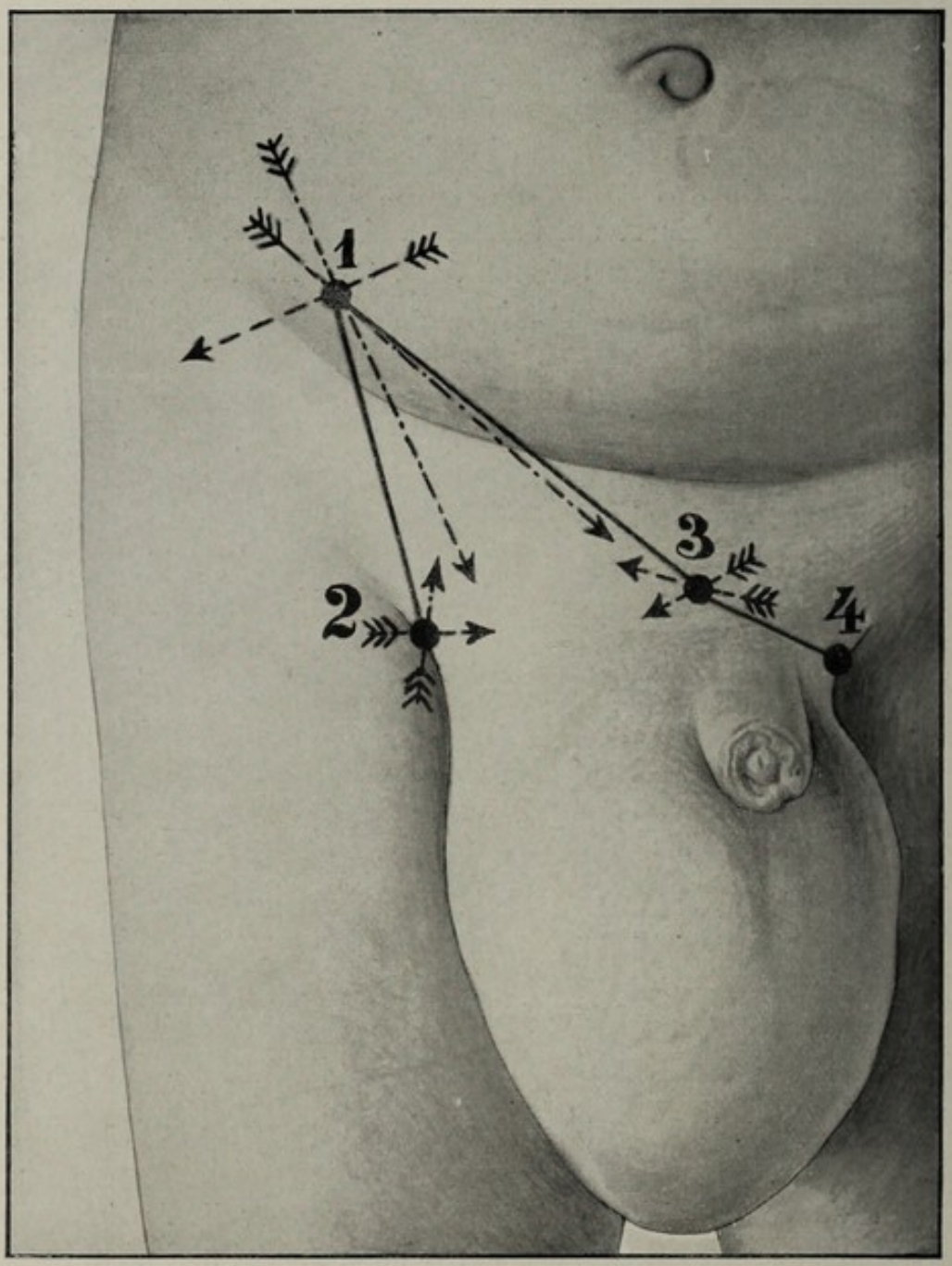


Abb. 138.
Injektion bei irreponibelm Leistenbruch oder freiem Leistenbruch mit großem Bruchsack.
——— Subkutane, - - - - - - - subaponeurotische Einspritzung.

Verfahren bei irreponiblem oder eingeklemmtem Leistenbruch.

Die Lage der Einstichpunkte sowie der subkutanen und subaponeurotischen bzw. subfaszialen Einspritzungslinien ergibt sich aus den Abbildungen 138 und 139. Vom Punkt 1 führt man zunächst wieder die oben beschriebenen Einspritzungen gegen das Darmbein aus.

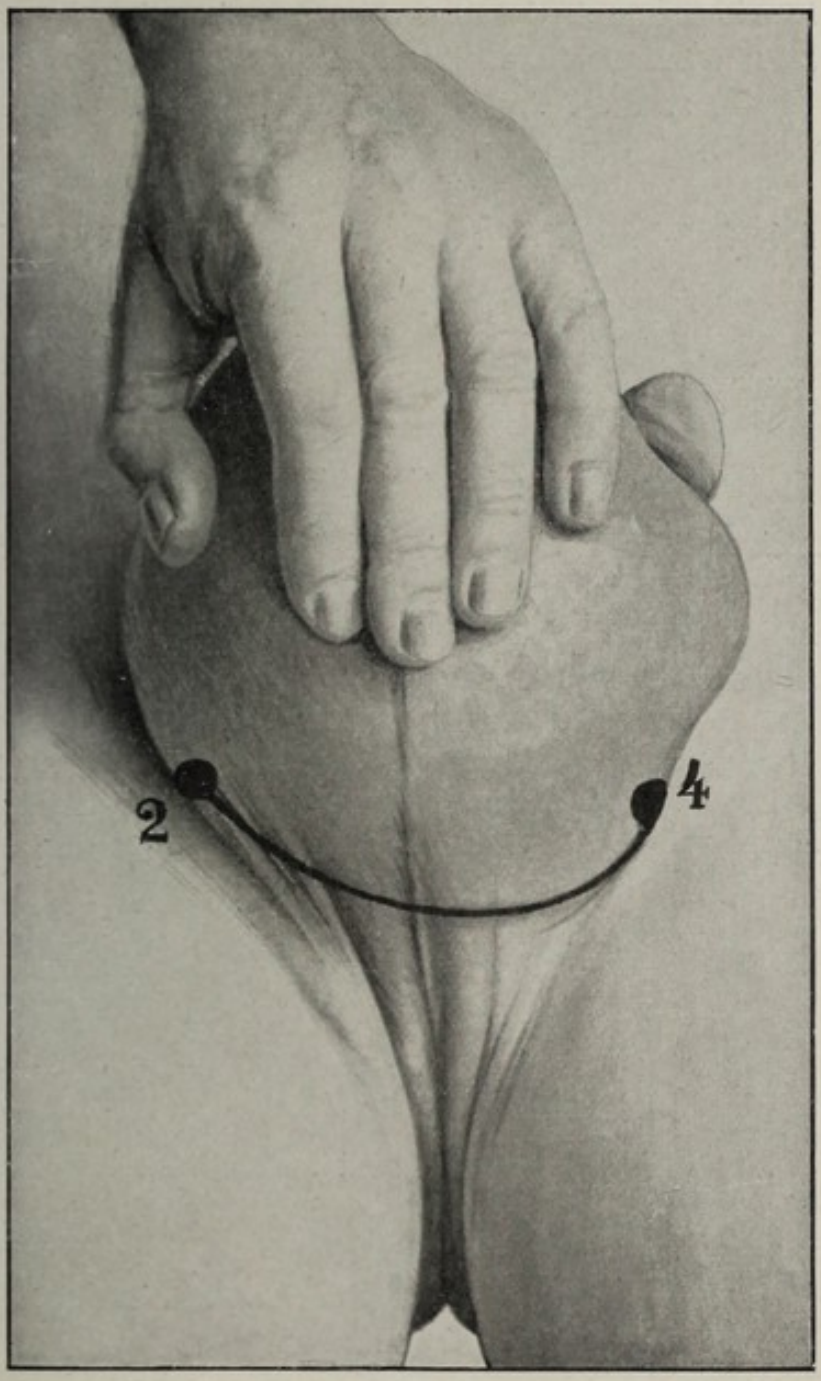


Abb. 139. Ergänzung zu Abb. 138.

Es folgen subaponeurotische Einspritzungen gegen Punkt 2 und 3. Die nun folgenden tiefen Einspritzungen von Punkt 2 und 3 werden ausgeführt, während die Bruchgeschwulst mit der linken Hand nach innen bzw. nach außen ganz beiseite gehalten wird. Von beiden Punkten aus muß die Nadelspitze das Schambein unter der Bruchgeschwulst erreichen. Weiter wird von Punkt 2 und 3 in den Leistenkanal unter die Aponeurose längs des Bruchsackhalses eingespritzt. Den Beschluß bildet die subkutane Einspritzung zwischen den Punkten 1, 2 und 3, sowie die subkutane Umspritzung des ganzen Skrotums und Penis, wie die Abbildungen dies zeigen. Bei sehr großen Brüchen braucht man gegen 150 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Reponible Brüche mit sehr großen, bis in den Grund des Hodensacks reichenden alten Bruchsäcken behandelt man besser wie eben für die irreponibeln Brüche beschrieben ist, umspritzt also auch da den ganzen Hodensack.

Verfahren bei Schenkelbrüchen.

Ein Blick auf Abb. 134 lehrt, daß das Operationsfeld in der Hauptsache von denselben Nervenstämmen innerviert wird, deren Leitungsunterbrechung den wesentlichen Teil der Betäubung des Leistenbruchoperationsfeldes bildet. Die Betäubung der Schenkelbrüche geschieht deshalb folgendermaßen (Abb. 140).

Es sind vier Einstichpunkte durch Quaddeln zu bezeichnen. Der Punkt 1 hat die gleiche Lage wie bei Leistenbruchoperationen, drei Querfinger breit medial von der Spina aus. Punkt 2 und 3 liegen medial und lateral von der Bruchgeschwulst und von dem Ende des beabsichtigten, dem Lig. Poupartii parallelen Schnittes. Punkt 4 liegt unterhalb der Bruchgeschwulst.

Man beginnt mit den intramuskulären Einspritzungen von Punkt 1, welche gegen die Spina gerichtet sind, ganz wie bei Leistenbrüchen. Dann spritzt man von Punkt 1 wiederum gabelförmig subfaszial und führt hierbei die Hohlnadel medial und lateral vom Bruchsackhals bis unter das Lig. Poupartii vor. Darauf spritzt man vom Punkt 4 10 ccm Novokain-Suprareninlösung in die Umgebung des Bruchsackhalses, möglichst nahe an denselben heran, und schließt mit subkutaner Umspritzung, wie die ausgezogene Linie angibt.

Die Operationen sind alsdann vollkommen schmerzlos; weder bei der Radikaloperation, noch wenn bei etwaigen Komplikationen die

Spaltung des Lig. Poupartii nach oben notwendig wird, sind weitere Einspritzungen erforderlich. Auch können die inguinalen Operationsmethoden ohne weiteres angewendet werden.

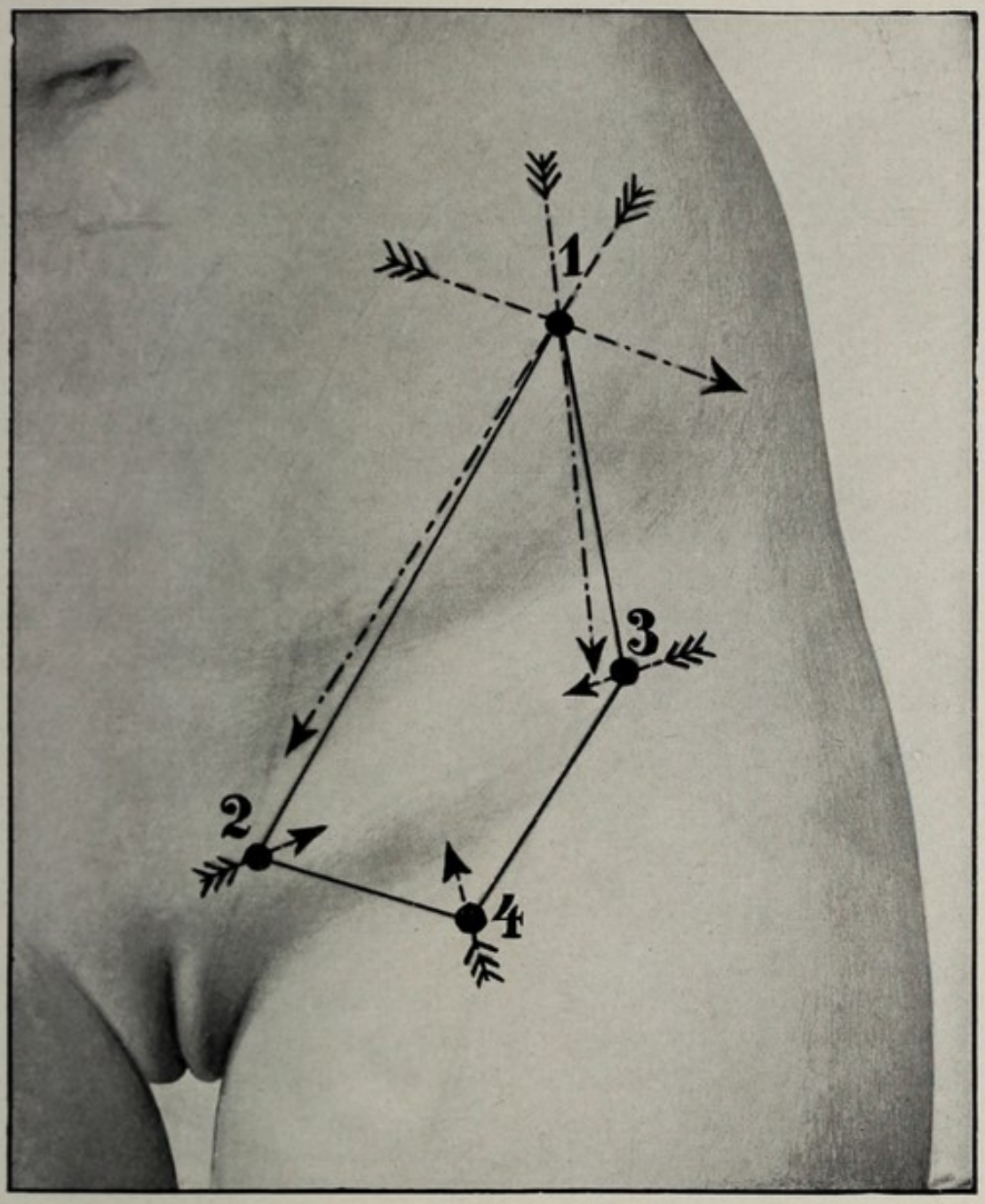


Abb. 140. Örtliche Betäubung beim Schenkelbruch.

Die Größe und sonstige Beschaffenheit eines Bruches, ob er eingeklemmt ist oder nicht, ob reponibel oder nicht, spielt also bei unserem Betäubungsverfahren keine Rolle. Schwierigkeiten bereitet die Betäu-

bung nur selten bei sehr fettleibigen und aufgeregten Personen. Im letzteren Falle gibt man Morphium oder Morphium-Skopolamin. Sonst brauchen die Kranken keine Vorbereitung mit narkotischen Mitteln. Abdominellen Sensationen begegnet man nur selten einmal, wenn man einen Bruchsack sehr weit ablöst und herauszieht, oder bei gangränösen Hernien zuweilen, wenn die Mesenterien unterbunden werden. Sie halten sich meist in so erträglichen Grenzen, daß man nur ganz ausnahmsweise einmal mit einem kurzen Chloräthylrausch nachzuhelfen hat.

Härtel hat versucht, die Einspritzungen bei Leisten- und Schenkelbrüchen in folgender Weise zu vereinfachen. Es wird die Mitte zwischen fühlbarer Pulsation der A. femoralis und dem vorderen Darmbeinstachel aufgesucht und fingerbreit bauchwärts von diesem Punkt ein Einstich bezeichnet. Von ihm aus führt man die Hohlnadel fächerförmig durch die Aponeurose, zuerst steil in die Tiefe längs der Innenfläche des Poupartschen Bandes in den M. psoas, dann immer flacher unter die Aponeurose des Obliquus externus. Hierdurch werden alle in Frage kommenden Nervenstämme, auch der N. spermaticus, unterbrochen und man hat nur noch eine subkutane Umspritzung des Operationsfeldes nötig. Der Samenstrang bedarf aber m. E. dann doch noch einer besonderen Einspritzung, um die ihn begleitenden sympathischen Nervenfasern zu unterbrechen.

---

15. Die Operationen an den Harn- und Geschlechtsorganen und am Mastdarm.

Die Innervation.

Die Innervation der Organe des kleinen Beckens und teilweise der äußeren Genitalien geschieht durch den N. pudendus, durch Beckenäste des N. cutaneus femoris posterior, durch spinale, dem Plexus sacralis entstammende Nerven (N. pelvicus), die sich den sympathischen Nervengeflechten der Beckenorgane beigesellen, und durch die dem Plexus coccygeus angehörigen Nerven. Ihre Ausbreitung am Damm und den äußeren Geschlechtsteilen ist aus Abb. 141 und 142 zu ersehen.

Der Stamm des N. pudendus verläßt das Becken durch das Foramen ischiadicum majus, legt sich dann aber sofort der Außenfläche

der Spina ossis ischii an, um, in seine Äste zerfallend, zwischen Lig. tuberososacrum und spinososacrum wieder ins kleine Becken einzutreten. Die Äste liegen im Cavum ischio-rectale und versorgen die Haut des Damms, teilweise des Afters, die Haut der Rückseite des Hoden-

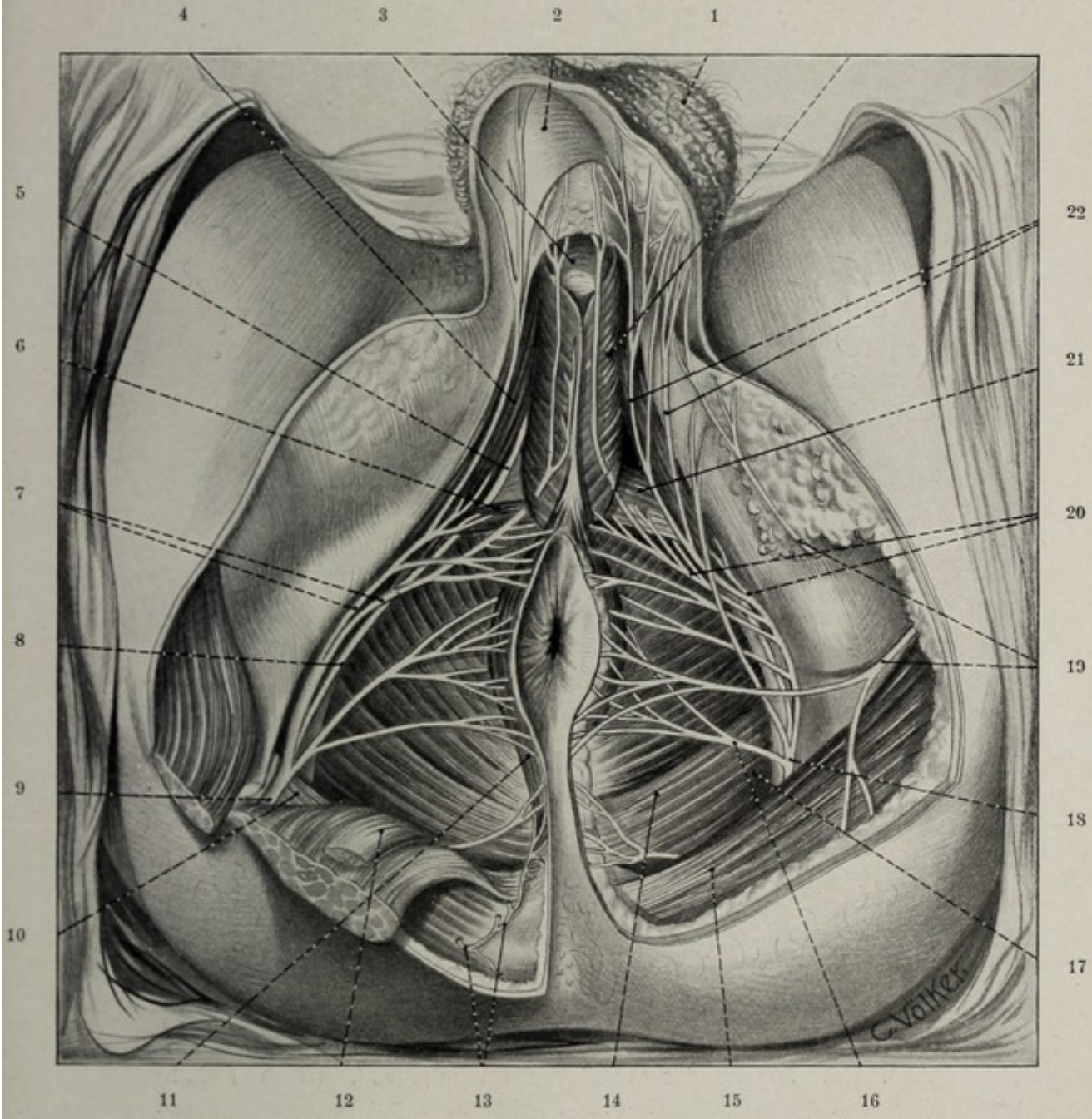


Abb. 141. Nerven der männlichen Dammgegend. (Nach Toldt.)

1 Scrotum. 2 Tunica dartos. 3 Corpus cav. urethrae. 4 M. ischio-cavernosus. 5 N. dorsalis penis. 6 M. transversus perinei superf. 7 N. perinei. 8 N. dorsalis penis. 9 N. pudendus. 10 Lig. sacrospinosum. 11 M. sphincter ani ext. 12 Lig. sacrotuberosum. 13 N. N. ano-coccygei. 14 M. levator ani. 15 M. glutaeus max. 16 N. haemorrhoidalis inf. 17 Fossa ischio-rectalis. 18 N. perinei. 19 Rami perineales des N. cutaneus fem. posterior. 20 Zweige des N. perinei. 21 M. transversus perinei prof. 22 N. N. scrotales posteriores.

sacks, die Harnröhre und Schwellkörper, den Penis, beim Weibe die kleinen Schamlippen, also den größten Teil des Scheideneingangs, einen Teil der großen Schamlippen.

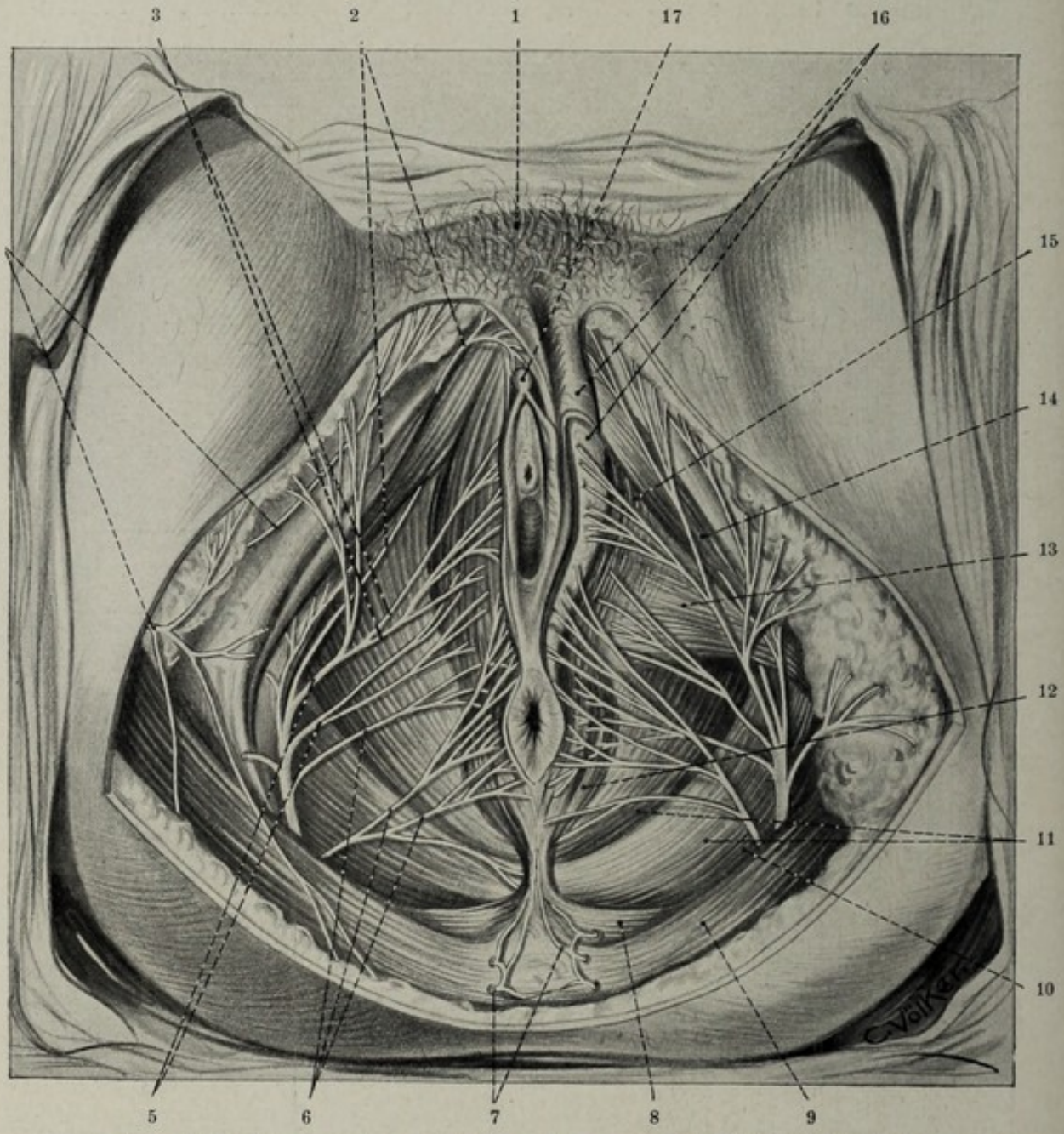


Abb. 142. Nerven der weiblichen Dammgegend. (Nach Toldt.)

1 Mons pubis. 2 N. dorsalis clitoridis. 3 N. N. labiales post. 4 Rami perineales des N. cutaneus fem. post. 5 N. perinei. 6 N. N. haemorrhoidales inf. 7 N. N. ano-coccygei. 8 M. coccygeus. 9 M. glutaeus max. 10 Fossa ischio-rectalis. 11 M. levator ani. 12 M. sphincter ani ext. 13 M. transversus perinei prof. 14 M. ischio-cavernosus. 15 M. bulbo-cavernosus. 16 Labium majus. 17 Clitoris.

An der Innervation der Aftergegend und des Damms, der Hodensackhaut und der großen Schamlippen beteiligen sich die Beckenäste

des N. cutaneus femoris posterior und die aus dem Leistenkanal herauskommenden Nerven, an der Innervation der Aftergegend auch die dem Plexus coccygeus entstammenden Nerven.

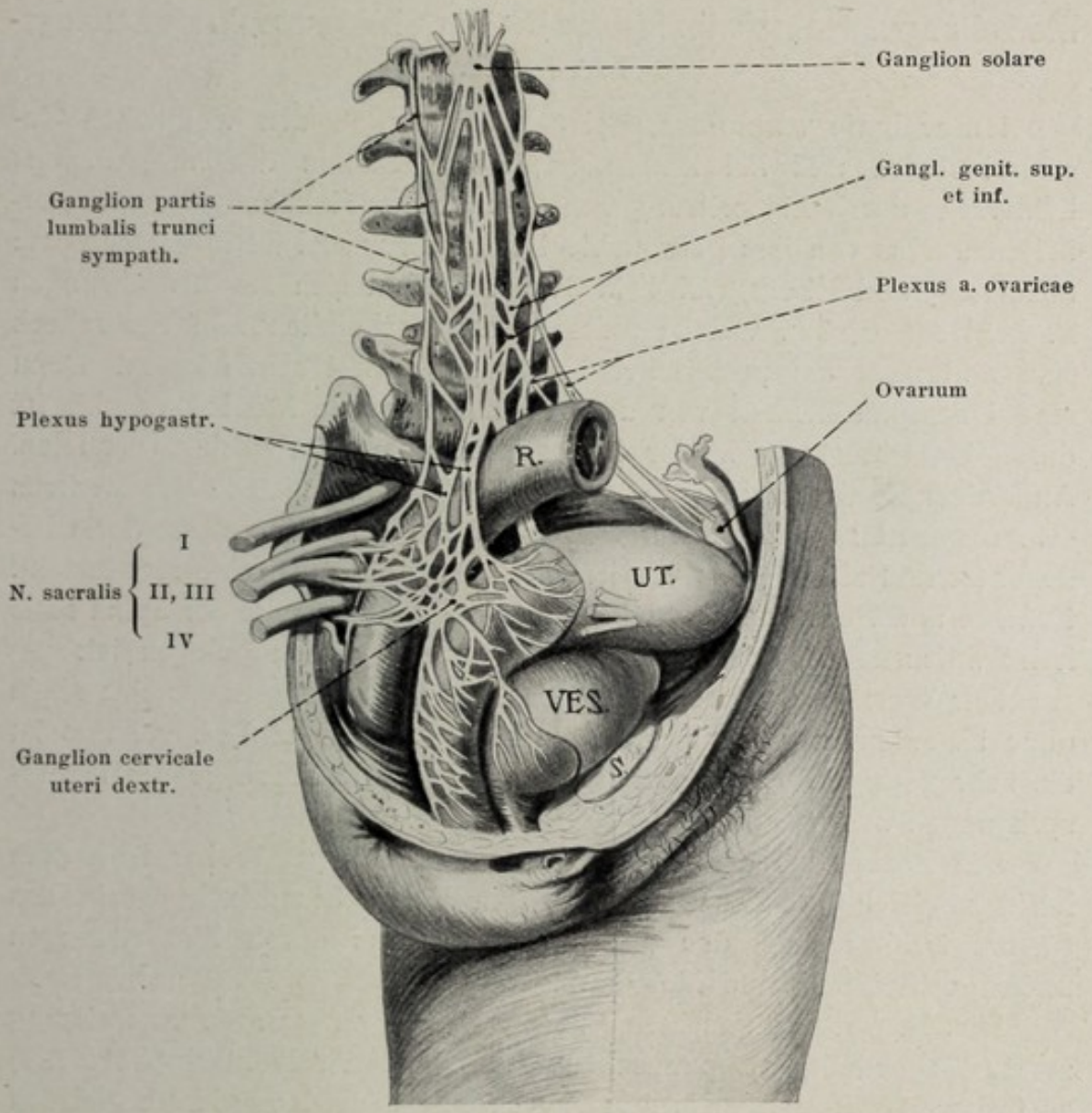


Abb. 143. Die Innervation der Beckenorgane. (Nach Corning.)

Die als N. pelvicus bezeichneten vegetativen Nerven entspringen aus dem zweiten, dritten und vierten Kreuzbeinnerven, verlaufen beiderseits neben dem Mastdarm nach vorn und verbinden sich mit dem beim Weibe seitlich zwischen Gebärmutterhals und Mastdarm gelegenen sympathischen Geflecht (Ganglion cervicale uteri) (Abb. 143). Beim Manne

liegt letzteres seitlich zwischen Prostata und Mastdarm. Der N. pelvicus innerviert Blase, Uterus, Prostata und die höher gelegenen Teile des Mastdarms, sowie den unteren Teil des Beckenperitoneums.

Die Leitungsanästhesie im kleinen Becken. Die parasakrale Leitungsanästhesie.

Ilmer hatte empfohlen, bei Operationen an den weiblichen Geschlechtsteilen und bei Entbindungen den Stamm des N. pudendus beiderseits durch Einspritzung von 5—10%iger Kokainlösung zu unterbrechen. Das von ihm gebrauchte Betäubungsmittel ist in dieser Form unzulässig und lebensgefährlich. Ilmer bezieht sich auf Ausführungen B. Müllers (I, 32), welche indessen augenscheinlich rein theoretisch sind und nicht auf praktischer Erfahrung basiert sein können. Denn eine Unempfindlichkeit von der Ausdehnung wie Müller angibt, ist durch Unterbrechung beider Pudendusstämme unmöglich zu erzielen. Außerdem ist der Stamm des Nerven an der Innenfläche des Beckens sehr unzuverlässig zu treffen, weil er da von der Fascia obturatoria bedeckt ist und sich bereits vor Eintritt in das Cavum ischio-rectale teilt. Franke und Posner raten daher, ihn an der Außenseite der Spina ossis ischii aufzusuchen, wo er im lockeren Bindegewebe gelegen ist.

Der Wert der Unterbrechung des Pudendusstammes für sich allein ohne N. cutaneus femoris post., Plexus coccygeus und N. pelvicus ist ein sehr geringer. Es ist viel leichter, seine Äste durch geeignete Einspritzungen auszuschalten.

Die Beckenäste des N. cutaneus femoris posterior trifft man leicht zugleich mit den Pudendusästen durch Einspritzungen in das Cavum ischio-rectale, den Plexus coccygeus durch Einspritzungen zwischen Steißbein und Mastdarm.

Den N. pelvicus suchten Franke und Posner durch Einspritzung in die Gegend des sympathischen Ganglion cervicale uteri (Abb. 137) zu treffen. Sie führen zu diesem Zweck eine 15 cm lange Hohlnadel von einem seitlich vor dem After gelegenen Punkt seitlich zwischen Mastdarm und Prostata in die Höhe bis in die Gegend des Ganglions und spritzen dort beiderseits je 15 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung ein. In Verbindung mit der oben erwähnten Einspritzung an den Pudendusstamm und mit Einspritzung in das Cavum ischio-rectale konnten sie perineale Prostatektomien und eine Lithothripsie schmerzlos ausführen.

Alle diese Versuche haben zurzeit nur noch geschichtliches Interesse, weil sie den Entwicklungsgang der örtlichen Betäubung an dieser

Körperstelle zur Anschauung bringen. Denn die Stellen, wo die vorderen Äste der Sakralnerven zugleich mit dem N. pelvicus leicht und zuverlässig zu erreichen sind, sind ihre Austrittsstellen aus den Kreuzbeinlöchern. Damit wird der ganze Plexus pudendus nebst seinen Verbindungen mit dem sympathischen Nervensystem sowie der N. cutaneus femoris posterior unterbrochen. Ich habe dieses Verfahren

parasakrale Leitungsanästhesie

genannt mit Rücksicht auf die grundsätzlich gleichartige paravertebrale Leitungsanästhesie und weil die Unterbrechung neben den Kreuzbein-

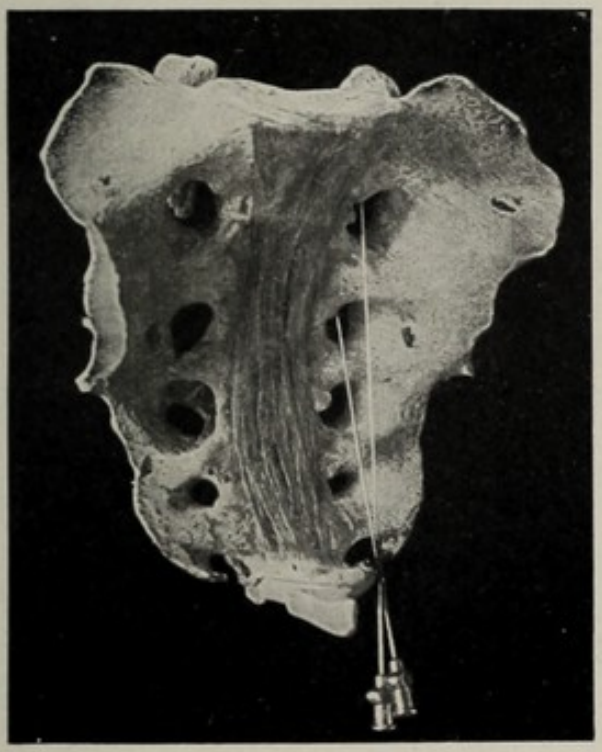


Abb. 144. Nadelführung zur parasakralen Leitungsanästhesie.

wirbeln vorgenommen wird. Sie ist ein für die Operationen an den Geschlechtsorganen und den Beckenorganen sehr brauchbares Betäubungsverfahren, einfach in der Technik, daher sehr leicht zu erlernen, vollkommen gefahrlos und vollkommen zuverlässig. Sie ist der Lumbalanästhesie überlegen, weil sie gefahrlos ist und die durch sie erzielte Gefühllosigkeit von weit längerer Dauer ist, und ist der epiduralen, sakralen Einspritzung überlegen, weil man mit Versagern gar nicht zu rechnen braucht. Die Technik der parasakralen Anästhesie ist folgende.

Die Betrachtung der Innenfläche des Kreuzbeins lehrt, daß sie im unteren Teil nur sehr flach gewölbt ist. Man kann daher von

einem Punkt des unteren Kreuzbeinrandes, der neben dem Kreuzsteißbeingelenk gelegen ist, eine Hohlnadel über das 5., 4., 3. und 2. Sakralloch nach oben schieben, fast ohne die Fühlung mit dem Knochen zu verlieren. An dem überhängenden oberen Rande des 2. Sakrallochs muß aber die Nadelspitze nun unbedingt hängen bleiben. Dieser Punkt liegt beim Erwachsenen 6—7 cm vom unteren Kreuzbeinrande entfernt. Soll die Nadel nun zum 1. Sakralloch gelangen, so muß man den Nadelgriff senken und sie in dieser Richtung von neuem einführen

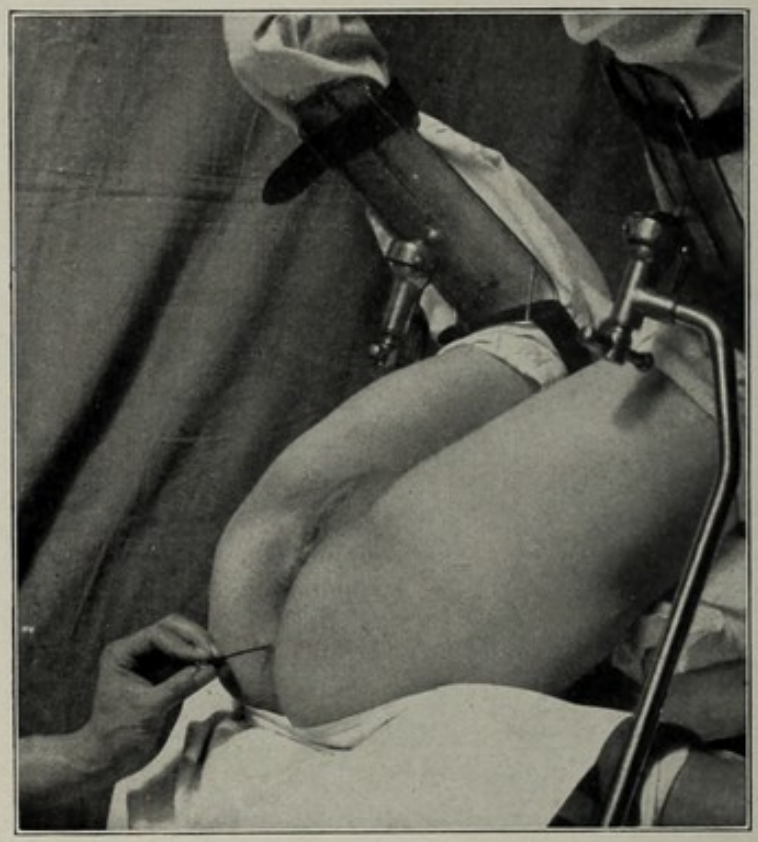


Abb. 145. Parasakrale Einspritzung.

(Abb. 144). Sie dringt dann tiefer ein und stößt 9—10 cm vom Kreuzbeinrande entfernt an der oberen überhängenden Umrandung des 1. Sakrallochs von neuem auf Knochen. Es kommt aber nicht etwa darauf an, mit der Hohlnadel die Sakrallöcher zu treffen, das ist glücklicherweise unmöglich, es handelt sich lediglich darum, die Kreuzbeinaushöhlung mit dünner Novokain-Suprareninlösung anzufüllen.

Der Kranke wird in Steißrückenlage gebracht. Zwei Einstichpunkte werden durch Quaddeln bezeichnet. Sie liegen rechts und links von der Steißbeinspitze, von ihr $1\frac{1}{2}$—2 cm entfernt. Von einem der Punkte sticht man nun eine mindestens 12,5 cm lange, dünne Hohlnadel ein

und sucht mit ihrer Spitze zunächst den unteren Kreuzbeinrand neben dem Kreuzsteißbeingelenk auf. Dann tastet man sich an diesem Rande vorn vorbei und schiebt die Hohlnadel längs der Innenfläche des Kreuzbeins, parallel zur Medianebene vor, bis sie ungefähr in der angegebenen Tiefe auf Knochen stößt (Abb. 145). Die Spitze befindet sich dann an der oberen Umrandung des 2. Sakrallochs. Während nun die Nadel langsam und in Absätzen wieder zurückgezogen wird, spritzt man 40—50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung ein, welche die Umgebung des 2.—5. Sakrallochs infiltriert. Jetzt wird die Nadel, nachdem sie ins Unterhautzellgewebe zurückgezogen war, in einem kleinen Winkel mehr nach der Linea innominata gerichtet, stets parallel zur Medianebene, von neuem vorgeschoben. Sie dringt in dieser Richtung weiter ein als vorher und stößt am oberen Rande des 1. Sakrallochs wieder auf Knochen. An dieser Stelle werden wieder 30—40 ccm der Lösung eingespritzt.

Weiter muß der Plexus coccygeus unterbrochen werden, und zwar nicht nur dessen vordere, sondern auch seine hinteren Äste, welche sich an der Innervation der Haut der Anal- und Dammgegend beteiligen. Man spritzt daher 5—10 ccm vor das Steißbein, zwischen Steißbein und Mastdarm, und ebensoviel auf die Rückfläche des Steißbeins.

Das gleiche geschieht auf der anderen Seite. Manchmal finden sich in die Haut des Damms, Skrotums und der Schamlippen von der Seite, vom Oberschenkel her einstrahlende Innervationen, welche durch die parasakrale Einspritzung nicht mit getroffen werden. Ich empfehle deshalb grundsätzlich zum Schluß vor Operation an After, Damm und bei vaginalen Operationen:

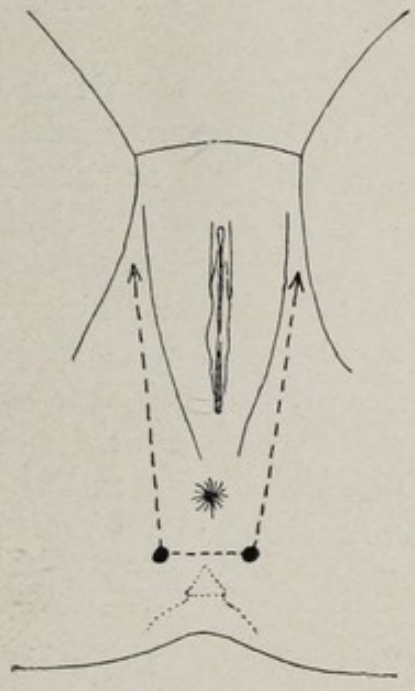


Abb. 146. Ergänzung der parasakralen Einspritzung: Umspritzung von After und Damm.

1. die beiden Einstichpunkte für die parasakrale Einspritzung (5 ccm ½%ige Lösung) noch durch einen subkutanen Infiltrationsstreifen zu verbinden und

2. von jedem der Einstichpunkte mit der gleichen langen Hohlnadel, die für die parasakrale Einspritzung gebraucht wurde, einen neben After und Damm, Hodensack oder Schamlippe nach vorn verlaufenden Streifen subkutan zu infiltrieren (je 10 ccm) (Abb. 146).

Ich stimme Siegel bei, daß es besser ist, für die parasakrale Einspritzung mehr ½%ige, als weniger 1%ige Novokain-Suprareninlösung zu verwenden und brauche in der Regel 75—100 ccm von ersterer auf jeder Seite.

Unempfindlich werden bei diesem Verfahren After und Mastdarm bis zur Flexur hinauf, Damm, Harnröhre und Blase, beim Manne der Hodensack, der Penis und die Prostata, beim Weibe Scheideneingang, Scheide, Gebärmutter, ferner der Beckenboden, die Parametrien, die abhängigen Teile des Beckenperitoneums. Gelähmt werden der Schließmuskel des Afters und der Scheide. Daraus ergibt sich sein Anwendungsgebiet, die Operationen an der Harnröhre, Prostata und Blase, die Operationen am Mastdarm und beim Weibe die vaginalen Operationen.

Die Unempfindlichkeit tritt nach der Einspritzung in der Regel sehr schnell ein. Sie ist stets vollendet, wenn nach der Einspritzung die Vorbereitungen zur Operation beendigt sind.

Die parasakrale Anästhesie ist frei von den Nebenwirkungen der paravertebralen Anästhesie. Bei 412 Fällen, in denen ich das Verfahren ausführte, hat sich niemals auch nur eine Andeutung einer Novokainvergiftung gezeigt. 18 mal war die Unterbrechung des Plexus sacralis nicht vollständig.

Danis und Reinhardt beschreiben Verfahren, bei denen die Hohlnadel von der Rückseite her durch jedes der 10 Sakrallöcher durchgeführt und auf diese Weise mit den Wurzeln der Kreuzbeinnerven in Berührung gebracht werden soll. Ich glaube nicht, daß es mit dem oben beschriebenen Verfahren in Wettbewerb treten kann.

Nierenoperationen.

Läwen (XVII, 50) beschreibt eine mit gutem Erfolg in örtlicher Betäubung ausgeführte Pyelotomie wegen Nierenstein. Er spritzte paravertebral von vier etwa 4 cm von der Mittellinie entfernten Einstichpunkten je 10 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung an den zwölften Zwischenrippennerven und ersten bis dritten Lendennerven und umspritzte das Operationsfeld mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Nur die Luxation der Niere war nicht ganz unempfindlich.

Kappis (XVII, 40—43) empfiehlt für Nierenoperationen die reine paravertebrale Leitungsanästhesie ohne gleichzeitige Umspritzung. Man muß hierzu D_8—L_1, bei Operationen am Ureter auch L_2 und L_3 unterbrechen. Über die Technik der paravertebralen Einspritzung s. S. 343. Ich habe, angeregt durch die Mitteilung von Kappis, die Exstirpation eines großen Hypernephroms mit dieser Technik ausgeführt. Die Kranke

hat von der langwierigen Operation nichts gefühlt als das Unterbinden des Nierenstiels, wobei einige Züge Äthernarkose nötig waren. Kappis berichtet neuerdings über 32 in paravertebraler Anästhesie ausgeführte Nierenoperationen. Die Operationen waren teils ganz schmerzlos, teils mußte etwas Narkose zu Hilfe genommen werden, in zwei Fällen war der Gefühlsverlust nicht genügend. Aber es wurde außer leichteren Vergiftungen ein Todesfall im Anschluß an die paravertebrale Einspritzung beobachtet. Die sofort nach dem Tode entnommene Spinalflüssigkeit enthielt Novokain.

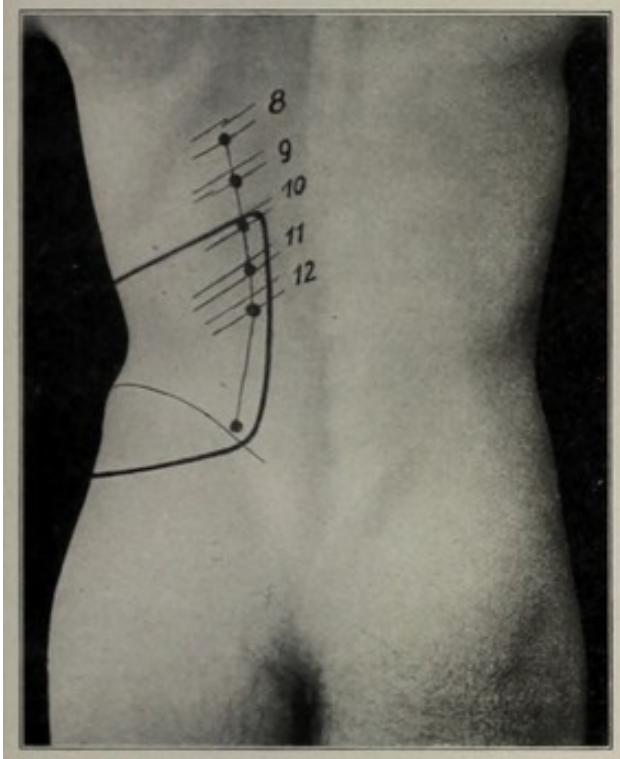


Abb. 147.

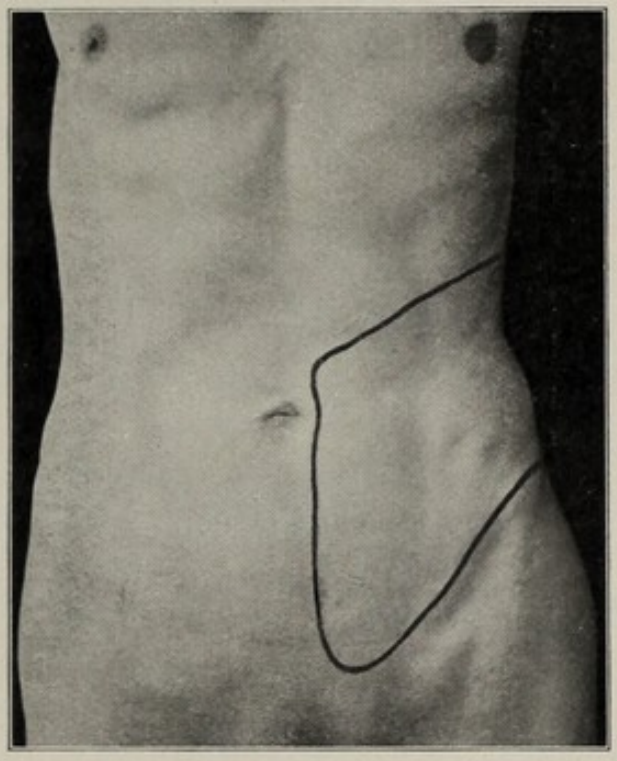


Abb. 148.

Einspritzungstechnik für Nierenoperationen. Die Linie bezeichnet die Ausdehnung des Gefühlsverlustes.

Nach meinen Erfahrungen ist die paravertebrale Anästhesie bei Nierenoperationen überflüssig. Interkostale Anästhesie, in einiger Entfernung von der Wirbelsäule ausgeführt, ist vollkommen ausreichend. Die Einspritzungen werden nach dem durch die Abbildungen 147 und 148 erläuterten Verfahren ausgeführt.

Zwei Einstichpunkte werden am lateralen Rande des Rückenstreckers bezeichnet, der eine an der 12. Rippe, der andere am Darmbeinkamm. Zwischen diesen Punkten wird die Muskulatur bis ins Nierenfett bzw. bis auf die Wirbelkörper mit Hilfe langer Nadeln reichlich (75 ccm) mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert. Weiter

werden die Zwischenrippennerven D_{11} bis D_8 durch Einspritzung von je 10 ccm der gleichen Lösung in die Zwischenrippenräume unterbrochen. Zur Abkürzung der — übrigens meist sehr kurzen — Wartezeit kann man noch den Hautschnitt subkutan infiltrieren. Der Gefühlsverlust hatte bei drei daraufhin untersuchten Fällen die in Abb. 147, 148 bezeichnete Ausdehnung.

Die Ergebnisse dieses Verfahrens sind sehr günstige. Beim Abbinden des Nierenstils oder wenn nach Eröffnung des Peritoneums die andere Niere untersucht werden soll, muß zuweilen eine kurze Narkose eingeschaltet werden. Ein ungünstiger Einfluß des Novokains auf die Nieren ist nicht nachgewiesen (s. S. 210). Jedenfalls ist er geringer als derjenige einer langen Narkose. Daher verdient die örtliche Betäubung den Vorzug, wenn eine Schädigung der Nieren bei einem Kranken schon nachgewiesen ist oder vermutet wird.

Die Betäubung der Blasen- und Harnröhrenschleimhaut.

Die Anwendung konzentrierter Kokainlösung auf so große resorbierende Flächen, wie Blase und männliche Urethra, ist bekanntermaßen mit ganz erheblicher Lebensgefahr verbunden. Zahlreiche Opfer hat diese unzulässige Form der Kokainbetäubung gekostet. Selbst nur 1%ige Kokainlösung hat, in Menge von 5 ccm in die Harnröhre gespritzt, plötzlichen Tod verursacht (Czerny, VIII, 19). Die toxischen Nebenwirkungen des Mittels sind bei dieser Art der Anwendung ganz und gar von der Konzentration der Lösung abhängig und nicht von der Menge. Verdünnte Kokainlösung (0,1—0,2% für die Blase, 0,5% für die Harnröhre) mit Suprareninzusatz ist ungefährlich und bewirkt den gleichen Grad von örtlicher Betäubung wie konzentrierte Lösung, wenn sie nur genügend lange mit der Schleimhaut in Berührung gelassen wird.

Alypin in Verbindung mit Suprarenin vermag von den neueren Mitteln Kokain am besten zu ersetzen. Vorsicht mit konzentrierten Lösungen ist aber auch beim Gebrauch dieses Mittels am Platze. Denn Garrasch hat zweimal nach Einspritzung von 5 ccm 2%iger bzw. 5%iger Alypinlösung in die Harnröhre schwere Vergiftungen, Proskauer einen Todesfall nach Alypinisierung der Blase erlebt (s. S. 136).

Um die Blasenschleimhaut gegen Berührungen mit Instrumenten und oberflächliche operative Eingriffe unempfindlich zu machen, füllt man die Blase mit ½%iger Alypinlösung mit Suprareninzusatz und läßt letztere 15—30 Minuten in ihr stehen. War es nicht möglich, die Blasenschleimhaut vor der Einspritzung der Lösung genügend zu reini-

gen, ist die Blase mit Blut gefüllt, die Schleimhaut inkrustiert oder mit fest anhaftendem Schleim bedeckt, so ist eine für die Betäubung ausreichende Berührung der Lösung mit der Schleimhaut nicht zu erreichen. Bei intravesikalen Eingriffen, welche durch die Harnröhre hindurch stattfinden, ist die Betäubung des hinteren, sehr empfindlichen Teils der Harnröhre meist wichtiger, wie diejenige der Blasenschleimhaut.

Um die Schleimhaut der männlichen Harnröhre unempfindlich zu machen, verfährt man, wenn sie durchgängig ist, folgendermaßen. Ein dünner Nélatonkatheter wird in die Blase eingeführt und so weit zurückgezogen, bis eben keine Flüssigkeit mehr ausläuft. In den Katheter spritzt man nun 5 ccm 1%ige Alypin-Suprareninlösung (über die Herstellung derselben s. S. 223), während er gleichzeitig langsam herausgezogen wird. Während des Herausziehens wird das Ausfließen von Flüssigkeit aus der Harnröhrenmündung verhindert, der Penis wird mit einem Bande zugebunden. Die Lösung muß mindestens zehn Minuten, besser eine Viertelstunde in der Harnröhre belassen werden. Das ist wesentlich, denn davon hängt die Stärke und Dauer der örtlichen Betäubung ab. Ist die Harnröhre nicht durchgängig, so muß man die Lösung von vorn einspritzen und den Penis zubinden, auch — bei Strikturen — die Einspritzung wiederholen, wenn die Striktur durchgängig geworden ist. Dieses Verfahren macht den Katheterismus und Dehnung von Strikturen gänzlich schmerzlos.

Um die Schleimhaut der weiblichen Urethra unempfindlich zu machen, taucht man einen Watteträger in 2%ige Alypin-Suprareninlösung und bringt alle Teile der Schleimhaut vom Orificium externum bis zum Blasenhals durch Auswischen und Aufdrücken in Berührung mit dem Betäubungsmittel. Auch dies muß mehrere Minuten hindurch wiederholt werden. Zur Dehnung der Urethra, wie sie zuweilen verlangt wird, reicht die gewonnene Schleimhautbetäubung nicht aus. Bei allen umständlicheren Eingriffen an der Harnröhre oder Blasenschleimhaut ist die parasakrale Einspritzung der intraurethralen oder intravesikalen Einspritzung weit überlegen.

Operationen an der Blase.

Ich führe die Epizystotomie zur Entfernung von Blasensteinen oder Tumoren so gut wie ausnahmslos in örtlicher Betäubung aus. Man beginnt mit der parasakralen Anästhesie, infiltriert die Bauchdecken in der Schnittlinie mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung und füllt auch den prävesikalen Raum mit dieser Lösung.

Operationen am Hodensack und den Hoden.

Die Haut des Hodensacks und die Tunica vaginalis comm. werden größtenteils vom Damm her durch die subkutan verlaufenden Endäste des N. pudendus und cutaneus fem. post., weiter oben auch von Zweigen des aus dem Leistenkanal herauskommenden N. ileo-inguinalis und spermaticus ext. innerviert. Letztere beiden Nerven versorgen allein Samenstrang, Hoden und Tunica vaginalis propria. Zu einer vollständigen Betäubung dieser Teile ist daher folgende Einspritzung nötig.

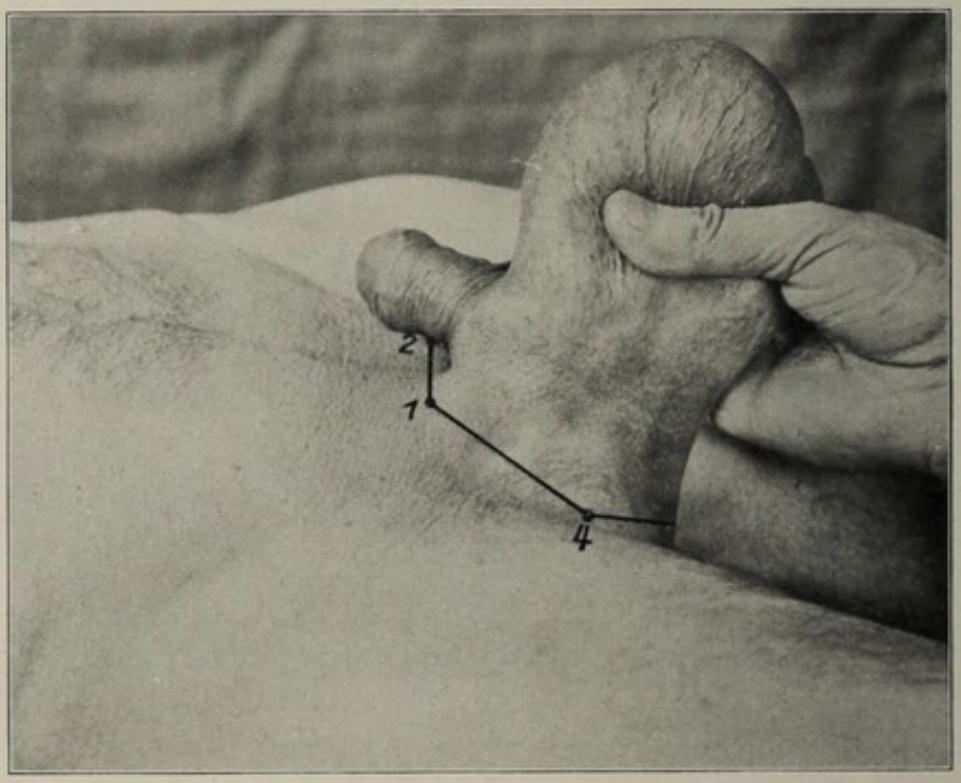


Abb. 149. Umspritzung von Penis und Hodensack für Operationen am Hodensack und den Hoden.

Man bezeichnet jederseits einen Einstichpunkt wo der Samenstrang das Schambein kreuzt, je einen weiteren Einstichpunkt seitlich, wo die Hodensackhaut in die Haut der medialen Fläche des Oberschenkels übergeht (Abb. 149).

Es ist nun zunächst der Samenstrang mit seinen Nerven unempfindlich zu machen. Nach Reclus sticht man zu diesem Zweck eine Hohlnadel in den mit zwei Fingern der linken Hand emporgehobenen Samenstrang und spritzt in ihn das Betäubungsmittel (Abb. 150).

Da dies Emporheben des Samenstranges, zumal bei hoch hinauf-

reichenden Hydrozelen, nicht immer möglich ist, ziehe ich folgendes Verfahren vor. Man sticht vom Punkt 1 eine Hohlnadel auf das unter-

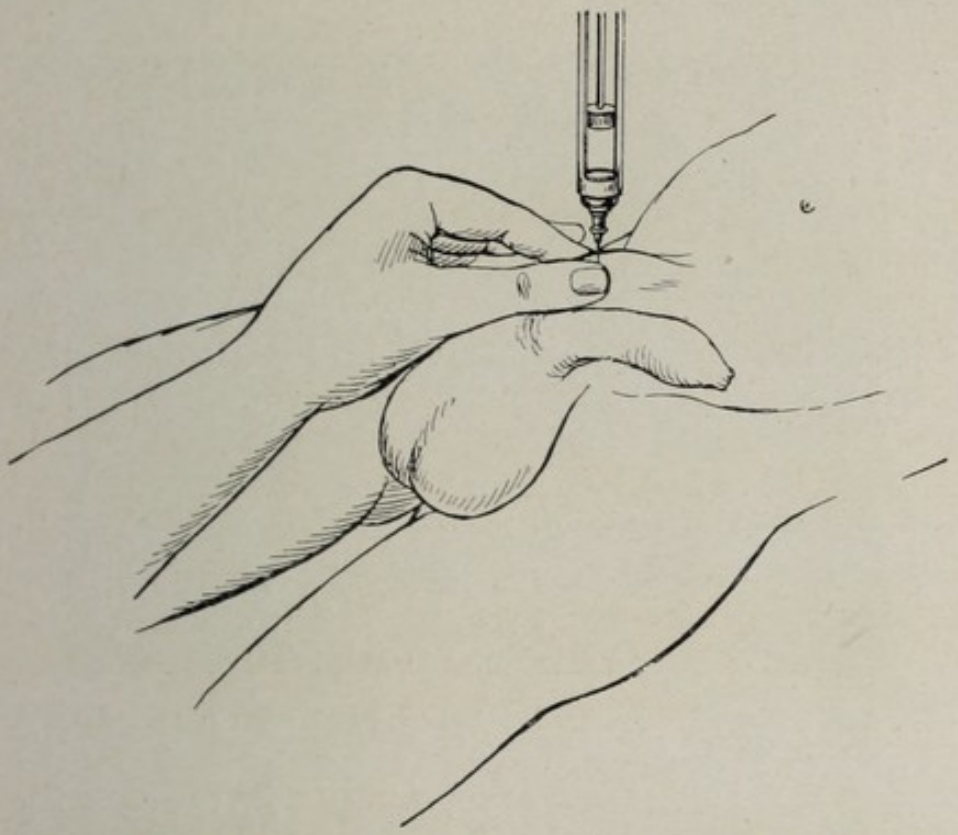


Abb. 150. Einspritzung in den Samenstrang nach Reclus.

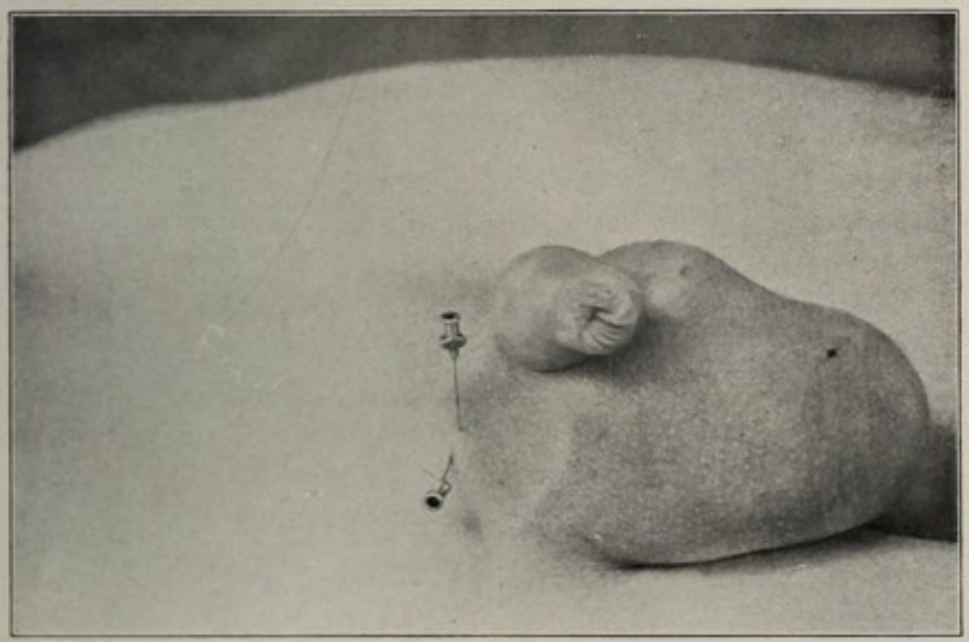


Abb. 151. Fächerförmige Einspritzung auf das Os pubis bei einer Hydrozele.

liegende Schambein, so daß man den Knochen mit der Nadelspitze fühlt, und zwar fächerförmig in drei verschiedenen Richtungen, senkrecht, mehr nach der Symphyse zu und mehr lateralwärts, und entleert

Abb. 152. Einspritzung in den Leistenkanal bei einer Hydrozele.

Abb. 153. Ausführung der Umspritzung an der Rückseite des Skrotums.

jedesmal 5 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. In Abb. 151 bezeichnen die Nadeln die beiden letztgenannten Richtungen. Auf diese Weise kann einem der Samenstrang nicht entgehen. Schließlich spritzt man noch zum Überfluß 10 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in den Leistenkanal (Abb. 152).

Man erhält dann eine zuverlässige Unterbrechung der den Samenstrang begleitenden Nerven. Bei doppelseitigen Operationen ist dies natürlich beiderseits auszuführen.

Es folgt nun die ringförmige subkutane Umspritzung des ganzen Hodensacks, auch bei einseitigen Operationen, in einer Linie, welche die vier Einstichpunkte verbindet (Abb. 149). Abb. 153 veranschaulicht die Haltung der Hohlnadel bei der subkutanen Einspritzung vom Punkt 4 gegen den Damm. Bei fetteren Personen muß dort die Infiltration der Umspritzungslinie reichlich und mehrschichtig ausgeführt werden, um die N. scrotales posteriores sicher auszuschalten. Man braucht daher für die Umspritzung nicht selten 50 ccm und mehr ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Dies Verfahren ist geeignet für alle Operationen am Hodensack und am Hoden, also vor allem für die Ablatio testis, während zur Hydrozelenoperation der Einspritzung in den Samenstrang nur die Infiltration der Schnittlinie zugefügt zu werden braucht. Wenn sich nach der Freilegung des Samenstrangs oder Hodens zeigt, daß das unangenehme Hodengefühl noch nicht ganz erloschen ist, so bringt man es durch eine nachträgliche Einspritzung in den Samenstrang leicht zum sofortigen Verschwinden.

Operationen am Penis.

Die Betäubung der Vorhaut bei Phimosen war in den ersten Auflagen dieses Werkes folgendermaßen beschrieben. Man zieht die Vorhaut straff über die Eichel und befestigt sie in dieser Lage durch Zubinden mittels eines Fadens. Man spritzt das Betäubungsmittel ringförmig subkutan in den Sulcus coronarius und entfernt den Faden erst nach eingetretener Gefühllosigkeit. Bei Paraphimosen ist ringförmig in den Sulcus coronarius, und ferner, ebenfalls ringförmig, oberhalb des einklemmenden Ringes einzuspritzen.

Bei der Einspritzung suprareninhaltiger Lösungen in die peripheren Teile des Penis ist jedoch Vorsicht am Platze. Die die Vorhaut ernährenden Arterien sind Endarterien. Wird zu reichlich ringsherum Novokain-Suprareninlösung eingespritzt, so kann die Suprareninwirkung leicht zu langdauernd werden. Die so behandelte Vorhaut befindet sich ungefähr in der gleichen Lage wie ein gestielter Hautlappen (siehe

S. 169). Die Gewebe vermögen sich infolge der Zusammenziehung aller blutzuführenden Arterien der eingespritzten Stoffe nicht oder zu langsam zu entledigen, und letztere können Gewebsschädigungen verursachen. Ich habe zwar solche Schädigungen nicht selbst gesehen, denn ich habe in einen Penis nie mehr als 1—1½ ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung eingespritzt. Aber gehört habe ich wiederholt, daß solche Gewebsschädigungen vorgekommen sind. Ich rate deshalb, von ringförmigen peripheren Einspritzungen in den Penis überhaupt ganz abzusehen und durch Einspritzungen an die Peniswurzel stets,

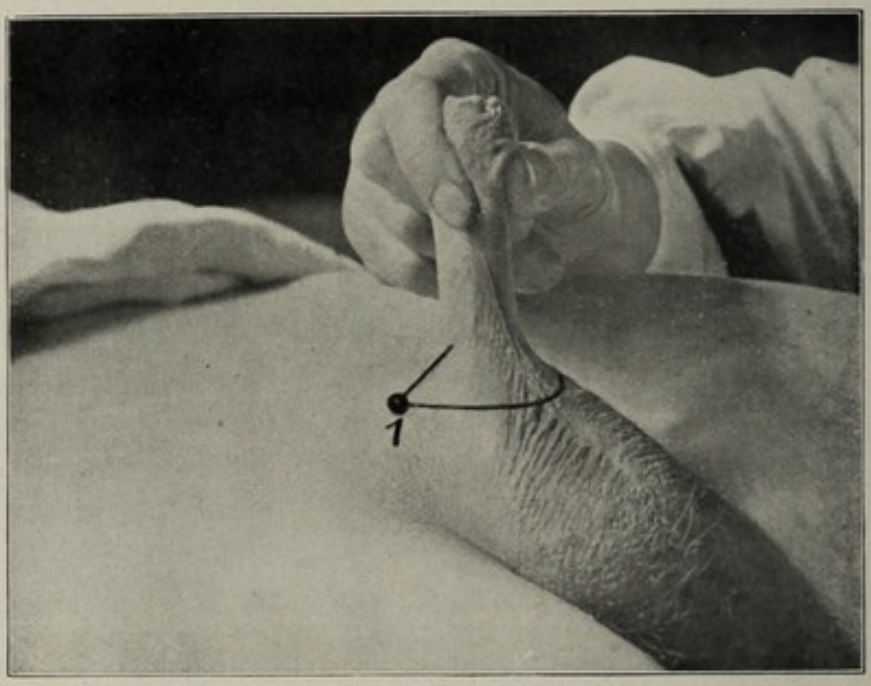


Abb. 154. Die Betäubung des ganzen Penis.

auch bei Phimosenoperationen, den ganzen Penis unempfindlich zu machen.

Spritzt man ringförmig am Penisschaft ein Betäubungsmittel unter die Haut, wie Krogius (XI, 27) beschrieben hat, so wird die Eichel und der ihr unmittelbar benachbarte Teil des inneren Vorhautblattes häufig nicht unempfindlich, was zu lebhaften Klagen bei Phimosenoperationen Veranlassung gibt. Dies wird anders, wenn man mit der Einspritzung ganz an die Symphyse geht, in folgender Weise.

Die Betäubung des ganzen Penis.

Es werden zwei Einstichpunkte bezeichnet rechts und links von der Peniswurzel, da wo der Samenstrang den horizontalen Schambeinast

kreuzt (Abb. 154). Während nun der Penis langgezogen gehalten wird, spritzt man von beiden Punkten aus ½%ige Novokain-Suprareninlösung ein. Man führt die Nadel zunächst in die Tiefe bis unmittelbar an die Corpora cavernosa und umspritzt diese ringsherum an der Stelle, wo sie aus dem Symphysenwinkel herauskommen und sich zum Penisschaft zusammenlegen. Unten dringt die Hohlnadel demnach in das Skrotum ein, oben gelangt sie von der Seite an das Lig. supensorium penis. Bei fetten Personen braucht man lange Hohlnadeln

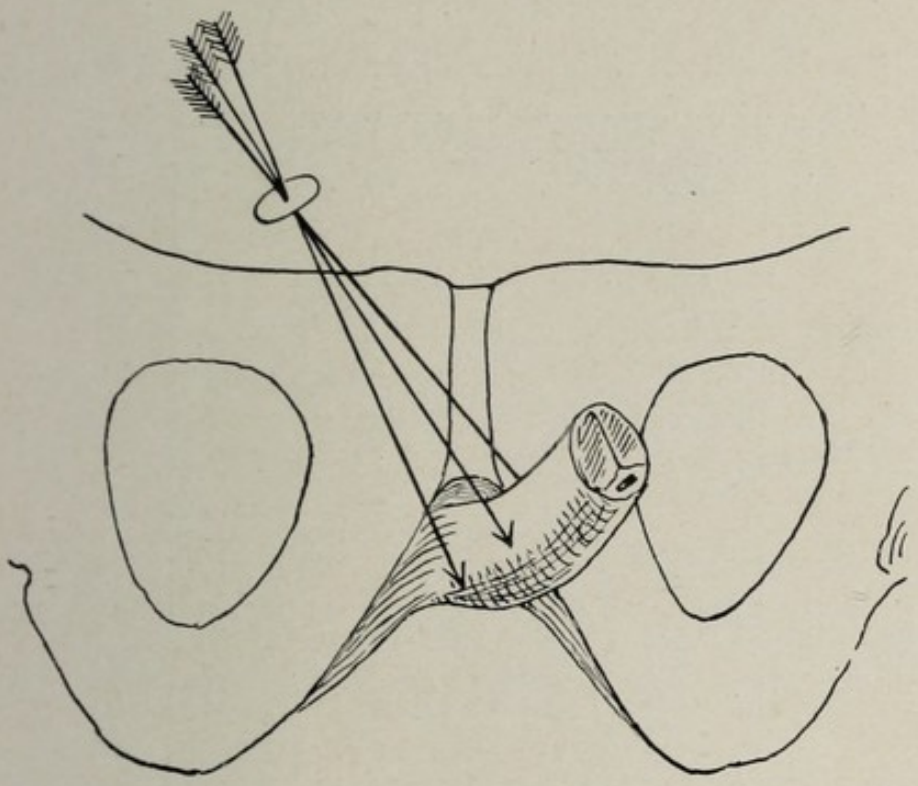


Abb. 155. Umspritzung der Peniswurzel.

(Abb. 155). Es folgt eine zweite Umspritzung dicht unter der Haut, etwa der dunkeln Linie in Abb. 154 entsprechend. Bei einem erwachsenen Menschen mit mittelstarkem Fettpolster werden im ganzen etwa 75 ccm ½%ige Lösung gebraucht, bei Kindern natürlich viel weniger. Unempfindlich wird der ganze Penis, also Haut, Präputium, Eichel, Pars pendula urethrae und Corpora cavernosa distal vom Schambein. Das Verfahren dient uns für alle Operationen an den genannten Teilen, z. B. zur Amputation des Penis und zur Ausführung plastischer Operationen an der Harnröhre (Hypospadia glandis, Harnröhrenfisteln) und, wie gesagt, auch für die Operationen bei Phimosis und Paraphmosis,

wenn es sich um Erwachsene oder ältere Kinder handelt, welche sich die Einspritzung gefallen lassen.

Über die Ausräumung der Leistendrüsen in Verbindung mit der Penisamputation siehe 16. Abschnitt.

Operationen am hinteren Teile der Harnröhre. Die Urethrotomia externa.

Ich führe die Urethrotomia externa bei Strikturen und frischen Verletzungen seit Jahren so gut wie ausnahmslos in örtlicher Betäubung aus in folgender Weise.

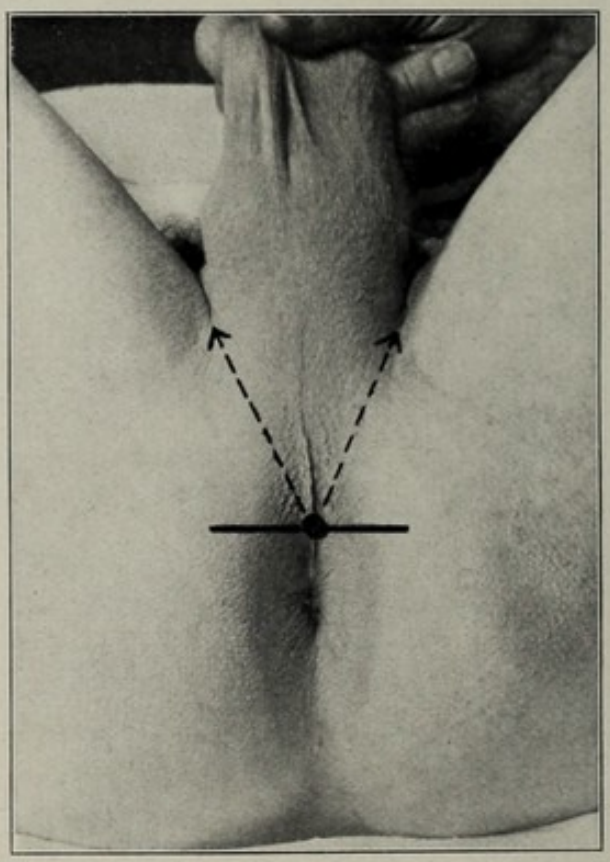


Abb. 156. Quere Damminfiltration zur Urethrotomia externa.

Man bezeichnet in der Mittellinie vor dem Anus einen Einstichpunkt (Abb. 156). Man denke sich durch ihn eine quere Ebene gelegt; sie ist in der Abbildung durch eine quere Linie bezeichnet. Diese Ebene trennt den Anus und Mastdarm einerseits vom Bulbus urethrae und der Prostata andererseits. Seitlich schneidet sie beiderseits das Cavum ischiorectale und trifft die aufsteigenden Sitzbeinäste vor dem

Tuber ischiadicum. Diese Ebene ist mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung zu infiltrieren. (Quere Damminfiltration.)

Zu diesem Zweck führt man den linken Zeigefinger in den After ein und sticht eine 8—10 cm lange Hohlnadel zunächst in der Medianebene zwischen Bulbus urethrae und After ein und schiebt sie fort-

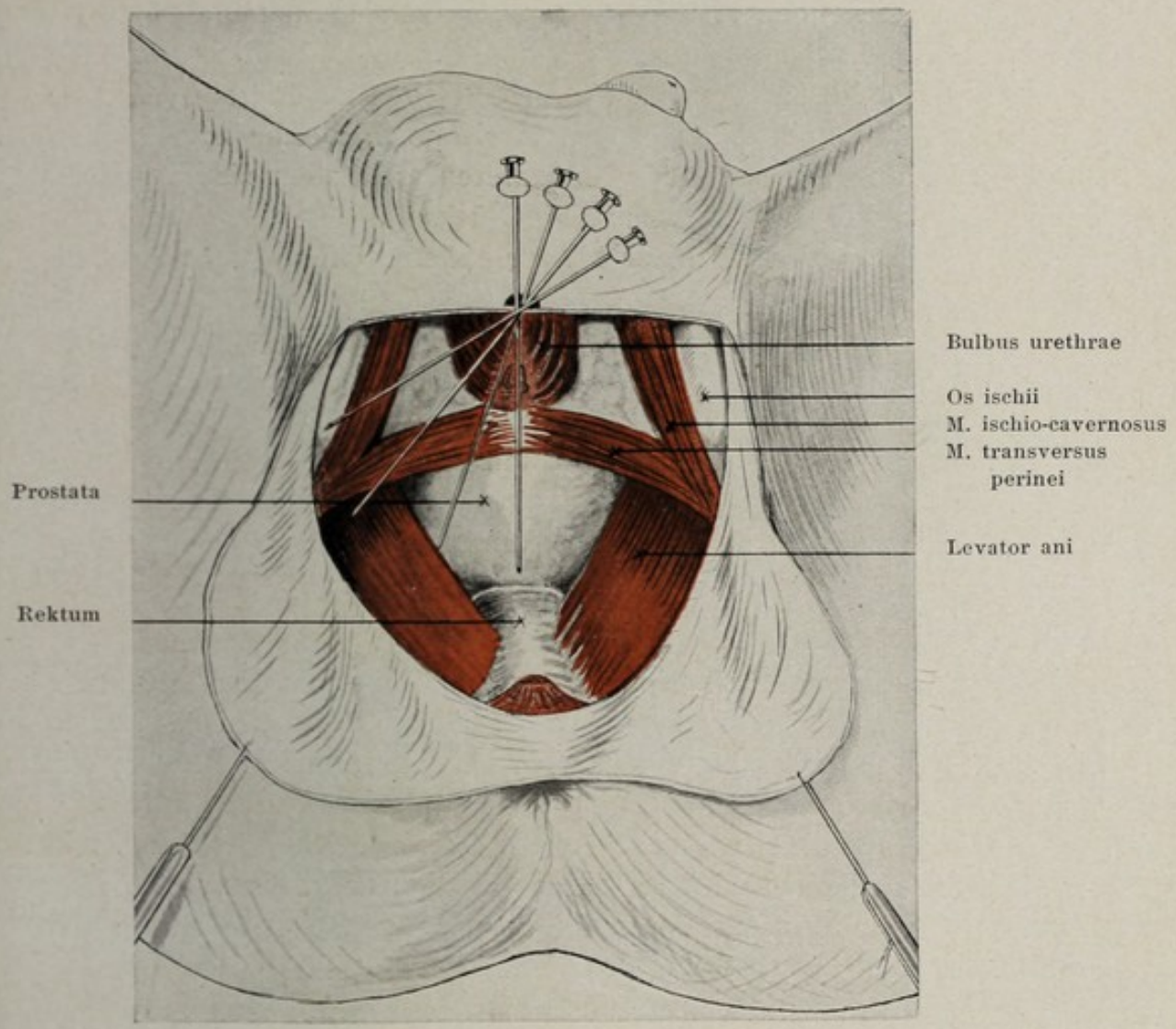


Abb. 157. Die quere Damminfiltration: Nadelführung.

gesetzt einspritzend zwischen Mastdarm und Prostata möglichst hoch in die Höhe. Bei den nächsten beiden Einspritzungen gelangt die Hohlnadel mehr nach rechts und links gerichtet zwischen die Seitenlappen der Prostata und den Mastdarm. Bei den nächsten beiden Einspritzungen wird sie innerhalb der bezeichneten queren Ebene, und immer vom gleichen Einstichpunkt, noch weiter lateral gerichtet und gelangt nun

tief in das Cavum ischio-rectale. Bei den letzten beiden Einspritzungen steht die Hohlnadel fast quer nach rechts und links gerichtet und trifft den aufsteigenden Sitzbeinast. Die zum Schluß auszuführende subkutane Einspritzung wird nicht in der queren Ebene ausgeführt, sondern, wie die Abb. 156 zeigt, in der Richtung zwischen Skrotum und Oberschenkel, um gleichzeitig die etwa noch von der Seite zum Damm und Skrotum ziehenden Hautnerven auszuschalten. Man braucht etwa 75 ccm ½%ige Lösung. Die Nadelführung für die tiefen Einspritzungen ist in Abb. 157 wiedergegeben. Sie unterbrechen zuverlässig alle Äste des N. pudendus und N. cutaneus femoris post., welche zum Damm, zur Prostata und Urethra und den äußeren Genitalien sich begeben. Unempfindlich werden der Damm, die Rückseite des Hodensacks, die ganze Harnröhre vom Blasenhals bis zur äußeren Öffnung, die Schwellkörper, die Prostata.

Für Operationen am mittleren und hinteren Teil der männlichen Harnröhre, also besonders für den äußeren Harnröhrenschnitt in dieser Gegend, halte ich das beschriebene, so überaus einfache Verfahren trotz der Einführung der parasakralen Leitungsanästhesie nicht für überflüssig, weil es bei geringstem Novokainverbrauch vollständige Gefühllosigkeit und Blutleere des Operationsfeldes gewährt.

Die Prostatektomie.

Zur Ausführung der perinealen und Wilmsschen Prostatektomie ist die parasakrale Leitungsanästhesie (S. 387) ein ideales Betäubungsverfahren. Ich infiltriere außerdem noch die Schnittlinie mit 25—30 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung zur Verminderung der Blutung.

Die suprapubische Prostatektomie führe ich ausnahmslos in der gleichen Weise aus wie die Blasenoperationen (S. 393), d. h. man macht parasakrale Anästhesie und infiltriert die Bauchdecken in der Schnittlinie.

Die vaginalen und geburtshilflichen Operationen.

Während die älteren Mitteilungen von Reclus und Schleich über die Anwendung der örtlichen Betäubung bei vaginalen Operationen keinerlei Widerhall bei den Gynäkologen erweckt haben, hat man in neuerer Zeit begonnen, die Erfahrungen mit der örtlichen Betäubung in der Chirurgie auch auf dieses Gebiet zu übertragen. Von den Gynäkologen hat sich meines Wissens zuerst Freund (1904) mit der örtlichen Betäubung beschäftigt. Er empfahl bei Kolporrhaphien 1%ige

Eukainlösung mit Suprareninzusatz subkutan und submukös einzuspritzen, je 1 ccm von je einem Einstichpunkt für die hintere und vordere Kolporrhaphie. Für die Dammplastiken und Kolporrhaphien hat sich die örtliche Betäubung auch in anderen Händen bewährt (Fisch, Wagner). Freunds Schüler Henrich, ferner Fisch, Wernitz und Kraatz haben die örtliche Betäubung zu Operationen an der Portio und Zervix, zur Erweiterung des Muttermundes und zur Ausschabung der Gebärmutter angewendet. Wernitz bediente sich ungeeigneter Mittel (1—2%iger Kokainlösung) und erlebte dabei, wie nicht anders zu erwarten, Kokainvergiftungen. Reclus beschreibt eine Uterusexstirpation in örtlicher Betäubung, jedoch handelte es sich in seinem Falle um einen prolabierten Uterus. Über die sogenannte Pudendusanästhesie ist schon oben (S. 384) das Nötige bemerkt. Sellheim sagt dazu sehr treffend, die Leitungsunterbrechung des N. pudendus sei viel zuverlässiger erreichbar durch Verteilung größerer Flüssigkeitsmengen in verschiedener Tiefe und nach verschiedenen Richtungen in der Umgebung der Zweige des Nerven nahe seiner Austrittsstelle in das Cavum ischio-rectale. Die moderne Novokain-Suprareninlösung hat Fisch bei den Gynäkologen eingeführt. Ich habe in früheren Auflagen dieses Werkes beschrieben, wie mit Hilfe örtlicher Einspritzungen unter Haut und Schleimhaut teils allein, teils in Verbindung mit der queren Damminfiltration zwischen Mastdarm und Scheide und mit Einspritzungen in die Parametrien Operationen an den äußeren Geschlechtsteilen sowie die Prolapsoperationen schmerzlos ausgeführt werden können.

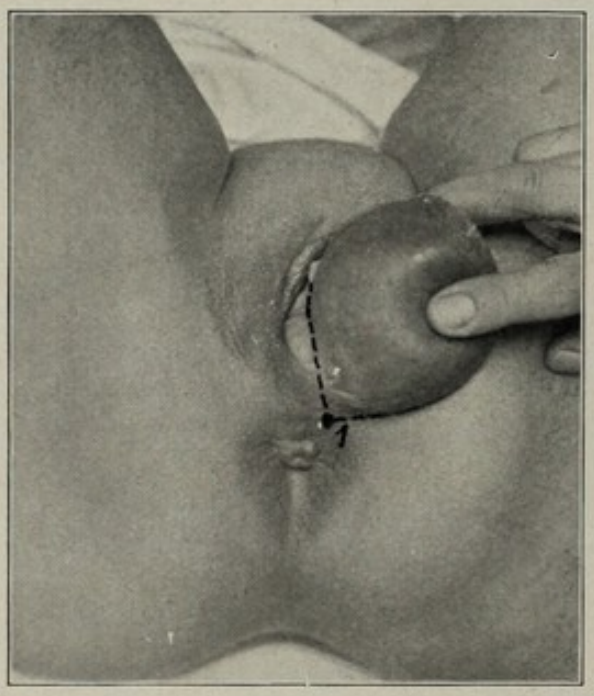
Ruge und Thaler haben weiter gezeigt, daß es möglich ist, durch Einspritzung von Novokain-Suprareninlösung in die Parametrien, teils allein, teils in Verbindung mit allerhand submukösen und subkutanen Einspritzungen, vaginale Operationen aller Art bis zur erweiterten vaginalen Krebsoperation Schautas in örtlicher Betäubung auszuführen.

Ruge berichtet über 22 Fälle von vaginalen Operationen, darunter 19 Totalexstirpationen, unter „parametraner Leitungsanästhesie“ und beschreibt die Einspritzung folgendermaßen. Rechts und links vom Uterus wird eine Hohlnadel 4—5 cm tief in das Parametrium eingestochen. Die Nadel wird sofort etwas lateral gerichtet, um die in das Parametrium eintretenden Nerven möglichst zentral zu treffen und eine möglichst breite Verteilung des Betäubungsmittels am Beckenboden zu erzielen. Auf jeder Seite werden 10 ccm 1%ige Novokain-Suprareninlösung eingespritzt. In gleicher Weise werden von je zwei Punkten des vorderen und hinteren Scheidengewölbes je 5 ccm der Lösung 2—3 cm tief ein-

gespritzt, im ganzen also 40 ccm 1%ige Lösung. Durch die üblichen Maßnahmen ist dafür zu sorgen, daß die Lösung nicht intravenös einverleibt wird.

Thaler macht mehr eine vollständige Infiltration der zu trennenden Gewebe, macht auch den Scheideneingang durch Umspritzung unempfindlich und berichtet u. a. über 5 Fälle von erweiterter vaginaler Karzinomoperation.

Ich wende rein örtliche Einspritzungen nur noch bei kleinen Operationen am Scheideneingang an. Da sind sie das gegebene Verfahren,



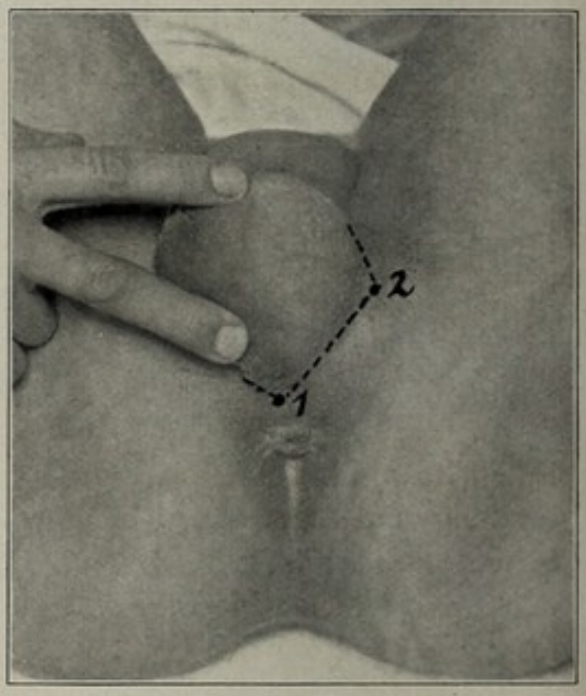


Abb. 158. Exstirpation eines Tumors der großen Schamlippe. Abb. 159.

und es wäre verfehlt, z. B. zur Entfernung des in Abb. 158, 159 wiedergegebenen Tumors etwas anderes zu machen. Es sind drei Einstichpunkte durch Quaddeln bezeichnet, Punkt 1 liegt am Damm, Punkt 2 lateral, Punkt 3, auf der Abbildung nicht sichtbar, nach oben vom Tumor. Von diesen drei Punkten aus werden 40 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung teils unter die Geschwulst, teils subkutan um sie herum in der Richtung der punktierten Linie eingespritzt. Ferner ist für den praktischen Arzt, der einen frischen Dammriß nähen will, wohl das von Mathes und Schmid angegebene Verfahren das einfachste. Die Einstichpunkte werden entweder in die Vaginalschleimhaut gelegt, oder man spritzt nach Schmid von der Wundfläche aus, und außerdem in das Septum recto-vaginale, so daß die Umgebung der Wunde voll-

ständig mit der Lösung infiltriert ist. Nach Schmid braucht man hierzu 60—70 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Im übrigen ist nach meiner Ansicht die parasakrale Anästhesie (S. 385) das normale Betäubungsverfahren bei vaginalen Operationen geworden. Denn durch sie werden After- und Dammgegend, Scheideneingang, Scheide und Gebärmutter, Harnröhre und Blase, der Beckenboden, der größte Teil des Beckenperitoneums, die Parametrien gefühllos, und der Schließmuskel der Scheide wird gelähmt. Sie hat vor der Lumbalanästhesie den Vorzug der Gefahrlosigkeit und längeren Dauer, vor der von einigen Gynäkologen warm empfohlenen sakralen, epiduralen Einspritzung aber den Vorzug, daß man mit Versagern nicht zu rechnen braucht. Letztere begegnen nur dem Anfänger, der mit Nadelführung nicht vertraut ist. Nicht zu versäumen ist bei vaginalen Operationen die Anlegung der S. 387 beschriebenen ergänzenden subkutanen Infiltrationsstreifen.

Mit Hilfe der parasakralen Anästhesie kann der größte Teil der vaginalen Operationen in örtlicher Betäubung ausgeführt werden. Hierzu gehören alle Operationen am Scheideneingang, die plastischen Operationen wegen Prolaps und Blasenfisteln, die Operationen an der Portio und am Uterus, insbesondere auch die Ausräumung der Gebärmutterhöhle, sei es nach beschleunigter Dehnung oder nach Spaltung der Zervix (vaginaler Kaiserschnitt), die vaginale Hysterektomie und die vaginale Totalexstirpation. Die Eröffnung der Bauchhöhle im vorderen und hinteren Scheidengewölbe, die Präparation der Ureteren und das Abtragen der Parametrien wird von den Kranken nicht empfunden. Der Scheidenhilfsschnitt nach Schuchardt-Schauta fällt ganz in das unempfindliche Gebiet. Mehr oder weniger empfindlich bleiben zuweilen die Adnexe und ihre Anheftungsstellen. Daher löst starker Zug an den breiten Mutterbändern zuweilen schmerzhafte Empfindungen aus, welche den Kranken um so mehr auffallen, als die vorangegangenen Teile der Operation von ihnen gar nicht bemerkt wurden. Das Lösen von Adhäsionen bleibt gewöhnlich empfindlich, wenn dabei höher gelegene Teile des Beckenperitoneums durch Zug gereizt werden, welche vom Plexus sacralis nicht mehr versorgt sind.

Diejenigen Abschnitte der vaginalen Operationen, welche also bei parasakraler Anästhesie nicht immer ganz gefühllos sind, sind nun aber in der Regel von sehr kurzer Dauer. Ihr Beginn und Ende ist genau vorauszubestimmen. Daher werden hier durch gelegentliche Einschaltung eines kurzen Chloräthyl- oder Ätherrausches sowohl die Kranken wie der Operateur vollkommen zufriedengestellt. Und auch das ist

nicht notwendig, wenn die Kranken durch narkotische Mittel, besonders Veronal und Skopomorphin, gut vorbereitet sind. Den Skopolamindämmerschlaf muß man nur vermeiden, solange man über die Leistungsfähigkeit und die Grenzen eines örtlichen Betäubungsverfahrens ein Urteil gewinnen will. Denn er macht die Beurteilung unmöglich.

Es war nun weiter zu prüfen, ob etwa das durch die parasakrale Einspritzung bereits unempfindlich gewordene Gebiet durch weitere Einspritzungen von der Scheide aus erweitert werden kann. Von solchen kann natürlich nur dann etwas erwartet werden, wenn es gelingt, beiderseits eine möglichst hohe Infiltration der seitlichen Beckenwand unter den Anheftungsstellen der breiten Mutterbänder vorzunehmen. Wir haben daher derartige Einspritzungen vom seitlichen Scheidengewölbe aus mit langen Hohlnadeln, etwa in der von Ruge geschilderten Art, mit verschieden konzentrierten Novokain-Suprareninlösungen eine Zeitlang mit der parasakralen Anästhesie gepaart. Wir haben sie aber wieder aufgegeben, weil sie nutzlos waren und eine Erweiterung des unempfindlichen Gebiets durch sie nicht zu erzielen war. Man kann mit Einspritzungen an die seitliche Beckenwand und sonstige Einspritzungen von der Scheide aus im besten Falle das gleiche, nicht aber mehr, als mit der parasakralen Einspritzung erreichen. Letztere ist aber das bei weitem einfachere Verfahren, welches zudem den Vorteil besitzt, daß die Einspritzungen nicht in das nicht immer zuverlässig aseptische Operationsfeld selbst, sondern entfernt von ihm gemacht werden. Ich glaube daher, daß das Verfahren von Ruge und Thaler nicht mit der parasakralen Anästhesie in Wettbewerb treten kann.

Die von Siegel und Frigyesi empfohlene Verbindung der parasakralen mit der paravertebralen Anästhesie halte ich bei vaginalen Operationen für überflüssig, auch für viel zu umständlich für weitere Kreise.

Frigyesi (XVII, 28), welcher ausführliche Mitteilungen über die Verwendung der parasakralen Anästhesie bei vaginalen Operationen gemacht hat, empfiehlt in Fällen, wo dies möglich ist, nach Eröffnung des vorderen oder hinteren Scheidengewölbes die Lig. lata. rotunda und infundibulo-pelvica mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung zu infiltrieren, worauf die Ligamente und die Adnexe unempfindlich werden.

Für die große Mehrzahl der vaginalen Operationen stellt die parasakrale Anästhesie allein, unterstützt durch Skopolamin oder die gelegentliche Einschaltung kurzer Rauschnarkosen, zurzeit das beste Betäubungsverfahren dar. Denn sie ist einfach in der Technik, daher

leicht zu erlernen, vollkommen zuverlässig, fast ohne Versager, vollkommen gefahrlos.

Natürlich ist die parasakrale Anästhesie auch für einfache Ausschabungen der Gebärmutter und Abortausräumungen geeignet. Nur glaube ich, daß die Ärzte sich für diese kurzen Eingriffe schwer von der Narkose werden trennen können. Die Vorteile der örtlichen Betäubung treten auch weit auffallender bei den eingreifenden Operationen zutage.

Über die Anwendung der örtlichen Betäubung bei geburtshilflichen Operationen ist folgendes zu bemerken.

Für die Naht der Dammrisse ist, wie schon erwähnt, die unmittelbare Infiltration der Wunde das einfachste Verfahren. Thaler hat in einzelnen Fällen die schwangere Gebärmutter mit sehr gutem Erfolge in örtlicher Betäubung entleert. Bolag fand, daß bei doppelseitiger Einspritzung an den N. pudendus die Schmerzen der Austreibungsperiode bei Entbindungen beseitigt wurden, während der Wehenschmerz unbeeinflußt blieb.

Über 226 geburtshilfliche Operationen aller Art in paravertebraler Anästhesie gepaart mit parasakraler Anästhesie berichtet Siegel (XVII, 73). 95,1% der Operationen waren ohne Beihilfe von Narkosen durchzuführen. Soweit es sich dabei um vaginale Operationen handelte, ist dieser Erfolg im wesentlichen der parasakralen Anästhesie zuzuschreiben.

Ich bin nicht in der Lage, darüber eigene Erfahrungen zu sammeln, glaube aber, daß der parasakralen Anästhesie noch eine bedeutende Zukunft in der operativen Geburtshilfe bevorsteht, da sie schmerzlos die Dehnung und Spaltung der Gebärmutter und deren Ausräumung gestattet.

Über den abdominellen Kaiserschnitt s. S. 370.

Operationen in der Aftergegend.

Der örtlichen Betäubung bei Operationen am After gebührt eine viel größere Verbreitung, als sie bisher besitzt. Denn sie sind sehr leicht ohne Narkose ausführbar. Reclus und Schleich, der erstere bereits im Jahre 1889, haben immer wieder auf die Tatsache hingewiesen, daß der After ein ganz besonders geeignetes Objekt für die örtliche Betäubung ist, und Schleich hat nicht ohne Grund gerade eine Afteroperation beim deutschen Chirurgenkongreß im Jahre 1894 zur Demonstration gewählt. Es hat in der Tat für den Unkundigen etwas Überraschendes, die gewaltsame Dehnung des Afters und das Ausschneiden

von Hämorrhoidalknoten ohne Narkose bei völliger Unempfindlichkeit ausgeführt zu sehen. Um so auffallender ist es, daß immer noch Afteroperationen in Narkose oder Lumbalanästhesie ausgeführt werden, wozu meist keinerlei Anzeige vorliegt.

Die Dehnung des Afters. Hämorrhoidenoperationen. Operationen bei Fistula ani.

Die typische Umspritzung des Afters hat Reclus zuerst beschrieben. Doch brauchte er viel zu kurze Hohlnadeln. Sie wird folgendermaßen ausgeführt.

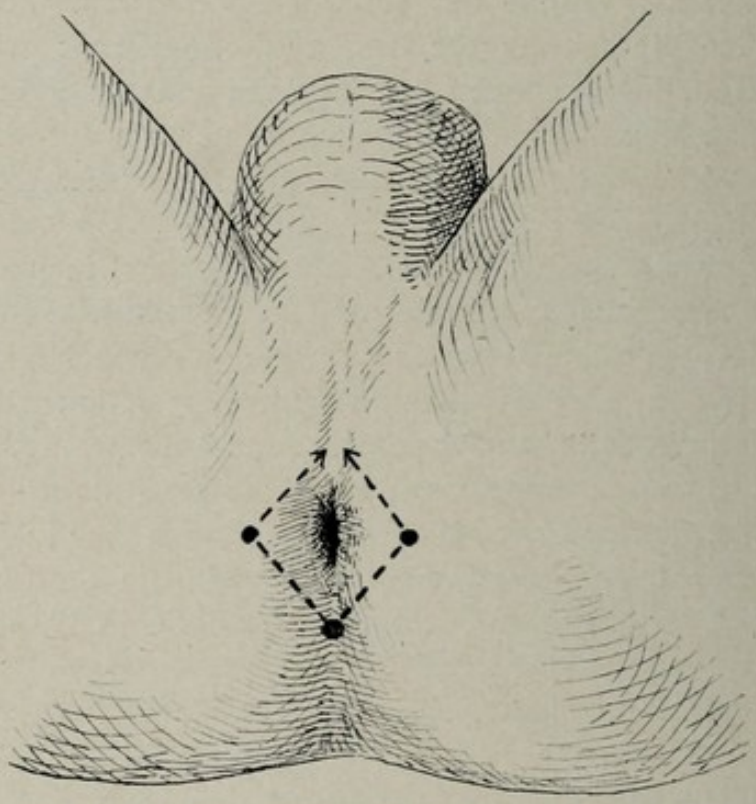


Abb. 160. Umspritzung des Afters und Mastdarms.

In der Umgebung des Afters werden drei Einstichpunkte bezeichnet, nicht zu nahe an ihm, sondern 2—3 Querfinger breit von der Afteröffnung entfernt (Abb. 160). Von ihnen aus wird mit einer 10 cm langen Hohlnadel ½%ige Novokain-Suprareninlösung eingespritzt. Man beginnt an einem der seitlichen Einstichpunkte und sticht die Hohlnadel zunächst senkrecht in die Tiefe, parallel der seitlichen Mastdarmwand, durch Sphinkter und Levator ani hindurch. Die Nadel wird zurückgezogen und nunmehr schräg nach dem vorderen und hinteren Um-

fang des Mastdarms gerichtet wiederum in ganzer Länge in die Tiefe geführt. In Abb. 161 sind die drei Nadelführungen ungefähr richtig zu sehen. Bei jeder Nadelführung werden mindestens 5 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung in kontinuierlicher Einspritzung entleert. Genau dasselbe geschieht von den drei übrigen Einstichpunkten, so daß hierzu also im ganzen mindestens 60 ccm Lösung verbraucht sind.

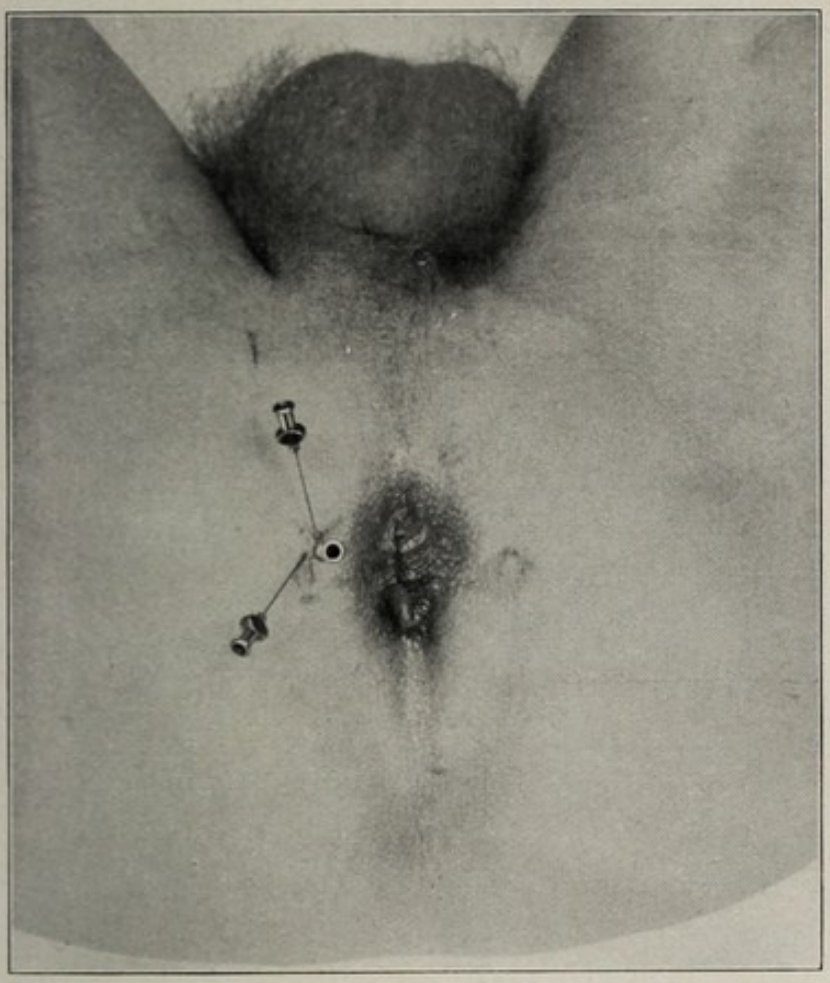


Abb. 161. Nadelführung zur Umspritzung des Mastdarms.

Bei der Einführung der Hohlnadel vom hinteren Einstichpunkt ist darauf zu achten, daß die Nadel zwischen Mastdarm und Steißbein gelangt. Es folgt die Umspritzung des Afters in zwei verschiedenen Ebenen, einmal im Sphinkter, das andere Mal subkutan (Abb. 160). Hierzu werden noch je 20 ccm Lösung verbraucht, im ganzen also mindestens 100 ccm, bei fetten Personen 125 ccm.

Ich führe die Einspritzung stets ohne Einlegen des Fingers in den Mastdarm aus, kontrolliere höchstens einmal die richtige Lage der Nadel

mit dem Finger, wenn sie mir zweifelhaft erscheint. Dem Ungeübten empfehle ich aber, die tiefen Injektionen zunächst einige Male unter Leitung des Fingers vorzunehmen, wie Abb. 162 zeigt. Man muß bei tiefster Einführung der Hohlnadel deren Spitze oberhalb des Sphinkters unter der Mastdarmwand fühlen. Bei Frauen kontrolliert man die vordere Injektion von der Scheide aus.

Wenige Minuten nach Beendigung der Umspritzung erschlafft der Sphinkter und man kann nach Belieben dehnen, schneiden oder brennen.

In Fällen von Mastdarmfisteln, deren Verlauf zunächst nicht sicher zu übersehen ist, ist genau so zu verfahren, wie bei der Hämorrhoidenoperation, d. h. es wird der ganze Anus umspritzt, wobei die

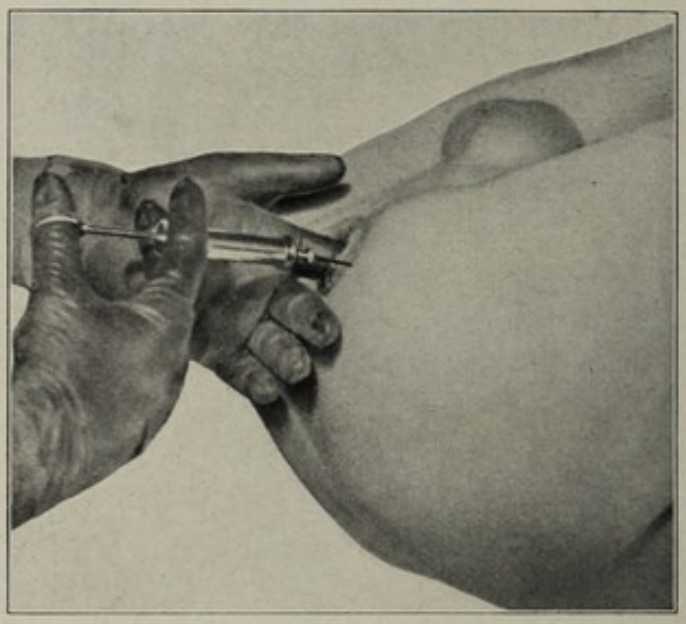


Abb. 162. Paraanale Einspritzung unter Leitung des Fingers.

Einstichpunkte so anzulegen sind, daß das fistulöse Gebiet innerhalb des Umspritzungsgebietes zu liegen kommt. In Fällen von einfachen, geradlinigen Fisteln, durch welche die Sonde ohne weiteres in den Mastdarm passiert, die innere Öffnung gefühlt werden kann und eine Sphinkterdehnung nicht nötig ist, kann dagegen einfacher verfahren werden. Man bezeichnet drei Einstichpunkte neben der äußeren Fistelöffnung (Abb. 163), führt die Hohlnadel von allen dreien, fortgesetzt einspritzend unter Leitung des Fingers bis unter die Mastdarmschleimhaut neben der inneren Öffnung vor und spritzt endlich subkutan und submukös in der Richtung der punktierten Linie.

Es bleiben dann noch Fälle übrig, wo die Fistelgänge weit vom

After ausmünden und eine Übersicht über die Ausdehnung des Operationsfeldes zunächst nicht zu gewinnen ist. In solchen Fällen ist die Umspritzung nicht anwendbar, Narkose ist vorzuziehen. Die parasakrale Anästhesie gibt natürlich auch vorzügliche Unempfindlichkeit für Hämorrhoidaloperationen, aber sie entbehrt des Vorteils der Suprareninanämie, welche ganz besonders bei der Witheadschen Hämorrhoidenoperation ein so großer Vorteil ist, daß man ihn nicht gern vermißt.

Die periproktitischen Abszesse werden am besten im Äther- oder Chloräthylrausch gespalten.

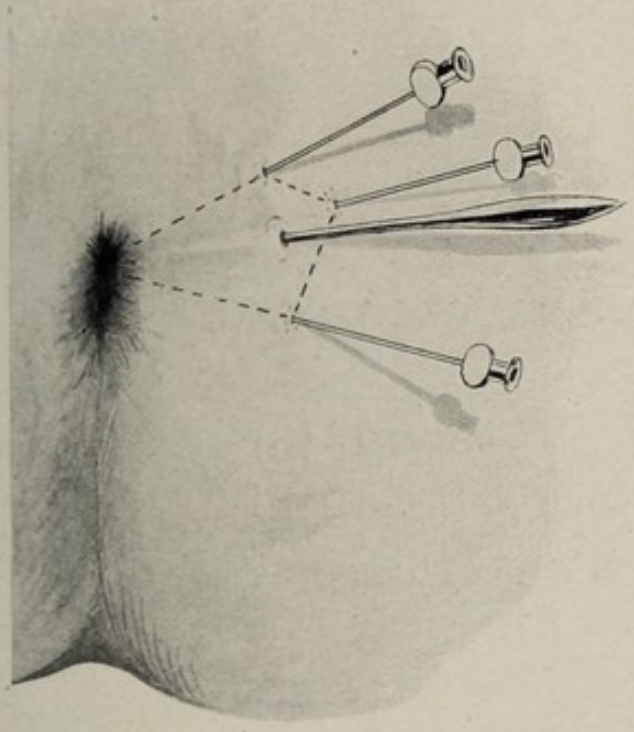


Abb. 163. Einspritzungsverfahren bei einfachen Mastdarmfisteln.

Die Operationen bei Mastdarmkrebs.

Die parasakrale Anästhesie ist für mich das regelmäßige Betäubungsverfahren bei der Operation wegen Mastdarmkrebs geworden. Bei 19 analen Auslösungen und 6 sakralen Resektionen des krebsigen Mastdarms war 24mal die Unempfindlichkeit ganz vollkommen, auch wenn bei den Resektionen die Flexur hoch hinauf ausgelöst wurde. Nur in einem Resektionsfall aus dem Jahre 1913, unmittelbar nach der Einführung des neuen Verfahrens, war die Unterstützung einer Narkose

erforderlich. Später hat Staffel (XVIII, 38) über 65 unserer Mastdarmkrebsoperationen berichtet. Von ihnen wurden 8 in Narkose, 1 in Lumbalanästhesie, 56 in parasakraler Anästhesie operiert. Unter diesen letzteren waren 2 Versager, in drei Fällen mußte etwas Narkose zu Hilfe genommen werden. 52mal wurde die Amputation ausgeführt, 4mal die sakrale Resektion. Bei letzterer muß die Rückseite des Kreuzbeins und nötigenfalls der obere Teil des Hautschnitts besonders infiltriert werden, da er nicht im Innervationsgebiet der vorderen Sakralnerven gelegen ist. Dagegen macht die parasakrale Anästhesie das Herunterholen des S. Romannii in der Regel schmerzlos und man findet das Mesorektum bis hoch hinauf mit der eingespritzten Lösung durchtränkt. Schmerz (XVIII, 36) hat die Brauchbarkeit der parasakralen Anästhesie bei den Operationen wegen Mastdarmkrebs bestätigt.

---

16. Operationen an den Gliedern.

Die Anwendung der örtlichen Betäubung zur Reposition von Knochenbrüchen und Verrenkungen.

Man kann die örtliche Betäubung in verschiedener Form zur Behandlung von Knochenbrüchen und Verrenkungen an den Gliedern brauchen. Einmal ist jede Art von Leitungsanästhesie wie für andere Operationen, so auch für diese geeignet. Die größte Bedeutung hat in dieser Hinsicht Kulenkampffs Plexusanästhesie gewonnen (s. unten). Denn sie schafft auf die einfachste Weise einen Zustand völliger motorischer und sensibler Lähmung des Armes und der Schultermuskeln, wie er günstiger für die in Rede stehenden Eingriffe gar nicht gedacht werden kann. Der andere Weg ist die neuerdings von Lerda und Quénu empfohlene Einspritzung eines Betäubungsmittels zwischen die Bruchenden oder in das verrenkte Gelenk.

Knochenbrüche durch Einspritzung von Kokainlösung zwischen die Bruchenden unempfindlich zu machen, hat Conway (drei Fälle von Radiusbrüchen) schon 1885 versucht. Ferner erzählt Reclus (I, 35, S. 269), daß er einmal bei einem Unterschenkelbruch Kokainlösung an die Bruchstelle gespritzt habe, um den Transport des Kranken zu erleichtern. Die Bruchstelle sei darauf sofort schmerzlos geworden.

Weiter hat man aus älterer Zeit nichts über dieses Verfahren gehört. Erst 1907 und 1908 berichten Lerda und Quénu, der erste über 30, der andere über 15 Knochenbrüche an verschiedenen Körperstellen, die durch Kokaineinspritzung einer schmerzlosen Reposition zugänglich geworden waren.

Das Verfahren besteht also darin, daß man nach genauer Feststellung des Befundes eine betäubende Lösung von verschiedenen Seiten und nach verschiedenen Richtungen an die Bruchenden spritzt. Besteht starke Verschiebung, besonders der Länge nach, so muß an jedes der Bruchenden gespritzt werden. Bei zweiknochigen Gliedern ist jede Bruchstelle für sich zu behandeln. Bei Gelenkbrüchen spritzten wir stets auch noch in das Gelenk. Lerda und Quénu brauchten ½%ige Kokainlösung, der eine mit, der andere ohne Suprareninzusatz. Conway hatte die Kokainwirkung durch gleichzeitige Abschnürung der Extremität verstärkt. Wir bedienen uns einer 1%igen Novokain-Suprareninlösung. Die Einstichstellen werden durch Jodanstrich vorbereitet. Das Ergebnis der Einspritzung ist sehr überraschend. Denn fast unmittelbar danach lassen die Schmerzen nach und wenige Minuten später pflegt die Bruchstelle ganz unempfindlich zu werden. Die Muskeln erschlaffen wie in tiefer Narkose.

Über die Anwendung der Gelenkeinspritzungen bei Verrenkungen finden sich die ersten Bemerkungen (Reposition einer Ellbogenverrenkung) ebenfalls bei Conway. Im Jahre 1909 berichtete Quénu über fünf Verrenkungen, die sich auf diese Weise schmerzlos reponieren ließen (zwei Schulterluxationen, eine Ellbogen-, eine Daumenluxation, eine Luxatio femoris ischiadica). Die Einspritzungstechnik ist sehr einfach. Man spritzt das Betäubungsmittel (1%ige Novokain-Suprareninlösung) sowohl an das zentrale als an das periphere, luxierte Gelenkende. Sehr bald nach der Einspritzung wird das vorher starre Glied beweglich und schmerzlos, die Muskeln erschlaffen. Zuweilen bleiben bei aktiven Bewegungen und bei Druck gewisse Stellen, in der Regel die Muskelansätze, noch schmerzhaft. Man spritzt dann nach Quénus Rat einfach an die betreffende Stelle noch eine Menge des Betäubungsmittels.

Ich habe kürzlich unsere Erfahrungen mit der örtlichen Betäubung bei 51 subkutanen Knochenbrüchen und Verrenkungen zusammengestellt (XIX, 8).

	Plexus-anästhesie	Andere Leitungs-anästhesien	Örtliche Injektionen
Typischer Radiusbruch	1	—	3
Vorderarmbruch	7	—	1
Ellbogenverrenkung	—	—	1
Suprakondyläre Oberarmbrüche	4	—	1
Schulterverrenkungen	10	—	5
Verrenkungen am Fuß	—	2	—
Knöchelbrüche	—	3	7
Unterschenkelbrüche	—	1	1
Verrenkungen des Schienbeins nach hinten	—	—	2
Oberschenkelverrenkungen	—	—	2
	22	6	23

Örtliche Einspritzungen habe ich also in 23 Fällen gemacht. Sie waren nur bei einem Unterschenkelbruch ohne Erfolg. In allen übrigen Fällen trat vollständige Unempfindlichkeit ein und die Knochenbrüche und Verrenkungen waren leicht und schmerzlos reponibel.

Bei den Radiusbrüchen spritzte ich 10 ccm Novokain-Suprareninlösung teils von der Streckseite und Radialseite in den Bruchherd, teils in das Handgelenk. Bei einem Vorderarmbruch spritzte ich je 10 ccm an die beiden Bruchstellen, bei einer Ellbogenverrenkung je 5 ccm von hinten durch den Trizeps an das obere Gelenkende des Vorderarms und von außen und innen an das untere Gelenkende des Oberarms. Bei einem stark verschobenen suprakondylären Oberarmbruch wurden 20 ccm von hinten nach verschiedenen Richtungen in den Bruchherd und in das Ellbogengelenk gespritzt. Bei fünf vorderen Schulterverrenkungen wurden 10 ccm von außen, durch den Deltamuskel in die Pfanne, ebensoviel an den verrenkten Kopf gespritzt. Bei sieben Knöchelbrüchen wurden ungefähr 15 ccm an die Bruchstelle des Wadenbeins, an den inneren Knöchel und in das Sprunggelenk gespritzt. Bei einem Unterschenkelbruch war, wie schon erwähnt, die Unempfindlichkeit ungenügend. Bei zwei Knieluxationen (Tibia nach hinten) wurden 35 und 40 ccm von vorn und beiden Seiten an die Gelenkenden gespritzt.

Am meisten hat mich die von Quénu erwähnte Anwendung von Gelenkeinspritzungen bei Oberschenkelverrenkungen interessiert. Ich hatte Gelegenheit, das Verfahren an zwei Fällen zu prüfen.

In dem einen Falle handelte es sich um eine frische Luxatio ischiadica bei einem sehr kräftigen, 45jährigen Bergarbeiter. Ich spritzte von zwei Ein-

stichpunkten in der Gesäßgegend mit langer Hohlnadel 25 ccm 1%ige NS-Lösung an den dort fühlbaren und mit der Hohlnadel tastbaren Oberschenkelkopf, und hierauf 20 ccm der Lösung in die Pfanne. Um in die Pfanne zu gelangen, kann man sich natürlich nicht an den verschobenen Oberschenkelknochen halten, sondern muß sich nach den in ihrer Lage zur Pfanne unveränderten Beckenknochen richten. Ich wählte einen Punkt dicht hinter der Spina a. s. als Einstich (Abb. 165) für eine 10 cm lange Nadel, ließ mir ein knöchernes Becken daneben halten, tastete mich mit der Hohlnadelspitze am Knochen lang und gelangte sofort in die Pfanne, aus der sich blutige Synovia entleerte. Fast unmittelbar nach der Einspritzung

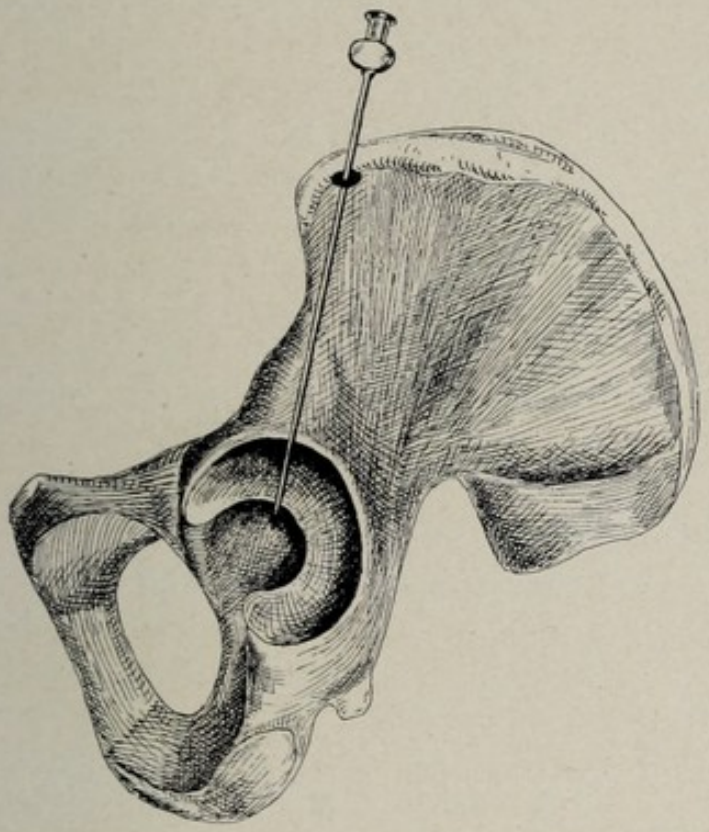


Abb. 164. Einspritzung in die Pfanne bei Hüftverrenkung.

wurde das vorher starr fixierte Bein beweglich und konnte nach 10 Minuten sehr leicht reponiert werden. Der Kranke hat an der Verletzungsstelle keinerlei Schmerz gehabt, beklagte sich aber nachträglich über das feste Zugreifen der mit der Reposition beschäftigten Personen. In dem anderen Falle handelte es sich um eine 36 Stunden alte Luxatio obturatoria bei einem 17jährigen, kräftigen Knecht. Ich spritzte wieder 25 ccm Lösung in die Pfanne, 25 ccm an den unter dem Schambein fühlbaren Femurkopf, dann noch 10 ccm an eine an der Außenseite zurückgebliebene empfindliche Stelle. 10 Minuten nach der ersten, 5 Minuten nach der letzten Einspritzung war wieder leichte und schmerzlose Reposition möglich.

Wir haben von der Anwendung der örtlichen Betäubung bei Knochenbrüchen und Verrenkungen niemals einen Schaden, wohl aber

sehr augenfällige Vorteile gesehen. Die einzige Besorgnis bei den örtlichen Einspritzungen in Knochenbrüche und verrenkte Gelenke wäre wohl die Möglichkeit einer Infektion. Die Chirurgen werden diese Besorgnis kaum teilen. Denn sie spritzen täglich große Mengen solcher Lösungen in den Körper, es liegt daher nicht die geringste Veranlassung vor, sie nicht auch zwischen die Bruchenden und in die Gelenke zu spritzen. Eine Vorsicht muß man bei den örtlichen Einspritzungen stets beobachten: die Einstichstellen dürfen nicht an Stellen gelegt werden, wo die Haut aufgeschunden, gequetscht, verschmutzt oder verdünnt ist.

An der oberen Extremität sind die örtlichen Einspritzungen durchaus überholt durch die Plexusanästhesie Kulenkampffs, welche z. B. auch bei den Schulterverrenkungen ganz vorzüglich brauchbar ist. Wir konnten eine vier Wochen alte Schulterluxation in Plexusanästhesie mit Leichtigkeit einrenken. An der unteren Extremität können wir die örtlichen Einspritzungen besonders bei Knöchelbrüchen sehr empfehlen. Auch Lerda und Quénu haben sie da am meisten gebraucht.

Die Vorteile der örtlichen Betäubung für die Knochenbruchbehandlung sind so offenkundige, daß es nur eines Hinweises bedarf. Es ist ein technischer Fortschritt allerersten Ranges, daß wir unsere Ellbogen- und Vorderarmbrüche ohne Narkose unempfindlich machen können, um den Kranken dann vor den Röntgenschirm zu führen und in aller Gemütsruhe die beste Art der Reposition und die beste Lage des Gliedes für die Retention auszusuchen. Es fällt ferner die störende, ja zuweilen gefährliche Exzitation des narkotisierten Kranken fort, und die Anlegung der Kontentivverbände ist wesentlich erleichtert und keinen Störungen durch Bewegungen des Kranken ausgesetzt.

Bei den Verrenkungen aber habe ich immer den Eindruck gehabt, daß ihre Reposition sehr viel leichter vor sich geht, wie an narkotisierten Kranken. Wendet man Plexusanästhesie an, so erklärt sich dies ja ganz natürlich durch die weit vollständigere Erschlaffung der Muskeln, welche nach Unterbrechung des Plexus brachialis zustande kommt. Aber auch intraartikuläre Einspritzungen scheinen mir die Reposition ganz wesentlich zu erleichtern. Die gleiche Beobachtung hat Quénu gemacht. Ich verweise auf die Mitteilung Payrs (XVIII, 36), der verrenkte Gelenke mit 80—100 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung füllt, um die Kapsel zu entfalten und dem luxierten Gelenkende gleichsam den Weg freizumachen.

Operationen am Arm.

Die sensible Innervation.

Die gesamte sensible Innervation für den Arm bis dicht unter das Schultergelenk ist im Plexus brachialis nach seinem Austritt aus der Skalenuslücke zu einem einzigen, verhältnismäßig dünnen Nervenstrang vereinigt. In der Achselhöhle beteiligen sich die oberen Zwischenrippennerven an der sensibeln Innervation, von denen einer als N. cutaneus brachii medialis auch einen Teil der Oberarmhaut versorgt. Die Haut der Schultergegend dagegen wird durch Vermittlung der N. N. supraclaviculares aus dem Plexus cervicalis innerviert. Abb. 165 zeigt die Austrittsstellen der sensibeln Nerven der oberen Extremität aus der Faszie unter die Haut und ihre periphere Verbreitung. Man wolle hiermit auch das Schema Abb. 171, S. 425 vergleichen. Einzelheiten der Innervation werden im folgenden nur insoweit berücksichtigt und beschrieben, als sie für die Betäubungstechnik von Belang sind. Über die häufigen Varianten der Durchtrittsstellen der Hautnerven durch die Faszie hat Rost eingehende Untersuchungen angestellt.

Die Unterbrechung des Plexus brachialis.

Dem Verfahren Criles (S. 191), den Plexus brachialis oberhalb des Schlüsselbeins nach vorheriger Freilegung zu unterbrechen, haftet das Mißliche aller derartigen Eingriffe an. Es hat sich deshalb nicht eingebürgert. Der erste, der in der Literatur über die vor Einführung des Suprarenins unmögliche Betäubung des ganzen Armes durch perkutane Einspritzung in den Plexus berichten konnte, war Hirschel. Als Einstichstelle wählte er die Achselhöhle. Möglichst hoch oben in der Achselhöhle wird eine Pelotte durch zwei um den Thorax gelegte elastische Bänder befestigt, um eine Stauung in den Gefäßen zu erzielen und damit die Resorption zu verlangsamen. Der Arm wird stark abgespreizt gehalten. Dann fixiert man mit der einen Hand die Arteria axillaris und geht mit der Hohlnadel möglichst weit oben unter dem Pectoralis major in der Längsrichtung des Armes ein. Beim Vordringen der Nadel muß sofort gespritzt werden, um die Gefäße zum Ausweichen zu bringen und ihre Verletzung zu vermeiden. Man umspült so mit einigen Spritzen der Lösung oben den N. medianus und mehr nach vorn den N. ulnaris. Ein weiterer Einstich ist dann noch unterhalb der Arterie notwendig, etwa in der Höhe des Ansatzes des M. latissimus dorsi. Hier wird hauptsächlich der N. radialis getroffen. Auf

diese Weise wird die Arterie umspritzt und bei einiger Vorsicht eine Verletzung derselben sowie der Vene vermieden. Hirschel berichtete

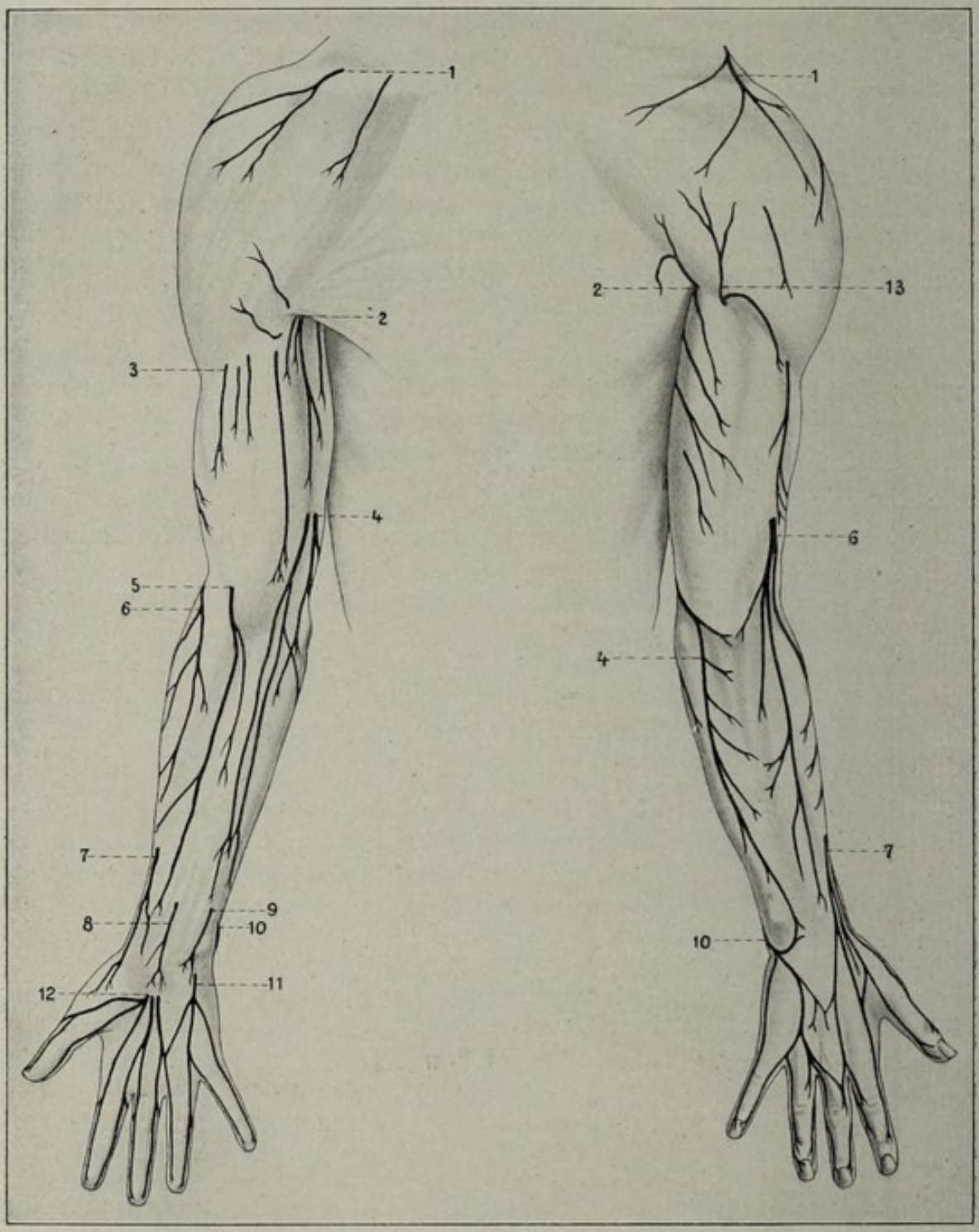


Abb. 165. Die sensible Innervation des Armes.

1 Supraclaviculares. 2 Cutaneus brachii medialis. 3 Cutaneus brachii anterior. 4 Cutaneus antebrachii med. 5 Cutaneus antebr. lateralis. 6 Cutaneus antebr. dorsalis. 7 Radialis superficialis. 8 Ramus palmaris N. mediani. 9 Ramus palmaris N. ulnaris. 10 Ramus dorsalis N. ulnaris. 11 N. ulnaris. 12 N. medianus. 13 Cutaneus brachii lateralis.

zunächst über drei erfolgreiche, auf diesem Wege ausgeführte Einspritzungen, später über 25 Fälle, wobei er zugleich mitteilt, daß die beschriebene Stauung unnötig sei. Als Betäubungsmittel dienen 30 bis 40 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung.

Kurz nach Hirschels erster Mitteilung berichtete Kulenkampff über 25 Fälle von gelungener Unterbrechung des Plexus brachialis. Er wählte zur Unterbrechung die Stelle, wo der Plexus lateral von der

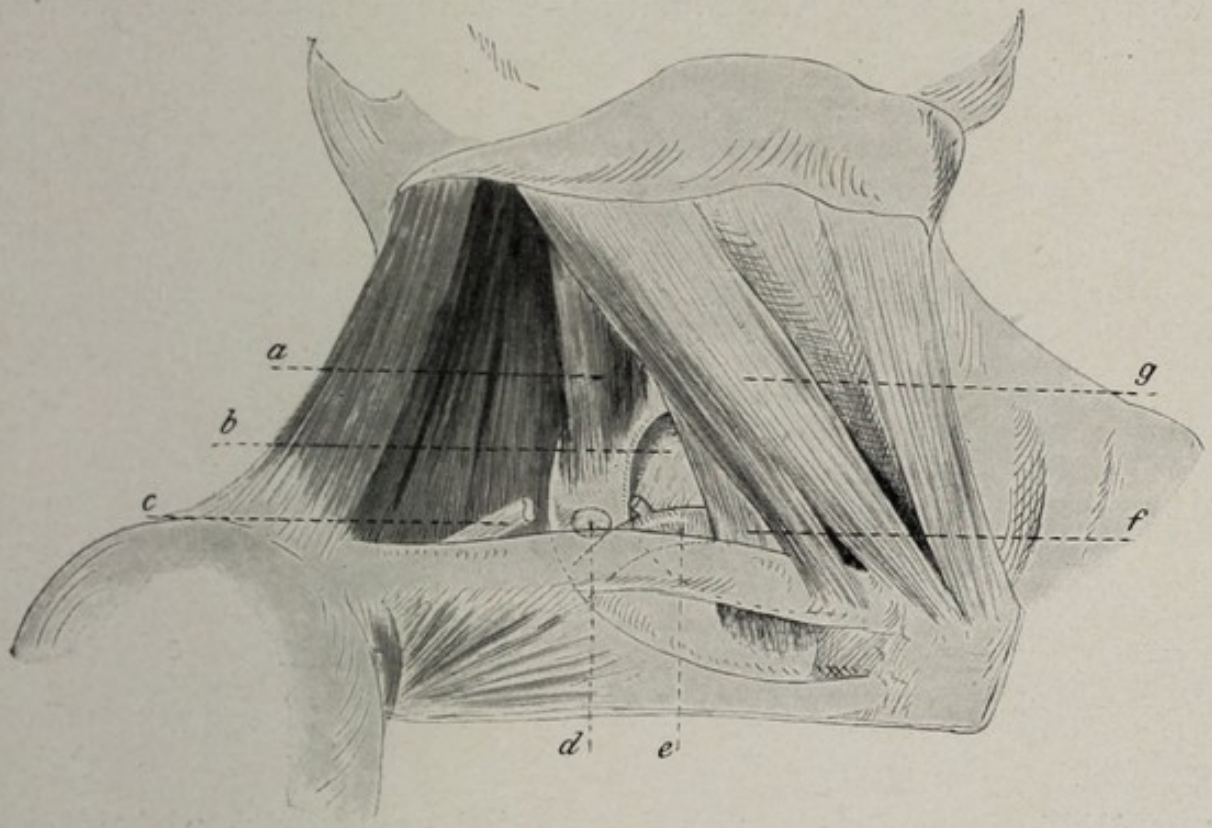


Abb. 166.
Lage der 1. Rippe und der A. subclav. zum Schlüsselbein. (Nach Kulenkampff.)
a Musc. scalen. med. *b* Lungenspitze. *c* M. omohyoid. *d* Quaddel. *e* Art. subclav. mit Art. transvers. colli. *f* M. scalen. ant. *g* M. sternocleidomast.

A. subclavia der ersten Rippe aufliegt, und hatte die ersten Versuche an sich selbst vorgenommen. Die Lage des Plexus ist hier sehr genau bezeichnet, nach innen durch die A. subclavia, deren Pulsation fast stets zu fühlen ist, nach unten durch die erste Rippe, nach vorn durch das Schlüsselbein. Die Vena subclavia liegt abseits. Unsere weiteren Erfahrungen mit der von uns alltäglich gebrauchten Plexusanästhesie nach Kulenkampff haben ergeben, daß sie ein typisches, sehr einfaches und schon nach wenigen Übungen auch zuverlässiges Betäubungsverfahren ist. Sie eignet sich für alle Operationen an der

oberen Extremität, besonders auch für die Reposition von Schulterverrenkungen, wo sie dem oben erwähnten Verfahren Quénus ohne Zweifel überlegen ist. Sie macht die Narkose bei Operationen an der oberen Extremität nahezu völlig überflüssig. Über die an den ersten 160 Fällen gesammelten Erfahrungen hat Kulenkampff eingehenden Bericht erstattet.

Die anatomischen Verhältnisse der Punktionsstelle ergeben sich aus den Abbildungen Kulenkampffs (Abb. 166—168). Abb. 166 zeigt

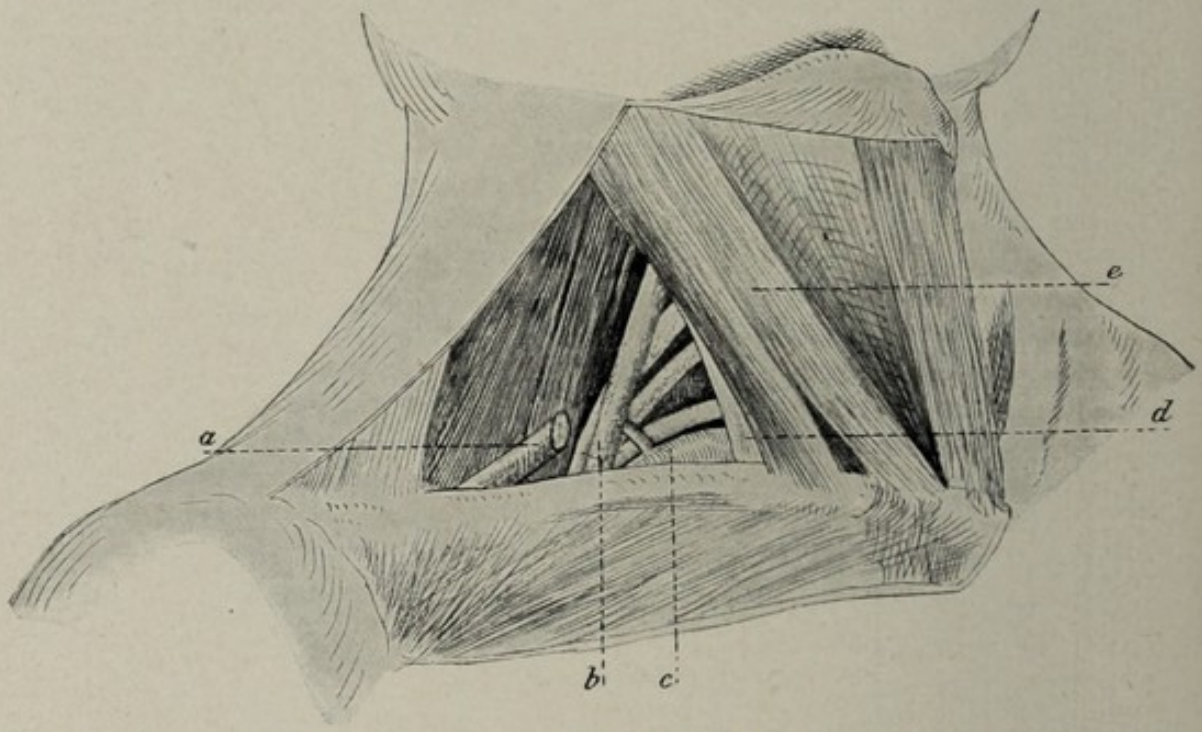


Abb. 167. Lage des Plexus brachialis zum Schlüsselbein und A. subclavia. (Nach Kulenkampff.)

a Musc. omohyoid. *b* Plex. brach. (halbschematisch). *c* Art. subclav. mit Art. transvers. colli. *d* M. scalen. ant. *e* M. sternocleidomastoid.

den Verlauf der ersten Rippe, wie er sich darstellt, wenn man von halbrechts gegen die Oberschlüsselbeingegend des Kranken sieht. Man erkennt, wie sie senkrecht nach hinten und oben vom Schlüsselbein aufsteigt. Das ist wichtig zu wissen, da sie den tiefsten Punkt darstellt, bis zu dem die Nadel bei richtiger Führung vordringen kann. So hat man nicht das unangenehme Gefühl, in die Tiefe zu stechen, ohne einen Widerhalt zu finden und ohne zu wissen, wo sich die Nadelspitze befindet. Die erste Rippe schneidet ungefähr die Mitte des Schlüsselbeins, wo also auch die Hauptquaddel anzulegen ist. Medial erkennt man noch den eben das Schlüsselbein überragenden Bogen der Arteria sub-

clavia. Darüber erscheint die Pleurakuppel, die vom Plexus brachialis bedeckt wird. Weiter erkennt man am Außenrande des Sternokleidomastoideus den Scalenus anticus, nach außen von der ersten Rippe den schräg aufsteigenden Omohyoideus, der hier abgeschnitten wurde, um den Verlauf der Rippe möglichst deutlich zu zeigen. Die Abbildung 167 gibt die Verhältnisse wieder, wie sie sich nach Entfernung der Haut, oberflächlicher und tiefer Faszie darstellen. Man sieht, wie das die Regel ist, die Arteria transversa colli mitten durch die eng an- und übereinandergelagerten Nervenstämme ziehen.

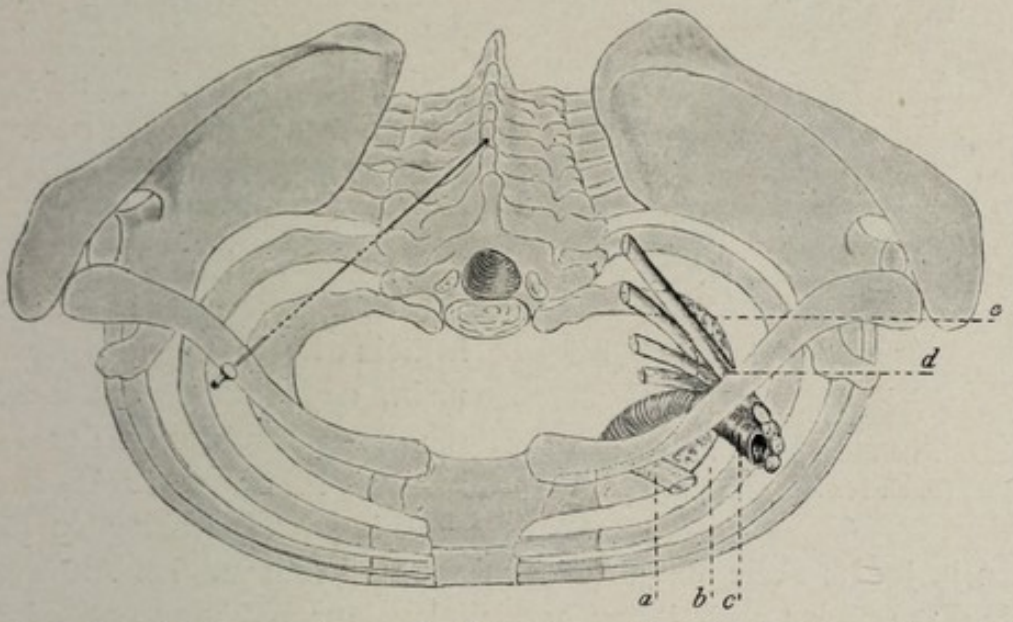


Abb. 168. Brustkorb von oben nach Kulenkampff, auf der einen Seite das Verhalten des Plexus und der A. subclavia zum Schlüsselbein, auf der anderen Seite die Richtung der Hohlnadel zeigend.

a V. subclavia. *b* Ansatzstelle des M. scalenus ant. *c* A. subclavia. *d* Plexus brachialis, sichelförmig die Arteria umlagernd. *e* Ansatzstelle des M. scalenus med.

Die Abbildung 168 zeigt, wie die Nadel eingeführt werden muß, damit man auf die erste Rippe kommt. Je nach dem flacheren oder steileren Abfall derselben von der Halswirbelsäule zum Brustbein würde eine Verlängerung der Nadelachse, wie man erkennt, den 2.—4. Brustwirbeldorn treffen. Auf der anderen Seite sind Plexus, Arterie, Skalenusansatz und Vene eingezeichnet, hauptsächlich um den sichelförmigen Querschnitt zu zeigen, wie er dicht unterhalb der Klavikula durch die Umlagerung der Nervenstämme um die Arterie entsteht. Man versteht, wie eine dicht neben der Arterie eingestochene Nadel mitten zwischen die Nervenstämme geraten muß und daß ihr, richtig eingeführt, fast ausnahmslos die Pulsation der Arterie mitgeteilt werden

muß. Auch tritt etwas deutlicher hervor, wie schmal der Spalt der Skalenuslücke ist, als das nach Abb. 166 und 167 der Fall zu sein scheint.

Die Technik der Punktion des Plexus gestaltet sich demnach folgendermaßen. Kulenkampff empfahl, sie in sitzender Stellung des Kranken auszuführen (Abb. 169). Da man aber nicht alle Kranken setzen kann, so bin ich mit anderen Chirurgen der Ansicht, daß es besser ist, sie in wagerechter Lage vorzunehmen. Der Kopf soll leicht nach hinten übergeneigt, nach der anderen Seite gedreht und der Arm möglichst nach abwärts gezogen sein. Der Plexus liegt dann bei mageren Menschen ganz oberflächlich, fast unter der Haut (Abb. 170). Einer Vorbereitung mit narkotischen Mitteln bedürfen die Kranken nicht, dagegen müssen sie über die beim Eindringen der Nadel in den Plexus auftretenden, in die Finger ausstrahlenden Parästhesien in jedem Falle aufgeklärt werden, und müssen den Augenblick, wo sie diese fühlen, mit „jetzt" bezeichnen. Nur auf diese Weise ist mit Sicherheit zu erkennen, daß die Nadelspitze sich an der richtigen Stelle befindet.

Abb. 169. Ausführung der Plexuspunktion (nach Kulenkampff).

Zunächst fühlt man nach der Arteria subclavia, indem man den Finger nur ganz leicht eindrückt. In vielen Fällen ist deren Pulsation schon sichtbar, rechts häufiger wie links, was sich wohl aus den verschiedenen anatomischen Verhältnissen erklärt. Unmittelbar nach außen von der Stelle, wo die Arterie abwärts laufend hinter dem Rande des Schlüsselbeins verschwindet, wird mit feiner Nadel eine Quaddel angelegt. Diese Stelle entspricht fast ausnahmslos der Mitte des Schlüsselbeins. Auch eine Verlängerung der meist sichtbaren Vena jugularis externa nach unten schneidet in der Regel am gleichen Punkte das Schlüsselbein. Hier sticht man eine 4—6 cm lange, feine Hohlnadel ohne Spritze ungefähr in der Richtung ein, als wollte man den Dornfortsatz des 2.—3. Brustwirbels treffen (siehe Abb. 168). In geringer Tiefe, dicht unter der Faszie, liegt der Plexus. Sobald ihn die Hohlnadel berührt, entstehen in die Finger ausstrahlende Parästhesien im Gebiet des

N. medianus, welcher oberflächlicher gelegen ist, und des N. radialis, welcher tiefer, hinter dem N. medianus, liegt. Trifft man — in einer Tiefe von 1—3 cm — auf die erste Rippe, so weiß man nun, daß der Plexus oberflächlicher liegen muß. Bekommt man die Parästhesien nicht sofort, so sucht man sie durch leichte Veränderungen der Nadelrichtung. Sehr häufig führt man die Nadel anfangs — aus unnötiger Besorgnis vor der A. subclavia — zu weit lateral ein. Fließt Blut aus der Hohlnadel, so muß man deren Richtung ebenfalls ändern.

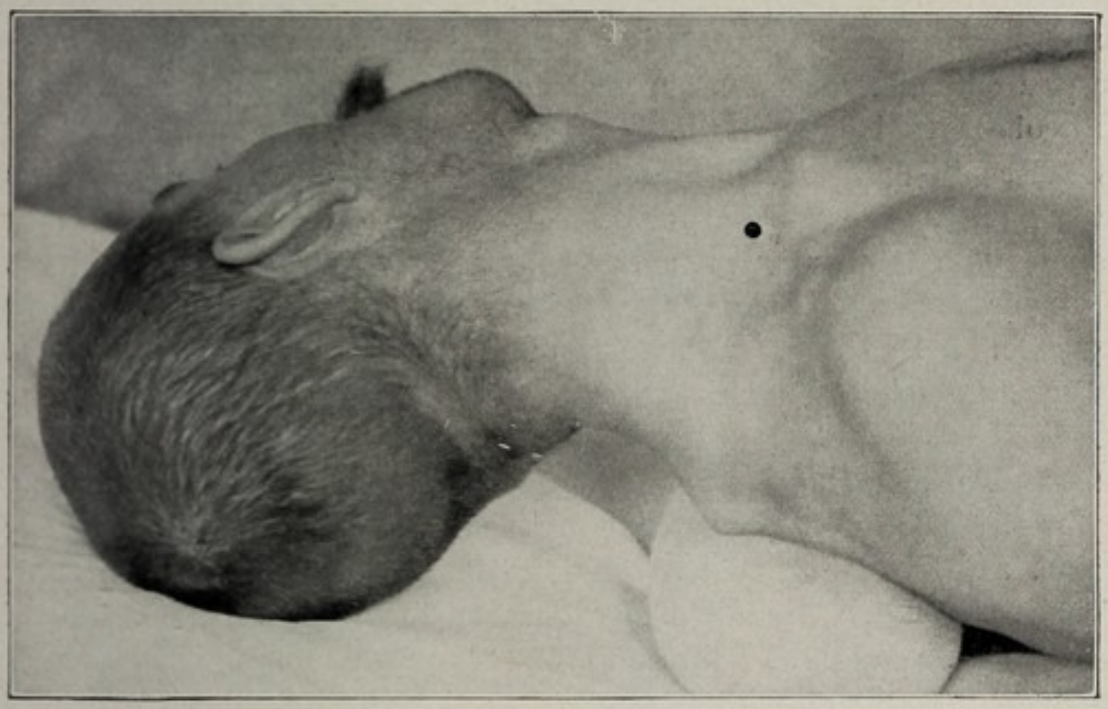


Abb. 170. Lagerung zur Punktion des Plexus brachialis.

Sobald die Parästhesien erscheinen, setzt man die Spritze auf die Nadel und entleert 10 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Zeigten sich die Parästhesien im Gebiet des N. medianus, so spritzt man einen Teil der Lösung einige Millimeter tiefer. Weitere 10 ccm spritzt man schließlich unter leichter Verteilung in die allernächste Nachbarschaft, indem man ganz geringe Veränderungen der Lage der Hohlnadel vornimmt. Man lasse sich nicht verleiten, vor Eintritt der Parästhesien einzuspritzen.

Hatte man sehr ausgesprochene Parästhesien sowohl im Medianus als im Radialis beobachtet, so kann man darauf rechnen, daß nach 1—3 Minuten eine vollständige sensible und motorische Lähmung des Armes eingetreten ist. Meist muß man 10—15 Minuten warten. Ist zu dieser Zeit die Lähmung noch nicht vollständig, so empfiehlt es sich,

noch 5—10 ccm 4%ige Novokain-Suprareninlösung nachzuspritzen. Parästhesien entstehen jetzt jedoch nicht mehr und der Erfolg ist unzuverlässig.

Der Oberarm kann sehr bald nach der Einspritzung zum Zweck der Blutsparung abgeschnürt werden, ohne daß die Kranken dies empfinden. Wir benutzen hierzu stets den Kompressor nach Perthes. Die Abschnürung ist meist notwendig, weil der Arm nach Unterbrechung des Plexus brachialis mehr oder weniger hyperämisch zu werden pflegt, wie im Heidenhainschen Experiment. Allerdings wirkt die durch das Suprarenin bedingte Kontraktion der A. subclavia augenscheinlich der Vasomotorenlähmung, wie sie nach peripheren Nervenunterbrechungen zu beobachten ist, entgegen.

Wie häufig man Versager zu erwarten hat, hängt ganz allein von der Übung des Operateurs ab. Nach Kulenkampff gelang es in den ersten 100 Fällen, an denen acht Operateure beteiligt waren, viermal nicht, die Parästhesien auszulösen, die Einspritzung blieb wirkungslos. In weiteren 19 Fällen waren einzelne Nervengebiete nicht völlig ausgefallen. Meist ließen sich aber die beabsichtigten Operationen ausführen.

Die Ausdehnung der der Einspritzung folgenden Unempfindlichkeit ergibt sich aus Abb. 171. Die motorische Lähmung betrifft stets auch den N. axillaris. Es ist daher sehr auffallend, daß das nach den anatomischen Lehrbüchern angeblich vom sensibeln Teil des N. axillaris innervierte Hautgebiet (Abb. 171, 2) niemals unempfindlich, sondern entweder nur unterempfindlich oder gar nicht beeinflußt wird. Für die Innervation dieser Teile müssen deshalb noch andere Nerven, wahrscheinlich die N. N. supraclaviculares in Betracht kommen.

Ein Anstechen der A. subclavia ist möglich, kommt gewiß nicht selten vor, ist aber nach den bisherigen Erfahrungen ohne Bedeutung. Die Dauer der Unempfindlichkeit beträgt $1\frac{1}{2}$—3 Stunden.

Bei der Plexusanästhesie, welche in kürzester Zeit weite Verbreitung erlangt hat, sind folgende Nebenwirkungen beobachtet worden.

1. Sympathikuslähmung der gleichen Seite (Kulenkampff). Sie tritt sehr häufig ein und äußert sich in Verengerung der Lidspalte und Pupille, Hyperämie der Konjunktiva und Gesichtshälfte. Zuweilen sieht man auch Reizung des Sympathikus, die sich in Erweiterung der Pupille äußert. Beide Symptome sind vorübergehend und haben keine weitere Bedeutung.

2. Phrenikuslähmung. Dies Vorkommnis, auf dessen Möglichkeit schon Kulenkampff selbst hingewiesen hatte, wurde röntgenologisch

zuerst von Sievers nachgewiesen. Härtel und Keppler haben dann eine größere Zahl von Kranken nach ausgeführter Plexusanästhesie röntgenologisch untersucht und festgestellt, daß die Lähmung des gleich-

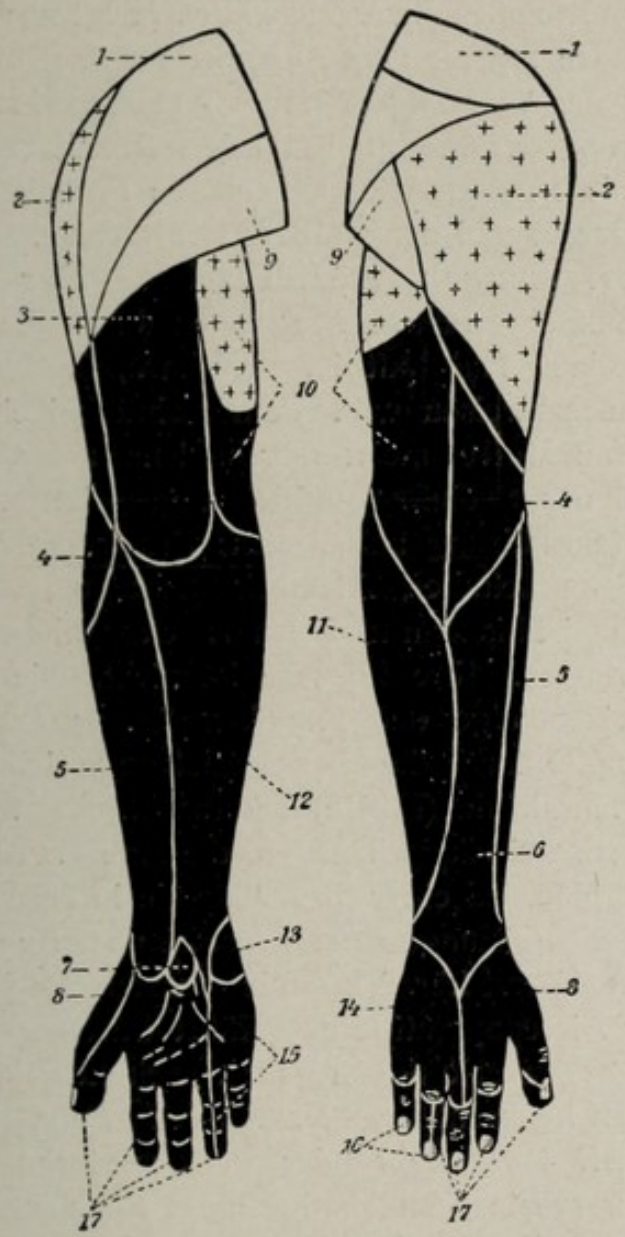


Abb. 171. Die sensibeln Hautgebiete (nach Toldt) und ihre Ausschaltung durch Plexusunterbrechung (nach Kulenkampff).

■ anästhetisch. ++ hypästhetisch oder nicht gelähmt. □ nicht gelähmt.
1 N. N. supraclaviculares. 2 N. cutaneus brachii lateralis (aus dem N. axillaris) (?). 3 Rami cutanei brachii anteriores (aus dem N. cutaneus antibrachii medialis). 4 N. cutaneus brachii posterior aus dem N. radialis). 5 N. cutaneus antibrachii lateralis (aus dem N. musculo-cutaneus). 6 N. cutaneus antibrachii dorsalis (aus dem N. radialis). 7 Ramus palmaris N. mediani. 8 Ramus superficialis des N. radialis. 9 Rami cutanei laterales (aus den N. N. intercostales). 10 N. cutaneus brachii medialis. 11 Ramus ulnaris des N. cutaneus antibrachii medialis. 12 Ramus volaris des N. cutaneus antibrachii medialis. 13 Ramus cutaneus palmaris des N. ulnaris. 14 Ramus dorsalis manus des N. ulnaris. 15 Ramus superficialis des N. ulnaris. 16 N. N. digitales volares proprii (aus dem N. ulnaris). 17 N. N. digitales volares proprii (aus dem N. medianus).

seitigen N. phrenicus eine fast regelmäßige, vorübergehende Begleiterscheinung der Kulenkampffschen Injektion ist. Sie äußert sich im Röntgenbild in Stillstand, verminderter Exkursion oder paradoxer Bewegung der entsprechenden Zwerchfellhälfte, pflegt nach wenigen Stunden zu verschwinden und verläuft subjektiv symptomlos.

Es ist daher der Warnung Härtels und Kepplers vor doppelseitiger Ausführung der Plexusanästhesie beizustimmen. Denn es ist die Möglichkeit nicht auszuschließen, daß die Phrenikuslähmung auch einmal länger andauert und dann Schaden verursacht.

3. Pleuraverletzungen. Härtel und Keppler beschrieben zunächst zwei offenkundige Pleuraverletzungen durch die Hohlnadel, wo nachher in dem einen Fall Luft im Brustkorb, in dem anderen Fall Hautemphysem nachzuweisen war. Ferner sind bei einer Anzahl von Kranken, zuerst von Heile, meist sehr bald nach der Einspritzung, ja sogar bevor noch das Betäubungsmittel eingespritzt war (Stein), die Symptome der Pleurareizung aufgetreten: Brustschmerzen, Schmerzen in der gleichseitigen Schulter, Atembeklemmungen, Atemnot. Diese Symptome haben meist bis zum nächsten Tage angedauert, ohne weitere Folgen zu hinterlassen. Ihre Ursache ist nicht, wie Sievers angenommen hatte, eine Folge der Funktionsstörung des N. phrenicus, sondern ohne Zweifel durch die Pleuraverletzung, vielleicht durch eine Blutung in die Pleurahöhle (Heile) verursacht. Denn man hat sie in gleicher Weise auch bei Einspritzungen, die zum Zweck der Strumektomie gemacht wurden, bei einer Strumektomie in Narkose (Brunner), bei interkostalen Einspritzungen am Brustkorb (Kulenkampff) beobachtet. Wir haben sie erst kürzlich bei interkostalen Einspritzungen, die zum Zweck einer Nierenoperation ausgeführt waren, gesehen, während wir bei der Plexusanästhesie davon ganz verschont geblieben sind.

Schepelmann beobachtete unter 300 Fällen von Plexusanästhesie nach Kulenkampff 4mal mehr oder weniger starke Atemstörungen, und 1mal die sehr ernste Komplikation eines Pneumothorax. Capelle sah im Anschluß an die Punktion des Plexus einen Pneumothorax mit Hautemphysem auftreten, dem der Kranke erlag. Wir haben daher allen Grund, uns vor dem Anstechen der Lungenspitze zu fürchten und müssen sie mit allen Mitteln zu vermeiden suchen. Die gefährdete Stelle der Lungenspitze liegt einwärts von der 1. Rippe. Man schützt sich daher am besten vor der Pleuraverletzung, wenn man zunächst die 1. Rippe etwas lateral von der Schlüsselbeinmitte punktiert, die gefundene Nadellänge durch ein aufgestecktes Korkstück oder einen Schieber nach Härtel bezeichnet und nun bei der Punktion des Plexus

die Nadel nicht weiter einführt, als die Marke angibt. Der Plexus liegt ja oberflächlicher als die 1. Rippe.

Capelle hat infolge des Unglücksfalls, der ihm zustieß, vorgezogen, den Plexus in der Achselhöhle nach Hirschel zu punktieren. Er empfiehlt als Punktionsstelle einen Punkt des Sulcus bicipitalis int., der dicht über dem Ansatz der Sehne des M. pectoralis major an dem Oberarm gelegen ist. Die Nervenstämme liegen hier, nach Abgang des N. axillaris, der Arterie dicht an. Man hat daher nichts weiter zu tun, als das Betäubungsmittel (20—30 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung) rings um die gut tastbare Arterie zu verteilen. Man erhält nach längerer Wartezeit (30 Minuten und länger) Unempfindlichkeit des Armes bis zum unteren Oberarmdrittel.

Babitzki hat darauf hingewiesen, daß man den Plexus brachialis sehr gut auch unterhalb des Schlüsselbeins punktieren kann, und zwar an der gut bezeichneten Stelle, wo der innere Rand der 2. Rippe das Schlüsselbein kreuzt. Sicher zu vermeiden, auch für den Ungeübten, sind die gefährlichen Pleuraverletzungen durch das Verfahren von Mulley (XIX, 32), bei dem der Plexus brachialis höher oben am Halse punktiert wird. Der Einstichpunkt liegt drei Querfinger über der Mitte des Schlüsselbeins und $\frac{1}{2}$ cm nach hinten an der Spitze eines Dreiecks, dessen Basis vom Schlüsselbein, dessen Seiten vom hinteren Rande des Kopfnickers und vorderen Rande der Nackenmuskulatur gebildet wird. Dort wird die Hohlnadel senkrecht in die Tiefe geführt, bis Parästhesien erscheinen. Bei einiger Übung ist die Punktion des Plexus hier ebenso sicher wie auf der 1. Rippe. Aber man muß erst abwarten, ob nicht die größere Nähe der Wirbelsäule wieder andere Komplikationen bedingt.

4. Schädigungen der Armnerven. Über derartige Nervenschädigungen haben Borchers, Hirschler, Härtel und Keppler Mitteilungen veröffentlicht. In dem Falle von Borchers entstand eine mehrere Wochen anhaltende Lähmung des N. radialis, ulnaris und medianus im Anschluß an eine in Plexusanästhesie ausgeführte Operation. Während derselben war aber der Oberarm abgeschnürt gewesen. Hirschler beobachtete nach der Reposition einer axillaren Schulterluxation in Plexusanästhesie Lähmung der Beuger des Zeigefingers, in einem zweiten Falle nach Versorgung einer Durchschneidung sämtlicher Weichteile der Beugeseite des Vorderarms eine gefühllose Zone am Oberarm im Bereich des N. cutaneus antebrachii ant. In einem dritten Falle fand sich nach Reposition eines Vorderarmbruchs eine gefühllose Zone am Mittelfinger. Weiter berichten Härtel und Keppler über

einen Fall, wo im Anschluß an einen Oberarmbruch eine Lähmung des N. radialis entstand. Als nun der erkrankte Nerv in Plexusanästhesie freigelegt worden war, beobachtete man danach eine allmählich zunehmende Störung auch im Gebiet des N. ulnaris und medianus.

Härtel und Keppler weisen selbst darauf hin, daß von diesen Fällen keiner einwandfrei als Nervenschädigung infolge der Plexusanästhesie angesehen werden kann. In einem anderen Fall aber halten sie diesen Nachweis für erbracht.

Bei einer Frau wurde eine typische Radiusfraktur in gewohnter Weise in Plexusanästhesie reponiert. Nach neuntägiger Lagerung auf Schedescher Schiene entstand eine komplette Lähmung des N. radialis. Daneben waren aber auch die übrigen Armnerven in den Prozeß hineingezogen. Nach einem halben Jahr war die Störung zwar in augenscheinlicher Besserung, aber noch nicht beseitigt.

Nervenschädigungen infolge einer Einspritzung können entstehen durch Verletzung des Nerven durch die Nadel, durch Blutungen in die Nervenscheide oder durch die Einwirkung der fremdartigen Flüssigkeit. Wir haben bisher angenommen, daß reine, isotonische Novokain-Suprareninlösung an der Nervensubstanz keine dauernden Störungen hervorruft, und waren auch nach den bisherigen Erfahrungen berechtigt zu dieser Annahme. Auf die Reinheit und die Isotonie der Lösung wird bei endoneuralen Einspritzungen — und darum handelt es sich oft bei der Plexusanästhesie — ein ganz besonderes Gewicht zu legen sein. Denn es ist bekannt, wie empfindlich die Nervensubstanz gegen Störungen des osmotischen Gleichgewichts, besonders gegen die Quellung ist. Mir scheint, daß vorläufig bei der Seltenheit derartiger Fälle, wie sie oben beschrieben sind, die Sachlage noch zu wenig geklärt ist, als daß sich viel darüber sagen ließe.

Die Dauer der Unempfindlichkeit beträgt 1½—3 Stunden. Von den Nebenwirkungen der Unterbrechung des Plexus cervicalis (S. 324) ist diejenige des Plexus brachialis vollkommen frei.

Die Anzeige für die Plexusanästhesie geben alle chirurgischen blutigen und unblutigen Operationen am Arm, ausgenommen diejenigen, welche einfacher durch örtliche Einspritzungen zu behandeln sind. Bei uns bilden den Hauptanteil an den unter Plexusanästhesie ausgeführten Operationen schwere Handverletzungen und die Hand- und Vorderarmphlegmonen. Dazu kommen Amputationen, Exartikulationen und Resektionen an der oberen Extremität und die Reposition von Knochenbrüchen und Verrenkungen. Exartikulationen im Schultergelenk und Resektionen des Schultergelenks konnte ich schmerzlos ausführen, nachdem durch ringförmige Infiltration des Unterhautzellgewebes mit ½%-

iger Novokain-Suprareninlösung an der Wurzel des Gliedes, also quer durch die Achselhöhle und über die Schulter hinweg, die Endäste der N. N. supraclaviculares und der Interkostalnerven ausgeschaltet waren. Sehr wertvoll ist das Verfahren bei der Reposition von Frakturen vor dem Röntgenschirm.

Die Betäubung eines Fingers nach Oberst.

Sie beruht auf dem Umstand (s. S. 186), daß im Unterhautzellgewebe des Grundgliedes sämtliche den Finger versorgenden Nervenbahnen gelegen sind. Abb. 172 zeigt den schematischen Querschnitt eines Fingergrundgliedes. Die paarigen Hauptnervenstämme sind durch schwarze Punkte angedeutet. Das stärkste Paar liegt volarwärts dicht neben den Beugesehnen, von ihm zweigt schon hoch oben ein zweites Paar ab, das sich auf die Dorsalseite begibt, um die Streckseite des zweiten und dritten Gliedes zu innervieren. Endlich liegen unter der Haut der Streckseite zwei feine, oft auch schon in ihre Endäste zerfallene Nervenstämmchen, welche gewöhnlich nicht weit über das erste Glied hinaus zu verfolgen sind.

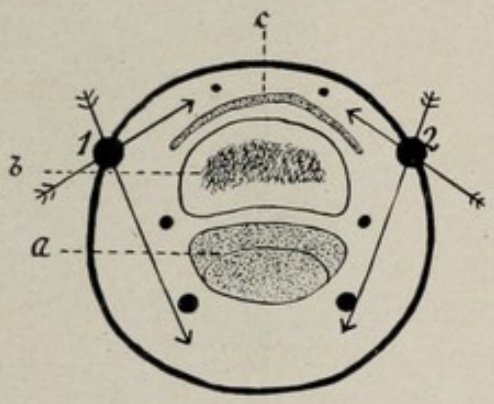


Abb. 172.
Fingerbetäubung nach Oberst. Schematischer Querschnitt durch ein Fingergrundglied.
1, 2 Einstichpunkte. *a* Beugesehne. *b* Knochen. *c* Strecksehne. Die Nerven sind durch schwarze Punkte bezeichnet, die Pfeile bezeichnen die Nadelführung.

Es gilt also, das Betäubungsmittel in die Nachbarschaft dieser Nervenstämme zu bringen. Hierzu braucht man zwei Einstichpunkte, welche am Seitenrand des Fingers, jedoch mehr nach der Streckseite zu gelegen sind (Abb. 172, 1, 2), wo die Haut wenig empfindlich ist. Man beginnt die Einspritzung damit, daß man mit einer Grammspritze und feinster, scharfer Hohlnadel an einer der Einstichstellen eine Quaddel macht. Dann schiebt man die quer zur Längsachse des Fingers zu haltende Hohlnadel (Abb. 173 und 172, wo die Lage der Hohlnadel durch Pfeile angegeben ist) unter die Haut der Beugeseite und entleert einen Teil der Lösung. Nun zieht man die Nadel heraus, sticht sie an der gleichen, bereits unempfindlichen Stelle von neuem ein, um unter die Haut der Streckseite einzuspritzen. Dasselbe geschieht vom anderen Einstichpunkt aus. Die Lösung, welche ziemlich ringförmig das Unterhautzellgewebe durchtränken soll, werde so verteilt, daß die

Beugeseite etwas mehr bekommt als die Streckseite. Ich injiziere 1 bis 2 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Man wartet nun, bis die Fingerspitze unempfindlich gegen Nadelstiche geworden ist, was im Durchschnitt nach fünf Minuten der Fall ist. An dem jetzt völlig gefühllosen Finger können nun beliebige blutige oder unblutige (Reposition von Luxationen!) Operationen vorgenommen werden. Panaritien sind für dieses Verfahren nur geeignet, wenn sie nicht über das Mittelglied hinausreichen. Die von Oberst angewendete Abschnürung des Fingers

Abb. 173. Fingereinspritzung nach Oberst.

vor der Einspritzung der betäubenden Lösung wird durch den Suprareningehalt derselben überflüssig gemacht.

Die Fingerarterien sind Endarterien. Die Einspritzung von Suprarenin in den Finger erfordert deshalb gewisse Vorsicht. Füllt man das Unterhautzellgewebe des Fingers beliebig mit einer auch nur verdünnten Suprareninlösung, so kontrahieren sich alle seine Arterien und die Gewebe können sich zu langsam des Suprarenins entledigen. Wir haben also ähnliche Verhältnisse, wie bei einem gestielten Hautlappen (S. 170) und dem Präputium (S. 397). Hierauf sind sicherlich die Störungen und Nachschmerzen zu beziehen, welche nach der Fingerbetäubung viel-

fach beobachtet wurden. Man hat sie nicht gesehen, solange man die Einspritzung in ihrer von Oberst angegebenen Form (Abschnürung, Einspritzung von 1—2 ccm ½—1%iger Kokainlösung) ausführte. Man kann sie aber auch sicher vermeiden, wenn man die Einspritzung möglichst nahe an der Fingerbasis macht, wo die Gefäßversorgung vielseitiger ist, und wenn man nicht etwa das Unterhautzellgewebe des Fingers ringförmig prall mit 10 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert, sondern in der beschriebenen Weise eine kleine Menge 2%iger Novokain-Suprareninlösung einspritzt.

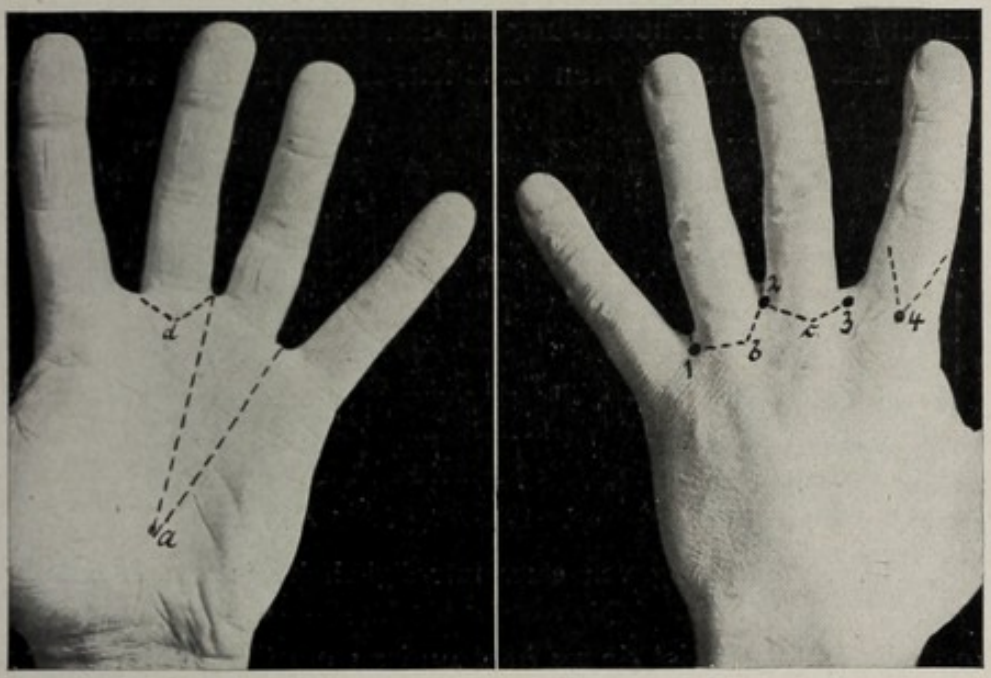


Abb. 174.
Gabelförmige Einspritzung (am Zeigefinger). — Betäubung eines Fingers mit Teilen des Handrückens und Handtellers (am 3. und 4. Finger). 1—4: Einstichpunkte.

Einseitige Einspritzungen, entweder allein auf der Beugeseite oder allein auf der Streckseite, sind selten zu brauchen. Die kleinen Furunkel auf der Streckseite des Grundgliedes lassen sich durch eine gabelförmige Einspritzung (Abb. 174 am Zeigefinger) leicht unempfindlich machen.

Die Betäubung eines Fingers mit benachbarten Teilen der Mittelhand.

Die Einführung des Suprarenins hat es ermöglicht, einige, Teile der Mittelhand einschließende Einspritzungsverfahren auszubilden, welche sonst nur mit langdauernder, für den Kranken sehr lästiger Ab-

schnürung des Armes ausführbar wären und sich deshalb niemals hätten einbürgern können.

Um einen Finger mit den benachbarten Teilen des Handtellers oder Handrückens unempfindlich zu machen, legt man zwei Einstichpunkte auf die Rückseite der Interdigitalfalten (Abb. 174, 1 und 2 oder 2 und 3), beim Daumen und fünften Finger dementsprechend an den medialen oder lateralen Rand der Hand. Man spritzt von ihnen subkutan reichlich ½ oder 1%ige Novokain-Suprareninlösung in der Richtung nach den Punkten a oder d im Handteller, b oder c auf dem Handrücken. Hierzu sind längere Hohlnadeln nötig. Abb. 175 veranschaulicht die Nadelführung bei der Einspritzung in den Handteller von einer Interdigitalfalte aus. Niemals dürfen Einstichpunkte in den Handteller ge-

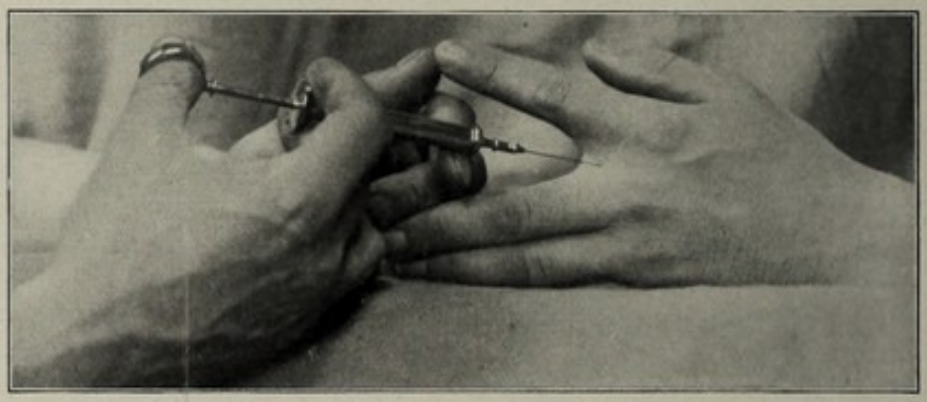


Abb. 175. Nadelführung von einer Interdigitalfalte in den Handteller.

legt werden. Die Haut ist da zu hart und zu empfindlich. Man beginnt wiederum die Operation erst dann, wenn die Unempfindlichkeit sich bis zur Spitze des betreffenden Fingers ausgebreitet hat.

Der reichlichen Infiltration mit den genannten Lösungen steht das bei Einspritzungen unmittelbar in den Finger geäußerte Bedenken nicht entgegen.

Die Exartikulation des Mittelfingers im Grundgelenk. Operationen am dritten Mittelhandknochen.

Es sind vier Einstichpunkte zu bezeichnen (Abb. 176). Zwei von ihnen liegen in den Interdigitalfalten, zwei auf dem Handrücken rechts und links vom dritten Mittelhandknochen über den Zwischenknochenräumen. Man beginnt mit zwei Einspritzungen von Punkt 3 und 4. Abb. 177 zeigt einen Querschnitt durch die Mittelhand und wie die Hohlnadel geführt werden muß. Man legt hierzu die Spitze des linken

Zeigefingers in den Handteller des Kranken und sticht die Hohlnadel beim Punkt 3 und 4 fortdauernd einspritzend quer durch den Zwischenknochenraum, bis man ihre Spitze unter der Haut des Handtellers bei

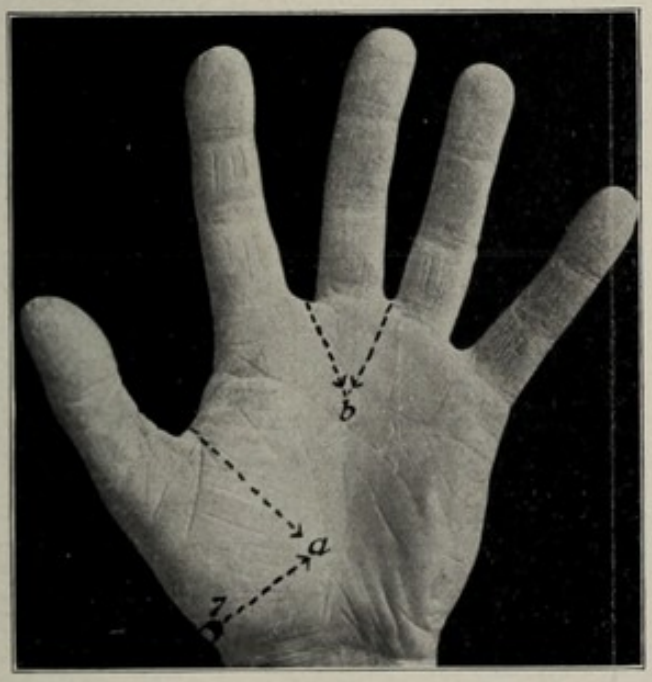


Abb. 176.
Exartikulation des Mittelfingers oder Daumens im Grundgelenk.
Operation an den Mittelhandknochen.

b fühlt. Abb. 178 veranschaulicht diesen Handgriff. Für jede der beiden Einspritzungen sind 5 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung nötig. Es folgt subkutane Infiltration des Unterhautzellgewebes vom

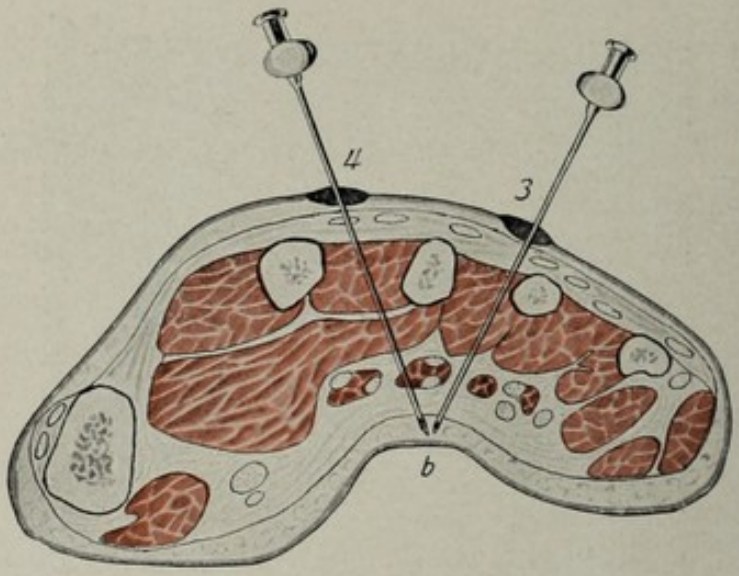


Abb. 177.
Querschnitt durch die Mittelhand. Nadelführung durch die Zwischenknochenräume. 3, 4 und b entsprechen den gleichen Bezeichnungen in Abb. 176.

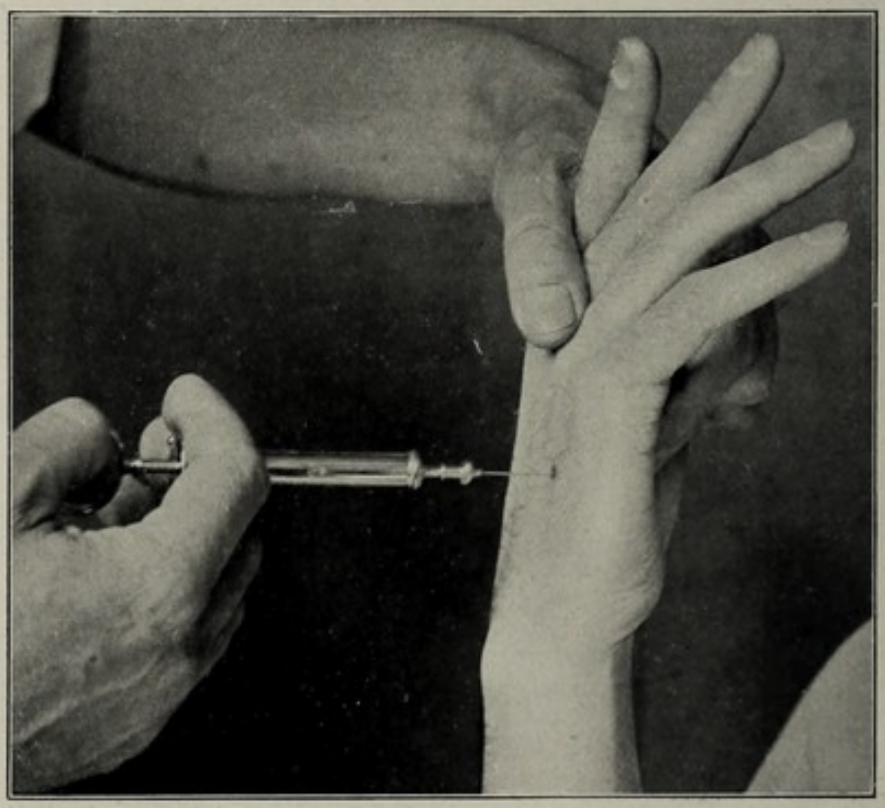


Abb. 178. Nadelführung durch den Zwischenknochenraum.

Punkt 1 und 2, im Handteller wieder gegen den Punkt b, auf dem Handrücken gegen Punkt 3 und 4. Schließlich werden Punkt 3 und 4 durch eine subkutane Einspritzung verbunden. Man braucht im ganzen 30—40 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Die Betäubung ist fertig, wenn die Spitze des Mittelfingers unempfindlich geworden ist. Man kann nun den Finger exartikulieren mit oder ohne Entfernung von Teilen des zugehörigen Mittelhandknochens. Abschnürung des Armes ist unnötig. Das gleiche Verfahren gestattet die Ausführung von Operationen am dritten Mittelhandknochen.

Die Exartikulation des Daumens im Grundgelenk. Operationen am ersten Mittelhandknochen. (Abb. 176.)

Man beginnt mit der Einspritzung in den Zwischenknochenraum vom Punkt 6 aus, indem man die Hohlnadel bis unter die Haut des Handtellers beim Punkt a führt. Hierzu sind wegen der Dicke der Weichteile 10 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung nötig. Es folgt subkutane Einspritzung von Punkt 5 und 7, und zwar im Handteller gegen Punkt a, auf dem Handrücken gegen Punkt 6. Abschnürung des Armes ist unnötig. Lösung: etwa 50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Dies Verfahren zeigt zugleich, wie man den Daumenballen unempfindlich machen kann, ohne daß man in die empfindliche Haut des Handtellers einzustechen braucht, und läßt sich gleicherweise auch auf den fünften Finger und Mittelhandknochen übertragen.

Die Betäubung von mehreren Fingern und Teilen der Mittelhand. (Abb. 179.)

Die Einstichpunkte 1, 2, 3 dienen zur Betäubung des zweiten und dritten Fingers und werden durch Quaddeln bezeichnet. Von Punkt 2 aus ist die Einspritzung in den Zwischenknochenraum gegen Punkt a vorzunehmen, vom Punkt 1 und 3 aus ist im Handteller gegen Punkt a, auf dem Handrücken gegen Punkt 2 subkutan zu infiltrieren. Die Einstichpunkte 4, 5, 6 dienen in gleicher Weise zur Betäubung des vierten und fünften Fingers gleichzeitig. Teile der Mittelhand können in erforderlicher Weise in den unempfindlichen Bezirk eingeschlossen werden, je nachdem die Einstichpunkte 2 oder 6 näher an die Finger oder näher an die Handwurzel gelegt werden. Lösung: 50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Operationen an den Weichteilen des Handtellers.

Die Technik der Betäubung des Daumenballens und Kleinfingerballens durch Umspritzung ist schon bei der Exartikulation des Daumens beschrieben. Jeder andere Teil des Handtellers läßt sich auf die gleiche

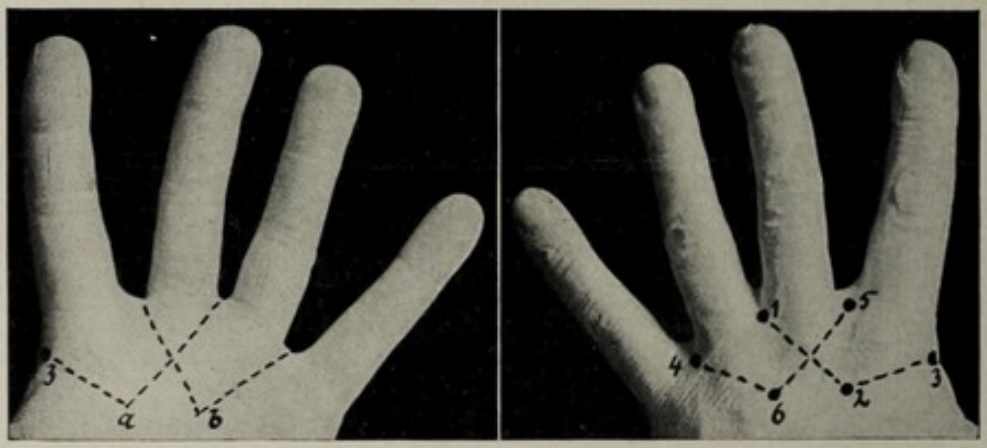


Abb. 179. Betäubung von zwei Fingern mit Teilen der Mittelhand.

Art behandeln. Stets aber sind die Einstichpunkte — gewöhnlich zwei — an den Seitenrand der Hand und auf die Rückseite der Interdigital-

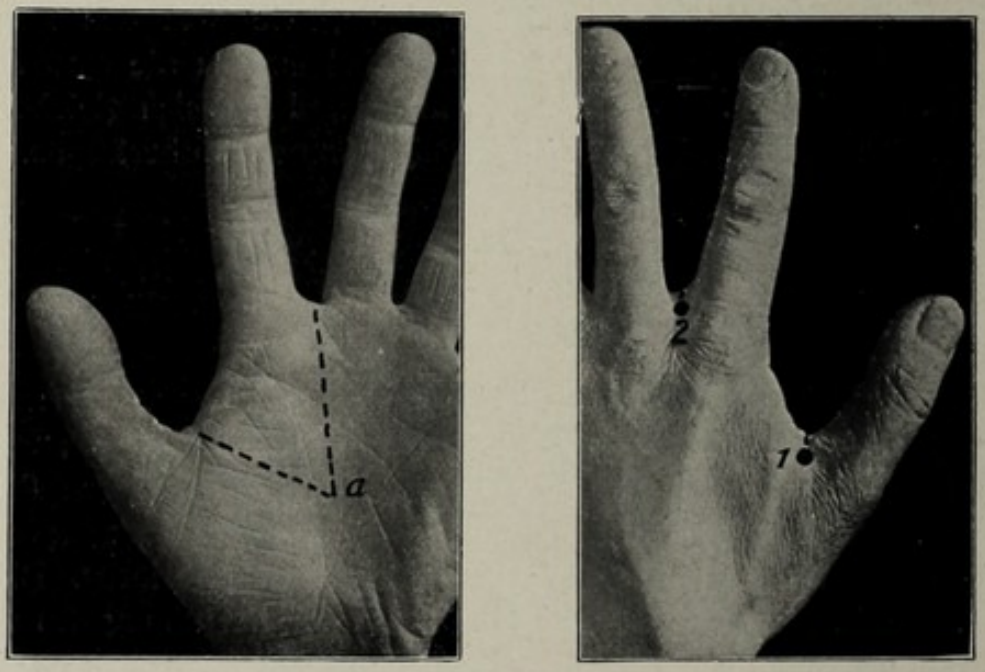


Abb. 180. Betäubung eines Teils des Handtellers.

falten zu legen. Als Beispiel wählen wir ein Operationsfeld, welches auf die Weichteile des Handtellers beschränkt oberhalb des Zeigefingers

gelegen ist (Abb. 180). Die Einstichpunkte werden in diesem Falle bei 1 und 2 markiert; von beiden Punkten wird nach dem Punkt a im Handteller reichlich — 30—40 ccm — ½%ige Novokain-Suprareninlösung eingespritzt.

Bei Handphlegmonen sind Einspritzungen in der Nähe der erkrankten Teile unzulässig. Erstere sind erst durch die Plexusanästhesie der örtlichen Betäubung zugänglich gemacht. Einfache Abszeßspaltungen werden am schnellsten und besten durch den Chloräthylrausch nach Kulenkampff erledigt.

Weichteiloperationen auf dem Handrücken.

Auch hier kommen in der Hauptsache aseptische Operationen, Versorgung von Verletzungen, Exstirpation von Ganglien, Hygromen

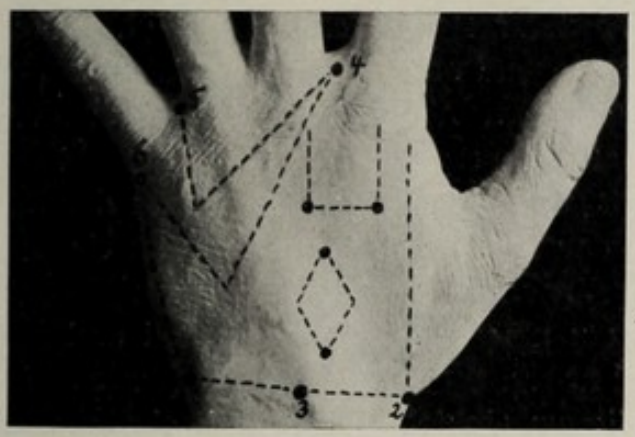


Abb. 181. Betäubung der Weichteile des Handrückens.

und Tumoren in Betracht. Man umspritzt das Operationsfeld mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Abb. 181 zeigt eine Reihe von Möglichkeiten, wie die Umspritzung auszuführen ist. Meist braucht man nur drei Seiten des Operationsfeldes in Gabel- oder U-Form zu umspritzen, da die Innervation ausschließlich vom Arm her in das Operationsfeld gelangt. Peripher geht die Unempfindlichkeit auch bei nur dreiseitiger Umspritzung meist über das Operationsfeld hinaus. Führt man die Umspritzung zuerst unter den Sehnen, dann erst subkutan aus, so beschränkt sich die Unempfindlichkeit keineswegs auf Haut und Unterhautzellgewebe. Für aseptische Operationen auf dem Handrücken braucht man deshalb nie Narkose.

Die Unterbrechung des N. ulnaris am Ellbogen.

Diese zuerst von Krogius (XI, 27) ausgeführte Unterbrechung ist sehr leicht und zuverlässig, wovon man sich am eigenen Arm überzeugen kann. Man sucht sich den gewöhnlich dicht oberhalb des Condylus internus humeri deutlich fühlbaren Nerven auf, läßt ihn zwischen den Fingern rollen und macht den Kranken auf das hierbei entstehende eigentümliche Gefühl aufmerksam. Nun fixiert man den Nerven mit Daumen und Zeigefinger der linken Hand und sticht die Hohlnadel gegen ihn vor durch Unterhautzellgewebe und Faszie hindurch. In dem Augenblick, wo die Nadelspitze den Nerven berührt und in ihn eindringt, empfindet der Kranke wieder dieselben Parästhesien, wie bei Druck auf den Nerven, und vermag diesen Moment anzugeben. Nun entleert man die betäubende Lösung. Zu beachten ist, daß bei nicht wenigen Menschen der Ulnarisstamm bei gebeugtem Vorderarm nicht hinter, sondern vor dem Condylus internus gelegen ist und nur bei Streckung des Vorderarmes hinter ihn gleitet. Eine subkutane Einspritzung in diese Gegend oder eine subfasziale Einspritzung hinter den Kondylus bei gebeugtem Arme, wenn der Nerv nicht dort sich befindet, verläuft natürlich ergebnislos.

Abb. 182, 183 zeigt die Ausdehnung der in der Regel außerordentlich schnell nach der Einspritzung eintretenden Unempfindlichkeit, woraus sich auch ihr Anwendungsgebiet bei Operationen am fünften Finger, am Hypothenar, am ulnaren Rande der Hand und fünften Mittelhandknochen ergibt. Für die Exartikulation des fünften Fingers und andere Operationen in diesem Gebiet gibt es kein einfacheres Betäubungsverfahren. Während der Operation ist Abschnürung nötig, welche man unmittelbar vor Beginn der Operation am Vorderarm dicht über dem Handgelenk anlegt, wo sie den Kranken so gut wie gar nicht belästigt.

Die Betäubung der ganzen Hand.

Vom Vorderarm treten folgende Nerven auf die Hand über: N. ulnaris, medianus und interosseus, alle drei subfaszial gelegen, ferner die Endäste des N. radialis, sämtlich subkutan gelegen.

Abb. 184 zeigt einen Querschnitt durch den Vorderarm dicht über dem Handgelenk. Die beiden Pfeile geben die Richtung an, in der mit der Hohlnadel auf den N. medianus und ulnaris an dieser Stelle einzugehen ist.

Um den N. medianus in dieser Höhe zu unterbrechen, bezeichnet man (Abb. 185) einen Einstichpunkt ulnarwärts neben der Sehne des M.

Abb. 182 und 183.
Gefühlsverlust nach Unterbrechung des N. ulnaris am Ellbogen.

palmaris longus und sticht die Hohlnadel durch die Faszie unter die genannte Sehne. Man sucht nun, bis die Nadelspitze womöglich den Nervenstamm trifft. Der Kranke bemerkt dies an den hierbei auftretenden, ausstrahlenden Parästhesien und muß diesen Moment mit „jetzt" bezeichnen. Man entleert 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. Ferner spritzt man 5 ccm derselben Lösung vom ulnaren Rande des Vorderarmes her oberhalb des Os pisiforme unter die Sehne des M. flexor ulnaris. Endlich infiltriert man von den gleichen und noch 2 bis 3 anderen Einstichpunkten aus rings um den Vorderarm herum das subkutane Zellgewebe und auf der Streckseite auch das subfasziale Gewebe, also zwischen den Sehnen bis auf das Lig. interosseum, mit 50 bis 60 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

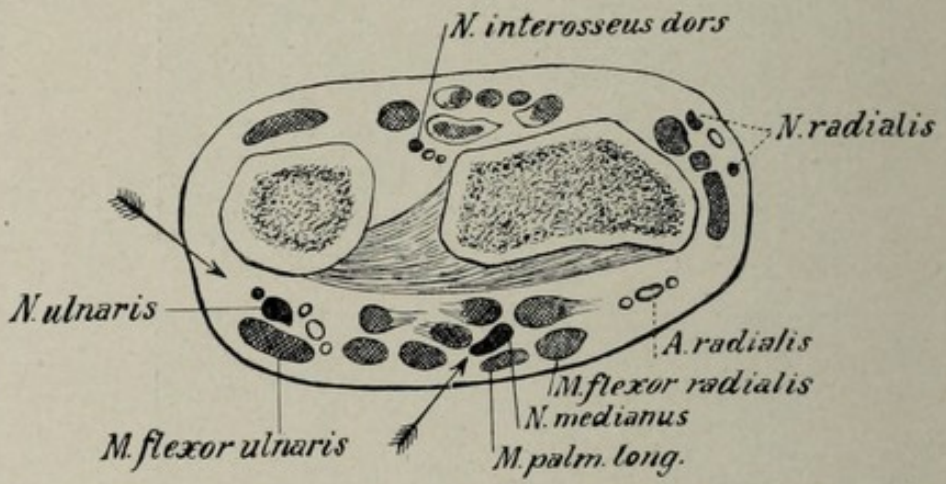


Abb. 184. Querschnitt durch den Vorderarm dicht über dem Handgelenk. (Nach einem Mikrotomschnitt.)
Die Pfeile bezeichnen die Nadelführung zum N. medianus und ulnaris.

Die nun folgende Gefühllosigkeit der ganzen Hand ist in der Regel nach 10—15 Minuten vollendet. Der Venenanästhesie an der Hand haben wir dieses Verfahren stets vorgezogen.

Operationen am Vorderarm.

Haut und Unterhautzellgewebe des Vorderarms werden bis zum unteren Drittel herab ausschließlich von langen, ganz subkutan gelegenen Nerven versorgt, welche schon oberhalb des Ellbogens aus der Faszie treten (N. cutaneus antebrachii medialis, lateralis und dorsalis, Abb. 165). Infolgedessen bewirkt die Infiltration quergestellter Streifen des Unterhautzellgewebes am Vorderarme mehr oder weniger weit peripher von der Einspritzungsstelle sich ausbreitende Unempfindlichkeit, und wenn

man dicht über oder unter dem Ellbogen ringsherum das Unterhautzellgewebe mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert, so erstreckt sich die Unempfindlichkeit allseitig bis ins untere Drittel des Vorderarmes. Ein nennenswertes praktisches Interesse besitzt dies Verfahren ebensowenig, wie die leicht ausführbare Unterbrechung einzelner der erwähnten Nervenstämme. Von historischem Interesse ist die Leitungsunterbrechung des dicht oberhalb der Ellenbeuge am lateralen Rande des Bizeps ins Unterhautzellgewebe tretenden N. cutaneus antebrachii

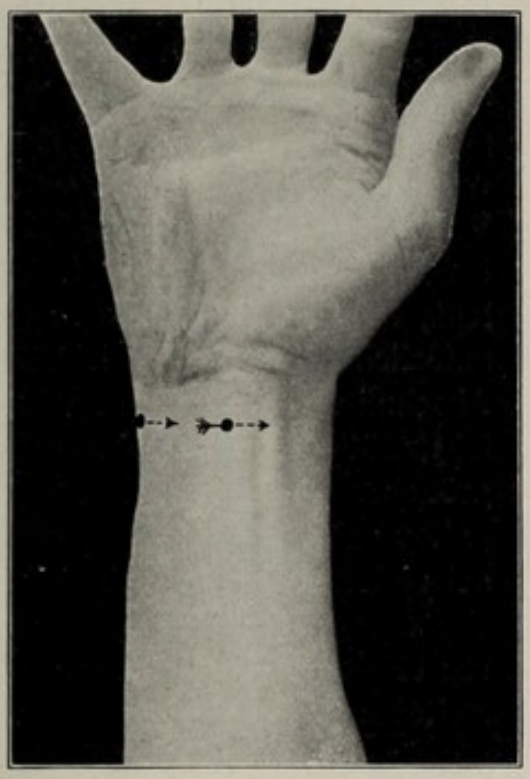


Abb. 185.
Einstichpunkte für den N. medianus und ulnaris über dem Handgelenk.

lateralis, denn an ihm beobachtete Corning 1885 zum ersten Male am Menschen den peripherwärts sich ausbreitenden Gefühlsverlust der Haut nach einer Kokaineinspritzung an die Austrittsstelle des Nerven.

Zur örtlichen Betäubung bei Operationen ist folgendes zu beachten. Operationsfelder in den oberen zwei Dritteln des Vorderarmes, die sich auf Haut und Unterhautzellgewebe beschränken, werden U-förmig mit ½%iger Novokain-Seprareninlösung umspritzt (Abb. 186). Die einseitige Innervation dieses Gebiets macht die ringförmige Umspritzung unnötig. Im unteren Drittel des Vorderarmes ist die U-förmige Umspritzung wegen der hier austretenden (s. Abb. 165), das Resultat einer rein subkutanen Umspritzung möglicherweise ver-

eitelnden Nerven, stets auch subfaszial auszuführen. Alle umschriebenen Tumoren u. dgl. können allenthalben auch nach dem Schema Abb. 35, S. 238 pyramidenförmig oder muldenförmig umspritzt werden.

Große unempfindliche Felder erhält man auf der Streckseite im unteren Drittel des Vorderarmes folgendermaßen (Abb. 186). Zwei Einstichpunkte werden in gleicher Höhe an den Seitenrändern des Vorderarmes, entsprechend der fühlbaren Kante der Ulna und dem Radius, markiert. Zwischen ihnen infiltriert man mit langer Nadel die gesamten Weichteile der Streckseite, zuerst die Muskulatur, dann das Unterhautzellgewebe quer zur Längsachse des Armes mit 40 bis 50 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Von beiden Einstichpunkten laufen ferner subkutane Injektionsstreifen herab bis zum Handgelenk, wenn nötig bis zu den Fingern. Hierzu sind natürlich noch weitere Einstichpunkte anzulegen. Abschnürung des Armes während der Operation ist unnötig. Das Verfahren dient zur Versorgung größerer Weichteilverletzungen und zur Exstirpation von Tumoren, Hygromen und Sehnenscheidentuberkulosen dieser Gegend.

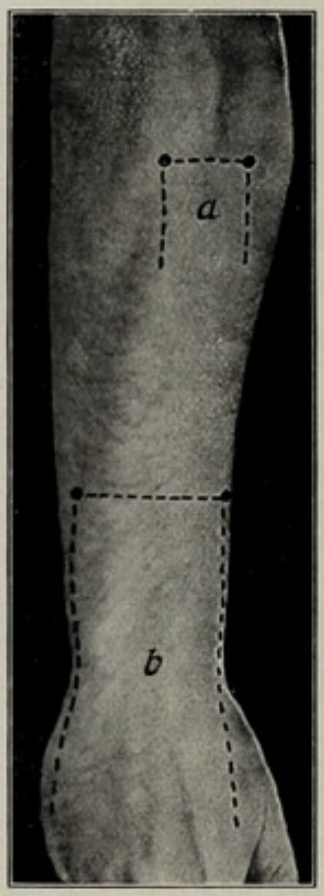


Abb. 186.
U-förmige Injektionen am Vorderarm und am Handrücken.

Das entsprechende Verfahren auf der unteren Hälfte der Beugeseite des Vorderarmes gestaltet sich etwas abweichend wegen des N. ulnaris und medianus. Man legt wiederum die beiden Einstichpunkte am Seitenrande des Vorderarmes an und verbindet sie durch Infiltration quer zur Längsachse des Vorderarmes, zuerst dicht auf den Knochen und dem Lig. interosseum, dann durch Infiltration des subkutanen Zellgewebes. Eine Infiltration der gesamten Muskulatur ist unnötig, kaum möglich und bewirkt keine Unterbrechung des N. ulnaris und medianus. Liegt das Operationsfeld im Gebiet des N. ulnaris, so muß man diesen vielmehr am Ellbogen unterbrechen (S. 438), liegt es im Gebiet des N. medianus, so muß man diesen, sobald man bei der Operation in seine Nähe kommt, am oberen Ende des Schnittes aufsuchen und durch intraneurale Einspritzung unterbrechen. Abschnürung des Armes ist während der Operation nötig. Wer mit der Plexusanästhesie vertraut ist, wird deshalb diese vorziehen. Ebenso sind Phlegmonen, Knochenopera-

tionen, eingreifendere Operationen an den dicken Weichteilen der oberen Hälfte des Vorderarmes und Absetzungen durch Plexusunterbrechung zu erledigen.

Operationen am Ellbogen.

Eine U-förmige Infiltration des Unterhautzellgewebes mit etwa 40 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung an der Rückseite des Ellbogens von zwei Einstichpunkten aus (Abb. 187, 1 und 2) dient zur Exstirpation der Bursa olecrani.

Zur Naht des gebrochenen Olekranons legt man noch zwei weitere Einstichpunkte an (Abb. 187, bei 3 und 4). Man beginnt mit der Einspritzung von 20 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung in das Ellbogengelenk unterhalb des äußeren oder inneren Kondylus, spritzt

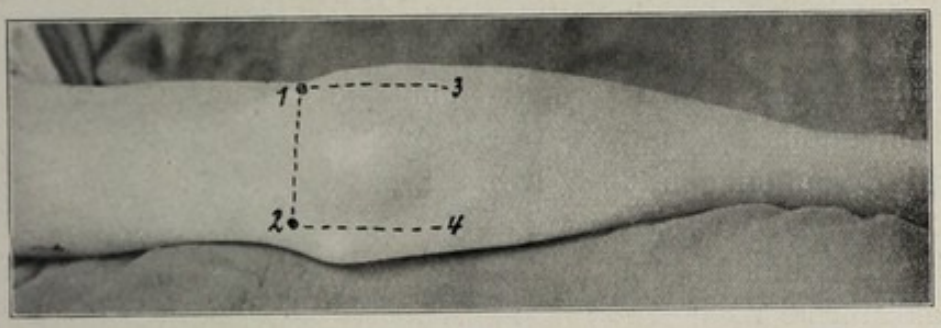


Abb. 187. Hufeisenförmige Umspritzung der Ellbogengegend.

vom Punkt 1 und 2 je 10 ccm der Lösung unter die Trizepssehne, vom Punkt 3 und 4 je 10 ccm in die außen und innen die Ulna bedeckenden Muskeln und schließt mit der U-förmigen subkutanen Injektion.

Um eine aseptische Arthrotomie (zur Entfernung von Gelenkkörpern) auszuführen, spritzt man wieder 20 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung ins Gelenk und infiltriert Kapsel und Unterhautzellgewebe in der Schnittlinie.

Resektionen und Exartikulationen erfordern die Plexusunterbrechung.

Operationen am Oberarm.

Betäubende Einspritzungen an Ort und Stelle kommen nur bei oberflächlichen operativen Eingriffen in Betracht. Einfache subkutane Umspritzung führt wegen der vielen und unregelmäßigen Nervenaustrittsstellen (s. Abb. 165) nicht immer zum Ziel. Man muß deshalb stets

eine vollständige pyramiden- oder muldenförmige Umspritzung des Operationsfeldes vornehmen.

Um die Haut der ganzen Außenfläche des Oberarmes zur Entnahme Thierschscher Epithelstreifen oder Krausescher Lappen unempfindlich zu machen, infiltrieren wir das ganze Unterhautzellgewebe flächenhaft, soweit als es erforderlich ist, mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung in der Weise, wie dies am Oberschenkel beschrieben werden wird.

Komplizierte Eingriffe am Oberarme, Knochenoperationen und Absetzungen, fallen der Plexusunterbrechung zu.

Operationen in der Schultergegend.

Die großen Lipome der Schultergegend lassen sich sehr leicht in örtlicher Betäubung entfernen. Man muß rings um den Tumor herum eine Anzahl von Einstichpunkten bezeichnen. Von ihnen aus wird zunächst das ganze Geschwulstbett mit langen Hohlnadeln systematisch unterspritzt. Zum Schluß verbindet man die Einstichpunkte durch subkutane Injektionsstreifen. ½%ige Novokain-Suprareninlösung ist das geeignete Betäubungsmittel. Wir brauchten bei großen Lipomen wiederholt 200 und 250 ccm der Lösung.

Die Operationen am Schultergelenk lassen sich mit Hilfe der Plexusanästhesie nach Kulenkampff ausgezeichnet in örtlicher Betäubung ausführen. Über die Exartikulation im Schultergelenk habe ich schon oben berichtet. Man hat hierzu den Plexus zu unterbrechen und infiltriert außerdem das Unterhautzellgewebe an der Wurzel des Gliedes, also vom Akromion quer durch die Achselhöhle, ringsherum mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Vom vorderen Resektionsschnitt nach v. Langenbeck habe ich mehrmals die Resektion des Gelenks, die blutige Reposition einer irreponibeln axillaren Humerusluxation, zweimal die blutige Reposition von Frakturen am oberen Humerusende in örtlicher Betäubung ausgeführt. Außer der Unterbrechung des Plexus brachialis habe ich die Schnittlinie ausgiebig mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert, wodurch zugleich die Blutung wesentlich eingeschränkt wird. Zur Resektion des Schultergelenks vom hinteren Schnitt nach Kocher oder von dem von mir in allen komplizierten Fällen bevorzugten Epaulettenschnitt bot sich noch keine Gelegenheit.

Für die letztere Schnittführung wird man das für die Exartikulation beschriebene Verfahren nötig haben, für den Kocherschen Schnitt werden möglicherweise die unteren Äste des Plexus cervicalis durch In-

filtration auf die Querfortsätze der Halswirbel unterbrochen werden müssen.

Jedenfalls ist für alle diese Operationen die Narkose entbehrlich geworden.

Um kleinere Operationen am Schlüsselbein, wie die Abmeißelung eines störenden Kallus, vornehmen zu können, umspritzt man (Abb. 188) von zwei Einstichpunkten den ganzen Knochen muldenförmig nach dem Schema Abb. 37, S. 240.

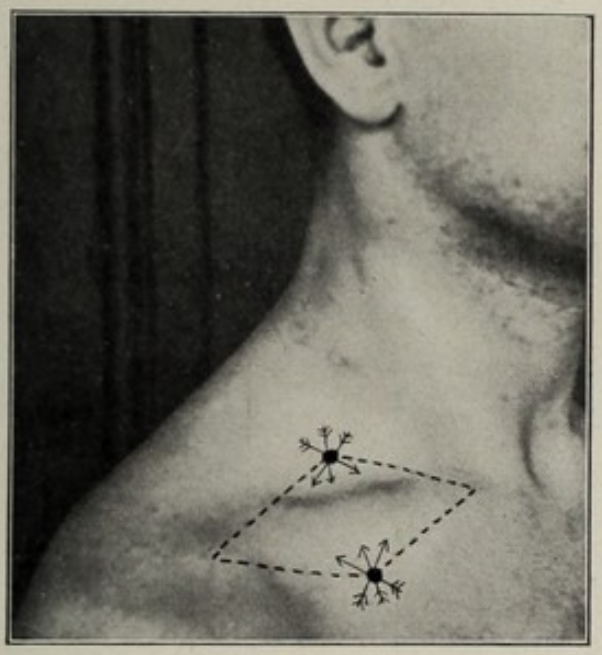


Abb. 188. Muldenförmige Umspritzung des Schlüsselbeins.

Operationen an der unteren Extremität.

Die sensible Innervation.

An der unteren Extremität wird der Fuß und Unterschenkel ganz vom N. ischiadicus und N. femoralis (N. saphenus) versorgt, während sich an der sensibeln Innervation des Oberschenkels eine ganze Anzahl anderer, isoliert vom Becken auf das Bein übertretende Nerven beteiligen. Von diesen sind der N. obturatorius, N. cutaneus femoris posterior und lateralis die wichtigsten, während die übrigen (N. ileo-hypogastricus, N. ileo-inguinalis, N. genito-femoralis, N. N. clunium superiores) sich an der Innervation der Haut am Gliedansatz beteiligen.

Abb. 189 zeigt uns wiederum schematisch die Austrittsstellen der sensibeln Nerven und ihre periphere Verteilung an der unteren Extremität.

Leitungsunterbrechungen am Oberschenkel.

Für eine Betäubung der ganzen unteren Extremität durch zentrale Leitungsunterbrechung liegen die Verhältnisse weit ungünstiger wie am Arme. Denn hier sammeln sich die aus dem Plexus cervicalis ent-

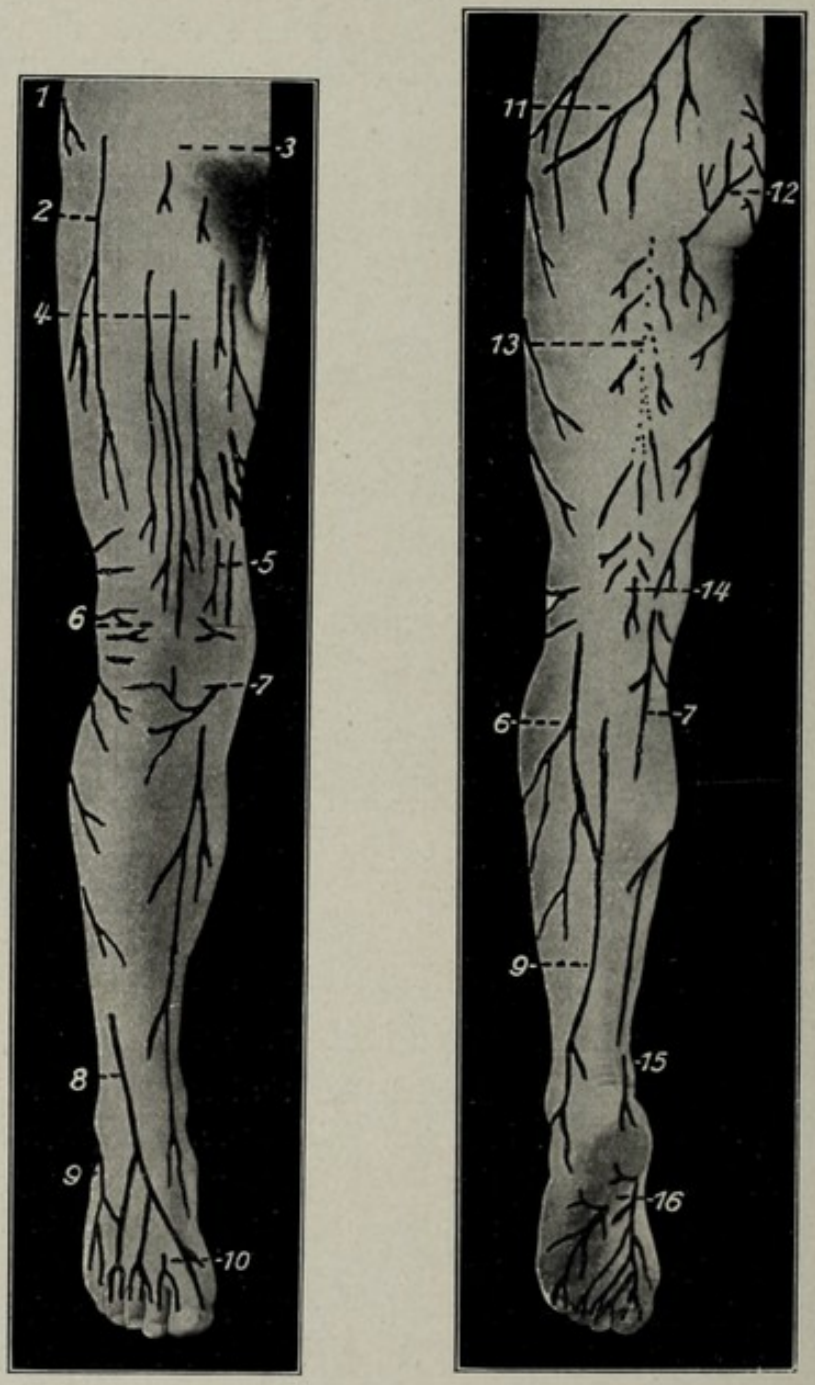


Abb. 189. Schema der sensibeln Innervation der unteren Extremität.

1 Ileo-hypogastricus. 2 Cutaneus fem. lateralis. 3 Lumbo-inguinalis. 4 Cutaneus fem. anterior. 5 Obturatorius. 6 Cutaneus surae lateralis. 7 Saphenus. 8 Peronaeus superficialis. 9 Suralis. 10 Peronaeus profundus. 11 Clunium superiores. 12 Clunium inferiores. 13 Cutaneus fem. posterior. 14 Cutaneus surae medialis. 15 R. calcanei N. tibialis. 16 Tibialis.

springenden Hauptnervenstämme vorübergehend zu einem einzigen Strang, dort müssen wenigstens fünf Nervenbahnen einzeln unterbrochen werden.

Die Unterbrechung des N. cutaneus femoris lateralis, welcher die Haut der Außenseite des Oberschenkels innerviert, hat Nyström im Jahre 1909 beschrieben. Der Nerv tritt dicht neben und medial von

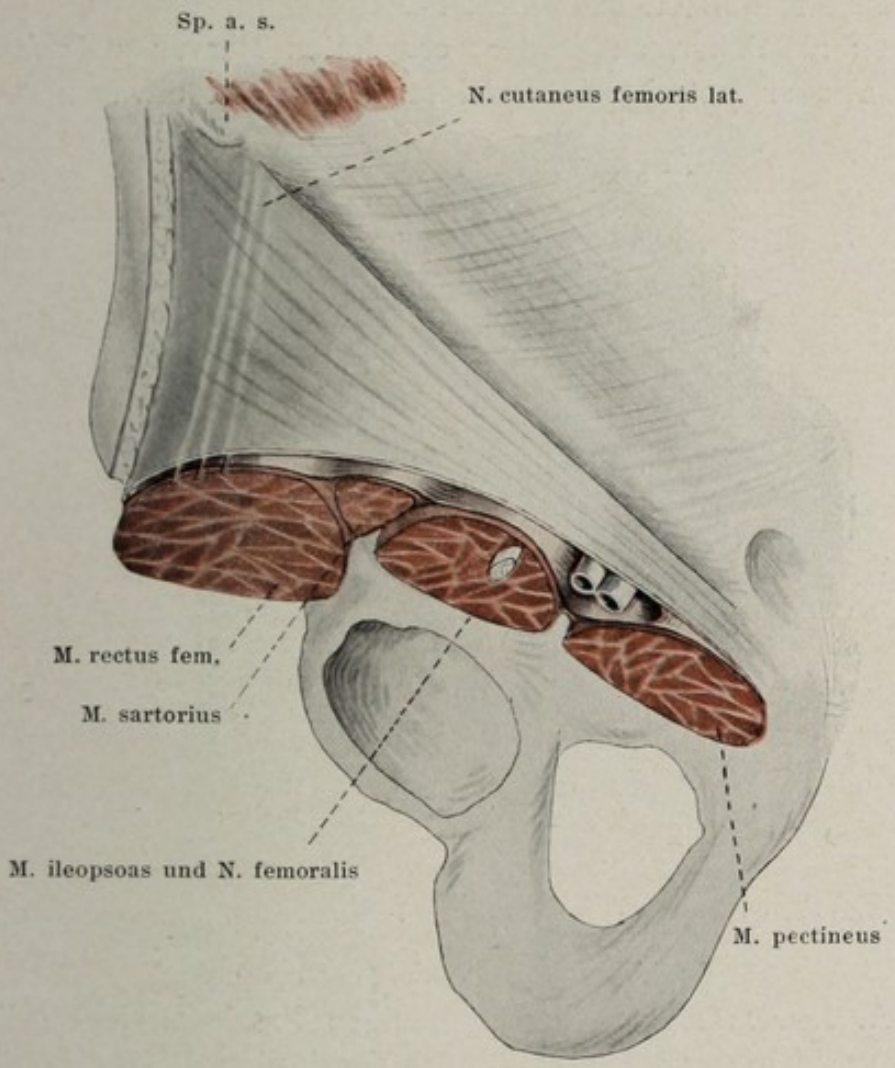


Abb. 190. Querschnitt durch die Kruralgegend.

der Spina ilei a. s. unter dem Lig. Poupartii hervor (s. Abb. 190), läuft noch ein kurzes Stück unter der Fascia lata nach abwärts und durchbohrt letztere dann an einer oder mehreren Stellen, um ins Unterhautzellgewebe und zur Haut zu gelangen. Um den Stamm des Nerven zu unterbrechen, wird nach Läwen ein Einstichpunkt zwei Querfinger breit nach innen und unten von der Spina bezeichnet (s. Abb. 191). Von ihm aus spritzt man in einem quer nach außen, also unterhalb der

Spina vorbei, verlaufenden Streifen je 2½ ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung einmal unter die Faszie, dann subkutan. Der Nerv muß dann unterbrochen werden. Nyström empfahl dies Verfahren zur Entnahme von Epithelstreifen von der Außenseite des Oberschenkels. Leider ist es unzuverlässig, worauf auch Läwen hinweist, weil das durch die Einspritzung gewonnene unempfindliche Hautgebiet von wechselnder Ausdehnung und oft sehr klein ist.

Läwen rät daher, außer dem erwähnten Nerven stets auch den N. femoralis zu unterbrechen. Dieser Nerv liegt etwas nach außen

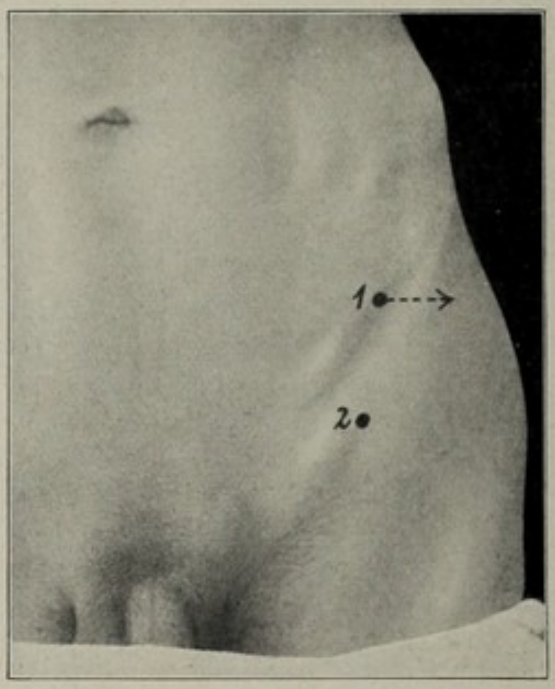


Abb. 191.
Einstichpunkte: 1 für den N. cutaneus femoris lateralis, 2 für den N. femoralis.

von der A. femoralis, von ihr durch einen Faszienstreifen (Lig. ileopectineum) und in der Regel auch noch durch eine Schicht des M. ileopsoas getrennt. Denn er liegt meist nicht unmittelbar unter der Fascia lata, sondern tiefer in einem Bindegewebsseptum des genannten Muskels. Diese Verhältnisse sind durch Abb. 190 erläutert.

Läwen gibt daher folgende Vorschrift. Man palpiert sich den Puls der A. femoralis unter dem Lig. Poupartii. Die Finger der linken Hand bleiben auf der Arterie liegen, so daß man über deren Lage dauernd orientiert ist. Unmittelbar unter dem Leistenbande, etwa 1—1½ cm nach außen von der Stelle, wo der Arterienpuls fühlbar ist, wird ein Einstichpunkt bezeichnet (Abb. 191). Von ihm aus sticht man eine feine

Hohlnadel senkrecht in die Tiefe und perforiert, was leicht zu fühlen ist, die Fascia lata. Man spritzt 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein und führt die Hohlnadel während der Einspritzung noch $^1/_2$—1 cm tiefer.

Ich möchte dem noch als sehr wesentlich hinzufügen, daß man den Nerven mit der Nadelspitze suchen soll. In dem Augenblick, wo sie

Abb. 192. Ausbreitung der Gefühllosigkeit nach Unterbrechung des N. cutaneus femoris lateralis und N. femoralis.

den Nerven berührt, entsteht eine sehr charakteristische Zuckung in der Oberschenkelmuskulatur, und wenn man jetzt einspritzt, so kann man sicher sein, nach wenigen Minuten die Unterbrechung vollendet zu sehen. Ihr auffälligstes Merkmal ist die motorische Lähmung des M. quadriceps femoris. Auch Keppler legt mit Recht großes Gewicht darauf, daß man nicht eher einspritzen soll, bis die Nadelspitze kennzeichnende Parästhesien im Femoralisgebiet ausgelöst hat.

Während nun die Unterbrechung des N. femoralis für sich allein ebensowenig eine große praktische Bedeutung besitzt wie diejenige des N. cutaneus femoris lateralis, gewinnt man durch gleichzeitige Unterbrechung beider Nerven ein sehr großes anästhetisches Feld, dessen Umfang ziemlich konstant ist. Ich fand wenigstens in allen Fällen

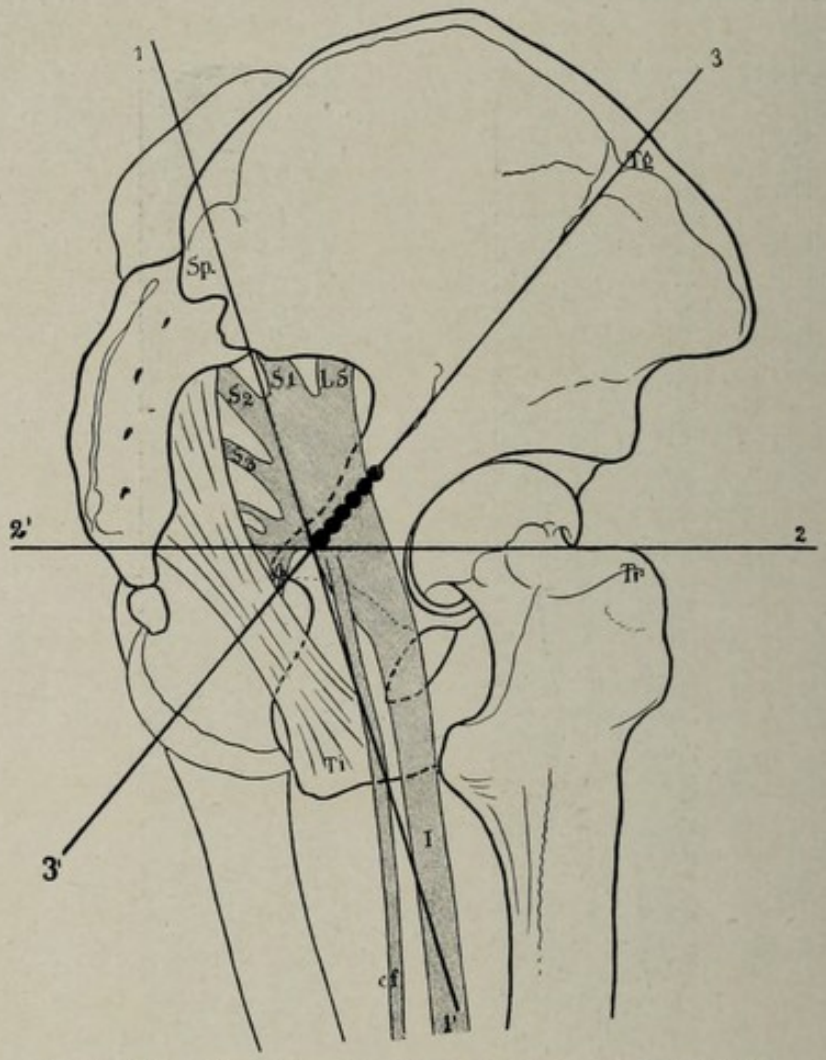


Abb. 193. Punktion des N. ischiadicus nach Härtel.
Die Linie 1—1′ verläuft von der Spina post. sup. zum lateralen Rande des Tuber ischii.
Die Linie 2—2′ verläuft horizontal durch die Trochanterspitze.
Die Linie 3—3′ verläuft durch den Schnittpunkt von 1—1′ und 2—2′, der den Einstichpunkt kennzeichnet, und das Tuber glutaeum ant. Sie gibt die Richtung des seitlichen Randes des Foramen isch. majus an.

seine Grenzen fast genau übereinstimmend mit Läwen (Abb. 192). Läwen empfiehlt seine Verwendung besonders zur Entnahme von Epithelstreifen, wozu es in der Tat vortrefflich zu brauchen ist, doch konnte er auf diese Weise auch ein großes, im M. rectus femoris ge-

legenes Lipom schmerzlos entfernen. Die gleichzeitige Unterbrechung des N. femoralis und N. cutaneus femoris lateralis ist also eine einfache und in passenden Fällen allgemein brauchbare Methode. Die übrigen, vom Becken auf den Oberschenkel übertretenden Nerven sind dagegen schwerer zugänglich.

Den N. ischiadicus hat Crile freigelegt und durch endoneurale Injektion unterbrochen (s. S. 191). Ihn perkutan zu unterbrechen, ist nicht so schwierig, wie man früher annahm. Der Nervenstamm liegt in der Gesäßgegend in der Tiefe, etwas medial von der Mitte der Verbindungslinie zwischen Trochanter major und Tuber ischii. Läwen, dem wir eingehende Versuche in dieser Richtung verdanken, sucht den Nerven bei mageren Individuen an dieser Stelle zu palpieren und spritzt von zwei Einstichpunkten ein, von denen der eine 2 cm nach außen vom Tuber ischii, der andere 3 cm nach innen vom Trochanter gelegen ist. Perthes sucht den Nervenstamm in der Glutäalfalte zu treffen. Jassenetzki-Woino, Keppler und Babitzki dagegen suchen den Nerven höher oben, noch vor dem Abgang des N. cutaneus femoris post. zu treffen, wo er platt ausgebreitet, dem seitlichen, schräg nach außen oben aufsteigenden Rande des Foramen ischiadicum majus aufliegt. Mit Hilfe der von Härtel angegebenen anatomischen Unterlagen ist in der Tat die Punktion des N. ischiadicus an dieser Stelle zu einem ziemlich zuverlässigen Verfahren geworden, welches der Punktion weiter distal weitaus vorzuziehen ist. Abb. 193 zeigt die Konstruktion Härtels zum Auffinden des Einstichpunktes und der Richtung des seitlichen Randes des Foramen ischiadicum majus, Abb. 194 ihre Übertragung auf den Körper. Hat man mit Hilfe dieser Konstruktion die Lage des Einstichpunktes annähernd gefunden, so ist es sehr leicht, mit der tastenden Hohlnadel den seitlichen Rand des Foramen, damit auch den Nerven zu finden, und mit der Nadelspitze die kennzeichnenden Parästhesien auszulösen, welche bald in den äußeren Genitalien (N. pudendus), bald in Gesäßgegend und Oberschenkel, bald in Unterschenkel und Fuß auftreten, je nachdem man die Nervenplatte näher an der Spina ossis ischii oder weiter seitlich trifft.

Die Technik der Unterbrechung gestaltet sich daher folgendermaßen. Der Kranke wird auf den Bauch oder die gesunde Seite gelegt. Bei muskulösen oder fetten Personen ist die längste Hohlnadel (Nr. 7) erforderlich. Man sucht den seitlichen Rand des Foramen ischiadicum von dem vorher festgelegten und durch eine Quaddel bezeichneten Einstichpunkt auf, punktiert den Nerven an verschiedenen Stellen in einer dem Rande parallel laufenden Linie, sucht die obenerwähnten Par-

ästhesien hervorzurufen und spritzt an jeder Stelle 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein, im ganzen 20—25 ccm. Die Wartezeit bis zur vollendeten Unterbrechung beträgt oft 20 Minuten und länger.

Der N. obturatorius wird nach Perthes und Keppler an der Stelle aufgesucht, wo er das Foramen obturatorium verläßt. Der Einstichpunkt liegt nach Keppler daumenbreit unter dem Tuberculum pubis. Hier stößt man die Hohlnadel auf den Knochen und führt sie,

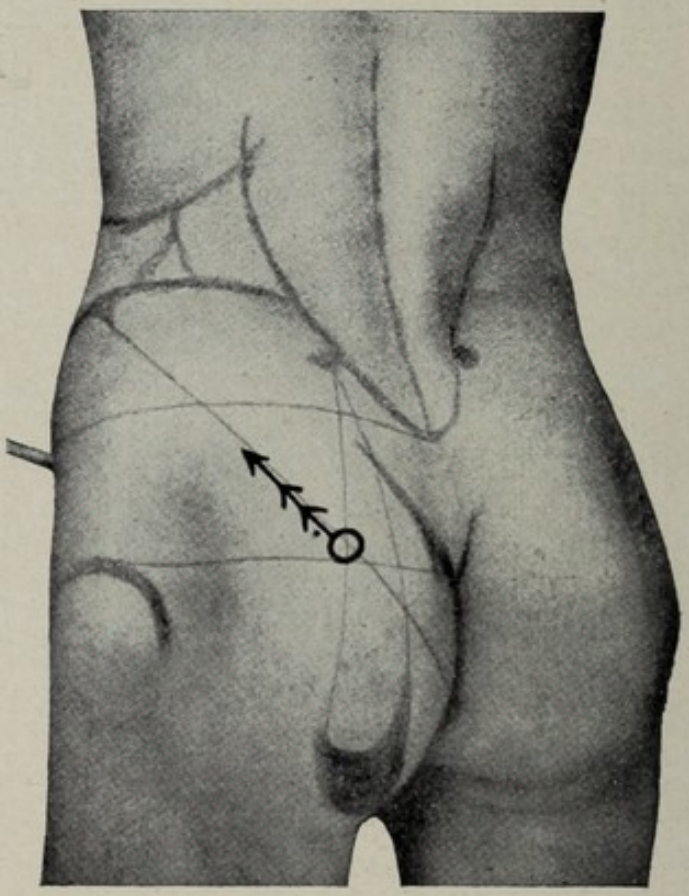


Abb. 194. Punktion des N. ischiadicus nach Härtel.

Fühlung mit dem Knochen behaltend, längs des unteren Randes des horizontalen Schambeinastes nach außen-oben vor, bis sie an der Stelle, wo dieser in den absteigenden Sitzbeinast übergeht, auf knöchernen Widerstand stößt. Hier liegt der Nervenstamm, bei dessen Berührung mit der Reiznadel Perthes Zuckungen in der Adduktorenmuskulatur auslösen konnte (Abb. 195).

Für Operationen am Fuß kann man sich auf die Unterbrechung des N. ischiadicus beschränken, wenn die Endausbreitung des N. saphenus durch einen quergestellten subkutanen Infiltrationsstreifen oberhalb des

inneren Knöchels unterbrochen wird. Operationen am Unterschenkel erfordern Unterbrechung des N. ischiadicus und femoralis. Bei Operationen am Knie und Oberschenkel müssen alle vier Nerven ausgeschaltet werden. Die Unempfindlichkeit erstreckt sich dann bis über die Mitte des Oberschenkels.

Die Erfahrungen von Läwen, Perthes, Keppler, Wiedhopf u. a. zeigen, daß man mit dem Verfahren bei einiger Geduld recht befriedigende Ergebnisse haben kann, daß die Unterbrechungen meist gelingen und daß die hierzu erforderlichen Novokaindosen sich in durchaus nor-

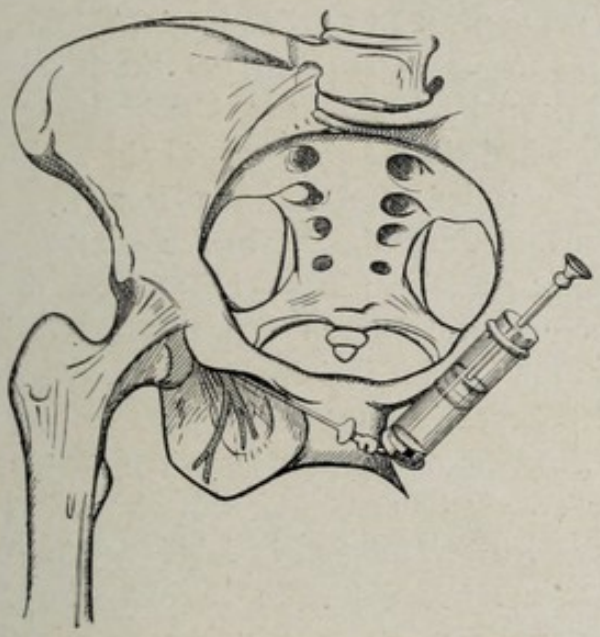


Abb. 195. Punktion des N. obturatorius. Nach Keppler.

malen Grenzen halten. Die anfangs von Läwen gebrauchten großen Dosen sind nicht notwendig.

Es wurde schon S. 188 erwähnt, daß Hohmeier, F. König und Sievers neuerdiengs ein schon früher von Hölscher versuchtes Verfahren wieder aufgenommen haben, vom Aufsuchen der einzelnen Nervenstämme ganz abzusehen, und eine Leitungsunterbrechung durch eine möglichst vollständige Infiltration des ganzen Querschnitts des Gliedes zu bewerkstelligen.

Sievers (XIX, 45, 46) suchte die Wirkung des Betäubungsmittels zu verstärken und das Ausweichen der eingespritzten Flüssigkeit nach oben und unten in der Richtung des geringsten Widerstandes zu verhindern, indem er den Oberschenkel mit zwei nebeneinandergelegten Gummibinden abschnürte und einen schmalen zwischen ihnen gelegenen

Querschnitt des Gliedes zu infiltrieren suchte. In 16 von 18 Fällen trat Unempfindlichkeit im distalen Abschnitt der Extremität ein. Das durch Auswickeln oder Hochheben blutleer gemachte Bein wird zu diesem Zweck handbreit über dem Knie durch eine Gummibinde abgeschnürt. Unmittelbar darüber wird eine zweite abschnürende Gummibinde angelegt. Die einander zugekehrten Ränder der beiden Binden werden etwas umgeschlagen, so daß ein schmaler Streifen vorquellender Haut sichtbar wird. Hier wird von mehreren Einstichpunkten aus Unterhautzellgewebe und Muskulatur bis auf den Knochen mit ½—1%iger Novokain-Suprareninlösung infiltriert, ohne daß auf die Lage der Nervenstämme Rücksicht genommen zu werden braucht. Die proximale Schnürbinde kann nach 10 Minuten so weit gelockert werden, daß sie nur noch staut. Die Unannehmlichkeit der Abschnürung für den Kranken scheint sich aber auch dadurch nicht ganz haben beseitigen zu lassen. Denn Sievers empfiehlt, bei empfindlichen Kranken eine Rauschnarkose anzuwenden bis zu dem Augenblick, wo die Umwandlung der Schnürbinde in eine Staubinde erfolgen kann. Härtel empfiehlt das Verfahren bei Kriegsverletzungen der unteren Extremität. Übrigens hatte Corning die „Inkarzeration" von Kokainlösung zwischen zwei Gummibinden schon im Jahre 1885 beschrieben.

Bei mageren Extremitäten, besonders dem Vorderarm oder Unterschenkel, ist in der Tat die Querschnittsinfiltration ein gutes und brauchbares Verfahren, das ich gewöhnlich in folgender Weise ausführe. Von einigen, in einer Ebene rings um die Extremität gelegenen Einstichpunkten aus wird der gesamte Querschnitt sehr reichlich (½—200 ccm und mehr ½%ige Novokain-Suprareninlösung) infiltriert, indem man von jedem der Einstichpunkte aus die Hohlnadel nach allen Richtungen innerhalb der gewählten Ebene vorschiebt und während des Vorschiebens und Zurückziehens der Nadel fortdauernd einspritzt. Nach Vollendung der Einspritzung wird unmittelbar oberhalb der Einstichpunkte eine Gummibinde angelegt. Sie wird vom Kranken kaum oder wenig empfunden.

Die Betäubung der Zehen nach Oberst.

Das Verfahren ist das gleiche (Abb. 196) wie an den Fingern. An der großen Zehe liegen zwei Einstichpunkte an ihrem Seitenrande, etwas mehr nach der Streckseite. Von ihnen aus spritzt man subkutan unter die Haut der Beugeseite, wie die punktierte Linie angibt. Wegen des starken Vorsprunges, den die Strecksehnen bilden, ist es bequemer, die Einspritzung unter die Haut der Streckseite von einem dritten,

mitten auf der Streckseite gelegenen Einstichpunkt aus vorzunehmen. Lösung: 2—3 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung. An den übrigen Zehen legt man die Einstichpunkte in die Interdigitalfalten, wie in Abb. 201.

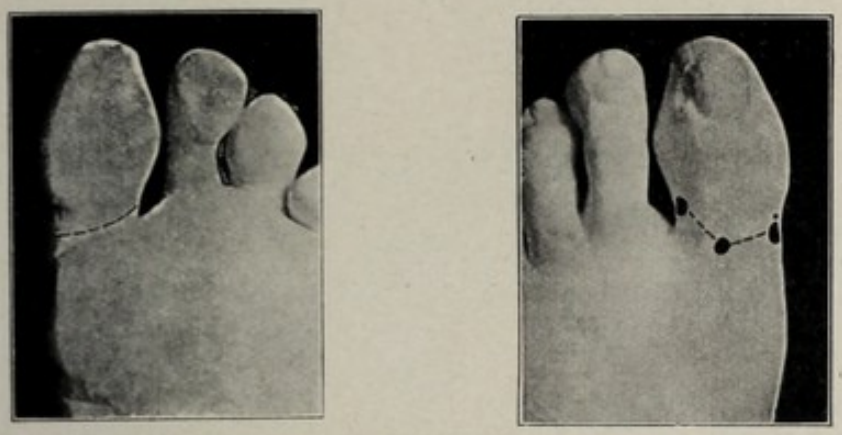


Abb. 196. Die Betäubung der großen Zehe nach Oberst.

Die Exartikulation der großen Zehe. Hallux-valgus-Operationen.

(Abb. 197.)

Drei Einstichpunkte sind zu bezeichnen. Der eine liegt am medialen Fußrande, der zweite auf dem Fußrücken über dem ersten Zwischen-

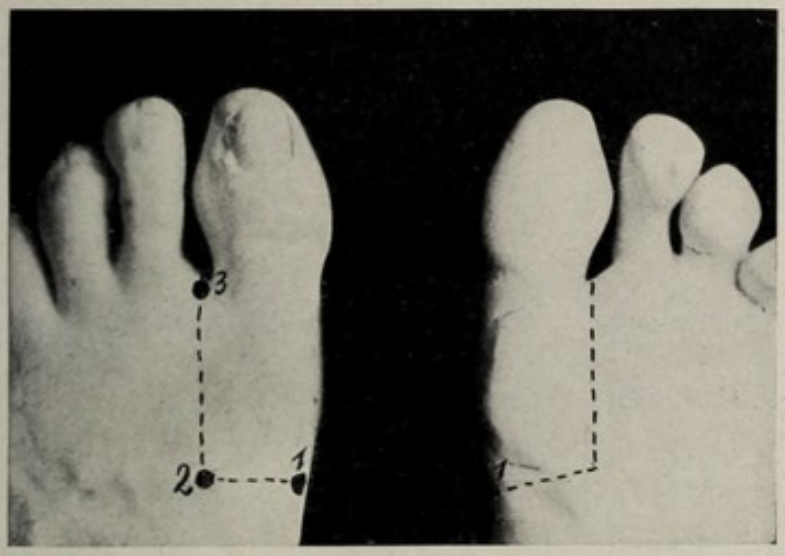


Abb. 197. Exartikulation der großen Zehe. Hallux-valgus-Operationen.

knochenraum, der dritte in der ersten Interdigitalfalte. Man beginnt mit einer Einspritzung in den Zwischenknochenraum, welche ganz ebenso wie an der Hand auszuführen ist, d. h. man sticht die Hohlnadel

infiltrierend durch den Zwischenknochenraum, bis der aufgelegte Finger ihre Spitze unter der Haut der Fußsohle fühlt. Es folgt subkutane Infiltration von Punkt 1 und 3 in der Richtung der punktierten Linie. Lösung: 40—50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Abwarten, bis die ganze Zehe unempfindlich geworden ist! Abschnürung ist zur Exartikulation nicht erforderlich.

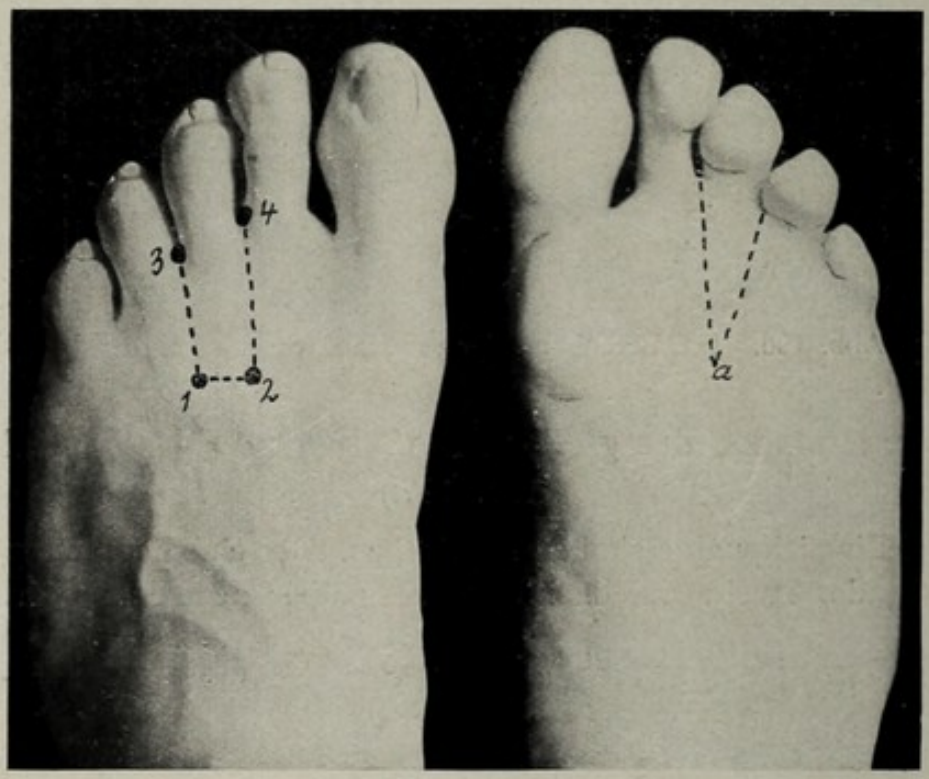


Abb. 198. Exartikulation der 3. Zehe.

Die Exartikulation der 3. Zehe. Operationen am 3. Mittelfußknochen.

(Abb. 198.)

Es sind vier Quaddeln zu markieren wie bei der entsprechenden Operation an der Hand, zwei liegen auf der Streckseite der Interdigitalfalten, zwei auf dem Fußrücken über dem zweiten und dritten Zwischenknochenraum. Vom Punkt 1 und 2 wird die Nadel in den Zwischenknochenräumen vorgeschoben, bis sie unter der Haut der Fußsohle beim Punkt a fühlbar wird. Während des Vorschiebens wird fortdauernd eingespritzt. Es folgen Einspritzungen vom Punkt 3 und 4 unter die Haut der Fußsohle gegen Punkt a, unter die Haut des Fußrückens gegen Punkt 1 und 2. Subkutane Einspritzung zwischen Punkt

1 und 2 bildet den Schluß. Lösung: 50 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung.

Operationen auf dem Fußrücken.

Die Technik der Betäubung ist durchaus gleichartig der auf dem Handrücken. Dem, was S. 437 hierüber gesagt wurde, ist nichts hinzuzufügen.

Die Tenotomie der Achillessehne. (Abb. 199.)

Man bezeichnet rechts und links von der Achillessehne je einen Einstichpunkt und infiltriert das Operationsfeld muldenförmig nach dem Schema Abb. 36, S. 239. Bei Erwachsenen und älteren Kindern lassen sich dann Operationen an der Achillessehne vornehmen. Es handelt sich freilich stets um Ausnahmefälle, da die der Tenotomie gewöhnlich folgenden therapeutischen Maßnahmen meist eine weitergehende Betäubung verlangen.

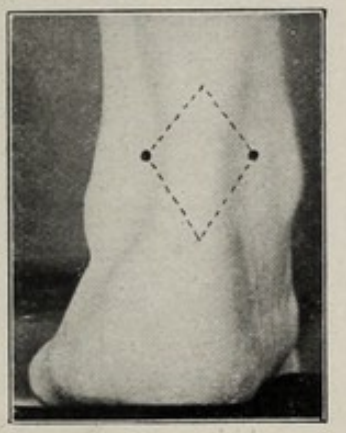


Abb. 199. Tenotomie der Achillessehne.

Die Betäubung des ganzen Fußes.

Wir bedienen uns bei eingreifenden Operationen an den Knochen und Weichteilen des Fußes oft des folgenden Verfahrens.

Vom Unterschenkel treten fünf Nerven auf den Fuß über: N. tibialis, N. saphenus, N. suralis, N. peroneus superficialis und profundus (s. Abb. 189, S. 446). Die Unterbrechung des N. tibialis hinter dem Malleolus internus bewirkt Unempfindlichkeit in dem in Abb. 200 und 201 bezeichneten Gebiet, diejenige des N. peroneus profundus in dem Abb. 201 bezeichneten Gebiet. Spritzt man ein Betäubungsmittel in einem queren Streifen über dem inneren Knöchel subkutan an der medialen Hälfte des Unterschenkels, so werden die Endäste des N. saphenus unterbrochen, und man erhält Unempfindlichkeit der Haut in dem in Abb. 205 bezeichneten Gebiet. Ein in gleicher Weise über dem äußeren Knöchel an der lateralen Seite des Unterschenkels angelegter Streifen unterbricht den N. peroneus superficialis und N. suralis, und man erhält Unempfindlichkeit in dem in Abb. 203 und 204 bezeichneten Bezirk.

Die Unterbrechung des N. tibialis an der bezeichneten Stelle ist sehr leicht. Abb. 206 zeigt einen Querschnitt durch den Unterschenkel

dicht über den Knöcheln, der Pfeil zeigt die Richtung der Hohlnadel, in der auf den Nervenstamm einzugehen ist. Der Einstichpunkt liegt in der Höhe, wo der innere Knöchel am dicksten ist, etwa 1 cm vom Rande der Achillessehne entfernt. Von hier sticht man die Nadel genau

Abb. 200.

Abb. 201.

Abb. 202.

Abb. 203.

Abb. 204.

Abb. 205.

Abb. 200—205. Leitungsunterbrechungen am Fuß.
Abb. 200 und 201. N. tibialis hinter dem inneren Knöchel. — Abb. 202. Einspritzung eines subkutanen Halbringes über dem inneren Knöchel. — Abb. 203 und 204. Einspritzung eines subkutanen Halbringes über dem äußeren Knöchel. — Abb. 205. N. peroneus profundus.

von hinten nach vorn, bis man auf Knochen, die hintere Fläche der Tibia, trifft. Man sucht nun so lange, bis der Kranke, der hierauf vorbereitet werden muß, in die Zehen ausstrahlende Parästhesien angibt.

Fließt Blut aus der Nadel, so zieht man sie etwas zurück und sucht weiter lateralwärts. Sobald die Parästhesien erscheinen, spritzt man 5 ccm 2%ige Novokain-Suprareninlösung ein und wird gewöhnlich schon nach wenigen Minuten die Unterbrechung des Nerven nachweisen können.

In praxi gestaltet sich also das Verfahren folgendermaßen. Man bezeichnet mehrere Einstichpunkte. Den einen an der erwähnten Stelle hinter dem inneren Knöchel, die übrigen, gewöhnlich noch vier, in der

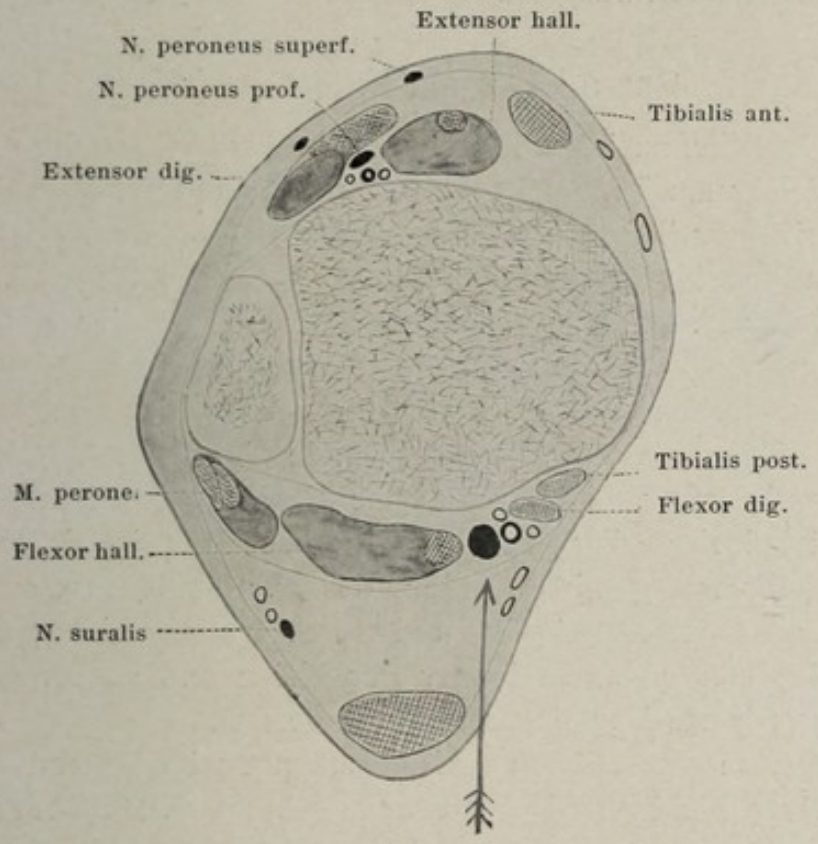


Abb. 206.
Querschnitt durch den Unterschenkel dicht über dem Sprunggelenk. (Nach Braune.) Der Pfeil bezeichnet die Nadelführung zum N. tibialis.

gleichen Höhe rings um den Unterschenkel herum. Man unterbricht den N. tibialis durch Einspritzung von 5 ccm 2%iger Novokain-Suprareninlösung, wie oben beschrieben, und infiltriert nun von den übrigen Einstichpunkten ringsherum das Unterhautzellgewebe des Unterschenkels, das zwischen den Sehnen und an der Vorderfläche der Tibia gelegene Gewebe — letzteres, um den N. peroneus profundus zu unterbrechen —, endlich das hinter der Achillessehne gelegene Fett mit 50 bis 75 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung.

Wir führen mit diesem Verfahren Operationen an der Fußsohle, an den Mittelfuß- und Fußwurzelknochen, die Absetzungen nach Lisfranc, Chopart, Pirogoff, die Exartikulation im Sprunggelenk und Resektionen im Bereich der Fußwurzel, endlich auch das Klumpfußredressement bei älteren Kindern aus. Uns hat das bei Phlegmonen natürlich unzulässige Verfahren nie im Stich gelassen. Eine Abschnürung der Extremität hat man auch bei den Absetzungen nicht nötig. Die Arterien bluten unter dem Einfluß des Suprarenins so wenig, daß eine solche überflüssig ist.

Operationen am Unterschenkel.

Oberflächliche, auch nur Haut und Unterhautzellgewebe umfassende Operationsfelder am Unterschenkel erfordern meist vollständige Unter- und Umspritzung. Die einfache subkutane Umspritzung ist unzuverlässig. Von den Hautnerven des Unterschenkels ist der N. peroneus comm. und der N. saphenus leicht zu unterbrechen, der erstere in der Kniekehle neben dem Wadenbeinköpfchen, der letztere durch Infiltration eines Streifens des Unterhautzellgewebes, der von der Tuberositas tibiae lateral bis zur Mitte der Wade zieht, mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung. Die praktische Bedeutung dieser Unterbrechungen ist jedoch gering, weil die Unterbrechung des dritten der den Unterschenkel versorgenden Nerven, des N. tibialis, in der Kniekehle schwierig und unzuverlässig ist, und durch Unterbrechung der beiden erstgenannten Nerven allein immer nur kleine und zudem an Umfang sehr wechselnde Bezirke unempfindlich werden.

Komplizierte Operationen und Absetzungen im Unterschenkel sind ein geeignetes Objekt für Biers Venenanästhesie (S. 203) oder die oben beschriebenen zentralen Leitungsunterbrechungen.

Operationen in der Kniegegend.

Zur Betäubung des präpatellaren Schleimbeutels sind vier Einstichpunkte zu bezeichnen, deren Lage sich aus Abb. 207 ergibt. Es genügt aber keineswegs ein durch die Richtung der punktierten Linie bezeichneter subkutaner Einspritzungsstreifen. Es ist vielmehr notwendig, vor Ausführung der subkutanen Einspritzung die Hohlnadel von jedem der Einstichpunkte nach verschiedenen Richtungen infiltrierend bis an den Rand der Patella vorzuschieben oder, wo dies wegen der Größe der Schwellung nicht möglich ist, seitlich die Kniegelenkkapsel, oben den Quadrizeps zu infiltrieren. Lösung: 75—100 ccm

½%ige Novokain-Suprareninlösung. Das Ausschneiden des Schleimbeutels erfordert in aseptischen oder leicht infizierten Fällen niemals die Narkose, bei bereits durchgebrochenem Schleimbeutel und phlegmonöser Beschaffenheit der Umgebung ist die Anwendung der örtlichen Betäubung zu unterlassen.

Schleimbeutelhygrome der Kniekehle.

Wir führen ihre Exstirpation stets in örtlicher Betäubung aus. Sorgfältige Umspritzung des Tumors mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung von vier Einstichpunkten aus zunächst in der Tiefe, zuletzt sub-

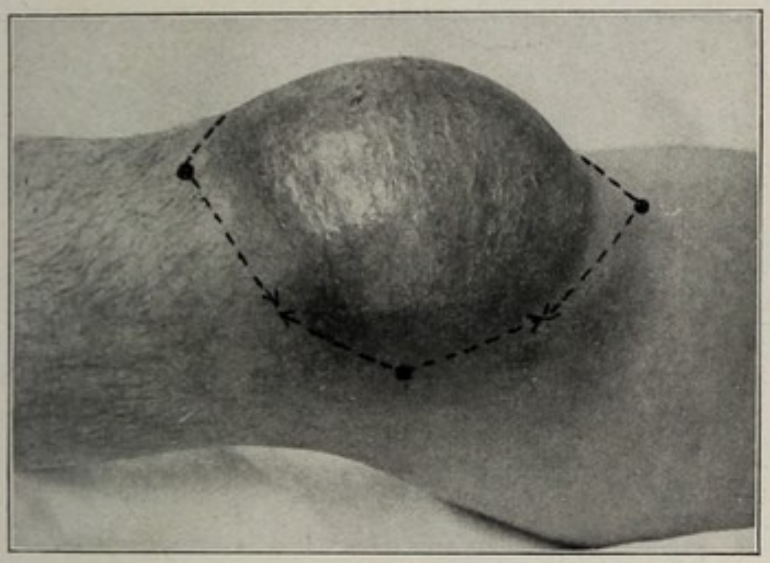


Abb. 207. Betäubung bei Hygroma praepatellare.

kutan, ist notwendig. Kommt einer der großen Nervenstämme während der Operation zu Gesicht, so unterbricht man ihn durch endoneurale Einspritzung von etwas Novokain-Suprareninlösung.

Operationen am Kniegelenk.

Die Betäubung des Stichkanals bei der Punktion des Kniegelenks geschieht nach den S. 232 gegebenen Regeln. Anfüllung des Gelenks mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung macht die Synovialmembran sehr schnell unempfindlich und löst durch Schmerzen bedingte Kontrakturen. Verödete, verwachsene Gelenke sind hierzu natürlich ungeeignet. Aseptische Arthrotomien am Kniegelenk zur Entfernung von Gelenkmäusen und Meniskusoperationen führen wir stets in örtlicher Betäubung aus. Man füllt zunächst das Gelenk mit

20 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung und infiltriert dann von zwei Einstichpunkten aus (Abb. 209, 1 und 2) Gelenkkapsel und Unterhautzellgewebe in der Schnittlinie (nach dem Schema Abb. 34, S. 236) mit der gleichen Lösung. Die Operationen sind stets völlig schmerzlos, auch wenn man das Gelenk breit eröffnen muß.

Auch die Patellarnaht bei Frakturen führen wir häufig in örtlicher Betäubung aus. Die Einstichpunkte sind etwa die gleichen wie beim Hygroma praepatellare (Abb. 207), nur liegen die seit-

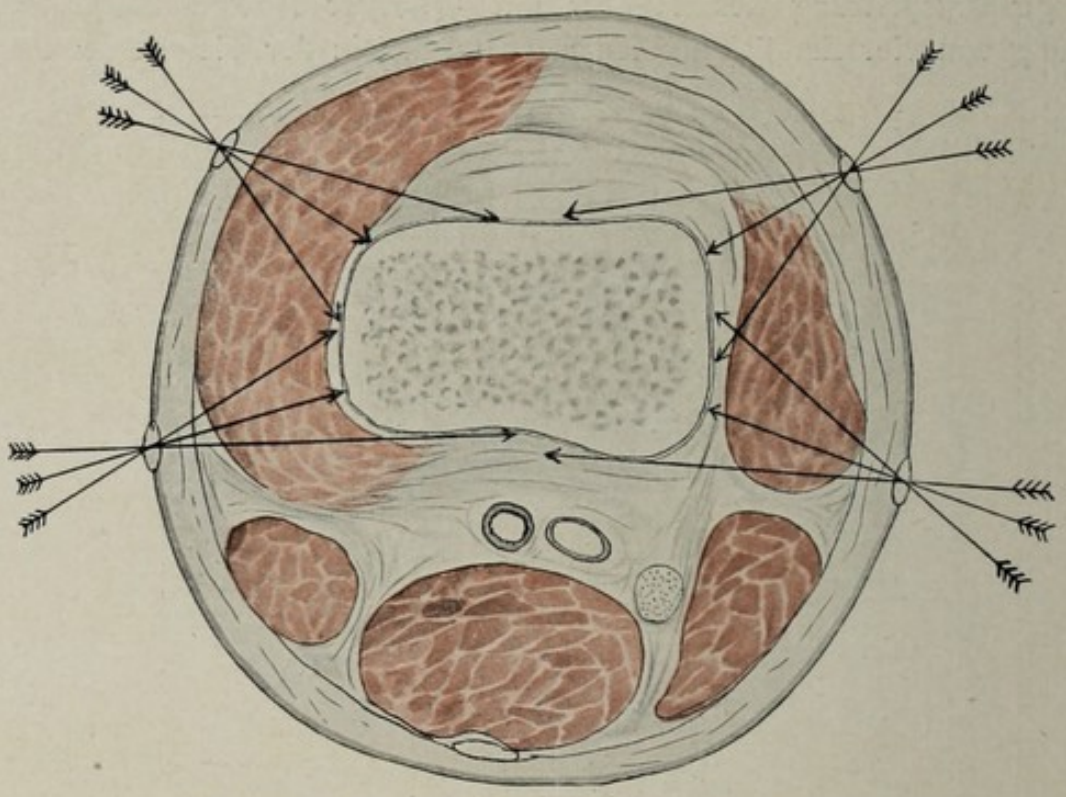


Abb. 208. Suprakondyläre Osteotomie des Femurs.

lichen Punkte noch etwas weiter nach hinten. Man beginnt damit, ½%ige Novokain-Suprareninlösung in das Gelenk einzuspritzen, soviel als ohne zu großen Druck hineingeht, und verteilt die Flüssigkeit durch einige leichte Beuge- und Streckbewegungen. Ein Teil der Flüssigkeit läuft hierbei zwischen die Bruchstücke der Patella und äußert hier eine ähnliche betäubende Wirkung wie bei den Brüchen der Röhrenknochen (S. 412). Endlich infiltriert man Gelenkkapsel und Unterhautzellgewebe in der Richtung der punktierten Linie (Abb. 209). Wir brauchen für die Operation 100—150 ccm ½%ige Novokain-Suprareninlösung. Sie ist in den meisten Fällen ganz schmerzlos gewesen.

Resektionen des Kniegelenks lassen sich gut in Venenanästhesie ausführen.

Die suprakondyläre Osteotomie des Femurs.

Ich habe diese Operation wegen Genu valgum in den letzten Jahren einseitig und doppelseitig oft in örtlicher Betäubung ausgeführt. Man

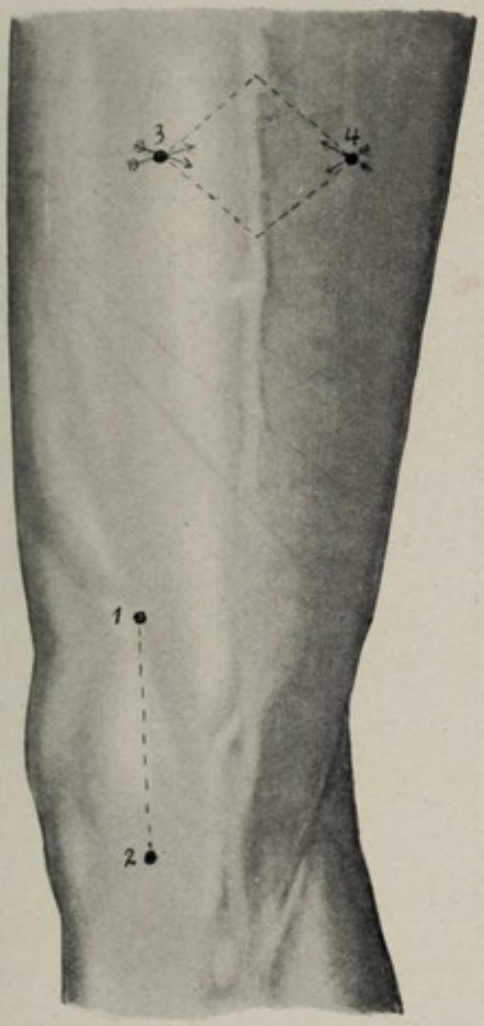


Abb. 209.
1, 2: Arthrotomie des Kniegelenks. 3, 4: Resektion der Vena saphena.

bezeichnet zunächst vier Einstichpunkte, deren Lage sich aus Abb. 208 ergibt. Man führt von diesen Punkten die Hohlnadel allenthalben bis auf den Knochen und vor und hinter dem Knochen vorbei, indem man sich dicht an ihn hält. Man infiltriert lediglich die unmittelbare Umgebung des Knochens ringsherum in der Höhe der beabsichtigten Osteotomie. Die Muskulatur braucht nicht infiltriert zu werden. Wir

brauchen hierzu 100 ccm ½% ige Novokain-Suprareninlösung. Nachdem dies geschehen ist, bezeichnet man zwei weitere Einstichpunkte an den Enden des beabsichtigten Schnittes und infiltriert von ihnen die Schnittlinie bis auf den Knochen nach dem Schema Abb. 34, S. 236. Der Knochen kann nun in der üblichen Weise freigelegt, teilweise mit dem Meißel getrennt, der Rest durchbrochen werden. Auf diesen letzten Akt muß man die Kranken vorbereiten, damit sie nicht zu sehr erschrecken.

Weichteiloperationen am Oberschenkel.

Aseptische Operationsfelder von fast beliebiger Größe lassen sich durch Umspritzung in Pyramiden-, Mulden- oder ähnlicher Form un-

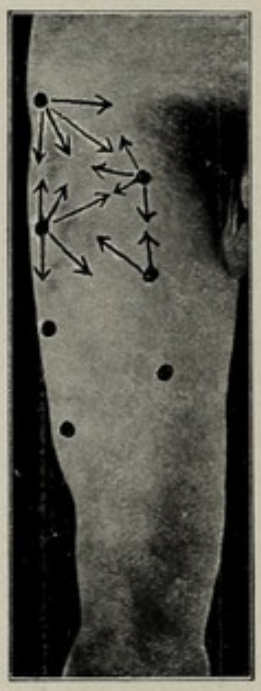


Abb. 210. Einspritzung zur Epithelentnahme nach Thiersch.

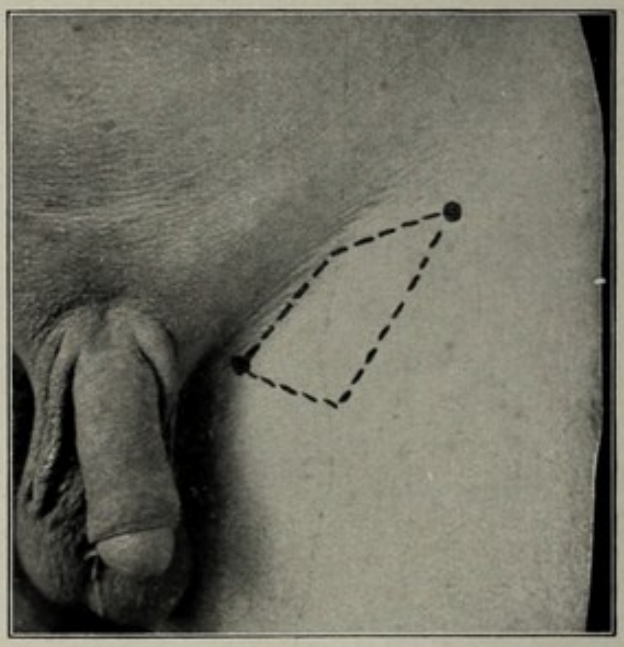


Abb. 211. Umspritzung der Kruralgegend.

empfindlich machen, während die einfache subkutane Umspritzung selbst bei ganz oberflächlichen Operationen wegen der vielen isolierten Nervenaustrittsstellen (Abb. 189, S. 446) leicht versagt.

Operationen an der Vena saphena. Bedarf man, wie bei vielen Gefäßunterbindungen, nur eines schmalen unempfindlichen Feldes, etwa zur Einleitung der Venenanästhesie, so wird in der Schnittline infiltriert, d. h. man bezeichnet die Enden des beabsichtigten Querschnitts durch je eine Quaddel, spritzt ½% ige Novokain-Suprareninlösung in

der Schnittlinie unter und neben die Vene und verbindet die Einstichpunkte durch einen subkutanen Einspritzungsstreifen. Soll dagegen ein Stück der Vene nach Trendelenburg reseziert werden, so infiltriert man, um ein größeres unempfindliches Feld zu bekommen, in rhombischer Form zuerst unter und neben die Vene, zuletzt subkutan. Die Abb. 209 zeigt dieses Verfahren an der Stelle, wo die Vene zur Behandlung von Varizen gewöhnlich reseziert zu werden pflegt. Ich bemerke, daß wir die Resektion stets am oberen Ende der Vene, wo sie in die Vena femoralis eintritt, ausführen. Die Betäubungstechnik ist die gleiche, wie eben beschrieben.

Zur Entnahme langer Thierschscher Epithelstreifen empfiehlt es sich, die ganze Außenfläche des Oberschenkels subkutan mit ½% iger

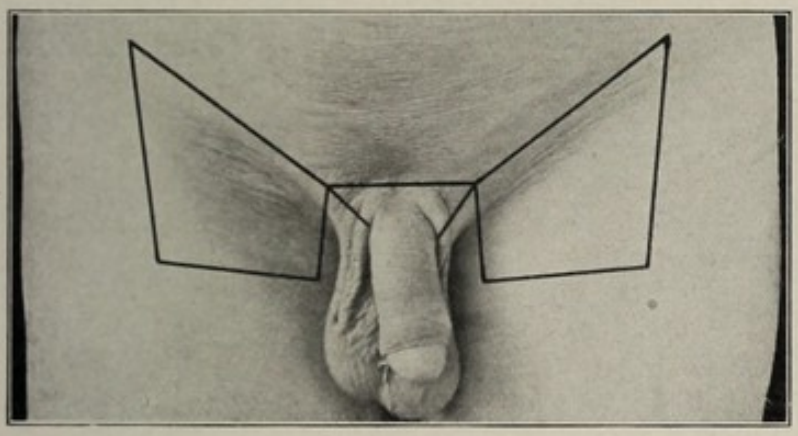


Abb. 212. Umspritzung zur Penisamputation mit Drüsenausräumung.

Novokain-Suprareninlösung zu infiltrieren. Man bezeichnet zu diesem Zweck eine Anzahl von Einstichpunkten in der aus Abb. 210 ersichtlichen Anordnung, spritzt von jedem der Punkte nach verschiedenen Richtungen ½% ige Novokain-Suprareninlösung und sorgt durch leicht massierende Bewegungen für gleichmäßige Verteilung der Flüssigkeit im Unterhautzellgewebe. Auch ist die gleichzeitige Unterbrechung des N. femoralis und N. cutaneus femoris lateralis (S. 447) ein gutes Verfahren zur Entnahme von Epithel- oder Faszienstreifen am Oberschenkel.

Die Exstirpation von Lymphomen der Leisten- und Schenkelgegend läßt sich durch Umspritzung des Tumors mit ½%iger Novokain-Suprareninlösung etwa in der in Abb. 211 bezeichneten Form aus sehr leicht unempfindlich machen. Man muß mit der Hohlnadel von allen Seiten unter den Tumor bis in die Gegend der Fossa ovalis dringen, seitlich auch unter die Faszie des M. pectineus und

rectus femoris, oben unter das Lig. Poupartii. Die Ausschabung erkrankter Leistendrüsen macht das gleiche Verfahren erforderlich.

Auch die beiderseitige Totalausräumung des Fettes der Schenkelbeuge mit den inliegenden Drüsen führen wir oft in örtlicher Betäubung aus und haben ungefähr die in Abb. 212 angegebene Umspritzungsfigur gebraucht. Es muß allenthalben auch subfaszial eingespritzt werden, namentlich auch unter die Faszie des M. obliquus externus im Bereich des über dem Lig. Poupartii gelegenen Streifens. Die Abbildung zeigt den Anschluß an die Umspritzung der Peniswurzel zur Penisamputation (S. 399). Für eine derartig ausgedehnte Betäubung kommt man mit weniger als 200 ccm ½%iger Novokain-Suprareninlösung nicht aus.

Literaturverzeichnis*).

Abkürzungen.

Archiv f. exp. Pathologie u. Pharmakologie	Arch. f. exper. Path. u. Pharm.
Archiv f. klin. Chirurgie	Arch. f. klin. Chir.
Archiv f. Laryngologie u. Rhinologie	Arch. f. Laryng.
Archiv f. Ohrenheilk.	Arch. f. Ohrhlk.
Archiv f. Ophthalmologie	Arch. f. Ophth.
Beiträge zur klin. Chirurgie	Beitr. z. klin. Chir.
Berliner klin. Wochenschrift	B. kl. W.
British medical Journal	Br. m. J.
Bruns Beiträge zur klin. Chirurgie	Beitr. z. klin. Chir.
Deutsches Archiv f. klin. Med.	D. Arch. f. klin. M.
Deutsche med. Wochenschr.	D. m. W.
Deutsche Monatsschr. f. Zahnheilk.	D. Mschr. f. Zahnhlk.
Deutsche Zeitschr. f. Chir.	D. Zschr. f. Chir.
Graefes Archiv f. Ophthalmologie	Arch. f. Ophth.
Internationales Zentralbl. f. Ohrenheilk.	Intern. Zbl. f. Ohrhlk.
Klin. Monatsblätter f. Augenheilk.	Klin. Mbl. f. Aughlk.
Lancet	Lanc.
Langenbecks Archiv	Arch. f. klin. Chir.
Medizinische Klinik	M. Kl.
Monatsschrift f. Geburtshilfe und Gynäkologie	Mschr. f. Geburtsh.
Monatsschrift f. Ohrenheilkunde und Laryngo-Rhinologie	Mschr. f. Ohrhlk.
Münchner Med. Wochenschr.	M. m. W.
Oest.-Ungar. Vierteljahrsschr. für Zahnheilkunde	Oest. Vrtljschr. f. Zahnh.
Oesterreich. Zeitschr. f. Stomatologie	Oest. Zschr. f. Stom.
Pflügers Archiv	Pflüg. Arch.
Therapeutische Monatshefte	Ther. Mh.
Virchows Archiv	Virch. Arch.
Wiener klin. Wochenschr.	W. kl. W.
Wiener Mediz. Wochenschr.	W. m. W.
Zeitschr. f. Augenheilkunde	Zschr. f. Aughlk.
Zeitschrift f. experimentelle Pathologie und Pharmakologie	Zschr. f. exper. Path. u. Pharm.
Zeitschr. f. Laryngologie, Rhinologie und Grenzgebiete	Zschr. f. Laryng.
Zeitschr. f. Ohrenheilkunde	Zschr. f. Ohrhlk.
Zeitschr. f. Ohrenheilkunde, Laryngologie und Rh.	Zschr. f. Ohrhlk., Laryng. u. Rh.
Zentralblatt f. Chir.	Zbl. f. Chir.
Zentralblatt f. Gynäkologie	Zbl. f. Gyn.
Zentralblatt f. klin. Med.	Zbl. f. klin. M.
Zentralblatt f. Ohrenheilkunde	Zbl. f. Ohrhlk.

I. Handbücher, Monographien und Allgemeines.

1. Bier, Über den heutigen Stand der Lumbal- und Lokalanästhesie. D. Chir.-Kongr. 1909. II. S. 474. — 2. Bockenheimer, Technik und Indikationen der lokalen Anästhesie. Zschr. f. ärztl. Fortbild. 1905. Nr. 7, 10, 11, 13. — 3. Bor-

*) Die römischen Zahlen entsprechen nicht durchgehend den Abschnittzahlen. Wo es erforderlich schien, ist im Text angegeben, wo die Literaturnachweise zu finden sind.

chardt, Bedeutung und Technik der Lokalanästhesie. Jkurs. f. ärztl. Fortbild. 1910. Dezember. — **4.** Braun, Über die Lokalanästhesie im Krankenhaus nebst Bemerkungen über die Technik der örtlichen Anästhesierung. Beitr. z. klin. Chir. 1909. Bd. 62. S. 641. — **5.** Braun, Die Technik der Lokalanästhesie bei chirurgischen Operationen. Erg. d. Chir. u. Orthop. Bd. 4. 1912. S. 41. — **6.** Braun, Die Leistungen und Grenzen der Lokalanästhesie. (Klin. Vortrag.) D. m. W. 1906. Nr. 1. — **7.** Braun, Recent methods for producing Analgesia. Referat beim Intern. m. Kongr. London 1913. — **8.** Bumm, Über lokale Anästhesierung. Wiener Klin. 1886. — **9.** Corning, Local anaesthesia. Newyork 1886. — **10.** Danis, L'anesthésie régionale. Bruxelles 1913. — **11.** Denk, Die Gefahren und Schäden der Lokalanästhesie. W. kl. W. 1920. S. 630. — **12.** Dumont, Hb. der allgemeinen und lokalen Anästhesie 1903. — **13.** Finsterer, Lokalanästhesie und Allgemeinnarkose. W. kl. W. 1920. S. 623. — **14.** Hackenbruch, Örtliche Schmerzlosigkeit bei Operationen. Wiesbaden 1897. — **15.** Hackenbruch, Über Lokalanästhesie. Zschr. f. ärztl. Fortbild. 1912. Nr. 20, 21. — **16.** Hackenbruch, Witzel und Wenzel, Die Schmerzverhütung in der Chirurgie. München 1906. — **17.** Härtel, Neuere Fortschritte auf dem Gebiet der Lokalanästhesie. Zschr. f. ärztl. Fortbild. 1914. Nr. 1 und 2. — **18.** Härtel, Die Lokalanästhesie. Neue D. Chir. 2. Aufl. Stuttgart 1920. — **19.** Härtel, Die Wahl des Betäubungsverfahrens bei der kriegschirurgischen Frühoperation. Sml. klin. Vortr., N. F. Chirurgie 1917. Nr. 198. — **20.** Hertzler, Surgical operations with local anaesthesia. Newyork 1912. — **21.** Hesse, Die örtliche Schmerzverhütung in der Chirurgie. Abh. Würzb. 1910. — **22.** Hirschel, Lehrb. d. Lokalanästhesie. 3. Aufl. Wiesbaden 1923. — **23.** Hoffmann, Die modernen Anästhesierungsverfahren. M. Kl. 1913. S. 2010. — **24.** Hohmeier, Die Anwendungsweise der Lokalanästhesie in der Chirurgie. Berlin 1913. — **25.** Kappis, Die örtliche Betäubung in der Hand des praktischen Arztes. M. Kl. 1924. Nr. 8. — **26.** König, Schmerzbetäubung bei chirurgischen Operationen. M. Kl. 1923. S. 195. — **27.** Kochmann, Die theoretischen Grundlagen der Lokalanästhesie. Zschr. f. Hals-, Nasen-, Ohrenhlk. 1924. Bd. 8. S. 297. — **28.** Läwen, Die Anästhesierungsverfahren für chirurgische Eingriffe im Felde. Erg. d. Chir. u. Orthop. 1919. Bd. 11. S. 363. — **29.** Legrand, L'anesthésie locale en chirurgie générale. Paris 1900. — **30.** Matas, The growing importance and value of local and regional anaesthesia in minor and major surgery. Transactions Louisiana State med. Society 1900. — **31.** Most, Die Lokalanästhesie in der Hand des praktischen Arztes. M. Kl. 1909. Beiheft 11. — **32.** J. Müller, Anästhetica. Berlin 1898. — **33.** Piquand, L'anesthésie local, méthode du Professeur Reclus. Paris 1911. Mit Vorwort von Reclus. — **34.** Piquand, Précis d'anesthésie locale. Paris 1913. — **35.** Reclus, L'anesthésie localisée par la cocaine. Paris 1903. (1. Aufl. 1895.) — **36.** Reclus, L'anesthésie localisée et les chirurgiens qui s'operent eux-memes. Presse méd. 1912. Nr. 67. — **37.** Schleich, Schmerzlose Operationen. Berlin 1894. (5. Aufl. 1906.) — **38.** Schleich, Über die Entwicklung der allgemeinen und lokalen Anästhesie. Zschr. f. ärztl. Fortbild. 1908. Nr. 1. — **39.** Schleich, Über Lokalanästhesie. D. Klin. im 19. Jahrhundert. Berlin 1901. — **40.** Schlesinger, Die Praxis der lokalen Anästhesie. Berlin 1910. — **41.** Vogeler, Die Anwendung der Lokal- und Leitungsanästhesie. M. m. W. 1920. Nr. 52. — **42.** Zeller, Allgemeine und örtliche Betäubung. Jkurs. f. ärztl. Fortbild. Dezemberheft 1920.

II. Geschichte der örtlichen Betäubung bis zur Einführung des Kokains.

1. Adamkiewicz, Chloroform-Kataphorese. Neurol. Zbl. 1886. S. 219 u. 497. — 2. Ade, Über lokale Anästhesie bei chirurg. Operationen. Zschr. f. Wundärzte und Geburtshelfer 1870. H. 2. — 3. Aran, Mémoires de l'académie impériale de méd. 19. November 1850. — 4. Bartels, Medizin der Naturvölker 1893. — 5. Beddoes and Watt, Considerations on the medical use and the production of factitious airs. Bristol 1795. — 6. Benjamin Bell s. bei Bidault. — 7. Bidault, Etude sur les premiers essays d'anesthésie chirurgicale. Thèse. Paris 1890. — 8. Binz, Vorlesungen über Pharmakologie. Berlin 1886. S. 7. — 9. Bouisson, Traité théorique et pratique de la méthode anesthésique. Paris 1850. — 10. Broca s. bei Normand-Dufié. — 11. Brown-Séquard, Nouvelles recherches sur la production d'une anesthésie complète au larynx. Compt. rend. de la société de Biologie 1882. S. 649. — 12. Bruns, Hb. d. chir. Praxis. Tübingen 1873. — 13. Bygrave s. bei Morel-Lavallée, Gaz. des hôp. 1858. S. 140. — 14. Corning, The usefulness of alcohol and chloroform as local anaesthetics. New York m. J. 1885. Bd. 42. S. 353. — 15. Corradi, Del anesthesia e degli anesthetici nelle chirurgia del medio evo. Atti dell' acad. di Bologna. Vol. XIV. 1878. — 16. Czermak, Sitzungsber. d. kais. Ak. Wiss. Wien, November 1861. — 17. Desault, Oeuvres chirurgicales. T. II. 1801. — 18. Ewart, The history of two cases of ulcerated cancer of the mamma. London 1794. — 19. Eulenburg, Die hypodermatische Injektion der Arzneimittel. 3. Aufl. Berlin 1875. S. 158 und 261. — 20. Felkin, in Bartels Medizin der Naturvölker 1893. — 21. Follin, De l'anesthésie locale par le gaz acide carbonique. Arch. de méd. 1856. — 22. Foussagrives, Gaz. des hôp. 1858. Nr. 148. — 23. Francis, zitiert nach Bumm. — 24. Friedrich und Knorr, Bayr. ärztl. Intelligenzbl. 1859. Nr. 1. — 25. Gellé, Compt. rend. de la soc. de Biologie. 2. Mai 1884. — 26. Guérin, Gaz. des hôp. 1883. Nr. 47. — 27. Gurlt, Geschichte der Chirurgie. Berlin 1898. Bd. 3. S. 621. — 28. Haeser, Geschichte der Medizin. 3. Aufl. 1895. Bd. 1, S. 606, 782, 801. Bd. 2, S. 966ff. — 29. Harris, Boston m. and surg. J. 1873. — 30. J. Hoffmann, Chloroform-Kataphorese. Neurol. Zbl. 1888. S. 585. — 31. Huette, zitiert nach Lewin. — 32. Ch. Hunter, Br. m. J. 1859. — 33. Husemann, Die Schlafschwämme und andere Methoden der allgemeinen und örtlichen Anästhesie im Mittelalter. D. Zschr. f. Chir. 1896. Bd. 42. S. 517. — 34. Jarotzky u. Zülzer, Neuere Erfahrungen über subkutane Injektionen. Med. Halle 1861. II. S. 43 (zitiert nach Eulenburg). — 35. Ingenhous, Miscellanea physico-medica. 1794. S. 8. — 36. Juvet s. bei Bidault. — 37. Kappeler, Anästhetica. Stuttgart 1880. — 38. Keppler, Die akute Saponinvergiftung. B. kl. W. 1878. Nr. 31. — 39. Köhler, Lokale Anästhesierung durch Saponin. Halle 1873. S. 2. — 40. Lewin, D. Klin. 1862. S. 201. — 41. Liégard, De la compression circulaire très exacte des membres au dessus du point malade, avant et pendant l'opération. Mélanges de médecine et de chirurgie pratiques. Caën 1837. — 42. Lisfranc, Médecine operatoire. Paris 1845. — 43. Malgaigne s. bei Bidault, S. 90. — 44. J. Moore, A method of preventing or diminuishing pain in several operations of Surgery. London 1784. — 45. Moricheau-Beaupré, Des effets et des propriétés du froid. Montpellier 1817. — 46. Normand-Dufié, Essay sur l'anesthésie provoquée appliquée aux operations chirurgicales. Montpellier 1858. — 47. Nunneley, L. Juli 1848. Edinb. m. J., Oktober 1849. — 48. Nußbaum, Anästhetica in Pitha-

Billroths Hb. d. Chir. Erlangen 1867. — **49.** Paré, Oeuvres. Paris 1840. T. II. S. 22. — **50.** Parisot, Gaz. des hôp. 1863. Nr. 95, 96, 99. — **51.** Paschkis und Wagner, Chloroform-Kataphorese. Neurol. Zbl. 1886. S. 413. — **52.** Pelikan, B. kl. W. 1867. — **53.** Percival s. bei Bidault, S. 79. — **54.** M. Perrin et L. Lallemand, Traité d'anesthésie chirurgicale. Paris 1863. — **55.** Plinius secundus, Historia naturalis lib. XXV c. 94. — **56.** Porter Smith, Chinese materia medica. London 1871 (zitiert nach Köhler). — **57.** Prosper Alpinus, De medecina Aegyptiorum lib. IV c. 2. — lib. III c. 12. Venet. 1591. — **58.** Richardson, On voltaic narcotism. Med. Times and Gaz. 12. Februar und 25. Juni 1859. — 3. Februar 1866. — **59.** Richardson, Physical therapeutics. Med. Times and Gaz. 23. September 1877. — **60.** Roßbach, Eine neue Anästhesierungsmethode des Kehlkopfs. Wien. m. Presse 1880. Nr. 40. — **61.** Rottenstein, M. Zztg. 1858. Nr. 72. — **62.** Sansom, Chloroform, its action and administration. London 1865. S. 2. — **63.** Scheff, Allg. Wien. m. Ztg. 1875. Nr. 33, 34. — **64.** Schroetter, Bericht der Naturforscherversammlung in Graz 1875. — **65.** Schumann, Ephemerides Germ. II. 8 (zitiert nach Bumm). — **66.** Simpson, Local anaesthesia. L. 1848. II. S. 39. — **67.** Skinner, Br. m. J. Juli 1858. — **68.** Suerssen, M. Zztg. 1858. Nr. 73, 74. — **69.** Van Swieten s. bei Bidault. — **70.** Theden s. bei Bidault. — **71.** Thomas Bartholinus, De nivis usu medico. Haffniae 1661. — **72.** Tobold, Schmidts Jb. 1871. Bd. 151. S. 203. — **73.** Türck, Allg. Wien. m. Ztg. 1866. Nr. 31. Klinik der Krankheiten des Kehlkopfs und der Luftröhre. Wien 1866. — **74.** Velpeau, Médecine opératoire. Paris 1839. — **75.** Walker, Br. m. J. April 1865. — **76.** Walker, Med. Times. 19. März 1859. — **77.** Wittmeyer, Über Anästhesie. D. Klin. 1862. Nr. 19—21, 24, 27, 30, 31. — **78.** Wood, Edinb. m. and surg. J. April 1855. — **79.** Wutzer, Rheinische Mschr. März 1851. (Nach Wittmeyer.) — **80.** Zawerthal, La prattica dell' anesthesia locale nelle operazioni endo-laryngee. Riv. chir. di Bologna. Januar 1879.

III. Empfindlichkeit und Schmerz. Die Betäubungsverfahren.

1. Bier, Die Entstehung des Kollateralkreislaufs. Virch. Arch. Bd. 147 (1897) u. 158 (1908). — **2.** Bier, Bakes, D. Chir.Kongr. 1909. I. S. 261. (Bemerkung zur Sensibilität der Bauchorgane.) — **3.** Bloch, Bidrag til Belysning af Spörgsmaalet: Om Indskränkning i Anvendelsen af general Anästhetisering. Bibliothek for Laeger. Kjöbenhavn 1898. — **4.** Bloch, Om Indskränkning i Anvendelsen af Inhalationsanästhesi. Nord. med. Arkiv 1899. Nr. 33. — **5.** Bloch, Sur l'emploi plus restreint de l'anesthésie générale et quelques remarques sur la sensibilité des différents tissus du corps humain. Revue de Chir. 1900. Nr. 1. — **6.** von Frey, Die Gefühle und ihr Verhältnis zu den Empfindungen. Leipzig 1894. — **7.** von Frey, Untersuchungen über die Sinnesfunktionen der menschlichen Haut. Leipzig 1896. — **8.** Fröhlich u. Meyer, Die sensible Innervation von Darm und Harnblase. W. kl. W. 1912. S. 29. Nr. 1. — **9.** Garré, Die chirurg. Behandlung der Lungenkrankheiten. Mitt. Grenzgeb. Bd. 9. S. 327. — **10.** Gilbert, Ein Beitrag zur Frage der Sensibilität des Herzens. Pflüg. Arch. 1909. Bd. 129. S. 329. — **11.** Goldscheider, Über den Schmerz. Berlin 1894. — **12.** Goldscheider, Ges. Abh. Bd. 1. Physiol. d. Hautsinnesnerven. Leipzig 1898. — **13.** Goldscheider, Zur Frage der Schmerzempfindlichkeit des viszeralen Sym-

pathikusgebiets. D. Zschr. f. Chir. 1908. Bd. 95. S. 1. — **14.** Haim, Beitrag zur Sensibilität der Abdominalorgane. Zbl. f. Chir. 1908. S. 337. — **15.** Haller, Mémoire sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal. Lausanne 1756—1760. — **16.** Haller, Elementa Physiologiae 1757—1766. (Zitiert nach Lennander.) — **17.** — Hesse, Anwendung der Lokalanästhesie bei Eingriffen wegen Appendizitis, nebst Bemerkungen zur Erklärung appendizitischer Schmerzen. D. Zschr. f. Chir. Bd. 109. S. 42. — **18.** Kappis, Zur Frage der Sensibilität der Bauchhöhle. Mitt. Grenzgeb. 1913. Bd. 26. H. 3. — **19.** Kast und Meltzer, Die Sensibilität der Bauchorgane und ihre Beeinflussung durch Kokain. B. kl. W. 1907. Nr. 19. — **20.** Kast und Meltzer, Die Sensibilität der Bauchhöhle. Mitt. Grenzgeb. 1909. Bd. 19. S. 586. — **21.** Lennander, Über die Sensibilität der Bauchhöhle und über lokale und allgemeine Anästhesie bei Bauch- und Bruchoperationen. Zbl. f. Chir. 1901. Nr. 8. — **22.** Lennander, Beobachtungen über die Sensibilität der Bauchhöhle. Mitt. Grenzgeb. 1902. Bd. 10. H. 1—2. — **23.** Lennander, Weitere Beobachtungen über Sensibilität in Organ und Gewebe. D. Zschr. f. Chir. 1904. Bd. 73. S. 297. — **24.** Lennander, Über lokale Anästhesie und über Sensibilität in Organ und Gewebe. Mitt. Grenzgeb. 1906. Bd. 15. H. 5. — **25.** Mitchell, J. Am. m. ass. 1907. Bd. 49. (Zitiert nach Kast u. Meltzer.) — **26.** Montfalcon, Dictionnaire des sciences médicales. T. 37. Artikel Opération. Paris 1813. S. 403. (Zitiert nach Bloch.) — **27.** L. R. Müller, Über die Empfindungen in unseren inneren Organen. Mitt. Grenzgeb. 1908. Bd. 18. S. 600. — **28.** Nast-Kolb, Beitrag zur Frage der Sensibilität der Bauchorgane. Zbl. f. Chir. 1908. Nr. 28. — **29.** Neumann, Über die Sensibilität der inneren Organe. Sammelreferat. Zbl. f. d. Grenzgeb. d. M. u. Chir. 1910. Nr. 11—18. — **30.** Nyström, Kritische Bemerkungen zu einigen neueren Arbeiten über die Sensibilität der Bauchorgane. Mitt. Grenzgeb. 1910. Bd. 31. S. 125. — **31.** Nyström, Über den Schmerzsinn des Skelettsystems. D. Zschr. f. Chir. 1917. Bd. 142. S. 147. — **32.** Piorry, Dictionnaire des sciences médicales. T. 51. Artikel Sensibilité. Paris 1821. (Zitiert nach Bloch.) — **33.** Propping, Zur Frage der Sensibilität der Bauchorgane. Beitr. z. klin. Chir. 1909. Bd. 63. S. 690. — **34.** Ritter, Zur Frage der Sensibilität der Bauchorgane. Zbl. f. Chir. 1908. S. 609. — **35.** Ritter, Experimentelle Untersuchungen über die Sensibilität der Bauchhöhle. Arch. f. klin. Chir. Bd. 90. S. 390. D. Chir. Kongr. 1909. II. S. 514. — **36.** Schleich, Über den Schmerz. Ther. d. Gegenw. März 1902. — **37.** Steinhäuser, Experimenta nonnulla de sensibilitate et functione intestini crassi. Lipsiae 1831. (Zitiert nach Weber.) — **38.** Tigerstedt, Lehrb. d. Physiol. 2. Aufl. Leipzig 1904. — **39.** Torata Sano, Zur Frage der Sensibilität des Herzens und anderer innerer Organe. Pflüg. Arch. 1909. Bd. 129. S. 217. — **40.** E. H. Weber, In Wagners Wörterbuch der Physiologie 1846. Artikel Tastsinn und Gemeingefühl. — **41.** Wilms, Über die Sensibilität und Schmerzempfindung der Bauchorgane. D. Zschr. f. Chir. 1909. Bd. 100. S. 372.

IV. Die schmerzstillende Wirkung der Nervenkompression und der Blutleere.

1. Billroth, W. m. W. 1873. Nr. 29. — **2.** Boeri et Silvestro, Sur la mode de se comporter des différentes sensibilités sous l'action des divers agents. Archives italiennes de Biologie. Bd. 31. S. 460. — **3.** Braun, Regionäre Anästhesie und Blutleere. Zbl. f. Chir. 1898. Nr. 43. — **4.** Bruns, Arch. f. klin. Chir. Bd. 29. S. 680. — **5.** Chauvel, Archives générales de méd. Juni bis August 1875. —

6. Ehrlich u. Brieger, Über die Ausschaltung des Lendenmarkgrau. Zschr. f. klin. M. 1884. Bd. 7. Suppl. S. 155. — 7. Ewald, Arch. f. d. ges. Physiol. 1869. Bd. 2. — 8. Esmarch, Über künstliche Blutleere. Arch. f. klin. Chir. Bd. 17. S. 294. — 9. Fischer, Vh. des dritten d. Chir.Kongr. 1874. — 10. Iversen, Künstliche Ischämie bei Operationen. Diss. Kiel 1873. — 11. Kappeler, Anästhetica. Stuttgart 1880. S. 112. — 12. Karewski, Hat die künstliche Blutleere anästhesierende Wirkungen? Ther. Mh. 1888. S. 168. — 13. Katzenstein, Über Unterbindung der Aorta. Arch. f. klin. Chir. Bd. 76. S. 608. — 14. Kofmann, Blutleere als Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1898, Nr. 40, u. 1899, Nr. 7. — 15. Krieshaber, Gaz. méd. de Paris 1874. S. 293, 307. — 16. Le Fort, Gaz. des hôp. 1874. Nr. 103. — 17. Lüderitz, Versuche über die Einwirkung des Drucks auf die sensiblen und motorischen Nerven. Zschr. f. klin. M. 1880. II. S. 97. — 18. Neuber, Untersuchungen und Erfahrungen über künstliche Blutleere. Diss. Kiel 1878. — 19. Nicaise, Gaz. méd. de Paris 1874. S. 209 u. 307. — 20. Ranke, Die Lebensbedingungen der Nerven. Leipzig 1868. — 21. Riedinger, D. Zschr. f. Chir. Bd. 7. S. 476. — 22. Schiffer, Über die Bedeutung des Stensonschen Versuchs. Zbl. f. m. Wiss. 1869. Nr. 37, 38. — 23. Schiffer, Erhaltung der Nervenerregbarkeit nach Unterbrechung der Blutzufuhr. B. kl. W. 1872. Nr. 29. — 24. Schlesinger, Über Sensibilitätsstörungen bei akuter lokaler Ischämie. D. Zschr. f. Nervhlk. Bd. 29. S. 375. — 25. Singer, Wiener Akademieschriften. Bd. 96. Nov. 1887. — 26. Spronck, Archives de physiologie norm. et pathol. 1888. — 27. Stockes, Dublin Press and Circular 1879. S. 248. — 28. Verneuil, Gaz. des hôp. 1874. Nr. 103. — 29. Weil, Der Stensonsche Versuch. Diss. Straßburg 1873. — 30. Wolzendorff, Eulenburgs Realenzyklopädie. Artikel Blutleere.

V. Die örtliche Betäubung durch Kälte.

1. Arnott, On cold as a means of producing local insensibility. Lanc. 1848. II. S. 98 u. 287. — 2. Bailly, Nouveau procédé de réfrigération locale par le chlorure de méthyle. Gaz. hebd. 1888. Nr. 5. — 3. Baudouin, Chlorure d'éthyle comme anesthésique locale. Progrès méd. 1892. — 4. Berger, Bromäthyl als Lokalanästhetikum. Breslauer ärztl. Zschr. 1883. Nr. 8. (Nach Bumm.) — 5. Bernard, Anesthésie locale par le sulfure de carbone. Gaz. méd. 1874. S. 27. — 6. Bigelow, Gaz. hebd. 1866. Nr. 23. — 7. Bloch, Om Indskränkning i Anvendelse af Inhalationsanästhesi. Nord. med. Arkiv 1899. Nr. 33, und Bibliothek for Laeger 1898. — 8. Boeri et Silvestro, Sur la mode de se comporter des différentes sensibilités sous l'action des divers agents. Archives italiennes de Biologie. Bd. 31. S. 460. — 9. Braatz, Zur Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1895. Nr. 26. — 10. Bumm, Über lokale Anästhesierung. Wiener Klin. 1886. — 11. Cardenal, Une découverte du Dr. Letamendi sur l'anesthésie locale. Archives de physiologie norm. et pathol. 1875. Bd. 5. S. 769. — 12. Debove, Traitement de la sciatique par la congélation. Société méd. des hôp. August 1884. — 13. Ehrmann, Äthylchlorid als Lokalanästhetikum in der Dermatotherapie. W. m. W. 1892. Nr. 26. — 14. Feiber, Chlormethyl als lokales Anästhetikum. B. kl. W. 1889. Nr. 5. — 15. Fratscher, Kontinuierliche und langsame Nervenreizung. Jen. Zschr. f. Naturkunde. Bd. 11. S. 481. — 16. Galeczowski, De l'anesthésie locale dans la chirurgie oculaire. Recueil d'ophthalmologie 1876. S. 93. — 17. Gans, Über Äthylchlorid. Ther. Mh. 1893. S. 113. — 18. Gendre, Einfluß

der Temperatur auf einige tierisch-elektr. Erscheinungen. Pflüg. Arch. Bd. 34. S. 422. — **19.** Giraldès, Artikel „Anesthésie chirurgicale" in Nouveau dictionnaire de médecine et de chirurgie. Paris 1865. — **20.** Girard, Zur Erleichterung der Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1874. Nr. 2. — **21.** Grützner, Über verschiedene Arten der Nervenerregung. Pflüg. Arch. Bd. 17. S. 215. — **22.** Guérard, Gaz. des hôp. 1854. S. 88. — **23.** von Hacker, Zur lokalen Anästhesie. W. kl. W. 1893. — **24.** Hattyasi, Versuche mit Ätylchlorid. Pester m.-chir. Presse 1892. Nr. 22. — **25.** Heinzmann, Über die Wirkung allmählicher Änderungen thermischer Reize. Pflüg. Arch. Bd. 6. S. 222. — **26.** Herzog, Neue Ztg. f. M. 1850. (Nach Bumm.) — **27.** Husemann, Virchow-Hirsch Jber. 1866. I. S. 344 u. 1867. I. S. 501. Anästhesierung durch Kälte. — **28.** Illich, M. Ztg. Rußlands 1852. Nr. 55 und 1853, Nr. 15. (Nach Bumm.) — **29.** Kümmell, Über Narkose und lokale Anästhesie. Festschr. zum 80jährigen Stiftungsfest des ärztl. V. Hamburg. Leipzig 1896. — **30.** Lauenstein, Die lokale Anästhesie durch Äther. Zbl. f. Chir. 1880. S. 497. — **31.** von Lesser, Demonstration zur lokalen Anästhesierung. D. Chir.-Kongr. 1881. — **32.** Létang, Note sur un nouveau procédé d'anesthésie locale. Thèse Paris 1894. — **33.** Letamendi, Un pas vers la résolution du problème de l'anesthésie locale. Barcelona 1895. — **34.** Redard, Chloräthyl als Lokalanästhetikum. La semaine méd. 1891. S. 133. — **35.** Richardson u. Greenhalgh, Med. Times 1866. — **36.** Richet, Anesthésie localisée. Gaz. des hôp. 1854. S. 251, 263, 267, und Bull. de la société de chirurgie. Bd. IV. S. 519. — **37.** Richardson, Med. Times 1866. (Verschiedene Artikel.) — **38.** Rosenthal, Experimentelle und praktische Beiträge zur Einwirkung der Lokalanästhesie auf das Nervensystem. Oest. Zschr. f. Hlk. 1867. S. 373. — **39.** Roßbach, Eine neue Anästhesierungsmethode des Kehlkopfs. Wiener m. Presse 1880. Nr. 40. — **40.** Rottenstein, Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Frankfurt a. M. 1867. S. 43. — **41.** Scheller, Reines Äthylchlorid als örtliches Anästhetikum und Antineuralgikum. D. Mschr. f. Zahnhlk. 1891. H. 5. — **42.** Simonin, Gaz. méd. de Paris 1866. Nr. 11. (Nach Bumm.) — **43.** Spencer Wells, Med. Times 1866. — **44.** Terillon, Anesthésie locale et générale produite par le bromure d'éthyle. Gaz. méd. de Paris 1880. Nr. 22. — **45.** Terillon, Monod, Perrier (1880), nach Legrand. S. 43. — **46.** Velpeau, Bull. de l'académie de méd. Bd. 15. S. 85. — **47.** Warren, Surgical observations. Boston 1867. — **48.** Wiesendenger, Flüssige Kohlensäure als Lokalanästhetikum. J. f. Zahnhlk. 1891. Nr. 21. — **49.** Wittmeyer, Über Anästhesie. D. Klin. 1852. Nr. 19.

VI. Quellungs- und Schrumpfungsanästhesie.

1. Biberfeld, Über die Druckverhältnisse in der Schleichschen Quaddel. Archives internation. de pharmacie et de thér. Bd. 6. H. 5, 6. — **2.** Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Arch. f. klin. Chir. 1898. Bd. 57. — **3.** Burney Yes, Br. m. J. 4. Dez. 1875. — **4.** Bussenius, Lokale Anästhesie bei Tieren. Diss. Berlin 1888. — **5.** Custer, Beitrag zur Infiltrationsanästhesie. Diss. Bern 1896. — **6.** Dreser, Über Diurese und ihre Beeinflussung durch pharmakologische Mittel. Zschr. f. physik. Chem. Bd 2. — **7.** Emmerich, Die Einwirkung verunreinigten Wassers auf die Gesundheit. Zschr. f. Biol. Bd. 14. S. 563. — **8.** Falck, Welchen Einfluß übt die subkutane Injektion von Wasser auf den tierischen Organismus? Pflüg. Arch. Bd. 19.

S. 419. — 9. Falck, Ein Beitrag zur Physiologie des Wassers. Zschr. f. Biol. Bd. 8. S. 398. Bd. 9. S. 171. — 10. Gant, Sterile water anaesthesia in the operative treatment of anorectal disease. New York m. record. 29. Oktober 1904. — 11. Griffith, Br. m. J. 1875. — 12. Halsted, Water as a local Anaesthetic. New York m. J. 1885. Bd. 42. S. 326. — 13. Hamburger, Die physiologische Kochsalzlösung und die Volumbestimmung der körperlichen Elemente im Blut. Zbl. f. Physiol. Bd. 7. S. 161. — 14. Hamburger, Über den Einfluß chemischer Verbindungen auf Blutkörperchen im Zusammenhang mit ihren Molekulargewichten. Arch. f. Anat. Phys., Phys. Abt. 1886. S. 476. 1887 Suppl. S. 31; ferner Zschr. f. physik. Chem. 1890, Bd. 6 und zahlreiche andere Arbeiten über dasselbe Thema. — 15. Hedin, Skandin. Arch. f. Physiol. Bd. 2. S. 134, 360. Zschr. f. physik. Chem. Bd. 17. S. 164. — 16. Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virch. Arch. 1898. Bd. 153. — 17. Koeppe, Physiologische Kochsalzlösung, Isotonie, osmotischer Druck. Pflüg. Arch. Bd. 65. S. 492. — 18. Koranyi, Untersuchungen über den osmotischen Druck tierischer Flüssigkeiten. Zbl. f. klin. M. Bd. 33, 34. — 19. Lafitte, L'Union 1875. Nr. 113, 114, 119. — 20. Lelut, L'Union 1875. Nr. 118. — 21. Liebreich, Über lokale Anästhesie. Verh. d. 7. Kongr. f. inn. M. 1888. S. 249. — 22. Lebküchner, zitiert nach Hamburger. — 23. Nasse, Pflüg. Arch. Bd. 2 (1869) und Bd. 11 (1875). — 24. Rhode, Untersuchungen über lokalanästhetische Wirksamkeit bei Antipyresiris, Opiumalkaloiden und Salzen. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. Bd. 91. S. 173. 1921. — 25. Schleich, D. M.Ztg. 1891. Nr. 4 u. Nr. 66. — 26. Schnitzler u. Ewald, Zur Kenntnis der peritonealen Resorption. D. Zschr. f. Chir. Bd. 41. S. 341. — 27. De Vries, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. Pringsheims Jb. d. wiss. Bot. 1884. Bd. 14. Zschr. f. physik. Chem. Bd. 2. S. 415. — 28. Winter, Compt. rend. Bd. 121. S. 696. — 29. Wyeth, Water as local Anaesthetic. New York m. J. 1907. S. 29.

VII. Indifferente und differente Stoffe. Resorption und örtliche Vergiftung. Prüfungsverfahren, allgemeine Eigenschaften und Anwendungsformen örtlich betäubender Mittel.

1. Asher, Zschr. f. Biol. 1893. S. 247. — 2. Bernstein und Ranke, Zbl. f. m. Wiss. 1867. Nr. 3 u. 14. — 3. Braun, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Arch. f. klin. Chir. Bd. 57. H. 2. — 4. Bürker, Eine neue Theorie der Narkose. M. m. W. 1910. S. 1443. — 5. Bussenius, Lokale Anästhesie bei Tieren. Diss. Berlin 1888. — 6. O. Cohnheim, Über Resorption aus dem Dünndarm und der Bauchhöhle. Zschr. f. Biol. Bd. 37 (19. N. F.). S. 443. — 7. Cohnstein, Über Resorption in der Bauchhöhle. Zbl. f. Physiol. 1895. Bd. 9. S. 401. — 8. Corin, Recherches sur les rapportes existants entre la composition chimique et les propriétés physiologiques des poisons de la série de la cocaine. Travaux du laborat. de l'université de Liège. Nach Virchow-Hirsch Jber. 1894. I. S. 419. — 9. Ehrlich, Studien in der Kokainreihe. D. m. W. 1890. S. 717. — 10. Einhorn, Chemie der lokalen Anästhetika. M. m. W. 1899. Nr. 37. (V. d. ärztl. V. zu München.) — 11. Filehne, Über die lokalanästhesierende Wirkung von Benzoylderivaten. B. kl. W. 1887. S. 107. — 12. Gradenwitz, Messungen der spezifischen lokalanästhesierenden Kraft einiger Mittel. Diss. Breslau 1898 und D. m. W. 1899. Nr. 4. — 13. Gros, Über Narkotika und Lokalanästhetika. Arch. f.

exper. Path. u. Pharm. Bd. 62, S. 380 und Bd. 63, S. 81. 1910. — **14.** Gros, Über eine Methode, die anästhesierende Wirkung der Lokalanästhetika zu steigern. M. m. W. 1910. Nr. 39. — **15.** Gros, Über Narkotika und Lokalanästhetika. (3. Mitt.) Über die Beständigkeit der Basen der Lokalanästhetika. (4. Mitt.) Über die Wirkung verschiedener Novokainsalze. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1912. Bd. 67. H. 2. — **16.** Grützner, Über die chemische Reizung sensibler Nerven. Pflüg. Arch. Bd. 53 u. 58. D. m. W. 1893. S. 976. — **17.** Hamburger, Die Regelung der osmotischen Spannung von Flüssigkeiten in Bauch- und Perikardhöhle. Du Bois Raymonds Arch. f. Physiol. 1895. S. 281. Zbl. f. Physiol. 1895. Bd. 9. S. 484. — **18.** Heidenhain, Bemerkungen und Versuche betreffend die Resorption in der Bauchhöhle. Pflüg. Arch. 1895. Bd. 62. S. 320. — **19.** Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virch. Arch. 1898. Bd. 153. — **20.** Höber, Über Konzentrationsänderungen bei der Diffusion zweier gelöster Stoffe gegeneinander. Pflüg. Arch. 1899. Bd. 74. S. 225. — **21.** Hoffmann und Kochmann, Untersuchungen über die Kombination der Lokalanästhetika mit Radiumsulfat. Beitr. z. klin. Chir. 1914. Bd. 91. H. 3. — **22.** Klapp, Über Bauchfellresorption. Mitt. Grenzgeb. Bd. 10. H. 1, 2. — **23.** Klapp, Über parenchymatöse Resorption. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. Bd. 47. S. 86. — **24.** Kochmann, Über die Kombination von Arzneimitteln. D. m. W. 1912. Nr. 34. — **25.** Krönig und Paul, Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion. Zschr. f. Hyg. 1897. Bd. 25. — **26.** Kunowski, Die ätherischen Öle als Anaesthetica dolorosa. Diss. Berlin 1888. — **27.** Läwen, Vergleichende Untersuchungen über die örtliche Wirkung von Kokain, Novokain, Alypin und Stovain auf motorische Nervenstämme. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1906. Bd. 56. S. 138. — **28.** Liebreich, Über lokale Anästhesie. Vh. d. 7. Kongr. f. inn. M. 1888. S. 249. — **29.** Legrand, Anesthésie locale. Paris 1900. S. 156. — **30.** Loewy und Müller, Zur Kenntnis der anästhesierenden Wirkung des Yohimbins. M. m. W. 1903. Nr. 15. — **31.** Longet, Bull. de l'académie de médecine de Paris 1847. — **32.** Magendie, Vorlesungen über organische Physik 1836. Bd. 5. S. 16. — **33.** Meyer, Über die Beziehung zwischen den Lipoiden und der pharmakologischen Wirkung. M. m. W. 1909. S. 1577. — **34.** Müllerheim, Beitrag zur Wirkung der Anaesthetica dolorosa. Diss. Berlin 1888. — **35.** Munk, Zur Kenntnis der interstitiellen Resorption wasserlöslicher Substanzen. Du Bois Raymonds Arch. f. Physiol. 1895. S. 387. — **36.** Orlow, Einige Versuche über Resorption in der Bauchhöhle. Pflüg. Arch. Bd. 59. S. 170. — **37.** Overton, Studien über die Narkose. Jena 1901. — **38.** Pototzky, Versuche zur Auffindung neuer Lokalanästhetika. — **39.** Protz, Über die Wirkung einiger Anästhetikachloride und deren Mischungen mit Natriumkarbonat auf die Froschhaut. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1920. Bd. 86. S. 238. — **40.** Recke, Vergleichende experimentelle Untersuchungen lokalanästhesierender Mittel. Diss. Leipzig 1903. — **41.** Starling und Tubby, J. of physiol. 1894. Bd. 16. Nr. 1 u. 2. — **42.** Verworn, Über Narkose. D. m. W. 1909. S. 1593. — **43.** Vinci, Über die Wirkung des Eukains und einiger dem Eukain homologer Körper in Beziehung zu ihrer chemischen Konstitution. Virch. Arch. Bd. 154. S. 549. — **44.** Zorn, Mischnarkose. Kombination der Lokalanästhetika. Zschr. f. exper. Path. u. Ther. 1913. Bd. 12. H. 3.

VIII. Die örtlich betäubenden Arzneimittel.

1. Kokain.

1. Aducco, Sur l'existence et sur la nature du centre respiratoire bulbaire. Archives italiennes de Biologie. Bd. 13. S. 89. — 2. Aducco, Azione più intensa della cocaine quando se ne ripete la somministrazione a breve distanza. Giorn. R. Accad. di Torino. April 1893. — 3. Albertoni, Wirkung des Kokains auf die Kontraktilität des Protoplasmas. Pflüg. Arch. 1891. Bd. 48. H. 7 und 8. — 4. Alms, Wirkung des Kokains auf periphere Nerven. Arch. f. Anat. Phys., Phys. Abt. 1886. Suppl. S. 293. — 5. v. Anrep, Über die physiologischen Wirkungen des Kokains. Pflüg. Arch. 1879. Bd. 21. — 6. Arloing, Sur quelques points de l'action physiologique de la cocaine. Lyon méd. 1885. Nr. 20. S. 79. — 7. Berger, Empoisonnement mortel produit par l'injection d'une solution de chlorhydrate de cocaine dans la tunique vaginale à la suite de la ponction d'une hydrocèle. Bull. de la Société de chirurgie 1891. S. 751. Diskussion: S. 756, 761, 794. — 8. Bergmann, Ein Fall von akuter Kokainvergiftung. M. m. W. 1900. Nr. 12. S. 392. — 9. Bettelheim, Ein Fall von Kokainvergiftung. Wiener m. Presse 1889. Nr. 12. — 10. Bignon, Sur les propriétés anesthésiques de la cocaine. Bull. de thér. 29. Februar 1892. S. 170. — 11. Bosworth, A new therapeutic use for cocaine. New York m. record 1884. S. 533. — 12. Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Arch. f. klin. Chir. Bd. 57. H. 2. — 13. Charpentier, Société de Biologie de Paris. 24. Dezember 1884, 11. Januar, 7. Februar, 14. Mai 1885. — 14. Conway, Cocaine as an anaesthetic in fractures and dislocations. New York m. J. 1885. Bd. 42. S. 632. — 15. Corning, On the prolongation of the anaesthetic effects of the hydrochlorate of cocaine when subcutaneously injected. New York m. J. 1885. II. S. 317. — 16. Corning, Spinal anaesthesia and local medication of the cord. New York m. J. 1885. II. S. 483. — 17. Corning, Prolonged local anaesthetication by incarceration of the anaesthetic fluid in the field of operation. Employment of cocaine salutions of low percentage. New York m. J. 1886. S. 12. — 18. Custer, Kokain und Infiltrationsanästhesie. Basel 1898. — 19. Czerny, Ein Fall von Kokainvergiftung. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 39. Suppl. — 20. Danilewski, Über die physiologische Wirkung des Kokains auf wirbellose Tiere. Pflüg. Arch. 1892. Bd. 51. S. 446. — 21. Dastre, Les anesthésiques. Paris 1890. — 22. Demarle, Essay sur le coca de Perou. Paris 1862. — 23. Dujardin Beaumez, Des anesthésiques locaux. Bull. gén. de thérapeutique. 30. Dezember 1885. — 24. Dumont, Über den gegenwärtigen Stand der Kokainanalgesie. Wiesbaden 1890. — 25. Durduff, Zur physiologischen Wirkung des Kokains. D. m. W. 1887. Nr. 9. S. 172. — 26. Ehrlich, Studien in der Kokainreihe. D. m. W. 1890. Nr. 32. S. 717. — 27. Ewald, Arch. f. d. ges. Physiol. 1869. Bd. 2. — 28. Fauvel, De la coca. Paris 1869. — 29. Fauvel, De l'anesthésie produite par le chlorhydrate de cocaïne sur la muqueuse pharyngienne et lariyngienne. Gaz. des hôp. 1884. Nr. 134. S. 1067. — 30. Falk, Kokainvergiftungen. Ther. Mh. 1890. S. 511, 642. — 31. Feinberg, Zur Kokainwirkung. B. kl. W. 1886. Nr. 4. S. 52. — 32. Feinberg und Blumenthal, Weitere Mitteilungen zur physiologischen Kokainwirkung. B. kl. W. 1887. Nr. 10. S. 166. — 33. Felizet, s. bei Berger. — 34. Filehne, Die lokal anästhesierende Wirkung von Benzoylderivaten. B. kl. W. 1887. Nr. 7. S. 107. — 35. Fleischer, Über die Einwirkung des Cocainum muria-

ticum auf das Nervensystem und den tierischen Stoffwechsel. D. Arch. f. klin. M. 1887. Bd. 42. S. 82. — **36.** François-Franck, Action paralysante locale de la cocaine sur les nerfs et les centres nerveux. Arch. de physiol. 1892. Nr. 3. S. 562. — **37.** François-Franck, Applications à la physiologie normale et pathologique de la perte temporaire d'activité des tissus par la cocainisation locale. Compt. rend. T. CXIV. 1892. Nr. 18. S. 1040. — **38.** Gauthier, Des moyens de rendre inoffensive l'analgésie cocainique. Union méd. 7. Oktober 1893. S. 488. Gaz. des hôp. 1893. Nr. 108. S. 1023. — **39.** Geißler, Über Kokain als lokales Anästhetikum. Schmidts Jb. Bd. 205. S. 89—101. Literaturübersicht. — **40.** Goldscheider, Die Wirkungen des Kokains und anderer Anästhetika auf die Sinnesnerven der Haut. Mh. f. prakt. Derm. 1886. Bd. 5. Nr. 2. — **41.** Helmsing, Über den Nachweis des Kokains im Tierkörper. Diss. Dorpat 1886. — **42.** Herrenheiser, Prag. m. Wschr. 1896. Nr. 46. — **43.** Herzog, Über die Wirkung des Kokains auf die Haut. M. m. W. 1886. Nr. 13. S. 222. — **44.** Hobbs, The uses and abuses of cocaine with reference to mucous membranes especially. Philadelphia Rep. 23. Oktober 1892. S. 641. — **45.** Hoffmann, Über Kokain zur Erzeugung lokaler Anästhesie bei kleinen chirurgischen Operationen. D. m. W. 1886. S. 912. — **46.** Husemann, Pentzold und Stintzings Hb. d. spez. Ther. 1895. Bd. 2. S. 311. — **47.** Jellinek, Lokale Anästhesie des Pharynx und Larynx. Wiener m. Bl. 1884. Nr. 39. W. m. W. 1884. Nr. 48—49. — **48.** Kast und Meltzer, Die Sensibilität der Bauchhöhle und ihre Beeinflussung durch Kokain. B. kl. W. 1907. Nr. 19. — **49.** Knapp, New York m. record 1884. S. 461. — **50.** Knapp, Cocaine and its use in ophthalm. and general surgery. With supplementary contributions of F. A. Bosworth, R. J. Hall, E. L. Keyser, H. Knapp and W. Polk. Wiesbaden 1885. — **51.** Kochs, Über die Wirkung des Kokains auf frei präparierte gemischte Nervenstränge. Zbl. f. klin. M. 1886. S. 793. — **52.** Kochs, Die Wirkung der Nervengifte auf frei präparierte Nervenstämme. Zbl. f. klin. M. 1886. S. 889. — **53.** Kohlhardt, Über Entgiftung des Kokains im Tierkörper. Vh. d. d. Chir.Kongr. 1901. S. 644. — **54.** Königstein, Über das Cocainum muriaticum in seiner Anwendung in der Okulistik. Wiener m. Presse 1884. Nr. 42, 43. S. 1339, 1365. — **55.** Koller, Vorläufige Mitteilung über lokale Anästhesierung im Auge. 16. Ophthalmologenkongr. Heidelberg 1884. — **56.** Koller, Über Verwendung des Kokains zur Anästhesierung am Auge. W. m. W. 1884. Nr. 43, 46. — **57.** Kummer, De l'anesthésie locale par injection de cocaine. Revue de la Suisse romande 1890. S. 85. — **58.** Laborde, Sur l'action physiologique de la cocaine. Compt. rend. hebd. de la société de biologie. Oktober 1887. — **59.** Laffont, Sur l'action physiologique de la cocaine. Compt. rend. de l'académie des Sciences 1887. S. 1280. — **60.** Landerer, Lokale Anästhesie mit subkutanen Kokaininjektionen. Zbl. f. Chir. 1885. Nr. 48. S. 841. — **61.** Legrand, Bull. de thérap. 8. Februar 1899. — **62.** Legrand, Société de thérap. Februar 1899. (Sterilisation von Kokainlösungen.) — **63.** Lewin, Nebenwirkungen der Arzneimittel. Berlin 1893. — **64.** Liebreich, Zur Kenntnis des Kokains. Ther. Mh. November 1880. S. 510. — **65.** Link, Zur Frage der lokalen Kokainanästhesie. W. W. 1888. Nr. 51. S. 1702. — **66.** Lublinski, D. m. W. 1884. Nr. 50. — **67.** Mannheim, Über das Kokain und seine Gefahren in physiologischer, toxikologischer und therapeutischer Beziehung. Eine literarische Studie. Zschr. f. klin. M. 1890. Bd. 18. H. 3 u. 4. S. 380. — **68.** Mannheim, Kokainvergiftung. Zschr. f. klin. M. 1900. Nr. 12. — **69.** Mattisson, Kokainvergiftung. Philadelphia Rep. 24. Oktober 1891. —

70. Maurel, Cocaine, ses propriétés toxiques et thérapeutiques. Paris 1895. — **71.** Meltzer und Langmann, Wird Strychnin durch lebende tierische Gewebe entgiftet? Zbl. f. inn. M. 1900. Nr. 1. — **72.** Meyer, Über die sogenannte Totalanästhesie nach intravenöser Injektion von Lokalanästhetizis. Arch. f. klin. Chir. Bd. 105. H. 1. — **73.** Mikulicz, Methoden der Schmerzbetäubung. D. Chir.-Kongr. 1901. S. 568. — **74.** Moreno y Mayz, Recherches chim. et physiol. sur l'Erythroxylon coca de Perou et la cocaine. Thèse. Paris 1868. — **75.** Mosso, Über die physiologische Wirkung des Kokains. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1887. Bd. 23. — **76.** Mosso, Über die physiologische Wirkung des Kokains. Pflüg. Arch. 1890. Bd. 47. — **77.** Niemann, Über eine neue Base in den Kokablättern. Diss. Göttingen 1860 und Ann. d. Chem. u. Pharmazie. Bd. 114. — **78.** Novinny, Das Kokablatt. Wien 1886. — **79.** Pernice, Über Kokainanästhesie. D. m. W. 1890. Nr. 14. S. 287. — **80.** Pöppig, Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrom. Leipzig 1836. — **81.** Pouchet, Leçons de pharmacodynie. Paris 1899. — **82.** Poulsson, Beiträge zur Kenntnis der pharmakologischen Gruppe des Kokains. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1890. Bd. 27. H. 4 und 5. S. 300. — **83.** Reclus und Wall, Sur la cocaine en chirurgie. Rev. de chir. 16. Februar 1889. — **84.** Reclus, L'anesthésie locale par la cocaïne. Gaz. hebdom. 1890. Nr. 13. — **85.** Reclus, Les accidents de la cocaïne. Sem. méd. 1893. Nr. 31. S. 244. — **86.** Reclus (Hérissey), Stérilisation des solutions de cocaine. Bull. et mém. de la société de Chir. 1901. Nr. 8. — **87.** Reclus, L'anesthésie localisée par la cocaïne. Paris 1903. — **88.** Ricke, Über Intoxikationserscheinungen des Kokains bei Anwendung desselben auf Schleimhäute. Diss. Würzburg 1889. — **89.** Ritter, Totalanästhesie durch Injektion von Kokain in die Vene. B. kl. W. 1909. Nr. 37 und Arch. f. klin. Chir. Bd. 96. H. 4. — **90.** Roberts, New York m. record, 17. Oktober 1885. New York m. J. 1885. Bd. II. S. 460. — **91.** Robson, The use of cocaine in major operations. Br. m. J. 6. November 1886. — **92.** Scherzer, Reise der österreichischen Fregatte „Novarra" um die Erde 1857—59. Wien 1865. — **93.** Schroff, Zschr. d. Ges. Wiener Ärzte 1862. — **94.** Sidler-Huguenin, Über die Einwirkung der Sterilisationsverfahren auf Kokainlösungen und über die beste Methode, Kokain- und Atropinlösungen steril aufzubewahren. Schweiz. Korr.Bl. 1900. Nr. 6, 7. — **95.** Sighicelli, Arch. ital. de Biol. 1886. Bd. 7. S. 128. — **96.** Soulier und Guinard, Contribution à l'étude des effets excito-moteurs et convulsivants de la cocaine. Lyon méd. 1898. Nr. 31. S. 465. — **97.** Strauß, Über lokale Gangrän nach Kokaininjektionen. Diss. Würzburg 1889. — **98.** Torsellini, Sull' azione anestetica della cocaina. Annali di chim. med. farmac. 1885. S. 183. — **99.** Trzebicki, W. m. W. 1891. Nr. 38. — **100.** Tschudi, Reiseskizzen aus Peru in den Jahren 1838 und 1842. St. Gallen 1896. — **101.** Tuffier, De la stérilisation des solutions de cocaine. La presse méd. 1901. Nr. 15. — **102.** Tuffier et Reclus, Stérilisations des solutions de cocaine. Bull. et mém. de la société de Chir. 1901. Nr. 8. — **103.** Wedell, Voyage dans le Nord de la Bolivia et dans les parties voisins de Pérou. Paris 1853. — **104.** Weigand (Braun), Über akute Kokainvergiftungen. Diss. Leipzig 1897. — **105.** Wiechowski, Über das Schicksal des Kokains und Atropins im Tierkörper. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1901. Bd. 46. H. 1. — **106.** Wöhler, Ann. d. Chem. u. Pharmazie 1860. Bd. 114. — **107.** Witzel, Kokainanästhesie. D. Zahnhlk. 1886. H. 1. — **108.** Wölfler, Über die anästhesierende Wirkung der subkutanen Kokaininjektionen. W. m. W. 1885. Nr. 50. S. 1531. — **109.** Wölfler, Schustler,

Fränkel, Spitzer, Chiari, von Fillenbaum, Lustgarten, Frey, Hoffmann, Fux, Hochstetter, Orloff, Über Kokainanästhesie. W. m. W. 1889. Nr. 18. S. 673. — **111**. Zaufal, Weitere Mitteilungen über die Verwendung des Kokains in der Rhino- und Ototherapie. Prag. m. Wschr. 1885. Nr. 7. S. 57. — **112**. Zwaardemaker, Cocaine-anosmie. Nederl. Tijdschr. 12. Oktober 1889. S. 491.

Anhang: Psikain.

113. Willstaetter, Über die Synthese des Psikains. M. m. W. 1924. Nr. 26. — **114**. Gottlieb, Über die pharmakologische Bedeutung des Psikains als Lokalanästhetikum. Ebenda S. 850. — **115**. Brodt u. Kümmel, Klinische Erfahrungen über Schleimhautanästhesie mit Psikain. Ebenda S. 851. — **116**. Voelcker, Die Verwendung des Psikains in der Urologie. Ebenda S. 851. — **117**. Beringer und Wilmann, Die psychischen Reaktionen des Psikains. Ebenda S. 852.

2. Tropakokain.

118. Bockenham, Tropakokain. Br. m. J. 18. November 1893. — **119**. Briegleb, Über die Verwendbarkeit des Tropakokains in der Infiltrationsanästhesie. Zschr. f. prakt. Ärzte 1899. Nr. 6. — **120**. Chadbourne, Über Tropakokain, ein Benzoyl-Pseudotropein, eine neue Kokabase und dessen Wert als lokales Anästhetikum. Ther. Mh. September 1892. S. 471, und Br. m. J. 1892. H. 2. — **121**. Custer, Die Verwendbarkeit des Tropakokains in der Infiltrationsanästhesie. M. m. W. 1898. Nr. 32. — **122**. Custer, Kokain und Infiltrationsanästhesie. Basel 1898. — **123**. Dillenz, Cocainum muriaticum, Tropacocainum und Cocainum phenylicum in der Zahnheilkunde. Diss. Zürich 1897. — **124**. Giesel, Benzoylpseudotropein. Pharm. Ztg. 1891. S. 419. — **125**. Groenouw, Tropakokain in der Augenheilkunde. D. m. W. 1893. S. 331. — **126**. Liebermann, Ber. d. d. chem. Ges. 1891, S. 2336 und 1892, S. 927. — **127**. Neugebauer, Über Rückenmarksanalgesie und Tropakokain. W. kl. W. 1901. Nr. 50 und 52. — **128**. Pinet et Viau, Essays d'anesthésie locale au moyen de la Tropacocaine. Paris 1893. — **129**. Schwarz, Zur Frage der medullaren Narkose. Zbl. f. Chir. 1901. S. 248. — **130**. Schweigger und Silex, Tropakokain in der Augenheilkunde. Ther. Mh. 1892. S. 473. — **131**. Seifert, Verwendung des Tropakokains bei Erkrankungen der Nase, des Rachens und Kehlkopfes. Intern. klin. Rdsch. 1899. Nr. 8. — **132**. Vamossy, Tropakokain. Ther. Wschr. 1896. Nr. 9. — **133**. Veasey, Tropakokain in der Augenheilkunde. New York m. J. 25. November 1893.

3a. Eukain-A.

134. Bayer, Über Anwendung des Eukains bei Affektionen der Speiseröhre. Ther. Mh. 1897. — **135**. Best, Eukain in der Augenheilkunde. D. m. W. 1896. Nr. 36. S. 573. — **136**. Deneffe, L'eucaine en ophthalmologie. Le Scalpel 1896. Nr. 11. — **137**. Ver Eecke, Etude de l'action physiologique du chlorhydrate d'eucaine. Bruxelles 1897. S. 47. — **138**. Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virch. Arch. 1898. Bd. 153. S. 466. — **139**. Hernette, L'eucaine; contribution à son étude physiologique, de son emploi comme anesthésique locale en chirurgie. Thèse. Paris 1897. — **140**. Legueu, De l'anesthésie locale par l'eucaïne. L'association française d'urologie. Annales des maladies des organes génito-urinaires. November 1896. Nr. 11. Revue de chirurgie 1897.

Nr. 2. — **141.** Merling, Über Eukain. Pharm. Ztg. 1896. Nr. 47. S. 396. — **142.** Pouchet, De l'eucaïne comme anesthésique. J. de méd. de Paris 1897. Nr. 10. — **143.** Pouchet, De l'eucaïne. Etude de son action physiologique. Bull. gén. de thérap. 1897. S. 79—172. — **144.** Quéré, Etude critique sur l'anesthésie dentaire. Thèse de Bordeaux 1896. — **145.** Reclus, L'eucaïne. La France méd. 1897. Nr. 8. — **146.** Vinci, Über ein neues lokales Anästhetikum, das Eukain. Virch. Arch. 1896. Bd. 145. S. 78. — **147.** Vinci, Eucainum hydrochloricum, ein neues lokales Anästhetikum. Ther. Mh. Juni 1896. S. 330. — **148.** Vinci, Über Eukain, ein neues lokales Anästhetikum. B. kl. W. 1896. Nr. 27. — **149.** Vinci, Über die anästhesierende und toxische Wirkung einiger dem Kokain nahestehender Körper. Arch. f. Anat. Phys., Phys. Abt. 1897. S. 163. — **150.** Vinci, Über das Eukain. Ther. Mh. Februar 1897. S. 90. — **151.** Vinci, Über die Wirkung des Eukains und einiger ihm homologer Körper in Beziehung zu ihrer chemischen Konstitution. Virch. Arch. Bd. 154. S. 549. — **152.** Wossidlo, Das Eukain als lokales Anästhetikum für Harnröhre und Blase. Zbl. f. d. Krkh. d. Harn- u. Sexualorgane 1897. Bd. 8. H. 2. — **153.** Wüstefeld, Über die Verwendbarkeit des Eukains in der Augenheilkunde. M. m. W. 22. Dezember 1896.

3b. Eukain-B.

154. Barker, A note of some further experience of operations under local anaesthesia produced by Beta-Eucain. Lanc. 20. Januar 1900. — **155.** Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Arch. f. klin. Chir. Bd. 57. Nr. 2. — **156.** Chapiro, L'eucaïne-B comme anesthésique locale en stomatologie et en chirurgie générale. Thèse de Paris 1898. — **157.** Cohn, Über eine neue Form des Eukains, das essigsaure Beta-Eukain. M. Woche 1901. Nr. 36. — **158.** Crile, An experimental and clinical research into cocain and aucain. Journ. of the amer. med. association. Februar 1902. — **159.** Dolbeau, Contribution à l'étude de l'anesthésie en chirurgie oculaire par l'emploi de l'eucaïne-B. Thèse. Paris 1897. — **160.** Dumont et Legrand, L'eucaïne-B, son emploi en stomatologie comme anesthésique locale. Bull. gén. de thérap. 1887. S. 545. — **161.** Engelmann, Ersatz des Kokains durch Eukain-B bei der Bierschen Kokainisierung des Rückenmarks. M. m. W. 1900. Nr. 44. — **162.** Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virch. Arch. 1898. Bd. 153. S. 466. — **163.** Legrand, Anesthésie locale. Paris 1900. S. 237. — **164.** Legrand, Nouvelle contribution à l'étude de l'eucaïne-B en stomatologie. Société de thérap. 22. Juni. Bull. gén. de thérap. 8. Juli 1898. S. 20. — **165.** Lohmann, Das Eukain-B als Lokalanästhetikum in der Chirurgie. Ther. Mh. August 1887. S. 324. — **166.** Lohmann, Infiltration und Chemismus. Ther. Mh. September 1900. — **167.** Marcinowski, Das Eukain-B. D. Zschr. f. Chir. Bd. 65. Nr. 5, 6. S. 417. — **168.** Mikulicz, Die Methoden der Schmerzbetäubung. Arch. f. klin. Chir. Bd. 64. H. 4. — **169.** Pouchet, Les nouveaux analgésiques. Progrès med. 1898. S. 241, 263. — Reclus, L'eucaïne-B. Bulletin med. 1898. Nr. 26. — **170.** Silex, Über Eukain-B in der praktischen Augenheilkunde. D. m. W. 1897. Nr. 6. — **171.** Silex, Weitere Mitteilungen über Eukain-B. Ther. Mh. 1897. Nr. 6. — **172.** Terret, Cocain and Eucain in local anaesthesia as applied by the combined infiltration and the regional methods in major surgery of the extremities with illustrative cases. New Orleans med. and surg. J. 1901. — **173.** Vinci, Über das Eukain-B. (Benzoyltrans-Vinyldiaceton-alkamin.) Virch. Arch. 1897. Bd. 149. S. 217.

4. Holokain.

174. Carter, On holocaine in ophthalmic surgery. Lanc. 29. Mai 1897. S. 1466. — **175**. Chevalier, L'holocaïne en ophthalmologie. Bull. de thérap. 23. Oktober 1897. S. 609. — **176**. Deneffe, L'holocaïne en ophthalmologie. Bull. de l'acad. de méd. de Belgique. Séance du 27. März. — **177**. Gires, L'holocaïne, contribution à l'étude de son action physiologique, de son emploi comme anesthésique en ophthalmologie et en stomatologie. Thèse. Paris 1897. — **178**. Gutmann, Über Holokain, ein neues Anästhetikum. D. m. W. 1897. Nr. 11. S. 165. — **179**. Hinz und Schlösser, Holokain, ein neues Anästhetikum. Klin. Mbl. f. Aughlk. April 1897. S. 114. — **180**. Hirschfeld, Über p-Diäthoxyäthenyldiphenylamin als Ersatz des Kokains. Zbl. f. Aughlk. Januar 1807. S. 30. — **181**. Hirschfeld, Holokain, ein neues Anästhetikum. Klin. Mbl. f. Aughlk. 1897. S. 157. — **182**. Kuthe, Versuche mit dem örtlichen Betäubungsmittel Holokain. Zbl. f. Aughlk. Januar 1897. S. 55. — **183**. Legrand, Anesthésie locale. Paris 1900. S. 254. — **184**. Randolph, Conclusions from clinical and bacteriological experiments with holocain. John Hopkins Hosp. Bull. Juli 1898. — **185**. Schultz, Arch. f. Aughlk. 1899. Bd. 40. H. 2. S. 125. — **186**. Taeuber, Über p-Diäthoxyäthenyldiphenylamidin, ein neues lokales Anästhetikum. Zbl. f. Aughlk. Januar 1897. S. 53.

5. Aneson.

187. Hanszel, Aneson. W. kl. W. 1898. S. 1123. — **188**. Impens, Le Chloretone. Arch. intern. de Pharmacodynie 1901. Bd. 8. S. 77. — **189**. Mosbacher, Aneson als Ersatz des Kokains in der Schleichschen Infiltrations- und der Oberstschen regionären Anästhesie. M. m. W. 1899. Nr. 3. — **190**. Rubinstein, Über lokale Anästhesie insbesondere größerer Gelenke. Vh. d. d. Ges. f. Chir. 1898. I. S. 33. — **191**. von Vâmossy, Über Aneson, ein neues Ersatzmittel des Kokains. D. m. W. Ther. Beilage 1897. Nr. 8. S. 58.

6. Akoin.

192. Carter, On acoine as a local anaesthetic in subconjunctival injections. Lanc. 21. Oktober 1898. S. 1082. — **193**. Dakonto, Akoin in der Chirurgie. D. Zschr. f. Chir. 1903. Bd. 69. S. 457. — **194**. Darier, Moyen de rendre presque indolores les injections sous-cutanées de cyanure sous-conjunctivales et de mercure. La clinique ophthalmologique. 25. Juli 1899. — **195**. Hirsch, Über subkonjunktivale Einspritzungen mit Akoin. Arch. f. Aughlk. Bd. 42. H. 3. — **196**. Hirsch, Ein Universalanästhetikum. M. m. W. 1917. S. 246. — **197**. Krauß, Über die Anwendung des Akoin-Kokains zur Lokalanästhesie. M. m. W. 1903. Nr. 34. — **198**. Thiesing, Die Lokalanästhesie in der zahnärztlichen Praxis. Leipzig 1902. — **199**. Trolldenier, Über die anästhetischen Eigenschaften von Alkyloxyphenylguanidinen (Akoinen). Ther. Mh. Januar 1898. S. 36, und Zschr. f. Tierm. 1901. — **200**. Trolldenier, Über die anästhesierenden Eigenschaften der Akoine. Diss. Gießen 1901.

7a. Orthoform.

201. Albertin, Intoxication par l'orthoforme employé comme topique dans le pansement des plaies. Lyon med. 1898. S. 128. — **202**. Asam, Erfahrungen über Orthoform. M. m. W. 1899. Nr. 8. — **203**. Dreyfuß, Kombination der Infiltrationsanästhesie und Orthoform. M. m. W. 1898. Nr. 17. — **204**. Einhorn

und Heinz, Orthoform. Ein Lokalanästhetikum für Wundschmerz usw. M. m. W. Nr. 37. Oktober 1897. S. 555. — **205.** Friedländer, Orthoformvergiftung. Ther. Mh. Dezember 1900. S. 677. D. m. W. 1901. S. 575. — **206.** Graul, Über Nebenwirkungen des Orthoform. D. m. W. 1901. Nr. 24. — **207.** Guinard et Soulier, Contribution à l'étude pharmacodynamique de l'orthoforme. Arch. intern. de pharmacod. 1898. Bd. 6. H. 1 u. 2. — **208.** Hecker, Über Orthoform. Diss. Berlin 1898. — **209.** Heermann, Beitrag zur Orthoformvergiftung. Ther. Mh. November 1901. — **210.** Herzfeld, Jastrowitz, Goldscheider, Fraenkel, Diskussion über Orthoform im Verein für innere Medizin zu Berlin. D. m. W. 1898. Nr. 17. — **211.** Hildebrandt, Beitrag zur Orthoformanästhesie. D. m. W. 1898. Nr. 48. — **212.** Kallenberger, Über Orthoform. Ein neues Lokalanästhetikum. Diss. München 1898. — **213.** Kassel, Über Orthoformemulsionen. Ther. Mh. 1898. Nr. 10. — **214.** Kindler, Weitere Mitteilungen über den Gebrauch von Orthoform. Fortschr. d. M. 1898. Nr. 7. — **215.** Klaußner, Über Orthoform. M. m. W. 1897. Nr. 46. — **216.** Klaußner, Über Orthoform und Orthoform-neu. M. m. W. 1898. Nr. 42. S. 1338. — **217.** Lichtwitz, Orthoform. Arch. intern. de laryngologie 1898. Nr. 1. — **218.** Luxenburger, Experimentelles und Klinisches über Orthoform. M. m. W. 1900. Nr. 2 u. 3. S. 48 u. 82.— **219.** Mosse, Über das Verhalten des Orthoform im Organismus. D. m. W. 1898. Nr. 26. — **220.** Pouchet, Les nouveaux analgésiques. Le progrès méd. 1899. Nr. 16, 17. — **221.** Soulier et Guinard, Note sur les actions pharmacodynamiques de l'orthoforme. Lyon méd. 1898. Nr. 32. S. 516. — **222.** Soulier et Guinard, Quelques mots sur le chlorhydrate d'orthoforme. Lyon méd. 1898. Nr. 52. S. 541. — **223.** Stubenrauch, Zur Orthoformfrage. M. m. W. 1898. S. 1254. — **224.** Wunderlich, Zur Anwendung von Orthoform. M. m. W. 1899. Nr. 40.

7b. Nirvanin.

225. Dumont et Legrand, Communication à la société de stomatologie. 20. März 1899. — **226.** Einhorn und Heinz, Fortsetzung der Orthoformarbeiten. M. m. W. 1898. Nr. 49. S. 1554. — **227.** Floeckinger, Klinische Experimente mit Nirvanin. New York. m. Mschr. 1900. Nr. 6. S. 343. — **228.** Hölscher, Beitrag zur regionären Anästhesie. M. m. W. 1899. Nr. 8. — **229.** Luxenburger, Über das neue Lokalanästhetikum „Nirvanin". M. m. W. 1899. Nr. 1 u. 2. — **230.** Joanin, De la valeur pharmacodynamique de la nirvanine. Bull. gén. de thérap. 28. Juni 1898. S. 906. — **231.** Pouchet, Les nouveaux analgésiques. Le progrès méd. 1899. Nr. 16, 17. — **232.** Stubenrach und Schmidt, Nirvanin. M. m. W. 1899. S. 1254.

7c. Anästhesin und Subkutin.

233. Becker, Eine neue Verbindung des Anästhesins zur subkutanen Injektion, „Subkutin". M. m. W. 1903. Nr. 20. — **234.** Binz, Anästhesin. B. kl. W. 1902. Nr. 17. — **235.** Dunbar, Beitrag zur lokalen Anästhesie unter Anwendung des Para-amidobenzoesäureesters. D. m. W. 1902. Nr. 10. — **236.** Dunbar, Noch einiges über das salzsaure Anästhesin als örtliches Betäubungsmittel. Zbl. f. Chir. 1903. Nr. 43. — **237.** Hotz, Über Daueranästhesie. M. m. W. 1914. Nr. 29. — **238.** Lengemann, Anästhesin in der Wundbehandlung. Zbl. f. Chir. 1902. Nr. 22. — **239.** von Noorden, Über para-Amidobenzoesäureester als lokales Anästhetikum. B. kl. W. 1902. Nr. 17. — **240.** Rammstedt, Über die Verwendung des salzsauren

Anästhesins zur lokalen Betäubung. Zbl. f. Chir. 1902. Nr. 38. — **241**. Spieß, Anästhesin. M. m. W. 1902. Nr. 39. S. 1611.

7d. Propäsin und Zykloform.

242. Kluge, Über Propäsin, ein neues Lokalanästhetikum. Ther. Mh. Febr. 1909. — **243**. Krecke, Zykloform. M. m. W. 1910. S. 2447. — **244**. Strauß, Zykloform, ein neues Wundanästhetikum. M. m. W. 1910. S. 2643. — **245**. Stürmer und Lüders, Propäsin, ein neues sehr starkes Lokalanästhetikum. D. m. W. 1908. Nr. 53. — **246**. Werner, Erfahrungen mit Zykloform als Lokalanästhetikum. M. m. W. 1910. S. 2004.

8. Stovain.

247. Billon, Sur un médicament nouveau, le chlorhydrate d'amyléine. Acad. de méd. 29. März 1904. — **248**. Braun, Über einige neue örtliche Anästhetika (Stovain, Alypin, Novokain). D. m. W. 1905. Nr. 42. — **249**. Cernezzi, Über Leitungsanästhesie mit Stovain und mit den Stovain-Adrenalinlösungen. Zbl. f. Chir. 1905. S. 284. — **250**. Chaput, L'anesthésie rachidienne à la stovaine. Société de chir. 12. Oktober 1904. — **251**. Fourneau, Sur les amino-alcools tertiaires. Acad. des sciences de Paris. Februar 1904. — **252**. Kendirdjy et Berteaux, L'anesthésie chirurgicale par injection sous-arachnoidienne de stovaine. Presse méd. Oktober 1904. — **253**. Laewen, Experimentelle Untersuchungen über die örtliche Wirkung einiger neuer Lokalanästhetika (Stovain, Novokain und Alypin) auf motorische Nervenstämme. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 50. H. 2. — **254**. Lapersonne, Un nouvel anesthésique local, la stovaine. Presse méd. 13. April 1904. — **255**. Lannoy et Billon, Sur la toxicité de chlorhydrate d'amyleïne. Acad. des sciences, 15. Mai 1904. — **256**. Lohmann, Das Stovain in der Lokalanästhesie. Fortschr. d. M. 1905. Nr. 33. — **257**. Müller, Stovain als Anästhetikum. Sml. klin. Vortr. 1906. Nr. 428. — **258**. Pouchet, Etude pharmacodynamique de la stovaine. Bull. de l'acad. de méd. 12. Juli 1904. — **259**. Reclus, L'analgésie locale par la stovaine. Bull. de l'acad. de méd. 5. Juli 1904. — **260**. Reclus, Stovain. Allg. m. Zztg. 1906. Nr. 14. — **261**. Sinclair, Gangrene of the skin following the use of stovaine. J. of cutan. diseases. Juli 1905.

9. Alypin.

262. Braun, Über einige neue örtliche Anästhetika (Stovain, Alypin, Novokain). D. m. W. 1905. Nr. 42. — **263**. Bubenhofer, Weitere Erfahrungen mit Alypin als Lokalanästhetikum. M. m. W. 1909. Nr. 42. — **264**. Fischer, Über einige Anästhesierungsmethoden mit Alypin. D. m. W. 1910. Nr. 38. — **265**. Garasch, Das Alypin als Anästhetikum in der Urologie. Wratsch 1911. Nr. 32. Referat Zbl. f. Chir. 1911. Nr. 43. S. 1438. — **266**. Impens, Über Lokalanästhesie. Pflüg. Arch. Bd. 110. S. 21. — **267**. Impens, Über Lokalanästhesie (Alypin). D. m. W. 1905. S. 1154. — **268**. Impens, Über die Dosierung des Alypins. M. Kl. 1913. S. 138. — **269**. von Kraus, Über Alypin. D. m. W. 1905. Nr. 49. — **270**. Lohnstein, Über Alypin in der urologischen Praxis. D. m. W. 1906. Nr. 13. — **271**. Proskauer, Plötzlicher Tod nach Lokalanästhesie mit Alypin. Ther. d. Gegenw. 1913. S. 555. — **272**. Ritter, Tod in Lokalnarkose. M. Kl. 1912. S. 1236. — **273**. Ruprecht, Alypin und Novokain in der Oto-, Rhino- und Laryngologie. Mschr. f. Ohrhlk. 1906. Nr. 6. — **274**. Ruprecht, Haben sich in

der Rhino-Laryngologie die Ersatzmittel des Kokains bewährt? Mschr. f. Ohrhlk. 1911, H. 2. — **275**. Schröder, Tierexperimentelle Untersuchungen über die Toxikologie des Alypins. D. m. W. 1913. S. 1459. — **276**. Seeligsohn, Über Alypin. D. m. W. 1905. S. 36. — **277**. Seifert, Sammelreferat über Alypin. Abh. Würzb. 1913. Bd. 13. — **278**. Stotzer, Alypin, ein neues Lokalanästhetikum. D. m. W. 1905. Nr. 36.

10. Novokain.

279. Biberfeld, Pharmakologisches über Novokain. M. Kl. 1905. Nr. 48. — **280**. Braun, Über einige neue örtliche Anästhetika (Stovain, Alypin, Novokain). D. m. W. 1905. Nr. 42. — **281**. Braun, Über die Potenzierung der örtlichen Novokainwirkung durch Kaliumsulfat. Zbl. f. Chir. 1913. S. 1513. — **282**. Brütt, Plötzlicher Tod nach Lokalanästhesie. D. m. W. 1918. S. 577. — **283**. Claus, Vier üble Zufälle, darunter zwei mit tödlichem Ausgange, bei der Punktion der Oberkieferhöhle. Beitr. z. Anat. usw. d. Ohr., herausgegeben von Passow und Schaffer. 1910. Bd. 4, H. 1, 2. — **284**. Cramer, Über Alypin, Stovain und Novokain. Diss. Freiburg 1908. — **285**. Eidens, Tod nach Novokainanaesthesie. Arch. f. klin. Chir. 1922. Bd. 122. S. 602. — **286**. Flory, Über die Einwirkung von Novokain auf die Nieren. D. Zschr. f. Chir. 1918. Bd. 144. S. 217. — **287**. Förster, Über Schmerzbetäubung bei Kropfoperationen. M. m. W. 1920. S. 905. — **288**. Heinecke und Laewen, Experimentelle Untersuchungen und klinische Erfahrungen über die Verwertbarkeit von Novokain für die örtliche Anästhesie. D. Zschr. f. Chir. Bd. 80. S. 180. — **289**. Hering, Unglücksfälle bei Paravertebralanästhesie und ein Todesfall nach Plexusanästhesie. Zbl. f. Chir. 1920. S. 827. — **290**. Hoffmann und Kochmann, Verminderung der Novokainkonzentration durch Kaliumsulfat bei der Lokalanästhesie. D. m. W. 1912. Nr. 48. S. 2264. — **291**. Hoffmann, Über Kombination der Lokalanästhetika mit Kaliumsalzen. D. Chir.Kongr. 1914. — **292**. Hoffmann und Kochmann, Untersuchungen über die Kombination der Lokalanästhetika mit Kaliumsulfat. Beitr. z. klin. Chir. 1914. Bd. 91. H. 3. — **293**. Holm, Über unglückliche Zufälle bei paravertebraler Leitungsanästhesie. Act. chir. scandinav. 1921. Bd. 53. S. 561. — **294**. E. König, Über Änderungen des Blutdrucks durch operative Eingriffe. D. Zschr. f. Chir. 1923. Bd. 178. S. 187. — **295**. Krecke, Die Ungefährlichkeit des Novokains. M. m. W. 1910. Nr. 46. S. 2447. — **296**. Läwen, Über die Verwendung des Novokain in Natriumbikarbonat-Kochsalzlösungen zur lokalen Anästhesie. M. m. W. 1910. Nr. 39. — **297**. Meyer, Über Intoxikationserscheinungen nach Novokainlokalanästhesie beim Menschen. D. m. W. 1919. Nr. 25. — **298**. Möller, Ein Fall von Novokain-Suprareninbetäubung mit tödlichem Ausgang und seine wissensch. Bewertung. D. zahnärztl. Wschr. 1910. Bd. 13. Nr. 35. — **299**. Möller, Zum Exitus letalis nach Novokain-Suprareninbetäubung. D. zahnärztl. Wschr. 1911. Nr. 16. — **300**. Morian, Nierenreizung nach Novokainanästhesie. Zbl. f. Chir. 1915. S. 493. — **301**. Orth, Vorübergehende Nierenschädigung nach Lokalanästhesie. M. Kl. 1920. S. 626. — **302**. Piquand und Dreyfuß, Recherches sur quelques anesthésiques locaux. J. de physiol. et de pathol. génér. 1910. Nr. 1. — **303**. Reynier, Travail expérimental et clinique sur un nouvel anesthésique local: la novocaine. Bull. de l'Acad. de méd. 1907. S. 484. — **304**. Schaps, Nebenerscheinungen bei Lokalanästhesie mit Novokain-Suprarenin. D. Zschr. f. Chir. 1920. Bd. 158. S. 1. — **305**. Schaps, Beobachtungen an 600 in Injektionsanästhesie vorgenommenen Operationen. M. m. W. 1922. S. 855. —

306. Schönfeld, Über den Einfluß von Magnesiumchlorid auf die örtlich betäubende Wirkung des Novokains. Diss. Leipzig 1920. — **307**. Struthers, The value of novocain as a local anaesthetic for subcutaneous use. Edinb. m. J. Februar 1908. — **308**. Walter, De quelques nouveaux anesthésiques locaux. Thèse de Paris. 1908/1909. — **309**. Wiemann, Plötzlicher Tod nach Lokalanästhesie durch Vagusreizerscheinungen im Anschluß an paravertebrale Leitungsanästhesie am Halse. Zbl. f. Chir. 1919. Nr. 35. S. 698. — **310**. Wiemann, Nebenwirkungen der paravertebralen Leitungsanästhesie am Halse. Arch. f. klin. Chir. 1920. Bd. 113. S. 737. — **311**. Wiemann, Klin. Untersuchungen über das Verhalten von Blutdruck und Puls während und nach Novokain-Suprareninanästhesie. D. Zschr. f. Chir. Bd. 170. S. 150. — **312**. Wiemann, Weitere Ergebnisse von Blutdruckmessungen bei Operationen in Novokain-Suprareninanästhesie. D. Zschr. f. Chir. Bd. 178. S. 268. 1293. — **313**. Winterstein, Über Unglücksfälle bei der paravertebralen Zervikalanästhesie. M. m. W. 1922. S. 931.

11. Tutokain.

314. Braun, Tutokain, ein neues Mittel zur örtlichen Betäubung. Kl. W. 1924. S. 730. — **315**. Fessler, Örtliche Schmerzbetäubung mit Tutokain. M. m. W. 1924. S. 1506. — **316**. Finsterer, Tutokain bei großen Bauchoperationen. W. m. W. 1924. S. 895. — **317**. Herfarth, Ein neues Lokalanästhetikum. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 132. S. 161. 1924. — **318**. Heuss, Erfahrungen mit Tutokain. M. Kl. 1924. Nr. 22. — **319**. Lotheissen, Über Lokalanästhesie mit Tutokain. W. m. W. 1924. S. 730. — **320**. Marcuse, Erfahrungen mit dem neuen Lokalanästhetikum Tutokain. D. m. W. 1924. S. 891. — **321**. Schönfelder, Tutokain in der Augenheilkunde. M. m. W. 1924. Nr. 38. — **322**. Schulemann, Tutokain als Oberflächen- und Infiltrationsanästhetikum. W. kl. W. 1924. Nr. 16. — **323**. Schwarz, Über einen Todesfall nach Anästhesierung der Harnröhre mit Tutokain. M. m. W. 1924. S. 1507. — **324**. Seiffert u. Anthon, Tutokain, ein neues Lokalanästhetikum. D. m. W. 1924. S. 538. — **325**. Suchanek, Tutokain in der Laryngo-Rhinologie. W. kl. W. 1924. Nr. 17. — **326**. Steichele, Erfahrungen mit Tutokain. M. m. W. 1924. S. 1506.

12. Andere Betäubungsmittel.

327. Benoit, Du gaïacol et de la cocaïne considérés comme anesthésiques locaux. Thèse de Paris 1896. — **328**. Bericht der K. K. Krankenanstalt Rudolphstiftung in Wien 1876. S. 293—296. (Karbolsäure.) — **329**. Brick, De l'action calmante de l'antipyrin chez les prostatiques. Semaine méd. 1894. S. 128. — **330**. Buffalini, La peronina, nuovo anestesico locale. Settimana medica 1899. Nr. 27. Refer. in Virchow-Hirsch Jber. 1899. I. S. 393. — **331**. Bussenius, Lokale Anästhesie bei Tieren. Diss. Berlin 1888. — **332**. Caspari, Zschr. f. klin. M. 1883. S. 537. (Karbolsäure.) — **333**. Championnière, Le gaïacol comme anesthésique local et discussion. Acad. de méd. 23. Juli 1895. La France méd. 1895. Nr. 31. — **334**. Championnière, Emploi du gaïacol pour l'anesthésie locale en remplacement de la cocaïne. Bull. de l'acad. de méd. 1895. Nr. 30. — **335**. Championnière, Emploi du gaïacol pour l'anesthésie locale en remplacement de la cocaïne. Lyon méd. 1895. Nr. 33. — **336**. Championnière, Anesthésie locale par le gaïacol. Anesthésie sans dangers très-satisfaisante pour la chirurgie dentaire. Emploi dans la petite et dans la grande chirurgie. J. de méd. et de

chir. pratiques 1895. H. 17. — **337.** Claiborne, A new local anaesthetic. (Stenocarpin.) New York m. record. 30. Juli und 1. Oktober 1887. — **338.** Goodmann, Stenocarpin. Med. rec. 30. Juli 1887. — **339.** Graefe, Das Dionin in der Augenheilkunde. D. m. W. 1900. Therap. Beil. Nr. 2. — **340.** Guttmann, Versuche mit Erythrophlaein. B. kl. W. 1888. Nr. 13. — **341.** Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virch. Arch. 1898. Bd. 153. (Siehe daselbst die Literatur über Antipyrin und Antifebrin als Lokalanästhetika.) — **342.** Hirschfeld, Über Erythrophlaein. B. kl. W. 1888. Nr. 11. — **343.** Jackson, Observations on the action of stenocarpine, the new local anaesthetic and mydriatic. Am. m. News 1887. S. 255. — **344.** Karewski, Über die praktische Verwendbarkeit der Erythrophlaeinanästhesie. B. kl. W. 1888. Nr. 11. — **345.** Knapp, Experiments with stenocarpine. New York m. record 1887. S. 180. — **346.** Kocher (Antipyrin-Kokainlösung). Operationslehre. 4. Aufl. S. 202. — **347.** Koller, Erythrophlaein. W. kl. W. 1888. Nr. 6. — **348.** Lewin, Über das Hayagift und das Erythrophlaein. B. kl. W. 1888. Nr. 9. Virch. Arch. Bd. 111. S. 575. — **349.** Lewin, Bemerkungen zu Liebreichs Arbeit über Erythrophlaein. B. kl. W. 1888. Nr. 9. — **350.** Liebreich, Erythrophlaein. Ther. Mh. März 1888. — **351.** Liebreich, Über die Wirkung der N-Cassa-Rinde und des Erythrophlaein. B. kl. W. 1888. Nr. 9. Ther. Mh. März 1888. — **352.** Liebreich, Haya und Erythrophlaein. B. kl. W. 1888. Nr. 16. — **353.** Lipp, Wirkungen des Erythrophlaein. W. kl. W. 1888. Nr. 11, 12. — **354.** Loewenhardt, Zur praktischen Verwertung des Erythrophlaein. B. kl. W. 1888. Nr. 10. — **355.** Löwy und Müller, Zur Kenntnis der anästhesierenden Wirkung des Yohimbin. M. m. W. 1903. Nr. 15. — **356.** Lydston, Antipyrin as a local anaesthetic. J. of cutaneous and genitourinary diseases. Mai 1898. — **357.** Magnani, Zur anästhesierenden Wirkung des Yohimbin. M. m. W. 1903. Nr. 5. — **358.** Mays, The physiological action of cocaine and of its analoge Brucin. Ther. gazette. Juni 1885. — **359.** Morgenroth und Ginsberg, Über die Wirkung der China-Alkaloide auf die Kornea. B. kl. W. 1912. Nr. 46. — **360.** Morgenroth und Ginsberg, Hornhautanästhesie durch China-Alkaloide. B. kl. W. 1913. Nr. 8. — **361.** Morse, Gleditschine (Stenocarpin). Philadelphia m. and surg. rep. 1887. S. 701. — **362.** Müllerheim, Beitrag zur Wirkung der Anaesthetica dolorosa. Diss. Berlin 1888. — **363.** Novy, What is stenocarpine? (Gleditschine). — Am. pharm. Rdsch. 1887. S. 248. — **364.** Oberwarth, Über Yohimbin. Virch. Arch. Bd. 153. S. 292. — **365.** O'Followell, L'anesthésie locale par le gaïacol, le carbonate de gaïacol et le gaïacyl. Thèse de Paris 1897. — **366.** Panas, Sur l'action anesthésiques locale de la strophantine et de l'ouabaïne. Bull. de l'acad. de méd. de Paris 1890. Nr. 7. — **367.** Pierard, Quelques expériences sur l'action physiologique de la peronine. Ann. de la société des sciences méd. de Bruxelles 1899. H. 2. — **368.** Pirri, Lanc. 19. September 1867. (Karbolsäure.) — **369.** Pousson, Analgésie vésicale par l'antipyrin. J. de méd. de Bordeaux. 19. Mai 1895. — **370.** Reclus, Sur la valeur comparée du gaïacol et de la cocaïne dans l'anesthésie locale. Bull. de l'acad. de méd. 1896. Nr. 20. — **371.** von Reuß, Über Erythrophlaein. Intern. klin. Rdsch. 1888. Nr. 9. — **372.** Richardson (Karbolsäure). D. m. W. 1891. S. 1161. — **373.** Schepelmann, Über die Anästhesie mit Chininpräparaten. M. Kl. 1912. S. 1743. — **374.** Schepelmann, Chinin als Lokalanästhetikum. Ther. d. Gegenw. 1911. H. 12. — **375.** Schöler, Bemerkungen über Erythrophlaein. B. kl. W. 1888. Nr. 10. — **376.** Smith, The med. record 1872. (Karbolsäure.) — **377.** Steinach,

Eine physiologische Wirkung der Strophantuspräparate. W. kl. W. 1888. — **378**. Tweedy, Erythrophlaeine. Lanc. 1888. S. 249. — **379**. Vigneron, Analgésie vésicale par l'antipyrin. Ann. des maladies des org. génito-urin. 1894. S. 348. — **380**. Walser, Mitt. d. V. d. Ärzte Steiermarks 1896. Nr. 4. (Karbolsäure.) — **381**. Wolffberg, Die Dioninophthalmie und ihre Bedeutung. Ther. Mh. Mai 1900.

IX. Weitere Hilfsmittel der örtlichen Betäubung. Suprarenin.

Die neuere Literatur über Suprarenin ist nur so weit berücksichtigt, als sie für die örtliche Betäubung von Interesse ist.

1. Abderhalden und Bergell, Über das Epinephrin (Epirenan). M. m. W. 1904. Nr. 23. — **2**. Abderhalden und Müller, Über das Verhalten des Blutdrucks nach intravenöser Einführung von l-, d- und dl-Suprarenin. Hoppe-Seylers Zschr. 1908. Bd. 58. S. 185. — **3**. Abderhalden und Thies, Weitere Studien über das physiolog. Verhalten von d-, l- und dl-Suprarenin. Hoppe-Seylers Zschr. 1909. Bd. 59. S. 22. — **4**. Abderhalden und Slavu, Weitere Studien über das physiologische Verhalten von l-, d- und dl-Suprarenin. Hoppe-Seylers Zschr. 1909. Bd. 59. S. 129. — **5**. Abel, Über den blutdruckerregenden Bestandteil der Nebenniere, das Epinephrin. Zschr. f. physiol. Chem. 1899. Bd. 28. S. 318. — **6**. Aldrich, A preliminary report on the active principle of the suprarenal gland. Am. J. of physiol. 1901. S. 457. — **7**. Barker, On some improvements in the method of local analgesia. Lanc. 1903. 25. Juli. — **8**. Batelli, Toxicité de l'adrénaline en injections intraveineuses. Compt. rend. de la soc. de biol. 15. November 1902. — **9**. Batelli et Taramasio, Toxicité de la substance active de capsules surrénales. Compt. rend. de la soc. de biol. 28. Juni 1902. — **10**. Bates, The use of extract of suprarenal capsula in the eye. New York m. J. 1896. S. 647. — **11**. Bates, Suprarenalextract as a hämostatic. New York m. record. 9. Februar 1901. — **12**. Battier et de Nevrezé, De l'emploi de l'extrait de capsules surrénales en stomatologie. Archives de stomatologie. Juli 1902. — **13**. Biberfeld, Pharmakologische Eigenschaften eines synthetisch hergestellten Suprarenins und einiger seiner Derivate. M. Kl. 1906. Nr. 45. — **14**. Biedl, Vorläufige Mitteilung über die physiologische Wirkung des Nebennierenextrakts. W. kl. W. 1896. S. 157. — **15**. Blum, Über Nebennierendiabetes. D. Arch. f. klin. M. 1901. Bd. 71. S. 146. — **16**. Boruttau, Erfahrungen über die Nebennieren. Pflüg. Arch. 1899. Bd. 78. — **17**. Braun, Über den Einfluß der Vitalität der Gewebe auf die örtlichen und allgemeinen Giftwirkungen lokalanästhesierender Mittel und über die Bedeutung des Adrenalins für die Lokalanästhesie. Arch. f. klin. Chir. Bd. 69. Januar 1903. — **18**. Braun, Über die Bedeutung des Adrenalins für die Chirurgie, besonders für die Lokalanästhesie. M. m. W. 1903. Nr. 8. — **19**. Braun, Über Adrenalin. D. zahnärztl. Wschr. 7. Februar 1903. — **20**. Braun, Zur Anwendung des Adrenalins bei anästhesierenden Gewebsinjektionen. Zbl. f. Chir. 1903. Nr. 58. — **21**. Braun, Kokain und Adrenalin (Suprarenin). B. Kl. 1904. H. 187. — **22**. Braun, Über die Anwendung des Suprarenins. Zbl. f. Gyn. 1909. Nr. 30. — **23**. Braun, Synthetisches Suprarenin. Zbl. f. Chir. 1910. Nr. 16. — **24**. Brindel, Revue hebdomadaire de laryngologie 1901. Nr. 52. — **25**. Brodie and Dixon, Contributions of the physiology of the lungs. J. of physiol. 1904. Bd. 30. H. 5, 6. — **26**. Brown-Séquard, Recherches expérimentales sur la physiologie et la pathologie des capsules surrénales. Compt. rend. de la soc. de biol. 1856.

Bd. 43. S. 422, 542. 1857, Bd. 44. S. 246. 1858, Bd. 45. S. 1036. 1892, Bd. 79. — **27**. Cushny, The action of optical isomers. III. Adrenalin. The J. of Physiol. 1908. Bd. 37. S. 30. — **28**. Cybulski, Über die Funktion der Nebenniere. W. m. W. 1896. Nr. 6, 7. — **29**. Czylhartz und Donath, Ein Beitrag zur Lehre von der Entgiftung. Zbl. f. inn. M. 1900. Nr. 1. — **30**. Darier, W. kl. W. 1896. Nr. 40. — **31**. Dönitz, Kokainisierung des Rückenmarks unter Verwendung von Adrenalin. M. m. W. 1903. Nr. 34. — **32**. Dor, De l'action vasoconstrictive exercée par l'extrait de capsules surrénales sur le conjonctive oculaire. Semaine méd. 1896. Nr. 36. — **33**. Dzierzawsky, Kann die ins Zahnfleisch injizierte Flüssigkeit bis in den Knochen dringen? Noviny lekarskie 1897. Nr. 1. (Referat in Fortschr. d. Chir. 1903. S. 397.) — **34**. Enderlen, Adrenalinvergiftung. Verh. D. Ges. f. Chir. 1903. I. S. 154. — **35**. Esch, Experimentelle Untersuchungen über die Bedeutung des wirksamen Bestandteils der Nebennieren in Verbindung mit Lokalanästhetizis. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1910. Bd. 64. S. 84. — **36**. Exner, Über die durch intraperitoneale Adrenalininjektion veränderte Resorptionsfähigkeit des tierischen Peritoneums. Zschr. f. Hlk. 1903. H. 12. — **37**. Flächer, Über die Spaltung des synthetischen dl-Suprarenins in seine optisch aktiven Komponenten. Hoppe-Seylers Zschr. 1908/09. Bd. 58 u. 59. — **38**. Foisy, Diminution de la toxicité de la cocaïne par l'adjonction d'adrénaline. Tribune méd. 12. Dezember 1903. — **39**. von Frisch, Adrenalin in der urologischen Praxis. W. kl. W. 1902. Nr. 31. — **40**. von Fürth, Zur Kenntnis der brenzkatechinähnlichen Substanzen in den Nebennieren. Zschr. f. physik. Chem. 1897. Bd. 24. S. 142. 1898, Bd. 26. S. 15. 1900, Bd. 29. S. 105. — **41**. von Fürth, D. m. W. 23. Oktober 1902. — **42**. von Fürth, Über Suprarenin. Zschr. f. angew. Chem. 1903. S. 372. — **43**. Gerhardt, Über die Wirkung der blutdrucksteigernden Substanz der Nebennieren. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1900. Bd. 44. S. 161. — **44**. Gottlieb, Wirkung der Nebennierenextrakte auf Herz und Blutdruck. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1896. Bd. 38. — **45**. Guarnieri et Zuco, Recherches expérimentales sur l'action toxique de l'extrait aqueux des capsules surrénales. Arch. ital. de la biol. 1888. Bd. 10. — **46**. Harmer, W. kl. W. 1901. Nr. 19. — **47**. Hildebrandt, Über die neueren Methoden der Lokalanästhesie. B. kl. W. 1905. Nr. 18. — **48**. Hoffmann, Über Erfahrungen bei der Verwendung synthetischen Suprarenins in der Lokalanästhesie. M. m. W. 1907. S. 1981. — **49**. Honigmann, Adrenalin und Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1903. Nr. 25. — **50**. Hultgren und Anderson, Studien zur Physiologie und Anatomie der Nebennieren. Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 9. S. 73. S.A. Leipzig 1899. — **51**. Jakoby, Zschr. f. physiol. Chem. 1900. Bd. 30. S. 135. — **52**. Josué, Athérome aortique expérimental par injections repétées d'adrénaline dans les veines. Compt. rend. de la soc. de biol. 14. November 1903. — **53**. Kirchheim, Über Wirkung und Dosierung des Adrenalins bei subkutanen Injektionen. M. m. W. 1900. S. 2694. — **54**. Klapp, Über parenchymatöse Resorption. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. Bd. 47. S. 86. — **55**. Klapp, Über Bauchfellresorption. Mitt. Grenzgeb. Bd. 10. H. 1, 2. — **56**. Klapp, Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Wirkung der Nebennierenpräparate. D. Zschr. f. Chir. Bd. 71. S. 187. — **57**. Klapp, Experimentelle Studien zur Lumbalanästhesie. Verh. D. Ges. f. Chir. 1904. I. S. 260. — **58**. Kleine, Über Entgiftung im Tierkörper. Zschr. f. Hyg. 1901. Bd. 36. — **59**. Kobert, Über die Beeinflussung der peripheren Gefäße durch pharmakologische Agentien. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. Bd. 22. S. 77. — **60**. Königstein, Die Anwendung des Extractum suprarenale als Hämostatikum.

Wiener m. Presse 1898. Bd. 38. Nr. 27. — **61**. Kohlhardt, Über Entgiftung des Kokains im Tierkörper. Verh. d. d. Chir.Kongr. 1901. S. 644. — **62**. von Kossa, Die Resorption der Gifte an abgekühlten Körperstellen. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. Bd. 36. S. 120. — **63**. Kummer, De l'anesthésie locale par cocaïne. Revue de la Suisse romande 1890. S. 85. — **64**. Laewen, Quantitative Untersuchungen über die Gefäßwirkung von Suprarenin. Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1904. Bd. 51. S. 415. — **65**. Laewen, Experimentelle Untersuchungen über die Gefäßwirkung von Suprarenin in Verbindung mit örtlich anästhesierenden Mitteln. D. Zschr. f. Chir. 1904. Bd. 74. S. 163. — **66**. Langley, Observations on the physiological action of extracts of the suprarenal bodies. J. of physiol. 1901/02. Bd. 27. S. 237. — **67**. Langlois, Les capsules surrénales. Paris 1897. — **68**. Lanz, Adrenalin und Heilkunde. Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. 1904. Nr. 24. — **69**. Lermoyez, Un grand médicament de l'avenir, l'adrenaline. La presse méd. 1902. Nr. 37. — **70**. Lewandowski, Wirkung des Nebennierenextrakts auf die glatten Muskeln der Haut. Zbl. f. Physiol. 1900. Bd. 14. S. 433. — **71**. Lewin, Über das Epinephrin. Fortschr. d. M. 1905. Nr. 1. — **72**. Lichtwitz, Arch. intern. de laryng. 1900. Nr. 2. — **73**. Liebl, Über Lokalanästhesie mit Novokain-Suprarenin. M. m. W. 1906. Nr. 5. — **74**. Liebl, Zur Frage gebrauchsfertiger, suprareninhaltiger Lösungen in der Lokal- und Lumbalanästhesie. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 52. H. 1. — **75**. Meyer und Gottlieb, Die experimentelle Pharmakologie. Berlin und Wien 1911. (Abschnitt: Adrenalin. S. 253.) — **76**. Meyer und Loewi, Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 1905. Bd. 53. S. 213. — **77**. Minter, Adrenalin and cocain. Med. news 1902. — **78**. Moore, J. of physiol. 1895, Bd. 17. 1897, Bd. 21. — **79**. Moore und Purinton, Über den Einfluß minimaler Mengen des Nebennierenextrakts auf den arteriellen Blutdruck. Pflüg. Arch. 1900. Bd. 81. — **80**. Moure und Brindel, Adrenalin in der Oto-, Rhino- und Laryngologie. Revue hebdomad. de laryngol. 1901. Nr. 52. — **81**. Müller, Über künstliche Blutleere. M. m. W. 1904. Nr. 5, 6, 13. — **82**. Müller, Anämisierung und Lokalanästhesie. Zbl. f. Gyn. 1905. Nr. 2. — **83**. Neu, Zur Frage der reinen Verwendung von Nebennierenpräparaten. Zbl. f. Gyn. 1909. S. 1047. — **84**. Neugebauer, Eine Gefahr des Adrenalins. Zbl. f. Chir. 1903. Nr. 51. — **85**. Neusser, Erkrankungen der Nebennieren. Spez. Path. u. Ther. von Nothnagel. Wien 1897. Bd. 7. — **86**. N. N. Warnung vor Adrenalin. Zbl. f. Gyn. 1909. S. 867. — **87**. Nyström, Über lokale und regionäre Anästhesie mit Kokain und Kokain-Adrenalin. Allmänna svenska Läkartidningen 1905. Nr. 33—35. — **88**. Olivier und Schäfer, The physiological effects of extracts of the suprarenal capsules. J. of physiol. 1895. Bd. 18. Nr. 3. — **89**. Orgler, Zur Physiologie der Nebennieren. (Sorgfältige Literatursammlung.) Diss. Berlin 1898. — **90**. Pal, Semaine méd. 1901. Nr. 44. S. 381. — **91**. Peiser, Über Anwendung der Kokain-Adrenalinanästhesie bei größeren chirurgischen Operationen. Straßb. m. Ztg. 1905. H. 1. — **92**. Pellacani, Arch. per le science med. 1879. (Zitiert nach Hultgren und Anderson.) — **93**. Peters, Über die schmerzstillende Wirkung des Nebennierenextrakts. Lanc. 2. März 1901. — **94**. Recke, Vergleichende experimentalle Untersuchungen lokalanästhesierender Mittel. Diss. Leipzig 1903. — **95**. Rosenberg, Nebennierenextrakt in der Rhino-Laryngologie. B. kl. W. 1902. Nr. 26. — **96**. Samberger, Wirkung des Nebennierenextrakts auf Hunde. W. m. W. 1902. Nr. 29. — **97**. Sassetzky, Über den Einfluß erhöhter und herabgesetzter Temperaturen auf die Resorption an der Stelle einer subkutanen Injektion. Petersb. m. Wschr. 1880. Nr. 15, 19. — **98**. Schlesinger, Zur

Wirkung der synthetischen Nebennierenpräparate. Zbl. f. Chir. 1914. S. 501. — **99**. Sikemeier, Erfahrungen über Adrenalin- und Kokain-Adrenalinanästhesie. Arch. f. klin. Chir. Bd. 78. H. 2. — **100**. Singer, Die Nebennieren und ihr wirksames Prinzip. Ther. Mh. 1902. Nr. 1, 2. — **101**. Stoll, Über den Wert der Kombination der Lokalanästhesie mit Nebennierenpräparaten. M. Kl. 1909. S. 136. — **102**. Strehl und Weiß, Beiträge zur Physiologie der Nebennieren. Pflüg. Arch. 1901. Bd. 86. S. 107. — **103**. Swain, Intern. Zbl. f. Laryng. 1899. — **104**. Szymonowicz, Die Funktion der Nebennieren. Pflüg. Arch. 1896. Bd. 44. — **105**. Takamine, Adrenalin. The therapeutic gazette. 15. April 1901. — **106**. Thies, Erfahrungen bei Verwendung des Adrenalins zur Unterstützung der lokalen Anästhesie. Diss. Leipzig 1903. — **107**. Thies, Wird die Giftigkeit des Kokains durch Kombination mit Adrenalin herabgesetzt? D. Zschr. f. Chir. 1904. Bd. 74. S. 434. — **108**. Tinker, Bloodless Perineal Prostatektomy under Local Anaesthesia. — J. of Am. med. ass. 1. Febr. 1905. — **109**. Velich, Über die Einwirkung des Nebennierensaftes auf den Blutkreislauf. Wiener m. Bl. 1896. Nr. 15—21. — **110**. Velich, Über die Einwirkung der örtlichen Applikation des Nebennierenextrakts auf die Blutgefäße der Haut des Menschen. Wiener m. Bl. 1897. Nr. 45. — **111**. Vulpian, Note sur quelques réactions propres à la substance des capsules surrénales. Compt. rend. de l'academ. de Paris 1856. Bd. 43. S. 633. — **112**. Weyrich, Die blutdrucksteigernde Substanz der Nebennieren, das Suprarenin. Vers. D. Naturf. u. Ärzte. Kassel 1903. — **113**. Wölfler, Über den Einfluß der Esmarchschen Blutleere auf die Resorption flüssiger Stoffe. Arch. f. klin. Chir. Bd. 27. — **114**. Zuelzer, B. kl. W. 1901. Nr. 48.

X. Oberflächenbetäubung, Kokainkataphorese.

1. Albrecht, Neue Versuche zur lokalen Anästhesierung des Trommelfells. Arch. f. Ohrhlk. 1911. Bd. 85. S. 198. — **2**. Corning, The painless production of local anaesthesia. New York m. J. 1886. S. 518. — **3**. Dorn, Die Elektrizität und ihre Verwendung in der Zahnheilkunde. Leipzig 1898. — **4**. Harries, Cataphoric medication and cocaine as a local anaesthetic. Lanc. 25. Oktober 1890. S. 869. — **5**. Herzog, Über die Wirkung des Kokains auf die Haut. M. m. W. 1886. S. 232. — **6**. Karfunkel, Über Kataphorese. Arch. f. Derm. u. Syph. 1898. — **7**. Lorenz, W. kl. W. 1889. Nr. 9. — **8**. Peterson, Electric cataphoresis as a therapeutic measure. New York m. J. 1889. S. 449. — **9**. Peterson, A further study of anodal diffusion as a therapeutic agent. New York m. record. 31. Januar 1891. — **10**. Remak, Eulenburgs Realenzyklopädie. Artikel „Elektrotherapie". — **11**. Reynolds, Kokainkataphorese. J. of Am. med. ass. 1887. Bd. 9. Nr. 5. — **12**. Störk, Über Kokainanästhesie. W. m. W. 1896. Nr. 46. — **13**. Wagner, Eine Methode, Hautanästhesie durch Kokain zu erzeugen. Wiener m. Bl. 1886. Nr. 6. — **14**. Wirz, Die iontophoretische Anästhesie und ihre Anwendungsmöglichkeiten. M. m. W. 1924. S. 425 u. 784.

XI. Infiltrationsanästhesie und Leitungsanästhesie.

1. Berndt, Über die Anwendung der regionären Anästhesie bei größeren Operationen an den Extremitäten. M. m. W. 1899. Nr. 27. — **2**. Biberfeld, Über die Druckverhältnisse in der Schleichschen Quaddel. Archives internat. de pharm. et de thérap. 1900. Bd. 6. H. 5 u. 6. — **3**. Bodine, The radical cure of inguinal hernia with local anaesthesia. New York m. record. 14. Februar 1903. —

4. Braun, Über Infiltrationsanästhesie und regionäre Kokainanästhesie. Zbl. f. Chir. 1897. Nr. 17. — **5.** Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Infiltrationsanästhesie. Arch. f. klin. Chir. 1898. Bd. 57. H. 2. — **6.** Braun, Über Infiltrationsanästhesie und regionäre Anästhesie. Volkmann Vortr. Nr. 228. Leipzig 1898. — **7.** Braun, Experimentelle Untersuchungen und Erfahrungen über Leitungsanästhesie. Arch. f. klin. Chir. Bd. 71. H. 1. — **8.** Ceci, Kokainanästhesie. 11. ital. Chir.Kongr. Rom 1896. Ref. im Zbl. f. Chir. 1896. S. 1171. — **9.** Ceci, De l'anesthésie locale par la cocaïne combinée avec l'action générale de la morphine. La semaine méd. 1899. Nr. 6. — **10.** Chaput, L'anesthésie locale et les grandes opérations. Presse méd. 1910. S. 265. — **11.** Corning, On the prolongation of the anaesthetic effects of the hydrochlorate of cocaine when subcutanously injected. New York m. J. 1885. II. S. 317. — **12.** Crile, An experimental and clinical research into cocain and eucain. J. of Am. med. ass., Februar 1902. — **13.** Cushing, The employment of local anaesthesia in the radical cure of certain cases of hernia with a note upon the nervous anatomy of inguinal region. Annals of the surgery, Januar 1900 und John Hopkins Hospital bull., März 1900. — **14.** Gerhardi, Zur regionären Anästhesie nach Oberst. M. m. W. 1898. Nr. 39. — **15.** Gessner, Nerve blocking to prevent emputation shok. Am. J. of surgery, Dezember 1905. — **16.** Gottstein, Erfahrungen über Lokalanästhesie an der Breslauer chirurgischen Klinik. Verh. d. Chir.Kongr. 1898 und Arch. f. klin. Chir. 1898. Bd. 57. S. 405. — **17.** Hackenbruch, Über lokale Analgesie bei Operationen. Verh. d. Chir.-Kongr. 1898 und Arch. f. klin. Chir. 1898. Bd. 57. S. 345. — **18.** Hackenbruch, Örtliche Schmerzlosigkeit bei Operationen. Erfahrungen über Anwendung der lokalen Analgesie bei 250 Operationen. Wiesbaden 1897. — **19.** Harris, Nerveblocking. Surgery, gynecology and obstetrics 1915. Febr. — **20.** Heidenhain, Trepanation unter Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1904. Nr. 9. — **21.** Heinze, Experimentelle Untersuchungen über Infiltrationsanästhesie. Virch. Arch. 1898. Bd. 153. H. 3. — **22.** Hölscher, Beitrag zur regionären Anästhesie. M. m. W. 1899. Nr. 8. — **23.** Hofmeister, Zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 15. H. 2. — **24.** Honigmann, Zur Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1897. Nr. 51. — **25.** Kolaczek, Zur Narkosenfrage (Iinfiltrationsanästhesie bei Bauchoperationen). D. m. W. 1896. S. 179. — **26.** Krecke, Zur Schleichschen Infiltrationsanästhesie. M. m. W. 1897. Nr. 42. — **27.** Krogius, Zur Frage der Kokainanalgesie. Zbl. f. Chir. 1894. Nr. 11. — **28.** Krogius, Zur Geschichte der sogenannten regionären Kokainanästhesie. D. Zschr. f. Chir. Bd. 70. S. 214. — **29.** Kummer, De l'anesthésie locale par cocaïne. Revue de la Suisse romande 1890. S. 85. — **30.** Legrand, L'anesthésie locale en chirurgie générale. Paris 1900. — **31.** Lennander, Über die Sensibilität der Bauchhöhle und über lokale und allgemeine Anästhesie bei Bauch- und Bruchoperationen. Zbl. f. Chir. 1901. Nr. 8. — **32.** Lennander, Beobachtungen über die Sensibilität der Bauchhöhle. Mitt. Grenzgeb. 1902. Bd. 10. H. 1, 2. — **33.** Lennander, Weitere Beobachtungen über Sensibilität in Organ und Gewebe. D. Zschr. f. Chir. 1904. Bd. 73. S. 297. — **34.** Liebl, Über Lokalanästhesie mit Novokain-Suprarenin. M. m. W. 1906. S. 200. — **35.** Manz, Über regionäre Kokainanästhesie. Zbl. f. Chir. 1898. Nr. 7. — **36.** Matas, The growing importance and value of local and regional anaesthesia in minor and major surgery. Transactions Louisiana State med. soc. 1900. S. 329. — **37.** Matas, Local and regional anaesthesia with cocain and other analgesic

drugs, including the subarachnoid method, as applied in general surgical practice. The Philadelphia m. j. 3. November 1900. — **38.** Matas, Massive Infiltration anaesthesia with weak analgesic solutions. (Modified Schleich method.) Am. med. 28. Dezember 1901. — **39.** Mikulicz, Methoden der Schmerzbetäubung. Verh. D. Ges. f. Chir. 1901. II. S. 563. — **40.** Noack, Erfahrungen über die Schleichsche Infiltrationsanästhesie. M. m. W. 1897. Nr. 6. — **41.** von Oettingen, Anästhesierung nach Oberst. Zschr. f. ärztl. Fortbild. 1904. Nr. 19. — **42.** Ostwalt, Über tiefe Alkohol-Kokain- oder Alkohol-Stovain-Injektionen bei Trigeminus- und anderen Neuralgien. B. kl. W. 1906. Nr. 1. — **43.** Reclus, La cocaïne en chirurgie. Paris 1895. — **44.** Reclus, L'anesthésie localisée par la cocaine. Paris 1903. (Neue, verbesserte Aufl. des vorigen.) — **45.** Reichborn-Kjennerud, La narcose et l'anesthésie. Bull. gén. de thérap. 1899. 2. u. 4. — **46.** Ried, Zur Infiltrationsanästhesie. Beitr. z. klin. Chir. 1897. Bd. 19. H. 3. — **47.** Riedel, Technik der Kropfoperationen. D. m. W. 1905. Nr. 22. — **48.** Römer, Infiltrationsanästhesie. Weekbl. v. h. Nederl. Tijdschr. v. Geneesk. 1896. II. S. 858. — **49.** Schleich, Die kombinierte Äther-Kokainanästhesie. D. M.Ztg. 1891. Nr. 44. — **50.** Schleich, Über drei Laparotomien ohne Chloroformnarkose unter Anwendung der lokalen kombinierten Äther-Kokainanästhesie. B. kl. W. 1891. Nr. 35. — **51.** Schleich, Über lokale Anästhesie. Verh. Berl. m. Ges. B. kl. W. 1891. Nr. 51. S. 1202. — **52.** Schleich, Die Infiltrationsanästhesie und ihr Verhältnis zur allgemeinen Narkose. D. Chir.Kongr. 1892. I. S. 121. — **53.** Schleich, Schmerzlose Operationen. Berlin 1894 (4. Aufl. 1899). — **54.** Schleich, Über die therapeutische Verwendung anästhesierender Flüssigkeiten. Hufeland Gesellschaft. B. kl. W. 1896. Nr. 19. — **55.** Schleich, Lokalanästhesie und Narkose. B. kl. W. 1900. Nr. 13. — **56.** Schleich, Über Lokalanästhesie. Deutsche Klinik im 19. Jahrhundert. 1901. — **57.** Schou, Infiltrationsanaesthesi ad modum Schleich. Ugeskrift for Läger. Kopenhagen 1897. Nr. 5. — **58.** Sellheim, Herabsetzung der Empfindlichkeit der Bauchdecken und des Peritoneum perietale durch perineurale Injektion anästhesierender Lösungen an die Stämme des N. N. intercostales, subcostales, des N. ileo-hypogastricus und ileo-inguinalis. Verh. d. 9. D. Gyn.Kongr. 1906. — **59.** Westermark, Ein Beitrag zur Frage der Lokalanästhesie bei komplizierten Bauchoperationen. Hygiea 1899. Bd. 61. H. 6. S. 667.

XII. Lumbal- und Sakralanästhesie.

1. Bier, Versuche über die Kokainisierung des Rückenmarkes. D. Zschr. f. Chir. 1899. Bd. 51. — **2.** v. Brunn, Die Lumbalanästhesie. Neue deutsche Chir. 29. Bd. 1922. — **3.** Cathelin, Les injections épidurales par ponction du canal sacré. Paris 1903. Übersetzt von Strauß. Stuttgart 1903. — **4.** Corning, Spinal anaesthesia and local medication of the cord. New York m. J. 1885. II. S. 483. — **5.** Fischer, Über hohe Sakralanästhesie. D. Zschr. f. Chir. Bd. 136. S. 561. — **6.** Heinecke und Läwen, Experimentelle Untersuchungen über Lumbalanästhesie. Arch. f. klin. Chir. 1906. Bd. 81. S. 373. — **7.** Hohmeyer und König, Sammelforschung über Lumbalanästhesie. D. Chir.Kongr. 1910. — **8.** Hosemann, 5000 Lumbalanästhesien ohne Todesfall. D. Chir.Kongr. 1921. — **9.** Kehrer, Erfahrungen über Sakralanästhesie. Mschr. f. Geburtsh. 1915. Bd. 42. H. 2. — **10.** Läwen, Die Extraduralanästhesie. Erg. d. Chir. u. Orthop. 1913. Bd. 5. S. 39. — **11.** Laewen, Fortschritte in der Sakralanästhesie. Zbl. f. Chir. 1924.

S. 1000. — **12.** Läwen und v. Gaza, Experimentelle Untersuchungen über Extraduralanästhesie. D. Zschr. f. Chir. 1911. Bd. 111. S. 289. — **13.** Michelsohn, Der gegenwärtige Stand der Lumbalanästhesie. Erg. d. Chir. u. Orthop. 1912. Bd. 4. S. 44. — **14.** Müller, Über dauernde schwere Rückenmarksschädigungen nach Lumbalanästhesie. D. m. W. 1921. S. 553. — **15.** Schweitzer, Erfahrungen mit der hohen Sakralanästhesie bei gynäkologischen Operationen. Mschr. f. Geburtsh. 1918. Bd. 48. H. 2. — **16.** Strauss, Mortalität und üble Zufälle bei der Lumbalanästhesie. D. Zschr. f. Chir. 1922. Bd. 172. S. 296. — **17.** Zweifel, Todesfälle bei der Sakralanästhesie. Zbl. f. Gyn. 1920. Nr. 6.

XIII. Die Venenanästhesie.

1. Bier, Über einen neuen Weg, Lokalanästhesie an den Gliedmaßen zu erzeugen. D. Chir.Kongr. 1908. II. S. 204. Arch. f. klin. Chir. Bd. 86. H. 4. — **2.** Bier, Über Venenanästhesie. B. kl. W. 1909. Nr. 11. — **3.** Brüning, Beitrag zur Venenanästhesie. Zbl. f. Chir. 1911, Nr. 6. S. 185. — **4.** Goldberg, Einige Beobachtungen über die Wirkung der Lokalanästhesie nach Bier an den Extremitäten. Russki Wratsch 1908. Nr. 38. Ref.: M. m. W. 1909. S. 874 und Zbl. f. Chir. 1909. S. 1800. — **5.** Härtel, Die Technik der Venenanästhesie. W. m. W. 1909. Nr. 35. — **6.** Hayward, Erfahrungen und Beobachtungen an 375 Fällen von Venenanästhesie. Arch. f. klin. Chir. Bd. 99. S. 993. — **7.** Hitzrot, Intravenous local-anaesthesia. Annals of surgery. Oktober 1909. — **8.** Jerusalem, Über Venenanästhesie. W. kl. W. 1909. S. 1651. — **9.** Kaerger, Über die Anwendung der direkten Venenanästhesie bei den kleineren subkutanen Venen zu Operationen an Hand und Fuß. Arch. f. klin. Chir. Bd. 99. S. 983. — **10.** Mantelli, Endovenöse Anästhesie. Reform. med. 1910. Nr. 27. Ref.: D. m. W. 1910. S. 1379. — **11.** Momburg, Zur Venenanästhesie Biers. Zbl. f. Chir. 1909. S. 1413. — **12.** Petrow, Zur Frage der Venenanästhesie. Russ. Arch. f. Chir. 1909. Ref.: Zbl. f. Chir. 1909. S. 1800. — **13.** Saposhkow, Über einige negative Seiten der Venenanästhesie nach Bier, Russki Wratsch 1910. Nr. 26. Ref.: Zbl. f. Chir. 1910. S. 1372.

XIV. Die arterielle Anästhesie.

1. Girgolaw, Zur Frage der Bedeutung der Abschnürung bei intravaskulärer Einführung des Kokains. Wratschebnaja Gaz. 1910. Nr. 43. Ref.: Zbl. f. Chir. 1911. S. 46. — **2.** Goyanes, Un nuevo método de anestesia regional. Rivista clinica de Madrid 1909. Nr. 1. Ref.: Zbl. f. Chir. 1909. S. 791 und M. m. W. 1909. S. 198. — **3.** Goyanes, Arterielle Anästhesie. 3. Span. Chir.Kongr. 1910. Ref.: Zbl. f. Chir. 1911. S. 1600. — **4.** Hotz, Arterielle Anästhesie. Beitr. z. klin. Chir. 1911. Bd. 76. H. 3. — **5.** Nassetti, Dell' anestesia regionale endovasale. Policlinico 1911. Nr. 11, 12. Ref.: Zbl. f. Chir. 1912. S. 478. — **6.** v. Oppel, Experimentelle Grundlagen der arteriellen Anästhesie. M. m. W. 1909. S. 1772. — **7.** v. Oppel, Über die experimentellen Grundlagen der arteriellen Anästhesie. Wratsch 1909. Nr. 19. Ref.: Zbl. f. Chir. 1909. S. 1017. — **8.** v. Oppel, Zur Frage der arteriellen Anästhesie. Wratschebnaja Gaz. 1910. Nr. 2. Ref.: Zbl. f. Chir. 1910. S. 547. — **9.** Ransohoff, New method of inducing local anaesthesia. Med. Press 1909. S. 329. — **10.** Ransohoff, Terminal arterial Anaesthesia. Annals of surgery. April 1910.

XV. Die Bedeutung, die Indikationen und die allgemeine Technik der örtlichen Betäubung.

1. Axhausen, Die Anwendung der Lokalanästhesie in der chirurg. Klinik der Charité. Charité Ann. 1910. 34. Jahrg. — **2.** Axhausen, Weiterer Bericht über die Anwendung der Lokalanästhesie in der chirurg. Klinik der Charité. Charité Ann. 1911. — **3.** Braun, Die Sterilisierung von Novokain-Suprareninlösung. D. m. W. 1909. Nr. 52. — **4.** Braun, Die Grenzen der örtlichen Betäubung. Arch. f. klin. Chir. 1921. Bd. 116. S. 185. — **5.** Budde, Über feldbrauchbare Packungen neuerer Arzneimittel zur örtlichen und Rückenmarksbetäubung sowie über Suprarenin und Suprarenine des Handels. Vöff. Milit.Sanitätsw. Teil V. Berlin 1912. — **6.** Denk, Die Abgrenzung der allgemeinen und örtlichen Betäubung. Arch. f. klin. Chir. 1921. Bd. 116. S. 332. — **7.** Drüner, Ist die Leitungsanästhesie gefährlich? D. m. W. 1921. S. 957. — **8.** Finsterer, Änderungen in der chirurgischen Indikationsstellung hinsichtlich der Operationseinwilligung seit Anwendung der Lokalanästhesie. W. m. W. 1916. Nr. 2. — **9.** Finsterer, Der Einfluß der Lokalanästhesie auf die Indikationsstellung und die Operationserfolge. M. Kl. 1920. Nr. 25/26. — **10.** Fraenkel, Über kombiniertes Anästhesierungsverfahren. W. kl. W. 1920. S. 636. — **11.** v. Gaza, Gewebsnekrose und arterielle Arrosionsblutung nach Anwendung alter Novokainlösung. D. m. W. 1913. S. 746. — **12.** Hesse, Inwieweit vermag bereits jetzt die Lokalanästhesie die Allgemeinnarkose zu ersetzen? D. m. W. 1910. Nr. 8. — **13.** Hoffmann, Sind die zur Lumbalanästhesie verwendeten Novokain-Suprarenintabletten und -Tropakokaintabletten steril? D. m. W. 1909. S. 1146. — **14.** Honigmann, Nachschmerz nach Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1914. Nr. 6. — **15.** Jahresberichte der Heidelberger chirurgischen Klinik. Beitr. z. klin. Chir., Suppl. zu Bd. 55 (1906), Bd. 59 (1907), Bd. 70 (1909), Bd. 75 (1910), Bd. 80 (1911). — **16.** Kappis, Wie vermeidet man die Gefahren der Lokalanästhesie. M. Kl. 1921. S. 187. — **17.** Klauber, Der Nachschmerz nach Lokalanästhesie und seine Verhütung. Zbl. f. Chir. 1914. S. 417. — **18.** Kritzler, Behandlung und Aufbewahrung der Spritzen und Kanülen. D. m. W. 1922. S. 1421. — **19.** König, Erfahrungen an 600 Fällen von Lokal- und Leitungsanästhesie. D. Zschr. f. Chir. 1922. Bd. 172. S. 287. — **20.** Kuhn, Feld- und Lazarettapparat für Lokalanästhesie zur Massenanwendung. D. m. W. 1914. Nr. 42. — **21.** Kutscher, Zur Frage der Sterilität der Novokain-Suprarenintabletten. D. m. W. 1910. Nr. 24. — **22.** Liebl, Über Lösungen in der Lokal- und Lumbalanästhesie. Beitr. z. klin. Chir. 1907. Bd. 52. S. 244. — **23.** Perthes, Über Leitungsanästhesie unter Zuhilfenahme elektrischer Reizung. M. m. W. 1912. Nr. 47. — **24.** Pfanner, Zur Frage der Lokalanästhesie. W. kl. W. 1918. Nr. 31. — **25.** Propping, Zur Herstellung der Novokainlösungen. Zbl. f. Chir. 1921. Nr. 47. — **26.** Roith, Zur Indikationsstellung für die verschiedenen Anästhesierungsverfahren. Beitr. z. klin. Chir. 1908. Bd. 57. S. 246. — **27.** Schaps, Beobachtungen an 600 in Injektionsanästhesie vorgenommenen Operationen. M. m. W. 1922. S. 855. — **28.** Schaps, Nebenerscheinungen der Lokalanästhesie mit Novokain-Suprarenin. D. Zschr. f. Chir. 1920. Bd. 158. S. 1. — **29.** Schlesinger, Über den Nachschmerz nach Operationen unter Lokalanästhesie. D. m. W. 1914. — **30.** Schmidt, Haltbarkeit, Keimfreiheit und praktische Verwendbarkeit der Novokain-Suprarenintabletten und Tropakokain-Suprarenintabletten. D. militärztl. Zschr. 1909. Nr. 17. — **31.** Siebert, Über Gangrän nach Lokalanästhesie. Diss. Berlin 1910. — **32.** Simon, Pontopon-Skopolamininjektionen als Vorbereitung vor Narkosen und Anästhesien. M. m.

W. 1911. Nr. 32. — **33.** Strohe, Zwei Unglücksfälle bei Anwendung der örtlichen Betäubung. D. Zschr. f. Chir. 1909. Bd. 99. S. 75. (Gangrän nach versehentlicher Injektion von 18%iger Kochsalzlösung.) — **34.** Watson, Abolishing pain after operations with nerve block a distance. Ann. of surgery 1913. S. 730. — **35.** Wiedhopf, Die Neben- und Nachwirkungen der örtlichen Betäubung. D. Zschr. f. Chir. 1921. Bd. 167. S. 392. — **36.** Wiedhopf, Bemerkungen zum Aufsatz von Drüner über Leitungsanästhesie am Bein. Zbl. f. Chir. 1922. Nr. 52. — **37.** Wolf, Zur Frage des Wundschmerzes nach Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1913. S. 1882. S. auch die Literatur zu VIII, 10.

XVI. Operationen am Kopf und Halse.

A. Chirurgie.

1. Andree, Exstirpation eines kleinfaustgroßen Hirnhauttumors in Lokalanästhesie. M. m. W. 1913. S. 528. — **2.** Bier, Die Operation großer Halstumoren in Lokalanästhesie. Freie Vereinig. Berliner Chir. 15. VI. 1908. D. m. W. 1908. S. 1697. — **3.** Bier, Hirnoperationen unter Lokalanästhesie. Freie Vereinig. Berliner Chir. Zbl. f. Chir. 1912. S. 1366. — **4.** Braun, Über die Anwendung der Suprareninanämie bei Operationen am Schädel und der Wirbelsäule. D. Zschr. f. Chir. 1910. Bd. 107. S. 561. — **5.** Braun, Über die Lokalanästhesie bei Operationen im Trigeminusgebiet. D. Zschr. f. Chir. 1911. Bd. 111. S. 321 und D. Chir.Kongr. 1911, ferner D. m. W. 1911. Nr. 30. — **6.** Broekaert, L'anesthésie du ganglion de Gasser. Presse otolaryng. belge 1913. S. 337. — **7.** Cieszynski, Beiträge zur exakten Injektionstechnik in den Ramus mandibularis am Foramen ovale und zur Punktion des Ganglion Gasseri. Oest. Vrtljschr. f. Zahnh. 1915. H. 4. — **8.** Drüner, Zur Technik der örtlichen Betäubung bei Halsoperationen. Zbl. f. Chir. 1921. S. 1798. — **9.** Frey, Zur Operation der Hypophysengeschwülste. Beitr. z. klin. Chir. 1924. Bd. 132. S. 346. — **10.** Geiger, Die Leitungsanästhesie bei der Strumektomie. M. m. W. 1918. S. 1211. — **11.** Guedea, L'anesthésie localisée par la résection du maxillaire superieur. Revue de chir. 1912. Bd. 46. S. 509. — **12.** Hackenbruch, Kropfexzisionen unter Lokalanästhesie. D. m. W. 1909. Nr. 39. — **13.** Härtel, Lokalanästhesie bei großen Operationen im Trigeminusgebiet. D. Chir.Kongr. 1911. I. S. 243. — **14.** Härtel, Intrakranielle Leitungsanästhesie des Ganglion Gasseri. Zbl. f. Chir. 1912. Nr. 21. S. 705. — **15.** Härtel, Die Leitungsanästhesie und Injektionsbehandlung des Ganglion Gasseri und der Trigeminusstämme. Arch. f. klin. Chir. 1912. Bd. 100. S. 193. — **16.** Härtel, Die Leitungsanästhesie und Injektionsbehandlung des Ganglion Gasseri und der Trigeminusstämme. Berlin 1913. — **17.** Härtel, Trigeminusneuralgie und Anästhesierung des Ganglion Gasseri. M. m. W. 1917. Nr. 1. — **18.** Härtel, Ursache und Vermeidung der Störungen nach zervikaler Leitungsanästhesie. Chir.Kongr. 1920. — **19.** Hirschel, Die Lokalanästhesie bei Operationen am Pharynx und Ösophagus. M. m. W. 1912. S. 2391. — **20.** Hirschel, Die Lokalanästhesie bei Operationen am Pharynx und Ösophagus. M. m. W. 1912. S. 2391. — **21.** Hoffer, Punktion des Foramen rotundum durch das Foramen palatinum majus. Zbl. f. Chir. 1922. S. 1453. — **22.** Jassenetzky, Zweiter Fall von vorübergehender Erblindung nach Novokain-Suprarenininjektion in die Augenhöhle. Zbl. f. Chir. 1911. Nr. 27. S. 924. — **23.** Krause, Exstirpation des Ganglion Gasseri in Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1912. S. 385. — **24.** Kredel, Bemerkungen

zur Braunschen Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1911. S. 725. — **25.** Kulenkampff, Zur örtlichen Betäubung und Technik der Kropfoperationen. Zbl. f. Chir. 1920. S. 246. — **26.** Kulenkampff, Die Technik der örtlichen Betäubung bei Halsoperationen. Zbl. f. Chir. 1921. S. 1262. — **27.** Lehmann, Die Lokalanästhesie bei Operationen des Mittelohrs. Zbl. f. Chir. 1918. S. 367. — **28.** Madelung, Über Lokalanästhesie bei großen Operationen am Halse. M. m. W. 1909. S. 2396. — **29.** Offerhaus, Die Technik der Injektionen in die Trigeminusstämme und in das Ganglion Gasseri. Arch. f. klin. Chir. Bd. 92. H. 1. — **30.** Offerhaus, Schmerzlose Operationen im Gebiet des Gesichtsschädels. D. m. W. 1910. Nr. 33. — **31.** Payr, Über neuere Methoden zur Behandlung der Geschwülste des Nasenrachenraums, mit besonderer Berücksichtigung der Kocherschen osteoplastischen Resektion beider Oberkiefer. Arch. f. klin. Chir. 1904. Bd. 72. H. 2. — **32.** Payr, Einfacher Weg zum 2. Trigeminusast zur Anästhesie und Alkoholinjektion bei Neuralgie. Zbl. f. Chir. 1920. Nr. 40. — **33.** Peuckert, Weitere Beiträge zur Anwendung der Lokalanästhesie und Suprareninanämie. Beitr. z. klin. Chir. 1910. Bd. 66. S. 377. — **34.** Pollak, Lokalanästhesie bei der Killianschen Radikaloperation der chronischen Stirnhöhleneiterung. Mitt. d. V. d. Ärzte Steiermarks 1912. Nr. 11. — **35.** Roith, Über die Anästhesie der Nervi vagi und ihre physiologische Bedeutung. Zbl. f. Chir. 1913. S. 556. — **36.** Seidel, Über die Lokalanästhesie bei Ausführung der temporären Resektion der äußeren Orbitalwand. Arch. f. Ophth. 1916. Bd. 91. S. 294. — **37.** Winterstein, Über Unglücksfälle bei der paravertebralen Zervikalanästhesie. M. m. W. 1922. S. 931.

B. Otologie, Rhinologie und Laryngologie.

38. Alexander, Über die operative Eröffnung des Warzenfortsatzes in Schleichscher Lokalanästhesie. W. kl. W. 1901. Nr. 33; Zur Frage der Ausführung der Radikaloperation mit Schleichscher Infiltrationsanästhesie. Arch. f. Ohrhlk. 1912. Bd. 57. H. 1, 2. — **39.** Barany, Labyrinthoperation in Lokalanästhesie. Mschr. f. Ohrhlk. 1909. S. 175. — **40.** Behrens, Aufmeißelung des Proc. mastoideus unter Lokalanästhesie. Zschr. f. Ohrhlk. Bd. 39. S. 390. — **41.** Bresgen, Eulenburgs Realenzyklopädie. Artikel Nasenkrankheiten. — **42.** Denker, Zur Radikaloperation des chronischen Kieferhöhlenempyems in Lokalanästhesie. Verh. Ver. D. Laryng. 1910. S. 27. — **43.** von Eicken, Lokalanästhesie des äußeren Gehörganges. Ber. üb. d. 13. Vers. d. D. otol. Ges. Berlin 1904. — **44.** Fränkel, Thyreotomie und Laryngofissur in Lokalanästhesie ohne allgemeine Narkose. Arch. f. Laryng. Bd. 21. H. 2. — **45.** Frey, Über regionäre Anästhesierung des Kehlkopfes. Arch. f. Laryng. Bd. 18. H. 2 (1906). — **46.** Frey, Die Lokalanästhesie bei Eingriffen am Gehörorgan. Intern. Zbl. f. Chrhlk. 1903. Nr. 6. (Sammelreferat); Technik der Lokalanästhesie bei Extraktion von Ohrpolypen. Wien. klin. Rdsch. 1902. Nr. 25. — **47.** Gomperz, Lokalanästhesie bei Hammer- und Amboßextraktion. Intern. Zbl. f. Ohrhlk. 1905. S. 119. — **48.** Gomperz, Regionäre Anästhesie von Trommelfell und Gehörknöchelchen. Mschr. f. Ohrhlk. 1900. S. 203. — **49.** Halacz, Beitrag zur Extraktion der Gehörknöchelchen nach der Methode von Neumann. Mschr. f. Ohrhlk. 1908. H. 4. — **50.** Harley, Local anaesthesia (Neumann) in ear surgery. Boston m. and surg. J. 1910. Bd. 162. S. 380. — **51.** Haug, Über die lokalanästhesierend wirkenden Mittel bei Eingriffen am Trommelfell und Gehörgang. Arch. f. Ohrhlk. Bd. 55. S. 49. — **52.** Hechinger, Lokalanästhesie in der Ohrenheilkunde. D. m. W. 1906. Nr. 13. —

53. Heymann, Handbuch der Laryngologie und Rhinologie. Wien 1898. — **54**. Heymann, Über Lokalanästhesie in der Ohrenheilkunde und Rhinologie. Sammelreferat. Zbl. f. Ohrhlk. 1908. Bd. 6. S. 203 u. 347. — **55**. Heymann, Lokale Anästhesie in Nase und Hals. Hb. der spez. Chir. des Ohres und der oberen Luftwege. Herausgeg. von Katz, Preysing und Blumenfeld. 2. Aufl. Bd. I, 1. Würzburg 1913. — **56**. Kirchner, Kokainanästhesie bei Operationen am Trommelfell. D. m. W. 1885. Nr. 4. — **57**. Kulenkampff, Die Radikaloperation des Ohres in Lokalanästhesie. Beitr. z. klin. Chir. 1913. Bd. 83. S. 546. — **58**. Labouré, L'anesthésie locale et régionale dans les grandes operations oto-rhinolaryngologiques. Arch. prov. de chirurg. 1913. Bd. 22. S. 703. — **59**. Lautmann, Zur Anästhesie bei der Adenotomie. Zschr. f. Laryng. Bd. 3. S. 357. — **60**. Laval, Zur regionären Anästhesie des äußeren Gehörgangs. Arch. f. Ohrhlk. Bd. 64. H. 2, 3. — **61**. Luc, Anwendung der Lokalanästhesie bei Radikaloperationen der chronischen Stirnhöhleneiterung. Zschr. f. Laryng. 1910. Bd. 2. S. 535. — **62**. Munch, Operation des Oberkieferempyems in regionärer Anästhesie. Société de laryngologie, d'otologie et de rhinologie de Paris. 8. I. 1909. — **63**. Nager, Anwendung der Lokalanästhesie bei der Radikaloperation der Kieferhöhleneiterung. Arch. f. Laryng. 1906. Bd. 19. H. 1. — **64**. Nager, Die Anwendung der Lokalanästhesie mit Anämisierung bei der Radikaloperation der Kieferhöhleneiterung. Mschr. f. Ohrhlk. 1909. H. 4. S. 272. — **65**. Neumann, Über eingreifende Operationen in Lokalanästhesie. W. kl. W. 1904. Nr. 41. — **66**. Neumann, Technik und Indikationen der Hammer- und Amboßextraktion. Arch. f. Ohrhlk. Bd. 64. S. 167. — **67**. Neumann, Über Lokalanästhesie in der Otochirurgie. D. m. W. 1906. Nr. 15. — **68**. Neumann, Antrotomien und Radikaloperationen in Lokalanästhesie. Zschr. f. Ohrhlk. Bd. 51 (1906). S. 178. — **69**. Neumann, Die Lokalanästhesie in der Ohrenheilkunde. Zschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenkranke 1924. Bd. 8. S. 353. — **70**. Passow und Claus, Operationen an Ohr, Nase und Tonsillen. In Braun, Bier, Kümmell, Chirurgische Operationslehre. Bd. 1. Leipzig 1913. — **71**. Pollak, Lokalanästhesie bei der Killianschen Radikaloperation der chronischen Stirnhöhleneiterung. Mitt. d. V. d. Ärzte Steiermarks 1912. Nr. 11. — **72**. Ruprecht, Die örtliche Anästhesierung der Gaumen- und Rachenmandeln und des Trommelfells. Mschr. f. Ohrhlk. 1909. H. 2—4. — **73**. Ruprecht, Über örtliche Anästhesierung der Mandeln. Arch. f. Laryng. 1910. Bd. 23. H. 1. — **74**. Scheibe und Thies, Infiltrationsanästhesie bei Aufmeißelung des Warzenfortsatzes. Arch. f. Ohrhlk. Bd. 41. S. 72. — **75**. Seifert, Über Alypin. D. m. W. 1905. Nr. 34. — **76**. Senator, Haben sich in der Rhino-Laryngologie die Ersatzmittel des Kokains bewährt? M. m. W. 1910. S. 524. — **77**. Tiefenthal, Zur Anästhesierung des Trommelfells und der Paukenhöhle. M. m. W. 1909. Nr. 13. S. 657. — **78**. Thies, Lokalanästhesie bei Mittelohreiterungen. Heidelberger Otologenkongr. 1908. — **79**. Uffenorde, Lokalanästhesie in der Oto-Rhino-Laryngologie. Zschr. f. Ohrhlk. 1913. Bd. 68. S. 293. — **80**. Viereck, Die Braunsche Methode der Anästhesierung des Kehlkopfs. M. m. W. 1906. S. 1495. — **81**. Voss, Lokalanästhesie am Ohr. Hb. der spez. Chir. des Ohres und der oberen Luftwege von Katz, Preysing und Blumenfeld. Würzburg 1911.

C. Augenheilkunde.

82. Best, Über lokale Anästhesie in der Augenheilkunde. Vossius' Abh. Aughlk. 1905. Bd. 6. H. 3. — **83**. Chevrier, Lokalanästhesie bei Operationen

an den Lidern und dem Tränensack. Gaz. des hôp. 1910. Nr. 135. — **84.** Czermak, Die augenärztlichen Operationen. Wien 1893. H. 2. — **85.** Darier, Leçons de thérapeutique oculaire. — **86.** Fuchs, Über Kokain. W. kl. W. 1902. Nr. 38. — **87.** Gebb, Über lokale Anästhesie in der Augenheilkunde mit Novokain-Kalium sulfuricum. M. m. W. 1913. Nr. 9. S. 477. — **88.** Haab, Augenoperationslehre. München 1904. — **89.** Hackenbruch, Verh. D. Ges. f. Chir. 1898. II. S. 111. — **90.** Hechinger, Zur Lokalanästhesie in der Augenheilkunde. D. m. W. 1906. Nr. 13. — **91.** Löwenstein, Über regionäre Anästhesie in der Orbita. Klin. Mbl. f. Aughlk. 1908. S. 592. — **92.** Mende, Über die Lokalanästhesie bei Exenteratio und Enucleatio bulbi. Klin. Mh. f. Aughlk. Mai-Juni 1911. — **93.** Meßner, Zur Methodik der Anästhesierung des Auges. M. m. W. 1908. Nr. 45. — **94.** Meyer, Enucleatio bulbi in kombinierter Lokalanästhesie. Klin. Mbl. f. Aughlk. 1905. Bd. 1. S. 214. — **95.** Reichmuth, Experimentelle Untersuchungen über die gewebsschädigenden Eigenschaften der gebräuchlichen Lokalanästhesie. Zschr. f. Aughlk. 1906. Bd. 16. H. 3. — **96.** Reuter, Über die neueren Anästhetika in der Augenheilkunde. Diss. Würzburg 1908. — **97.** Rogmann, Kokain, Eukain, Holokain, Tropakokain in der Augenheilkunde. Ophth. Klin. 1897. Nr. 2, 3. — **98.** Schlüter, Vergleichende Untersuchungen über die Wirkung des Kokain und Novokain. Klin. Mh. f. Aughlk., August/September 1907. — **99.** Schultz, Die älteren und neueren Mydriatika, Miotika und Anästhetika in der Augenheilkunde. Arch. f. Aughlk. 1900. Bd. 40. S. 135. — **100.** Seidel, Über eine Modifikation der Siegristschen Methode der Lokalanästhesie bei Exenteratio und Enucleatio bulbi. Klin. Mbl. f. Aughlk., September 1911. — **101.** Seidel, Über die Anwendung der Lokalanästhesie bei Exenteratio orbitae. Arch. f. Ophth. 1913. Bd. 84. S. 196. — **102.** Seidel, Zur Technik der Lokalanästhesie bei Tränensackexstirpationen. Arch. f. Ophth. 1914. Bd. 87. H. 1. — **103.** Seidel, Über die Leitungsanästhesie durch die hintere Orbitalinjektion. Arch. f. Ophth. 1915. Bd. 89. S. 414. — **104.** Siegrist, Lokalanästhesie bei Exenteratio und Enucleatio bulbi. Klin. Mh. f. Aughlk., Januar 1907. — **105.** Snellen, Operationslehre. Graefe-Saemischs Hb. d. Aughlk. Lfg. 48/49. Leipzig 1902. — **106.** Stutzer, Über Infiltrationsanästhesie in der Augenheilkunde. Zschr. f. Aughlk. Bd. 17. H. 6. — **107.** Weiß, Ausführung der Enukleation unter Schleichscher Infiltrationsanästhesie. Ophth. Klin. 1898. Nr. 12.

D. Zahnheilkunde.

108. Braun, Über Adrenalin. D. zahnärztl. Wschr. 1903. Nr. 45. — **109.** Braun, Technik der Kokain-Suprareninanästhesie bei Zahnextraktionen. D. Mschr. f. Zahnheilk. 1905. Nr. 1. — **110.** Bünte und Moral, Die Leitungsanästhesie im Ober- und Unterkiefer auf Grund der anatomischen Verhältnisse. Berlin 1910. — **111.** Dillenz, Cocainum muriaticum. Tropacocainum und Cocainum phenylicum in der Zahnheilkunde. Diss. Erlangen 1897. — **112.** Dorn, Die Elektrizität und ihre Verwendung in der Zahnheilkunde. Leipzig 1898. — **113.** Dzierzawsky, Kann die ins Zahnfleisch injizierte Lösung bis in die Knochen dringen? Noviny lekarskie 1897. Nr. 2. Referat in Hildebrandt, Fortschr. d. Chir. 1897. S. 397. — **114.** Fischer, Die lokale Anästhesie in der Zahnheilkunde. 4. Aufl. Berlin 1920. — **115.** Gadd, Zur Frage der äußeren Mandibularisanästhesie. Oest. Vrtljschr. f. Zahnh. 1913. S. 52. — **116.** Hübner, Eine Injektionsmethode zur Erzielung von Dentinanästhesie und Schmerzlosigkeit bei kleineren Eingriffen

in die Mundhöhle. D. zahnärztl. Wschr. 1904. Nr. 4; Über Leitunganästhesie mittels Adrenalin-(Suprarenin-)Kokain im Ober- und Unterkiefer, mit besonderer Berücksichtigung der Dentinanästhesie. Oest. Zschr. f. Stom. 1904. H. 10. — **117.** Läwen, Die örtliche Anästhesie bei Zahnextraktionen. Arch. f. klin. Chir. 1904. Bd. 72. H. 2. — **118.** Peckert, Über Lokalanästhesie. Habilitationsschrift Heidelberg 1905. — **119.** Quéré, Etude critique sur l'anesthésie dentaire. Thèse de Bordeaux 1886. — **120.** Raymond, The dental cosmos. 1885. (Referat in der D. Mschr. f. Zahnhlk. 1885. S. 604.) — **121.** Reinmöller, Die Anästhesie bei Operationen in der Mundhöhle. D. Mschr. f. Zahnhlk. 1908. H. 6. — **122.** Rottenstein, Tagebl. d. Vers. D. Naturf. u. Ärzte in Frankfurt 1867. — **123.** Seidel, Die Mandibularisanästhesie. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen. 1913. H. 28. — **124.** Seitz, Die zahnärztliche Lokalanästhesie. Leipzig 1903. — **125.** Thiesing, Die Lokalanästhesie und ihre Verwendung in der zahnärztlichen Praxis. Leipzig 1902. — **126.** Wiener, Die Extraktion periostitischer Zähne unter gefahrloser totaler Lokalanästhesie Schweiz. Vrtljschr. f. Zahnärzte 1896. Nr. 4. — **127.** Witzel, Über Kokainanästhesie bei Operationen in der Mundhöhle. Deutsche Zahnheilkunde in Vorträgen. Hagen 1886. H. 1. — **128.** Wolfram, Der Kampf gegen den Schmerz bei operativen Eingriffen. Leipzig 1912. — Ferner die Monographien von Reclus und Schleich. Ausführliche Literaturangaben finden sich namentlich bei Läwen und Seitz.

XVII. Operationen an der Wirbelsäule, der Brust und am Bauch. Paravertebrale Leitungsanästhesie.

1. Adam, Über die Anästhesierung der Bauchhöhle. D. Zschr. f. Chir. 1915. Bd. 133. S. 1. — **2.** Bachlechner, Weitere Erfahrungen mit der Splanchnikusunterbrechung nach Braun. Zbl. f. Chir. 1924. S. 214. — **3.** Bakes, Erfahrungen über einzeitige Resektion von Zökal- und Kolontumoren. Arch. f. klin. Chir. Bd. 80. S. 998. — **4.** Bakes, Bier, Bauchoperationen in Lokalanästhesie. D. Chir.Kongr. 1909. I. S. 261. — **5.** Baruch, Über eine direkte Anästhesie der Bauchhöhle. Zbl. f. Chir. 1921. S. 821. — **6.** Bodine, The radical cure of inguinal hernia with local anaesthesia. New York m. record. 14. Februar 1903. — **7.** Braun, Ein Hilfsinstrument zur Ausführung der Splanchnikusanästhesie. Zbl. f. Chir. 1921. Nr. 42. — **8.** Buhre, Die Leitungsanästhesie bei Operationen in der Bauchhöhle und die Unterbrechung der Nn. splanchnici. Beitr. z. klin. Chir. 1919. Bd. 108, H. 1, und D. m. W. 1920. Nr. 4. — **9.** Buhre, Weitere Erfahrungen mit der Splanchnikusunterbrechung nach Braun. Zbl. f. Chir. 1921. S. 818. — **10.** Chaput, Exstirpation complète du sein avec curage de l'aiselle à l'anesthésie locale. Bull. et mém. de la soc. de chir. 1910. S. 288. — **11.** Colmers, Über Pantopon-Skopolamin-Lokalanästhesie bei Bauchoperationen, insbesondere bei der Appendektomie. Zbl. f. Chir. 1912. Nr. 8. — **12.** Cushing, The employement of local anaesthesia in the radical cure of certain cases of hernia with a note upon the nervous anatomy of the inguinal region. Annals of surgery. Januar 1900. — **13.** Denk, Erfahrungen mit der Kappisschen Splanchnikusanästhesie. W. kl. W. 1919. Nr. 41. — **14.** Drüner, Bauchoperationen in Lokalanästhesie. Beitr. z. klin. Chir. 1919. Bd. 118. S. 222. — **15.** Drüner, Über die Leitungsanästhesie bei Bauchoperationen. Zbl. f. Chir. 1921. S. 1265. — **16.** Finsterer, Zur Technik der paravertebralen Leitungsanästhesie. Zbl. f. Chir. 1912. Nr. 18.

S. 601 (s. auch Verh. der Naturforscherversammlung 1911. Zbl. f. Chir. 1911. S. 1504). — **17.** Finsterer, Über die Bedeutung der Anästhesie für den Verlauf der Laparotomien. W. kl. W. 1913. S. 1560. — **18.** Finsterer, Lokalanästhesie bei Magenoperationen. Beitr. z. klin. Chir. 1912. Bd. 81. S. 266. — **19.** Finsterer, Über die Bedeutung der Anästhesie für den Verlauf der Laparotomien. W. kl. W. 1913. Nr. 39. — **20.** Finsterer, Lokalanästhesie bei Appendizitisoperat. M. Kl. 1917. Nr. 6. — **21.** Finsterer, Zur Frage der Lokalanästhesie in der Bauchchirurgie. W. kl. W. 1918. Nr. 31. — **22.** Finsterer, Der Wert der Lokalanästhesie bei den großen Bauchoperationen. M. Kl. 1919. Nr. 12. — **23.** Finsterer, Nochmals die Frage der Lokalanästhesie bei großen Bauchoperationen. W. m. W. 1919. Nr. 48. — **24.** Finsterer, Die Methoden der Lokalanästhesie in der Bauchchirurgie und ihre Erfolge. Berlin 1923. — **25.** Fowelin, Die Anästhesierung der rechten Darmbeigrube bei der Operation der chron. Appendizitis. Zbl. f. Chir. 1913. S. 342. — **26.** Franke, Technik der Lokalanästhesie bei Thoraxoperationen. D. Chir. Kongr. 1912. Bd. 1. S. 146. — **27.** Frey, Örtliche Betäubung bei gynäkologischen Bauchoperationen. M. m. W. 1921. Nr. 48. — **28.** Frigyesi, Die paravertebrale und parasakrale Anästhesie und die mit dieser kombinierte Infiltration der Ligamente bei größeren gynäkologischen Operationen. Zbl. f. Gyn. 1917. S. 281. — **29.** Graf, Zur Splanchnikusanästhesie nach Kappis. Zbl. f. Chir. 1921. S. 298. — **30.** Guedea, La Anesthesia local en la operacion de las hernias. Los Progresos de la Clinica 1913. S. 1. — **31.** Hackenbruch, Örtliche Schmerzbetäubung bei Bauchoperationen. D. Zschr. f. Chir. 1914. Bd. 129. S. 168. — **32.** Härtel, Lokalanästhesie in der Bauchhöhle. D. Chir.Kongr. 1921. I. S. 133. — **33.** Heidenhain, Laminektomie in Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1912. S. 281. — **34.** Hesse, Anwendung der Lokalanästhesie bei Eingriffen wegen Appendizitis, nebst Bemerkungen zur Erklärung appendizitischer Schmerzen. D. Zschr. f. Chir. 1911. Bd. 109. S. 42. — **35.** Hirschel, Die Anwendung der Lokalanästhesie bei größeren Operationen an Brust und Thorax (Mammakarzinom, Thorakoplastik). M. m. W. 1911. Nr. 10. S. 497. — **36.** Hofmann, Splanchnikusanästhesie in der Bauchchirurgie. Zbl. f. Chir. 1920. S. 53. — **37.** Holzwarth, In welchem Maße kann die Lokal- und Leitungsanästhesie die Allgemeinnarkose in der Chirurgie ersetzen? D. Zschr. f. Chir. 1915. Bd. 132. S. 381. — **38.** v. Hütten, Paravertebral- und Parasakralanästhesie bei Operationen des Bauches und Urogenitalsystems. Beitr. z. klin. Chir. 1922. Bd. 128. S. 54. — **39.** Jurasz, Die Paravertebralanästhesie im Dienste der Gallensteinchirurgie. Zbl. f. Chir. 1914. S. 1409. — **40.** Kappis, Über Leitungsanästhesie bei Nierenoperationen und Thorakoplastiken, überhaupt bei Operationen am Rumpf. Zbl. f. Chir. 1912. S. 249. — **41.** Kappis, Über Leitungsanästhesie an Bauch, Brust, Arm und Hals durch Injektion ins Foramen intervertebrale. M. m. W. 1912. Nr. 15. S. 794. — **42.** Kappis, Leitungsanästhesie bei Nierenoperationen. M. Kl. 1913. S. 233. — **43.** Kappis, Über periphere Schmerzstillung bei Nierenoperationen. Zschr. f. urol. Chir. 1913. Bd. 2. S. 156. — **44.** Kappis, Erfahrungen mit Lokalanästhesie bei Bauchoperationen. D. Chir.Kongr. 1914. — **45.** Kappis, Die Anästhesierung des Nervus splanchnicus. Zbl. f. Ch. 1918. S. 709. — **46.** Kappis, Sensibilität und lokale Anästhesie im chirurgischen Gebiet der Bauchhöhle mit besonderer Berücksichtigung der Splanchnikusanästhesie. Beitr. z. klin. Chir. 1919. Bd. 115. S. 161. — **47.** Kappis, Zur Technik der Splanchnikusanästhesie. Zbl. f. Chir. 1920. S. 98. — **48.** Kappis, Splanchnikusanästhesie. D. Chir.Kongr. 1920. — **49.** Kirchmayr,

Gedeckte Nadel zur Splanchnikusanästhesie nach Braun. Zbl. f. Chir. 1923. S. 1480. — **50**. Läwen, Lokalanästhesie für Nierenoperationen. M. m. W. 1911. Nr. 26. S. 1390. — **51**. Läwen, Über die Verbindung der Lokalanästhesie mit der Narkose, über hohe Extraduralanästhesie und epidurale Injektion anästhesierender Lösungen bei tabischen Krisen. Beitr. z. klin. Chir. 1912. Bd. 80. S. 168. — **52**. v. Lichtenberg, Technisches zur Ausführung der Lokalanästhesie bei größeren Leistenhernien. D. m. W. 1909. Nr. 16. — **53**. Metger, Erfahrungen an 100 Splanchnikusanästhesien. D. Zschr. f. Chir. 1923. Bd. 178. S. 37. — **54**. Muroya, Experimentelle Untersuchungen über Novokain bei Paravertebralinjektion. D. Zschr. f. Chir. 1913. Bd. 122. S. 1. — **55**. Naegeli, Splanchnikusanästhesie bei Bauchoperationen. D. Zschr. f. Ch. 1920. Bd. 153. S. 252, und Zbl. f. Chir. 1919. Nr. 37. — **56**. Nast-Kolb, Die Operation der Leisten- und Schenkelhernien in Lokalanästhesie. M. m. W. 1908. S. 1739. — **57**. Neumann, Funktioneller Nachweis sensibler Fasern im N. splanchnicus. Zbl. f. Physiol. 1910. Bd. 24. S. 1213. — **58**. Neumann, Über schmerzleitende Fasern im N. splanchnicus und Grenzstrang des Hundes. Zbl. f. Physiol. 1912. Bd. 26. S. 277. — **59**. Nölle, Zur Splanchnikusanästhesie. D. m. W. 1920. S. 737. — **60**. Orth, Magenresektionen in Lokalanästhesie. D. Zschr. f. Chir. 1922. Bd. 173. S. 294. — **61**. Paul, Zur Splanchnikusanästhesie. W. kl. W. 1920. S. 511. — **62**. Preiß und Ritter, Anwendung der Splanchnikusanästhesie. Zbl. f. Chir. 1919. S. 1025. — **63**. Preiß, Ausschaltung der Bauchhöhlensensibilität durch Blockierung der Nn. splanchnici und Rami communicantes des lumbalen Grenzstranges. D. Zschr. f. Chir. 1920. Bd. 159. S. 59. — **64**. Ramström, Die Peritonealnerven der vorderen und lateralen Bauchwand und des Diaphragma. Mitt. Grenzgeb. 1906. Bd. 15. S. 642. — **65**. Reinhard, Die Vorzüge der Novokainleitungsanästhesie vor der Inhalationsnarkose. Erfahrungen auf dem Gebiet der Novokainleitungsanästhesie. D. Zschr. f. Chir. 1917. Bd. 139. S. 110. — **66**. Sardemann, Eintausend gynäkologische und geburtshilfliche Operationen in paravertebraler Leitungsanästhesie. Diss. Freiburg 1917. — **67**. Schmid, Über vollständigen Ersatz der Narkose und Lumbalanästhesie bei Bauchoperationen durch die paravertebrale und parasakrale Anästhesie. Zbl. f. Gyn. 1916. S. 937. — **68**. Schmiedt, Über einige neue Methoden der Lokalanästhesie. Vereinigung sächsischer Chirurgen 9. 5. 1914. Zbl. f. Chir. 1914. — **69**. Schumacher, Zur Technik der Lokalanästhesie bei Thorakoplastiken. Zbl. f. Chir. 1912. S. 252. — **70**. Seidel, Oberflächenanästhesie der Bauchhöhle. D. Chir.-Kongr. 1921. I. S. 135. — **71**. Sellheim, Die Herabsetzung der Empfindlichkeit der Bauchdecken und des Peritoneum parietale durch perineurale Injektion anästhesierender Lösungen an die Stämme der N. N. intercostales, des subcostalis, des Ileohypogastricus und des Ileoinguinalis. Verh. D. Ges. f. Gyn. (1905) 1906. S. 176. — **72**. Siegel, Die paravertebrale Leitungsanästhesie. D. m. W. 1914. Nr. 28. — **73**. Siegel, Grundlagen und Technik der parasakralen Leitungsanästhesie. Zschr. f. Geburtsh. 1916. Bd. 79. H. 1. — **74**. Siegel, Ergebnisse bei weiteren 600 paravertebralen Anästhesien. M. Kl. 1916. Nr. 2. — **75**. Siegel, Die paravertebrale Leitungsanästhesie. Zbl. f. Gyn. 1917. Nr. 5. — **76**. Stenglein, Über Pantopon-Skopolamin-Lokalanästhesie bei Bauchoperationen, insbesondere bei der Appendizitis. D. Zschr. f. Chir. 1912. Bd. 144. S. 534. — **77**. Traugott, Sakral- und Lokalanästhesie bei Laparotomien. M. m. W. 1914. Nr. 21. — **78**. Wendling, Ausschaltung der N. N. splanchnici durch Leitungsanästhesie bei Magenoperationen und anderen Eingriffen in der oberen Bauchhöhle. Beitr. z.

klin. Chir. 1918. Bd. 110. S. 517. — **79.** Zangemeister, Paravertebrale und parasakrale Leitungsanästhesie bei gynäkologischen Operationen. Zbl. f. Chir. 1921. S. 1.

XVIII. Operationen an den Harn- und Geschlechtsorganen und am Mastdarm. Parasakrale Anästhesie.

1. Bier, Die Anästhesie in der Urologie. III. intern. Kongr. f. Urol. Ref. in M. m. W. 1914. S. 1527. — **2.** Bollag, Erfahrungen über Novokainanästhesie bei Geburten. M. m. W. 1915. S. 256. — **3.** Braun, Über die örtliche Betäubung bei vaginalen Operationen. Zbl. f. Gyn. 1918. Nr. 42. — **4.** Burgkhardt, Erfahrungen mit der parasakralen Anästhesie bei 130 vaginalen Operationen. Zbl. f. Gyn. 1922. S. 642. — **5.** Danis, L'anésthesie transsacrée. 26. Congrès français de Chir. Paris 1913. — **6.** Danis, L'anésthesie régionale du petit bassin. Bull. de la soc. royale des sciences med. de Bruxelles. 3. Mai 1915. — **7.** Finsterer, Parasakrale Anästhesie bei der Radikaloperation des Rektumkarzinoms. Zbl. f. Chir. 1922. S. 1522. — **8.** Fisch, Zur Anwendung der Lokalanästhesie bei Operationen an den weiblichen Genitalien. Zbl. f. Gyn. 1909. Nr. 31. S. 1079. — **9.** Franke und Posner, Zur Lokalanästhesie im kleinen Becken. Arch. f. klin. Chir. Bd. 99. S. 139. — **10.** Franz, Über parasakrale Anästhesie von der sakralen Wunde aus. Zbl. f. Chir. 1917. Nr. 14. — **11.** Freund, Die Lokalanästhesie mittels Eukain-Adrenalin. Zbl. f. Gyn. 1904. Nr. 48. — **12.** Freund, Zur Lokalanästhesie mittels Adrenalin-Eukain. Zbl. f. Gyn. 1909. S. 1077. — **13.** Frey, Der abdominelle Kaiserschnitt in Lokalanästhesie. M. m. W. 1921. S. 1548. — **14.** Garasch, Das Alypin als Anästhetikum in der Urologie. Wratsch 1911. Nr. 32. (Ref. im Zbl. f. Chir. 1911. S. 1483.) — **15.** Giesecke, Über die Lokalanästhesie bei vaginalen Operationen. Zbl. f. Gyn. 1920. Nr. 51. — **16.** Guyon, Leçons cliniques sur les maladies des poies urinaires. Paris 1897. Bd. 3. — **17.** Haim, Über Lokalanästhesie in der kleinen operativen Gynäkologie. Prag. m. Wschr. 1913. S. 98. — **18.** Henrich, Beitrag zur Lokalanästhesie bei Dehnung des Zervikalkanals und Operationen an der Portio. Zbl. f. Gyn. 1909. S. 525. — **19.** Ilmer, Über Pudendusanästhesie. Zbl. f. Gyn. 1910. S. 699. — **20.** Kappis, Der gegenwärtige Stand der örtlichen Betäubung bei Operationen an den Harnorganen. Zschr. f. urol. Chir. 1922. Bd. 10. S. 113. — **21.** Kayser, Erfahrungen mit der zweizeitigen Prostatektomie in Lokalanästhesie. B. kl. W. 1911. Nr. 8. — **22.** Kelsey, Local anaesthesia in operations of the rectum. New York m. record. 1912. Nr. 24. — **23.** Kleinhaus, Über die Verwendung der Schleichschen Infiltrationsanästhesie bei gynäkologischen Operationen. Mschr. f. Geburtsh. u. Gyn. 1898. H. 6. — **24.** Kraatz, Die Lokalanästhesie bei der Behandlung der Endometritis und Abort. Zbl. f. Gyn. 1910. Nr. 22. S. 729. — **25.** Lammers, Radikaloperation der Hydrozele unter Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1898. Nr. 20. — **26.** Lanz, Zweizeitige Prostatektomie in Lokalanästhesie. D. m. W. 1908. S. 965. — **27.** Losinski, Zur Frage der allgemeinen und besonders der lokalen Anästhesie in der gynäkol. Praxis. Zbl. f. Gyn. 1910. Nr. 50. S. 1618. — **28.** von Mann, Die Sensibilität der weiblichen Geschlechtsteile. Zbl. f. Gyn. 1911. S. 184. — **29.** Martin, Lokalanästhesie bei vaginalen Operationen. M. Kl. 1920. S. 5. — **30.** Mathes, Schmerzlose Dammnaht. M. m. W. 1909. S. 1183. — **31.** Payr, Prostatektomie in Lokalanästhesie. Verh. D. Ges. f. Chir. 1907. I. S. 188. — **32.** Pousson, Analgésie vésicale par

l'antipyrine. J. de méd. de Bordeaux. 19. 5. 1895. — **33.** Ruge, Lokalanästhesie in der Gynäkologie. Zbl. f. Gyn. 1912. Nr. 18. S. 561. — **34.** Ruge, Erfahrungen an den ersten 22 Fällen vaginaler Operationen in parametraner Leitungsanästhesie. M. m. W. 1914. S. 2401. — **35.** Schmid, Geburtshilfliche Kleinigkeiten. M. m. W. 1912. S. 1847. — **36.** Schmerz, Zur Anästhesierung der Excisio recti. Beitr. z. klin. Chir. 1920. Bd. 120. S. 368. — **37.** Sellheim, Über die Anästhesierung des Pudendus in der Gynäkologie. Zbl. f. Gyn. 1910. S. 897. — **38.** Staffel, Erfahrungen mit der parasakralen Anästhesie, besonders bei Mastdarmamputationen und -resektionen. Zbl. f. Chir. 1921. S. 729. — **39.** Stiassny, Zur Anästhesierungsfrage in der Gynäkologie. Zbl. f. Gyn. 1911. S. 157. (Verh. d. gyn. Ges. in Wien.) — **40.** Stocker, Über die Anästhesie in der Gynäkologie. Gynaecologia helvetica 1912. — **41.** Tamboise, De l'emploi de la cocaine dans la chir. des org. gen.-urinaires. Thèse de Lille, 1895/96. — **42.** Thaler, Zur Anwendung der Lokalanästhesie und der lokalen Suprareninanämisierung bei der Kolpohysterotomia anterior. Zbl. f. Gyn. 1912. Nr. 24. S. 763. — **43.** Thaler, Anwendung der Lokalanästhesie bei großen vaginalen Operationen. Mschr. f. Geburtsh. 1915. Bd. 42. H. 4. — **44.** Tölken, Erfahrungen mit der parasakralen Anästhesie. D. m. W. 1914. S. 174. — **45.** Wagner, Thesen für die Anästhesierungsfrage in der Gynäkologie (Lumbal- und Lokalanästhesie). Zbl. f. Gyn. 1911. S. 160. Nr. 4. Mschr. f. Geburtsh. 1910. S. 712. — **46.** Watson, Hemorrhoid operations. A local anaestesia technic. New York m. J. 1913. S. 755. — **47.** Wernitz, Über die Lokalanästhesie bei Operationen an den weiblichen Genitalien. Zbl. f. Gyn. 1909. S. 1083.

XIX. Operationen an den Extremitäten.

1. Babitzki, Die Anästhesie des N. ischiadicus. Zbl. f. Chir. 1913. S. 227 u. 460. — **2.** Babitzki, Über die regionäre Anästhesie der oberen und unteren Extremitäten. 12. Russ. Chir.Kongr. 1913. Ref. im Zbl. f. d. ges. Chir. Bd. 3. S. 624. — **3.** Babitzki, Zur Anästhesierung des Plexus brachialis nach Kulenkampff. D. m. W. 1913. S. 652. — **4.** Babitzki, Regionäre Anästhesierung bei Frakturen der unteren Extremität. D. m. W. 1914. S. 336. — **5.** Babitzki, Neuer Weg zum Plexus brachialis zwecks Anästhesierung. Zbl. f. Chir. 1918. Nr. 13. — **6.** Borchers, Die supraklavikuläre Anästhesierung des Plexus brachialis. Zbl. f. Chir. 1912. Nr. 26. — **7.** Boulay, De l'Anesthésie locale par la cocaïne dans la reduction des luxations et des fractures. Thèse de Paris 1909. — **8.** Braun, Die Anwendung der Lokalanästhesie zur Reposition subkutaner Frakturen und Luxationen. D. m. W. 1913. S. 17. — **9.** Brunner, Zur Frage der Phrenikuslähmung nach Plexusanästhesie. Zbl. f. Chir. 1913. S. 1104. — **10.** Capelle, Die Anästhesie des Plexus brachialis, ihre Gefahren und deren Vermeidung. Beitr. z. klin. Chir. 1917. Bd. 104. S. 122. — **11.** Conway, Cocaine as an anaesthetic in fractures and dislocations. New York m. J. 1885. Bd. 42. S. 632. — **12.** Deutschländer, Gelenkanästhesie. Zbl. f. Chir. 1913. S. 377. — **13.** Dollinger, Über die Reposition der Bruchenden in Lokalanästhesie. Zbl. f. Chir. 1913. S. 763. — **14.** Eichlam, Querschnittsanästhesie. D. m. W. 1918. Nr. 38. — **15.** Härtel u. Keppler, Erfahrungen über die Kulenkampffsche Anästhesie des Plexus brachialis. Arch. f. klin. Chir. Bd. 103. H. 1. — **16.** Hesse, Zur Plexusanästhesie nach Kulenkampff. Petersb. m. Zschr. 1914. S. 18. — **17.** Hirschel, Die Anästhesierung

des Plexus brachialis in der Achselhöhle bei operativen Eingriffen an der oberen Extremität. M. m. W. 1912. Nr. 22. S. 1218 und Verh. D. Ges. f. Chir. 1912. I. S. 348. — **18.** Hirschel, Kulenkampff, Jenkel, Finsterer, Anästhesierung des Plexus brachialis. D. Chir.Kongr. 1912. I. S. 348. — **19.** Hirschler, Nervenschädigungen bei Plexusanästhesie. Zbl. f. Chir. 1913. S. 766. — **20.** Hohmeier, Die Lokalanästhesie der Extremitäten. D. Chir.Kongr. 1914. — **21.** Jassenetzky-Woino,Leitungsanästhesie des N. ischiadicus. Zbl. f. Chir. 1912. Nr. 30. S. 1021. — **22.** Jassenetzki-Woino, Die regionäre Anästhesie des Ischiadikus und Medianus. Russ. Chir.Kongr. 1913. (Ref. im Zbl. f. d. ges. Chir. Bd. 3. S. 447.) — **23.** Keppler, Die Anästhesierung der unteren Extremität mittels Injektion auf die großen Nervenstämme. Arch. f. klin. Chir. 1913. Bd. 100. S. 501. — **24.** Klauser, Phrenikuslähmung bei Plexusanästhesie. Zbl. f. Chir. 1913. S. 599. — **25.** F. König, Über die Querschnittsanästhesie bei Operationen an den Extremitäten. Zbl. f. Chir. 1923. S. 1466. — **26.** Kulenkampff, Die Anästhesierung des Plexus brachialis. Zbl. f. Chir. 1911. Nr. 40, ferner D. m. W. 1912. Nr. 40 und Chir.Kongr. 1912 (Diskussion). — **27.** Kulenkampff, Die Anästhesierung des Plexus brachialis. Beitr. z. klin. Chir. 1912. Bd. 79. H. 3. — **28.** Kulenkampff, Zur Anästhesierung des Plexus brachialis. Zbl. f. Chir. 1913. S. 849. — **29.** Kummer, Amputation de la jambe faite avec anesthésie locale. Revue méd. de la Suisse rom. 1909. S. 114. — **30.** Läwen, Über Leitungsanästhesie an der unteren Extremität, mit Bemerkungen über die Technik von Injektionen an den N. ischiadicus bei Behandlung der Ischias. D. Zschr. f. Chir. 1911. Bd. 111. S. 252. — **31.** Lerda, Die praktische Anwendung der Lokalanästhesie bei Frakturen. Zbl. f. Chir. 1907. S. 1417. — **32.** Meyer, Beiträge zur Lokal- und Nervenleitungsanästhesie. Beitr. z. klin. Chir. 1913. Bd. 83. S. 520. — **33.** Mulley, Eine Modifikation der Plexusanästhesie nach Kulenkampff behufs Vermeidung einer Pleuraverletzung. Beitr. z. klin. Chir. 1919. Bd. 104. S. 666. — **34.** Neil and Crooks, Supraclavicular anaesthetication of the plexus brachial. Br. m. J. 1913. S. 388. — **35.** Nyström, Über regionäre Anästhesie bei Hauttransplantationen. Zbl. f. Chir. 1909. S. 137. — **36.** Payr, Kapselfüllung zur Erleichterung der Reposition von Luxationen. D. m. W. 1912. S. 2340. — **37.** Pernice (Oberst), Über Kokainanästhesie. D. m. W. 1890. S. 287. — **38.** Quénu, De l'anesthésie locale par la cocaïne dans la réduction des fractures. Bull. et mém. de la soc. de chir. de Paris 1908. Bd. 34. S. 976. — **39.** Quénu, De l'anesthésie locale dans la réduction des luxations. Bull. et mém. de la soc. de chir. de Paris 1909. Bd. 35. S. 462 und 492. — **40.** Rost, Anatomische Untersuchungen einiger für die Lokalanästhesie wichtiger Hautnerven. D. Zschr. f. Chir. 1913. Bd. 121. S. 455. — **41.** Schepelmann, Neben- und Nachwirkungen der Kulenkampffschen Plexusanästhesie. D. Zschr. f. Chir. 1915. Bd. 133. S. 558. — **42.** Schlesinger, Über Versuche, den Plexus lumbalis zu anästhesieren. Zbl. f. Chir. 1915. S. 385. — **43.** Siebert, Über einige neue Anästhesierungsverfahren, mit besonderer Berücksichtigung der Plexusanästhesie. M. Kl. 1912. Nr. 48. S. 1945. — **44.** Sievers, Phrenikuslähmung bei Plexusanästhesie nach Kulenkampff. Zbl. f. Chir. 1913. S. 338. — **45.** Sievers, Leitungsanästhesie am Oberschenkel durch Infiltration des inkarzerierten Querschnitts. Arch. f. klin. Chir. 1916. Bd. 107. H. 4. — **46.** Sievers, Neue Erfahrungen mit der Querschnittsanästhesie. Arch. f. klin. Chir. 1921. Bd. 115. S. 796 und Zbl. f. Chr. 1922. S. 836. — **47.** Stein, Zur Frage der Phrenikuslähmung nach der lokalen Anästhesie des Plexus brachialis. Zbl. f. Chr. 1913. S. 597. — **48.** Vogeler, Die Anwendung

der Lokal- und Leitungsanästhesie. M. m. W. 1920. S. 1505. — **49.** Walther, Über Leitungsanästhesie an der unteren Extremität. Diss. Leipzig 1915. — **50.** Wiedhopf, Die Leitungsanästhesie der unteren Extremität. D. Zschr. f. Chir. Bd. 145. S. 79, und Zbl. f. Chir. 1922. S. 836.

XX. Nachträge.

Berger, Optokain, ein neues Lokalanästhetikum. Zbl. f. Chir. 1924. S. 2483.

Entin, Die chirurgische Anatomie des Foramen infraorbitale. D. Zschr. f. Chir. 1924. Bd. 188. S. 347.

Czermak, Die örtliche Betäubung in der Oto-Rhino-Laryngologie. Beitr. z. Anat., Phys., Path., Ther. des Ohres usw. 1924. Bd. 21. S. 72.

Czermak, Über den Einfluß der Lokalanästhesie auf den Blutdruck. Ebenda. Bd. 21. S. 98.

Farr, Practical Local Anesthesia. New York 1923. 529 S.

Herfarth, Über ein neues Anästhetikum (Tutokain). Beitr. z. kl. Chir. 1924. Bd. 132. S. 161.

Hirsch, Tutokain als Oberflächenanästhetikum. D. m. W. 1924. S. 154.

Schoenfelder, Tutokain in der Augenheilkunde. M. m. W. 1924. S. 1753.

Sachregister.

A.

Abdominelle Sensationen 29, 337, 356, 362.
Abkühlung als Betäubungsmittel 5, 37, 40; — zur Lokalanästhesie 48; — Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung 153.
Ablatio testis 397.
Abschnürung zur örtlichen Betäubung 4, 33, 39, 203; — Einfluß auf allgemeine und örtliche Vergiftung 151.
Achillessehne, Tenotomie 457.
Achselhöhle 355.
Adonidin 147.
Adrenalin, Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung 156.
After, Empfindlichkeit 24; — Operationen 407; — künstlicher 360.
Akoin 122; — mit Suprarenin 164.
Alkaloid der Esmarchschen Blutleere 160.
Alraunwurzel 2, 6, 7.
Alveolarfortsatz 309.
Alypin 69, 134, 227; — und Suprarenin 164, 222.
Amaurose bei Betäubung der Orbita 264.
Amylen 40.
Analfistel 408.
Analgesierung, zirkuläre 186, 234.
Anästhesie durch Abkühlung 5, 37; — arterielle 75, 206; — epidurale Infiltrationsanästhesie 73, 227; — interkostale 335; — durch Kompression und Blutleere 3, 32; — Leitungsanästhesie 32, 74, 184, 227; — Lumbalanästhesie 193; — parasakrale 386; — paravertebrale 336, 343, 362; — Plexusanästhesie 422; — durch Quellung 55, 59; — Sakralanästhesie 193, 198; — Splanchnikusanästhesie 336, 366; — terminale 32, 41, 73; — Venenanästhesie 75, 203; — durch Wasserentziehung 55; — zentrale 31.
Anästhesin 131.
Anaesthetica dolorosa 60, 65, 68, 147.
Anästol 44.
Anästyl 44.
Aneson 121.
Antipyrin 102, 147.
Antrum tympanicum 257.
Appendix 28, 361.
Arm 417; — Innervation 418.
Armnerven, Schädigungen 427.
Arterielle Anästhesie 75, 206.
Arzeimittel zur örtlichen Betäubung 6, 61, 75; — Untersuchungsmethoden 65; — allgemeine Eigenschaften 69; — Anwendungsformen 72; — Resorption 61.
Aszites 357.
Äther als Betäubungsmittel 7, 38, 48; — zur Leitungsanästhesie 48.
Atherome am Kopf 245.
Ätherzerstäuber 38, 48.
Äthylchlorid 42.
Äthylenchlorid 8, 40.
Atomgruppen, anästhesiphore 69.
Augenoperationen 283.

B.

Bänder, Empfindlichkeit 23.
Bauchfelltuberkulose 359.
Bauchgefühle 29.
Bauchoperationen 213, 342, 355.

Bauchorgane, Empfindlichkeit 26, 338.
Beckenorgane, Innervation 385.
Bein 445.
Besteck zur örtlichen Betäubung 221.
Betäubungsverfahren 13, 72, 170.
Blase 393; — Schleimhaut 392.
Blutdruck, Einfluß des Novokain-Suprarenin 144.
Blutleere als Betäubungsmittel 32, 37, 45; — Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung 100, 151.
Bromäthyl 39, 46.
Brucin 146.
Brustbein 352.
Brustdrüse 339, 352.
Brustkorb 330, 421.
Brustorgane, Empfindlichkeit 31.
Bulbus, Enucleatio 286.
Bursa olecrani 443; — praepatellaris 462.

C.

Chinin als Betäubungsmittel 148.
Chloräthyl 42; — mit Kokain 107.
Chloräthylrausch 210, 362.
Chlormethyl 43.
Chloroform zur örtlichen Betäubung 7, 10, 11, 40.
Cocainum muriaticum 106; — phenylicum 107.
Convallamarin 147.

D.

Dammgegend, männliche 383; — weibliche 384.
Damminfiltration, quere 400.
Dammriß 407.
Darmfisteln 357.
Daumen, Exartikulation 435.
Differente Stoffe 63.
Dionin 147.
Dura mater, Empfindlichkeit 26, 243.

E.

Echinokokken- und Leberabszesse 357.
Einspritzung, endoneurale 184, 191; — parasakrale 388; — perineurale 184; — subkonjunktivale 285; — subkutane 11, 49.
Einträufelungen ins Auge 284.
Ellbogen 443.
Empfindlichkeit und Schmerz 13.
Emphysem, Rippenknorpelresektion bei 351.
Entgiftung von Arzneimitteln im Körper 64, 150, 153.
Enucleatio bulbi 286.
Erythrophlacin 147.
Eucain 69, 114; — milchsaures 120; — und Suprarenin 162.
Eucainum aceticum 120.
Exartikulation im Schultergelenk 444.
Exenteratio bulbi 286; — orbitae 286.
Extremitäten, Operationen 445; — örtliche Betäubung 186; 190; — Querschnittinfiltration 186.

F.

Faszien, Empfindlichkeit 20.
Femur, Osteotomie 463.
Finger 34, 186, 429; — und Mittelhand 431, 435.
Foramen infraorbitale 264; — rotundum, Punktion des 266, 267; — transorbitale Punktion 268; — ovale 275, 277.
Fuß 456, 457.

G.

Gabelvereiser, Kühnenscher 43.
Gallenblase, Empfindlichkeit 30; — Operationen 345, 368.
Ganglion Gasseri, Punktion 279; — cervicale uteri 385.
Gastroenterostomie 361.
Gastrostomie 357.
Gaumenoperationen 306, 317.
Gebärmutter, Empfindlichkeit 30; — Operationen 403.
Gehirn, Empfindlichkeit 25; — Operationen 251.
Gehörorgan 254; — Innervation 254.
Gelatine 151.
Gelenke, Empfindlichkeit 23; — örtliche Betäubung 172, 412.
Geschlechtsorgane, männliche 394; — weibliche 402.
Gesichtsweichteile, Operationen 289.

Gewebsschädigungen durch Kokainlösungen 104.
Gleditschin 147.
Guajakol 147.
Guajazyl 147.

H.

Hackenbruchscher Rhombus 235.
Hallux-valgus-Operation 455.
Halsoperationen 323.
Hämorrhoiden 408.
Hand 436, 437, 438.
Harnblase, Empfindlichkeit 25.
Harnröhre 392, 400; — Fisteln 399.
Harn- und Geschlechtsorgane 382.
Hasenscharte 292.
Haut, Empfindlichkeit 19; — Betäubung 170, 229; — Quaddel 230; — gestielter Tumor 234.
Helleborin 147.
Hernien 374.
Herz und Herzbeutel 352.
Highmorshöhle 301; — Nadelführung 303.
Hirnpunktion 245.
Hoden, Empfindlichkeit 31; — Operationen 394.
Hohlnadelhalter 217.
Hohlnadeln 216; — Lage bei Splanchnikusanästhesie 366.
Holokain 69, 120.
Hüftverrenkung 415.
Hydrozele 395.
Hygroma praepatellare 461.
Hypospadie 399.

I.

Ileozökalgegend 359.
Indikationen 207.
Infiltrationsanästhesie 73, 74, 79, 174, 227.
Instrumentarium 204, 214.
Interkostale Anästhesie 335.
Interkostalnerven 190.

K.

Kaliumsulfat, Steigerung der Novokainwirkung durch 141, 222.
Kankroid der Kopfhaut 247.
Karbolsäure als Betäubungsmittel 146.
Kataphorese, elektrische 9, 172.
Kehlkopfoperationen 328.
Kelen 42.
Kieferoperationen 301.
Kinngegend 293.
Kleinhirn, Freilegung 251.
Kniegelenk 461, 463.
Kniekehle 461.
Knochen, Empfindlichkeit 21.
Knochenbrüche 412.
Knorpel, Empfindlichkeit 22.
Kohlensäure zur örtlichen Betäubung 8, 44.
Kokain 75; — Dosierung 98; — Eigenschaften 76; — Einfluß auf Hautsinnesempfindung 87; auf motorische Nerven 88; — physiologische Wirkungen des Kokains 82; — und Suprarenin 162.
Kokainbetäubung, Geschichte 76.
Kokain-Chloräthyl 107.
Kokainlösung, Gefrierpunktbestimmung 80; — Gewebsschädigung durch K. 104; — Herstellung und Sterilisation 104; — Inkarzeration 188.
Kokainrausch 90.
Kokainsalze 107.
Kokainum s. Cocainum.
Kokainvergiftung 76, 80; — Wesen und Mechanik der örtlichen 82; der allgemeinen 89; — Verhütung und Behandlung 98.
Kompression als Betäubungsmittel 3, 32.
Konzentration, physiologische von Kokain 86; — Eukain 116; — Novokain 138; — Tropakain 110.
Kopf, Operationen 245.
Körperhöhle, Punktion 236.
Koryl 44.
Kreuzbein 198.
Krönleinsche Operation 288.

L.

Laminektomie 347.
Lappenplastik 170, 290.
Laryngologie 328.
Leber, Empfindlichkeit 30; — Operationen 357.

Leistenbruch 374; — reponibler 377; — irreponibler 379.
Leitungsanästhesie 32, 74, 184, 189, 227; — interkostale 330, 335, 339, 358; — parametrane 403; — parasakrale 386, 405; — paravertebrale 330, 343, 362.
Linea alba, Brüche 371; — intertubercularis 275.
Lingula, Einspritzung 270, 273.
Lipome der Schulter 444.
Lippen 291.
Liquor Hollandicus 8.
Lösungen, betäubende 220; — wässerige 53.
Lumbalanästhesie 193.
Lungenabszesse 336.
Luxationen 414.
Lymphdrüsen am Halse 325; — der Leistengegend 465.

M.

Magenoperationen 361, 364.
Mammakarzinom 353.
Mastdarmfisteln 410.
Mastdarmkrebs 411.
Mesenterium, Empfindlichkeit 27.
Metäthyl 44.
Methylchlorid 43.
Mittelfinger, Exartikulation 432.
Mittelhand 431, 432.
Morphium als örtl. Betäubungsmittel 11.
Mundbodenoperationen 318, 321.
Muskeln, Empfindlichkeit 20, 182.

N.

Nabelbrüche 371.
Nachschmerz 211.
Nadelführung 373.
Narkose, Verbindung mit örtlicher Betäubung 213, 362.
Narkosentechnik 210.
Nasenhöhle 295.
Nasenoperationen 291; — Karzinom 297.
Nasenrachenfibrome 317.
Nasenscheidewand, Betäubung 265.
Nervensystem, vegetabiles 337.
Nervus alveolaris 190, 265, 271; — cutaneus antebrachii 184; — cutaneus femoralis 385; — lateralis 447; — ethmoidalis 290, 295; — femoralis 445; — glossopharyngeus 254, 318; — ileohypogastricus und ileo-inguinalis 360, 375; — infraorbitalis 261; — intercostalis 330; — ischiadicus 190, 450; — laryngeus superior 190, 329; — lingualis 190, 271; — mandibularis 271; — maxillaris 264, 295; — medianus 188, 441; — nasopalatinus 264; — obturatorius 452; — olfactorius 295; — ophthalmicus 261; — pelvicus 382, 385; — peroneus 192, 457; — phrenicus 336; — pudendus 382; — radialis 188, 438; — saphenus 445; — spermaticus 374; — splanchnicus 336, 364; — supraclavicularis 341; — supraorbitalis 190; — suralis 457; — sympathicus 332; — tibialis 457; — trigeminus 260; — ulnaris 188, 438, 441; — vagus 318, 324.
Neurozidin 148.
Nirvanin 129.
Novokain 69, 137; — Herstellung der Lösungen 221; — mit Kaliumsulfat 141, 222; — mit Suprarenin 141, 164, 223; — N.-Vergiftung 142; — Einfluß auf d. Niere 211.
Novokainbikarbonat 71, 140, 221.
Novokainborat 140.
Novokainchlorid 221.
Novokainphosphat 140.

O.

Oberarm 443.
Oberflächenbetäubung 100, 170.
Oberkieferresektion 304.
Oberkieferzähne 315.
Oberlippe 291.
Oberschenkel 446, 464; — Osteotomie am 463.
Ohrenoperationen 254.
Ohrmuschel 256.
Okzipitalnerven, Unterbrechung 190.
Operationen, Förstersche 346; — Freundsche bei Emphysem 351; — geburtshilfliche 402; — an den Gliedern 412; — vaginale 402.

Operationstisch 213.
Orbita, Exenteratio 286.
Orbitaleinspritzung 262.
Orthoform 127; — neu 128.
Örtliche Betäubung, Bedeutung, Indikation und allgemeine Technik 207; — Geschichte der 1; — Instrumentarium zur 214; — bei Kindern 210; — Verbindung mit Narkose 213, 362.
Osmotsiche Spannung wässeriger Lösungen 50.
Ösophagus 328.
Osteotomie des Femurs 463.
Ouabain 147.

P.

Parasakrale Anästhesie 386, 405.
Parästhesien 191.
Paravertebrale Anästhesie 336, 343, 362.
Paukenhöhle 256.
Penis 397, 399; — Amputation 399, 465.
Perikardiotomie 352.
Peritoneum, Empfindlichkeit 26; — Betäubung 356.
Peronin 147.
Petroläther 40.
Pharyngotomie 327, 330.
Phimose 397.
Phrenikuslähmung 424.
Plastische Operationen 170, 292.
Pleura, Empfindlichkeit 31; — Punktion 236, 348; — Verletzungen 426.
Plexusanästhesie 422.
Plexus brachialis 354, 417; — cervicalis 324; — coccygeus 386; — coeliacus 365.
Propäsin 132.
Prostatektomie 402.
Pseudokokain 109.
Psikain 109.
Psychische Verfassung 210, 212.
Punktion von Körperhöhlen 236.
Pylorusresektion 361.

Q.

Quaddelgefühllosigkeit, Dauer bei Akoin 123.
Quaddelprüfung 66.
Quaddelreihe 231.
Quellungsanästhesie, Quellungsnekrose, Quellungsschmerz 55.

R.

Radikaloperation am Ohr 257.
Reiznadel nach Perthes 191.
Resorption und örtliche Vergiftung 61.
Rhinophyma 291.
Rippenresektion 349, 350, 351.
Robbins anaesthetic Ether 40.
Rückbildungsfähigkeit 70.
Rückenmarksbetäubung 114, 119.
Rumpfwandnervenanästhesie 361.

S.

Sakralanästhesie 198.
Samenstrang 395.
Saponin 12, 146.
Sarkom des Schädeldachs 248.
Säugling, örtliche Betäubung beim 210.
Schädelbruch 245.
Schädeloperationen 243.
Schädelresektion wegen Kankroid 247; — wegen Sarkom 248; — in der Schläfengegend 250, 252.
Schamlippe, Tumor 404.
Schenkelbrüche 380.
Schilddrüse, Empfindlichkeit 31; — Operationen 327.
Schleimhäute, Empfindlichkeit 24; — Betäubung 10, 170.
Schlüsselbein 445.
Schmerz, Physiologie und Psychologie 13.
Schmerzempfindlichkeit der Organe 18.
Schrumpfungsanästhesie 55.
Schultergegend 444.
Schwefelkohlenstoff 39.
Sehnen, Empfindlichkeit 20.
Skrotum 396.
Splanchnikusanästhesie 336, 366; — Führungsinstrument 367.
Spritzen 214.
Stein von Memphis 3.
Stenokarpin 147.
Stirnhöhle 299.
Stoffe, differente und indifferente 61.

Stovain 69, 132.
Strophantin 147.
Strumektomie 324.
Stypage nach Bailly 44.
Subkutin 131.
Subphrenischer Abszeß 336, 352.
Suprarenin, chemische Eigenschaften 158; — Einfluß auf örtliche und allgemeine Vergiftung 156; — Dosierung 168; — physiologische Wirkungen 159; — Tabletten 222.
Sympathikuslähmung 424.
Synovialmembran, Empfindlichkeit 23; — Betäubung 170.

T.

Tablettenlösung, Tiegel zum Auskochen 218.
Tastsinn 35, 40, 87.
Technik, allgemeine 207.
Thorakotomie 349.
Tisch zur örtlichen Betäubung 219.
Tonsillen 320, 321.
Tracheotomie 327.
Tränensack, Operationen 288.
Transplantation nach Thiersch 234, 450, 465.
Trigeminusneuralgie 282.
Trigonum retromolare 272.
Trommelfell 255.
Tropakokain 92, 109; — und Suprarenin 162.
Tuberculum articulare 275.
Tutokain 145; — Suprarenintabletten 224.

U.

Überempfindlichkeit 17.
Umschnürungsanästhesie 33, 36.
Umspritzung von Operationsfeldern 235; — der Bauchdecken 359; — muldenförmige 239, 240; — pyramidenförmige 238; — am Schädel 245.
Unterempfindlichkeit 17.
Unterhautzellgewebe, Empfindlichkeit 19; — örtliche Betäubung 185, 232.
Unterkieferoperationen 307, 315.
Unterleibsbrüche 370.
Unterlippe 293.
Unterschenkel 460.
Untersuchungsmethoden 64.
Urethrotomia externa 400.

V.

Vaginale Operationen 402.
Vena saphena 463, 464.
Venenanästhesie 75, 203; — Instrumentarium 204.
Vergiftung, örtliche 61, 63; — allgemeine 70.
Verrenkungen 412.
Vitalität der Gewebe, Einfluß auf die örtliche Betäubung 150.
Vorderarm 414, 440.
Vorhaut, Betäubung 397.

W.

Wangenspaltung, quere 292.
Warzenfortsatz, Aufmeißelung 257.
Wasser als örtliches Betäubungsmittel 59; — physiologische Wirkung 58.
Wirbelsäule 330, 346.
Wunden, Betäubung 170.

Y.

Yohimbin 69, 148.

Z.

Zahnheilkunde 309.
Zähne, Innervation 312.
Zehen 186, 454; — Exartikulation 455.
Zentralnervensystem, Kokainvergiftung 93.
Zervikalnerven 190.
Zirkel nach Offerhaus 276.
Zungenoperationen 319; — Karzinom 321.
Zykloform 132.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH IN LEIPZIG

Chirurgie

UNTER MITWIRKUNG VON ZAHLREICHEN FACHGELEHRTEN
herausgegeben von
DR. ERWIN PAYR und DR. CARL FRANZ
Geh. Med.-Rat, o. Prof. d. Chirurgie, Direktor d. Chirurg. Klinik, Leipzig
Generalarzt, o. Prof. d. Kriegschirurgie a. d. Kaiser-Wilhelm-Akademie, Berlin
XXXII, 816 und VIII, 886 Seiten mit 1039, zum Teil farbigen Abbildungen im Text, 1 Stereoskop- und 2 Doppeltafeln. 1922.
Nur in 2 Bänden vollständig Rm. 78.—, geb. Rm. 84.—, in Halbfranz geb. Rm. 94.—
(„Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkriege", herausgegeben von Prof. Dr. Otto von Schjerning †, Band I/II.)

Deutsche Zeitschrift für Chirurgie: Das Werk hat nicht nur für die Gegenwart größte Bedeutung, sondern auch für alle folgenden Geschlechter. Narath (Heidelberg).
Deutsche Medizinische Wochenschrift: . . . Man weiß nicht, was man an diesem Handbuche mehr bewundern soll, die ganze Anlage und die schnelle und doch gründliche Ausführung, oder die für unsere Zeit geradezu prächtige Ausstattung. — Bei der Reichhaltigkeit des Gebotenen ist es sehr schwer, über Einzelheiten zu berichten. A. Köhler (Berlin).
Zentralblatt für Chirurgie: Nach Inhalt und Ausstattung ein großzügig angelegtes und in den Einzelheiten exakt und streng wissenschaftlich durchgeführtes Werk, dessen Gebrauch und Studium wir nicht missen können. — Schon die Namen der Autoren bürgen dafür, daß der reiche Inhalt bei seiner klaren und übersichtlichen Gliederung in hervorragendster Weise abgehandelt ist. Borchard (Charlottenburg).

Chirurgische Operationslehre

UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER FACHGELEHRTER
herausgegeben von
PROF. DR. AUGUST BIER · PROF. DR. HEINRICH BRAUN
Geh. Med.-Rat in Berlin
Geh. Med.-Rat, Dir. des Krankenstiftes in Zwickau
PROF. DR. HERMANN KÜMMELL
Geh.-Rat, Direktor der chirurgischen Universitätsklinik in Hamburg-Eppendorf
VIERTE UND FÜNFTE, VERMEHRTE AUFLAGE
FÜNF BÄNDE
3368 Seiten mit 2822 meist farb. Abb. im Text und auf zwei Tafeln · 1922/23
Geb. Rm. 225.—

Zentralblatt für Chirurgie: Diese großzügige, inzwischen wohl jedem Chirurgen bekannt und lieb gewordene Operationslehre zu lesen, ist ein Vergnügen! Gute, zum Teil glänzende, didaktische Darstellung ohne schulmeisterliche Formen, umfassendes Ergreifen des Gegenstandes bei aller Kürze im Text wetteifern mit den ganz vorzüglichen und besonders zahlreichen Abbildungen, dem Leser das Beste zu bieten.
Deutsche Zeitschrift für Chirurgie: Man muß gestehen, daß hier etwas ganz Vorzügliches geboten wird. Man wird sich bei den Operationen leicht zurechtfinden können. Alles in allem genommen haben bewährte Fachmänner im Verein mit Künstlern der Bildertechnik und einem kunstverständigen Verleger ein monumentales Werk geschaffen, dessen Besitz und Studium jedem Chirurgen Freude bereiten wird. Narath (Heidelberg).

Zentralblatt für Chirurgie

herausgegeben von
PROF. DR. KARL GARRÉ · PROF. DR. AUGUST BORCHARD
in Bonn
in Charlottenburg
PROF. DR. GEORG PERTHES
in Tübingen
1925 erscheint der 52. Jahrgang · Wöchentlich eine Nummer
Preis vierteljährlich bei Vorauszahlung Rm. 10.—

Anfang 1924 feierte das Zentralblatt als weitgeschätztes und bewährtes, führendes Organ aller vielbeschäftigten in- und ausländischen Chirurgen das 50jährige Jubiläum seines Bestehens. Dem ununterbrochen sich steigernden Umfang der medizinischen Literatur folgend, hat es von Jahr zu Jahr an Seitenzahl und noch mehr an der Zahl der Einzelreferate zugenommen und wird auch ferner bestrebt sein, den Kreis seiner Arbeit immer weiter zu ziehen, natürlich wie bisher unter Berücksichtigung aller Grenzgebiete. — Originalmitteilungen wird stets gern Aufnahme gewährt, vorausgesetzt, daß sie im Hinblick auf den Umfang des Blattes keinen zu großen Raum beanspruchen. Berichte über die Sitzungen deutscher wie ausländischer chirurgischer Gesellschaften, möglichst in Gestalt kurzer Autoreferate der Redner, werden wie bisher weiter erscheinen.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH IN LEIPZIG

Der chirurgische Operationskursus

EIN HANDBUCH FÜR ÄRZTE UND STUDIERENDE

VON

DR. VICTOR SCHMIEDEN

o. ö. Professor der Chirurgie :: Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik zu Frankfurt a. M.

MIT EINEM VORWORT VON PROF. DR. AUGUST BIER, BERLIN

Neunte bis elfte, umgearbeitete Auflage

XX, 531 Seiten mit 587 teils farb. Abb. im Text · 1923 · Geb. Rm. 18.—

Medizinische Klinik: Es ist eine unübertreffliche und erschöpfende Operationslehre, die nicht nur den Studierenden, sondern auch dem ausübenden Chirurgen ein Führer sein kann. Das gesamte Gebiet der operativen Chirurgie ist mustergültig dargestellt. Die Abbildungen sind durchweg sehr gut und ergänzen die instruktive klare Darstellung aufs beste. Die Ausstattung des Buches ist ebenso gut wie in Friedenszeiten.

Berliner klinische Wochenschrift: Über das ungemein klar und präzise geschriebene Buch, das in mustergültiger äußerer Form einen zuverlässigen Wegweiser für die verantwortungsvolle Kunst des Operierens darstellt, läßt sich kaum etwas Neues sagen.

Chirurgie

I. TEIL: ALLGEMEINE CHIRURGIE

Bearbeitet von Prof. Dr. D. Kulenkampff, Zwickau · 5., gänzlich umgearbeitete Auflage · XII, 187 Seiten mit 9 Abb. im Text · 1921

Rm. 2.50, geb. Rm. 3.—

Zentralblatt für Chirurgie: Es ist erstaunlich, welche Fülle wichtigen Wissens aus dem großen Gebiete der allgemeinen Chirurgie Verf. in das kleine Bändchen gedrängt hat, das nicht allein ein guter Leitfaden für die Examensnöte ist, sondern auch vielleicht dem Praktiker wertvoller ist als die Neuauflage eines großen Lehrbuches, von dem er wegen Mangel an Zeit nur das eine oder andere Kapitel lesen kann. M. Strauß (Nürnberg).

II. TEIL: OPERATIONSLEHRE

Bearbeitet von Prof. Dr. D. Kulenkampff, Zwickau · 4., völlig neu bearbeitete Auflage · XIV, 236 Seiten mit 18 Figuren im Text · 1924

Rm. 4.50, geb. Rm. 5.—

Therapeutische Monatshefte: Repetitorien wie das Kulenkampffs werden nicht zu entbehren sein für den Examenskandidaten. Von diesem Standpunkte aus läßt sich das Büchlein durchaus empfehlen. Besonders der spezielle Teil ist klar und übersichtlich dargestellt und enthält mindestens alles das, was der praktische Arzt wissen muß. Magnus (Marburg).

III. Teil: SPEZIELLE CHIRURGIE

Von Dr. Gerhard Buhre, Bremen · IV, 148 Seiten mit 38 Abb. im Text · 1922

Rm. 1.80, geb. Rm. 2.30

Zentralorgan für die gesamte Chirurgie und ihre Grenzgebiete: Das Kompendium bringt in flüssiger und abwechslungsreicher Darstellung alles unbedingt Notwendige als Gerüst des umfangreichen Gebiets. Das Eingehen auf die Pathologie, ferner die sehr instruktiven Figuren und Röntgenskizzen verdienen besondere Hervorhebung. Wassertrüdinger (Charlottenburg).

IV. TEIL: FRAKTUREN UND LUXATIONEN

Von Dr. Karl Propping, Privatdozent für Chirurgie in Frankfurt a. M.

VI, 144 Seiten mit 7 Abb. im Text · 1921

Rm. 2.20, geb. Rm. 2.70

Zeitschrift für orthopädische Chirurgie: In vollstem Maße wird das Werk seiner Aufgabe gerecht . . . Im allgemeinen wie im speziellen Teil ist Verfasser den neuesten Grundsätzen gerecht geworden, so daß auch der Facharzt aus dem Buche Nutzen ziehen kann.

Dransfeld (Dahlem).

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH IN LEIPZIG

Die chirurgische Behandlung der Lungentuberkulose

NACH DEN ERFAHRUNGEN DER CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTSKLINIK MÜNCHEN AUS DEN JAHREN 1918—1922

VON

DR. ALFRED BRUNNER

Privatdozent für Chirurgie, Assistent der Chirurgischen Klinik, München

MIT EINEM GELEITWORT VON

GEH. HOFRAT PROF. DR. F. SAUERBRUCH

Nr. 13 der Tuberkulose-Bibliothek, herausgegeben von Prof. Dr. L. Rabinowitsch, Berlin

376 Seiten mit 99 Abbildungen · 1924 · Einzelpreis Rm. 17.50

Vorzugspreis beim regelmäßigen Bezug oder von 5 Nummern der Bibliothek Rm. 14.—

Zentralorgan für die gesamte Chirurgie und ihre Grenzgebiete: Bei der heutigen Bedeutung der chirurgischen Behandlung der Lungentuberkulose entspricht ein Buch wie das vorliegende einem dringenden Bedürfnis. Die Darstellung ist beherrscht durch eigene Erfahrung, die sich auf das Material der Sauerbruchschen Klinik vom Jahre 1918—1922 bezieht. Die pathologisch-anatomischen und klinischen Grundlagen, die bisherigen Ergebnisse der chirurgischen Behandlung der Lungentuberkulose sind erschöpfend behandelt. Die beigegebenen Krankengeschichten sind für jeden, der sich mit der Behandlung der Lungentuberkulose befaßt, von größtem Wert. Die einzelnen Kapitel sind anregend geschrieben, überall tritt uns ein reifes Urteil und eine streng sachliche Kritik entgegen. Der Nichtfachmann findet in dem vorliegenden Buche die beste Einführung in alle einschlägigen Fragen, der Fachmann wertvolle Ratschläge und Anregungen sowie erpropte Richtlinien für eigenes Handeln. Konjetzny (Kiel).

Die normale und pathologische Physiologie des Knochens

(EXPERIMENTELLE ORTHOPÄDIE)

VON

DR. WALTHER MÜLLER

MIT EINEM VORWORT VON A. LÄWEN

VI, 218 Seiten mit 67 Abbildungen im Text · 1924 · Rm. 12.—, geb. Rm. 14.—

Klinische Wochenschrift: Dem Verf. ist die Bearbeitung und die Gliederung des schwierigen und umfangreichen Materials außerordentlich gut gelungen. Die normale Physiologie und die Biologie des Knochens, des Knochenwachstums und der Regeneration, sowie die pathologische Physiologie des Knochens in ihren Beziehungen zu den verschiedenen augenblicklich im Brennpunkt des Interesses stehenden Knochenerkrankungen sind bei knapper Form der Darstellung doch eingehend besprochen. Die Literatur ist in sorgfältigster Weise berücksichtigt und angeführt. Ein ausführliches Schlagwortregister vervollständigt den Wert des ausgezeichnet ausgestatteten Buches. W. V. Simon (Frankfurt a. M.).

Deutsche Medizinische Wochenschrift: Was in der Literatur bisher zerstreut und für den Anfänger oft schwer auffindbar war, das hat der Verfasser in diesem Buch mit glücklicher Hand zusammengetragen. Wer den Reiz eigener Forscherarbeit empfindet und ihm zu folgen wünscht, der findet in dem Buch Anregungen und Aufgaben die Fülle. Axhausen (Berlin).

Die Amputationen und Exartikulationen

unter besonderer Berücksichtigung des Kunstgliederbaues

FÜR ÄRZTE UND STUDIERENDE VON

GEH. MED.-RAT Dr. TH. KÖLLIKER

ord. Prof. der Orthopädie, Obergeneralarzt a. D. in Leipzig

IV, 68 Seiten mit 38 Abbildungen im Text · 1925 · Kart. Rm. 2.70

Dieses kleine Buch stellt den Auszug einer vom Verfasser seit einer Reihe von Semestern gehaltenen Vorlesungen dar. Diese Vorlesungen gehen von der Absicht aus, bei kurzer Besprechung der Amputationen und Exartikulationen überall den Standpunkt und die Erfordernisse des Kunstgliederbaues hervorzuheben. Das Büchlein hat in dieser Form den Zweck, weiteren Kreisen zugänglich zu werden und der großen Anzahl unserer Kunstgliederträger etwas Nutzen zu bringen.