DIE

ELECTRICITÄT IN DER MEDICIN.

STUDIEN

von

Dr. HUGO ZIEMSSEN,

Privatdocent und Assistenzarzt an der medicinischen Klinik zu Greifswald.

MIT VIER LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BERLIN, 1857.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

69 Unter den Linden, Ecke der Schadow-Strasse.

DIE

ELECTRICITÄT IN DER MEDICIN.

STUDIEN

von

Dr. HUGO ZIEMSSEN,
Privatdocent und Assistenzarzt an der medicinischen Klinik zu Greifswald.

MIT VIER LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BERLIN, 1857.
VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.
Unter den Linden No. 69. (Ecke der Schadow-Strasse.)

HERRN

PROFESSOR D^R. NIEMEYER

Director der medicinischen Klinik an der Universität zu Greifswald

widmet diese Blätter

als Zeichen seiner Hochachtung und Verehrung

DER VERFASSER.

VORWORT.

Es ist nicht meine Absicht, in diesen Blättern die Zahl der Krankengeschichten, in welchen durch die Anwendung des electrischen Stromes allerlei eingewurzelte Uebel schnell und dauernd beseitigt wurden, durch neue Beiträge zu vermehren. Die Zahl der glücklichen Heilungen, welche durch Electricität und Galvanismus erreicht wurden, ist ohnehin so gross, dass sie kaum von der Zahl der Leiden übertoffen wird, welche in dem Gebrauche der Revalenta arabica oder der Morrisons'chen Pillen „schnelle und sichere Heilung finden.“ Nein! — ich halte es für hohe Zeit, dass diesen leichtfertigen Empfehlungen und Anpreisungen, welche nicht nur die Spalten der medicinischen Zeitschriften, sondern auch die politischen Tagesblätter füllen, Einhalt gethan werde, damit nicht die Anwendung des electrischen Stromes als ein „Universalmittel“ verschrieen und bei allen gebildeten und besonnenen Aerzten discreditirt, das Schicksal vieler anderer,

mit grosser Emphase gepriesener Panaceen theile. Es ist keinem Arzte zu verdenken, wenn er mit Lächeln die Behauptung liest, dass ein jahrelang gelähmter und atrophischer Muskel durch einmalige Anwendung des constanten galvanischen Stromes nicht nur seine Function, sondern auch sein normales Volumen, seine frühere Ernährung wiedererlangt habe. — Dergleichen Erzählungen müssen Misstrauen in die Zuverlässigkeit des Beobachters erwecken, und eine noch so grosse Zahl glücklicher Kuren, welche ein derartiger Fanatiker mittheilt, wird den besonnenen und nüchternen Arzt schwerlich bewegen, sich der nicht geringen Mühe und den ausgedehnten Vorstudien zu unterziehen, welche die Anwendung der Galvanisation oder Faradisation localisée bisher erforderte.

Wollte ich Krankengeschichten erzählen, so würde ich hauptsächlich solche beibringen, in welchen der electrische Strom nicht den geringsten Erfolg hatte, obgleich diese Fälle den Kategorieen angehörten, in welchen dem Kurverfahren nach der Erfahrung der modernen Electrisateure der glücklichste Erfolg gesichert war. Dergleichen Beispiele in Menge anzuführen, wäre mir eine leichte Sache. Ich will indessen die Aufstellung der Indicationen und Contraindicationen für die Anwendung des inducirten und nichtinducirten volta-electrischen Stromes — gestützt auf eine Reihe von positiven und negativen Resultaten, sowie auf eine sorgfältige physiologische Analyse derselben — einem späteren Hefte vorbehalten, und mich in dem Vorliegenden zunächst darauf beschränken, die locali-

sirte Anwendung des Inductionsstromes auch allen den Aerzten zugänglich zu machen, denen es an Gelegenheit und Musse fehlt, specielle Studien am Cadaver, und ausgedehnte Versuche am Lebenden anzustellen, um sich die Kenntnisse und Fertigkeiten zu erwerben, welche zu einer zweckmässigen Verwerthung des localisirten Inductionsstromes erforderlich sind. Trägt, wie ich hoffe, diese Schrift dazu bei, die Faradisation localisée zu einem Gemeingut der Aerzte zu machen, sind es nicht mehr einzelne Bevorzugte, welche Duchenne's Entdeckung ausbeuten, wird es vielmehr jedem Arzte durch die Benutzung dieser meiner Arbeit möglich, den inducirten Strom zu localisiren, dann wird nüchterner beobachtet werden, dann wird die Kritik die Zahl der wunderbaren Heilungen mit scharfer Scheere beschneiden — dann wird endlich das Heilgebiet des electrischen Stromes kleiner, aber die Indicationen schärfer, die gewonnenen Resultate zuverlässiger werden.

HEFT I.

Die Methode der isolirten Erregung motorischer Nerven mittelst des volta-electrischen Inductionsstromes.

Die grossen Verdienste, welche sich Duchenne um die Anwendung der Electricität in der Medicin erworben hat, sind bereits im Jahre 1853 von Jaksch [1]) und Richter [2]) hervorgehoben; indessen erst mit dem Erscheinen des grossen Werkes [3]), welches die bisher in Zeitschriften zerstreuten Aufsätze von Duchenne geordnet und vervollständigt bringt, sind seine Leistungen, insbesondere die von ihm angegebene Methode der Erregung von isolirten Muskelcontractionen am Lebenden — die Electrisation localisée oder Faradisation [4]) localisée — Gegenstand allgemeiner Aufmerksamkeit geworden [5]).

Nachdem Remak seine kritischen Erläuterungen [6]) zu Duchenne's Werke veröffentlicht hatte, wandte ich meine Aufmerksamkeit diesem Gegenstande specieller zu. Die späteren Controverse zwischen Duchenne [7]) und Remak [8]) waren sehr geeignet, mein Interesse an diesen

---

[1]) Jaksch, Reisebericht. Prager Vierteljahrsschrift 1853. Bd. III. p. 187.

[2]) Richter, Bericht über D.'s Untersuchung. Schmidts Jahrbücher 1853. Bd. 80. p. 265.

[3]) De l'électrisation localisée et de son application à la Physiologie, à la Pathologie et à la Thérapeutique par Duchenne de Boulogne. Paris 1855.

[4]) Duchenne nennt ganz zweckmässig die Induction des electrischen Stromes Faradismus — nach dem Entdecker Faraday — und bezeichnet somit den volta-electrischen und magnet-electrischen Inductionsstrom kurz als volta-faradischen und magneto-faradischen Strom.

[5]) Vergl. Hasse, Krankheiten des Nerven-Apparates in Virchow's spc. Pathologie und Therap. Bd. IV., 1. p. 336.

[6]) Remak, Ueber methodische Electrisirung gelähmter Muskeln. Berlin 1855. — 2te Auflage Berlin 1856.

[7]) Vergl. Schmidts Jahrbücher 1856. Heft 2. p. 250.

[8]) Vergl. Deutsche Klinik 1856. März No. 12.

Studien zu erhöhen und regten mich an, zunächst die von Duchenne erfundene Methode, sowie die Remak'schen Verbesserungen derselben einer genauen Prüfung zu unterwerfen.

Ausgedehnte Untersuchungen am Lebenden, sowie specielle anatomische Studien an der Leiche führten mich bald zu dem Resultate, dass Duchenne's Methode durchaus berechtigt ist, einen Platz in der Wissenschaft einzunehmen, dass dieselbe aber bisher einer strengen anatomischen Begründung ermangelt und in der jetzigen Form trotz Remaks Verbesserungen nicht geeignet ist, ein Gemeingut der Aerzte zu werden.

Es fehlt nämlich zur Zeit an speciellen Untersuchungen über den Verlauf der motorischen Nerven und ihren Eintritt in die Muskeln, es fehlt an anatomischen Tafeln, welche diese Verhältnisse erläutern, es fehlt endlich an einer practischen Anweisung zur Ueberwindung der technischen Schwierigkeiten.

Duchenne hat es, wie er selbst (l. c. pag. 46 Anmerkung) zugiebt, verabsäumt, seine Angaben durch Untersuchungen am Cadaver zu controliren. Remak erklärte in seiner oben erwähnten Schrift die anatomische Begründung für ein dringendes Bedürfniss, und scheint sich, nach der Vorrede zur zweiten Auflage seiner Brochüre zu urtheilen, in der Folge mit den einschläglichen Forschungen an der Leiche beschäftigt zu haben. Da aber bisher Resultate derselben nicht zu Tage getreten sind, da auch die deutsche Bearbeitung des Duchenne-chen Werkes von Dr. Erdmann [1]) nichts Neues gebracht hat, so stehe ich nicht an, die Ergebnisse meiner Untersuchungen zu veröffentlichen.

Bei der kritischen Prüfung der Duchenne'schen Methode und der Remak'schen Einwürfe habe ich zwei Wege verfolgt. Einerseits suchte ich mittelst eines einfachen und vor Irrthümern schützenden Verfahrens die oberflächlichsten und der Electrode erreichbaren Punkte des motorischen Nerven am Lebenden zu eruiren und fixirte die gefundenen Punkte und Linien mit dem Lapis-Griffel auf der Haut. Andererseits untersuchte ich am Cadaver den Verlauf der Nerven, insbesondere der

---

[1]) Duchenne-Erdmann, Die örtliche Anwendung der Electricität. Leipzig 1856.

motorischen Zweige, auf das Genaueste, und bestrebte mich, die Eintrittsstellen der letzteren an die Muskeln und ihr Verhalten in denselben — stets mit Rücksicht auf ihre Entfernung von der Körperoberfläche und ihr Lageverhältniss zu derselben — festzustellen.

Die Resultate beider Untersuchungswege stimmten vollkommen mit einander überein, indessen sah ich meine Bedenken erst dann als ganz beseitigt an, als ich die an Todes-Candidaten, oder an Leichen kurz nach dem Tode [1]) mit dem faradischen Strome bestimmten und mit Höllenstein fixirten Punkte (die motorischen Punkte von Remak) bei der Section mit möglichster Sorgfalt dem anatomischen Messer unterworfen hatte.

Es ergab sich nun zunächst mit Sicherheit folgendes Resultat: man kann vermittelst des localisirten, faradischen Stromes durch mehr weniger dicke Lagen von Weichtheilen, nämlich durch Epidermis, Corium, Fettpolster, Fascien und selbst durch Muskelschichten hindurch feinste Nervenzweige reizen und zur Aeusserung ihrer specifischen Energie anregen, ohne doch die sensibeln Hautnerven soweit zu beleidigen, dass Reflexactionen oder heftige Schmerzempfindungen auftreten.

Es wird das Verständniss dieses Grundprincipes unserer Methode und der sich daran anschliessenden Folgerungen wesentlich erleichtern, wenn einige physiologische und physikalische Bemerkungen vorangeschickt werden.

Duchenne unterscheidet in seinem Werke (pag. 44—46) eine Faraditation musculaire indirecte und directe. Das erstere Verfahren erzeugt Muskelcontractionen durch Reizung (grösserer) motorischer Nervenstämme; das zweite — directe — Verfahren soll eine Verkürzung des Muskels oder einzelner Bündel durch Erregung der den Mus-

---

[1]) Zu letzteren Versuchen eignen sich am besten die Leichen von Personen, welche in voller Kraft eines plötzlichen Todes sterben (Selbstmörder, Verunglückte). An solchen Leichen erhält sich die Irritabilität stundenlang.

kelfasern eigenthümlichen und vom Nerveneinflusse unabhängigen Contractilität setzen [1]).

Abgesehen von allerhand Widersprüchen in Duchenne's Behauptungen, glaube ich, dass wir die Annahme einer selbstständigen, ohne intermediären Nerveneinfluss zu Stande kommenden Contraction der Muskelfaser — wenigstens der quergestreiften — heutzutage von der Hand weisen müssen, nachdem Eckhard's exacte Forschungen [2]) der alten Haller'schen Irritabilitätslehre, wie es scheint, das Grab gegraben haben.

Ich stimme aus diesem Grunde gegen Duchenne's Anschauung durchaus mit Remak darin überein, dass es sich bei der Faradisation musculaire directe nur um die Reizung motorischer Nervenfasern handele, und halte es für gerechtfertigt, wenn Remak an Stelle der directen und indirecten Faradisirung von Duchenne die intramusculäre und extramusculäre Reizung der motorischen Nerven setzt.

Es liegt nahe, an dieser Stelle der Zwistigkeiten zu gedenken, welche zwischen Duchenne und Remak obwalteten. Es ist unzweifelhaft, dass Duchenne sich neben seiner directen (intramusculären) Reizung, welche er nach eigener Aussage mit besonderer Vorliebe übt und mit starken Strömen ins Werk setzt — auch der extramusculären Reizung bedient habe, und zwar nicht bloss für die Hauptnervenstämme, welche er aufzählt, sondern auch für einzelne feinere Muskeläste. Es lassen sich hierfür zwei Stellen aus seinem Werke anführen. Die eine, den N. facialis betreffend, lautet (pag. 46):

„Ses rameaux doivent être faradisés a leurs points d'émergence „de la parotide. La contraction des muscles, qui sont sous la de-

---

[1]) Duchenne's Beweisführung, dass diese Faradisation directe mit den motorischen Nerven Nichts zu schaffen habe, ist wirklich naiv. Er sagt l. c. pag. 50: „Les excitateurs humides ne se trouvant en rapport, qu'avec „la face externe des muscles, et les filets nerveux n'arrivant à ceux des re„gions superficielles, que par leur face profonde, on est certain, que les con„tractions musculaires n'ont pas lieu par l'intermédiaire des filets nerveux."

Auf der vorhergehenden Seite findet man dagegen folgende Stelle:

„Mes recherches m'ont appris, que sous l'influence d'appareils tres puis„sants l'électricité pénètre profondément les tissus."

[2]) C. Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Hft. I. Giessen 1855. pag. 25 seqq.

„pendance de ces rameaux est l'indice certain de leur excitation „électrique."

Auf der vorhergehenden Seite (pag. 45) fügt Duchenne, nachdem er von der Lage der vier Hauptnerven der Oberextremität gesprochen hat, kurz hinzu:

„On peut aussi limiter l'action électrique dans quelques branches „terminales, par exemple dans celle, qui anime les muscles de l'émi- „nence thénar et dans les nerfs collatéraux."

Wenn nun gleich hieraus hervorgeht, dass Duchenne sich der extramusculären Reizung auch bei einigen Muskeln bedient habe, deren Nerven allerdings so oberflächlich verlaufen, dass sie der Electrode selbst beim blinden Aufsetzen nicht entgehen können, so leuchtet aber auch andererseits dem unbefangenen Leser jenes Buches sofort ein, dass Duchenne sich bei der Faradisirung der meisten Muskeln dieses Princips nicht bewusst war, und dasselbe entweder unbewusst, oder gar nicht in Anwendung gezogen habe.

Remak hat das Verdienst, die Unklarheit in dem Duchenneschen Werke gerügt, und die extramusculäre Reizung zum Principe erhoben zu haben, indem er ihre Vorzüge durch Versuche an einigen Muskeln darthat. Remak glaubte auf Grund dieser seiner Versuche annehmen zu dürfen, dass sich die extramusculäre Reizung bei allen Muskeln der Körperoberfläche ausführen liesse — allein hierin irrte er. Meine Untersuchungen haben mir gezeigt, dass die Erregung von den Randpunkten, d. h. von den Eintrittsstellen der motorischen Nerven aus keineswegs bei allen Muskeln anwendbar ist, weil manche Muskeln ihre Nerven von der Tiefe her — an der inneren Fläche also — nicht aber am Rande eintreten lassen. Diese anatomischen Verhätnisse, welche uns die intramusculäre Reizung in manchen Fällen unentbehrlich machen, werden im speciellen Theile genauer erörtert werden.

Bei der intramusculären Reizung — d. h. wenn man eine Electrode auf den Muskelbauch irgendwo aufsetzt, und mit der andern Electrode die Kette ausserhalb des betreffenden Muskels schliesst — treten partielle, bündelweise Contractionen ein, wenn man sich nicht etwa eines sehr starken Stromes bedient. Diese bündelweisen Con-

tractionen haben, wie ich glaube, ihren Grund darin, dass der localisirte Strom nicht die Summe aller motorischen Nervenröhren dieses Muskels, sondern nur eine grössere oder geringere Anzahl derselben reizt, je nachdem dieselben in Form stärkerer oder schwächerer Zweige unter der getroffenen Stelle verlaufen.

Weshalb der Strom bei der intramusculären Reizung nur die mikroskopische Ausbreitung des motorischen Nerven betreffen soll, wie Remak will, ist nicht einzusehen, da der Strom, durch kräftiges Eindrücken der Electrode in die Tiefe des Muskels geleitet, die hier verlaufenden Verzweigungen des Nerven reizen muss. Auch sehen wir bei derartigen Versuchen an grossen und breiten Muskeln, dass nicht die äusseren Schichten derselben, sondern die Bündel in ihrer ganzen Dicke sich verkürzen.

Man ist übrigens auch bei der intramusculären Reizung im Stande, eine Verkürzung des ganzen Muskels hervorzurufen, wenn man sich eines sehr starken Stromes bedient. Durch die Stärke und Dichtigkeit des Stromes wird nicht allein eine Reizung der unter der Electrodenspitze verlaufenden Nervenzweige, sondern aller in dem Muskel ausgebreiteten Nervenröhren gesetzt, trotz des zwischen dieselben eingeschalteten guten Leiters (feuchte Muskelsubstanz). Man kann dies an Lebenden demonstriren, welche man aber wegen der grossen Schmerzhaftigkeit der Procedur chloroformiren muss. Nimmt man nun einen sehr starken Strom, so kann man selbst grosse Muskeln in complete Contraction versetzen, wenn man die Electroden — wo auch immer — auf den Muskelbauch aufsetzt.

Auf extramusculärem Wege, d. h. durch Erregung des motorischen Nerven, bevor er in seinen Muskel eintritt — erzielt man schon mit einem schwachen Strome eine complete und wenig schmerzhafte Contraction, vorausgesetzt, dass man die später zu erwähnenden Cautelen dabei beobachtet.

Ueber die Gesetze, denen der electrische Strom bei seinem Laufe durch den thierischen Körper gehorcht, herrschen bei den meisten Aerzten zum Theil noch sehr unklare Vorstellungen. Die alte Ansicht, dass die Nerven vorzugsweise gute Leiter für den electrischen Strom seien, ist wohl schon lange vergessen; mehr möchte dagegen

noch die Anschauung gelten, dass man im Stande sei, dem Strome einen bestimmten Weg anzuweisen. Ich habe häufig gesehen, dass Aerzte, um einen gelähmten Arm zu electrisiren, den einen Pol des Rotationsapparates in die betreffende Hand nehmen liessen, den andern Pol auf die unteren Halswirbel setzten, und selbst in den Schriften renommirter Electrisateure [1]) findet dieses irrationelle Verfahren noch immer seine Stelle. Man ging hierbei von der Idee aus, dass der electrische Strom, welcher sich nach physikalischen Gesetzen durch die ganze Dicke des eingeschalteten Leiters gleichmässig verbreite, deshalb auch alle in dem letzteren befindlichen Nerven und Muskeln erregen müsse. Die Reflexcontractionen in den Flexoren, welche durch die ausgedehnte Reizung der Hautnerven in der Vola manus entstanden, nahm man für eine directe Wirkung des durch die Muskeln und Nerven hindurchgehenden Stromes.

Der Irrthum beruhte auf der Unkenntniss der Verschiedenheiten in dem Leitungswiderstande und der Leitungsfähigkeit, welche die einzelnen Gewebe darbieten. Dies leuchtet sofort ein, wenn man die Entwickelung der Frage vom Leitungswiderstande des thierischen Körpers durchgeht. Die Behauptung, welche Ritter im Anfange dieses Jahrhunderts aussprach, dass der thierische Körper, insbesondere aber die trockene Epidermis (vor Allem Horn, Haare, Nägel) einen bedeutenden Leitungswiderstand darböten, wurde in den dreissiger Jahren von Ed. Weber [2]), Pouillet, Lenz und Ptschelnikoff [3]) bestätigt. Diese brachten den Leitungswiderstand des ganzen Körpers in Vergleich mit dem der Metalle, und berechneten ihn auf diese Weise genauer. Ed. Weber sprach es aus, dass der thierische Organismus nur als ein von warmer, salzhaltiger Flüssigkeit durchströmter Körper leite, und als solcher zehn- bis zwanzigmal besser als kaltes destillirtes Wasser leite — nämlich nach Entfernung der Epidermis.

---

[1]) M. Meyer, Die Electricität in ihrer Anwendung auf practische Medicin. Berlin 1854. pag. 132.

[2]) Ed. Weber, Quaestiones physiologicae de phaenomenis galvano-magneticis in corpore humano observatis. Lipsiae 1836.

[3]) Lenz und Ptschelnikoff, Poggendorf's Annalen. Bd. 56, p. 429.

Matteucci [1]) ging einen Schritt weiter, indem er die Leitungswiderstände der einzelnen Gewebe, insbesondere der Muskeln und Nerven gesondert zu erforschen und mit einander zu vergleichen anfing. Er fand, dass die Leitungsfähigkeit der Muskeln sich zu der des Gehirns, Rückenmarks und der Nerven (welche nicht erheblich unter sich differirten) verhielte, wie 4 : 1.

Schlesinger [1]), der diese Untersuchungen in derselben Weise, wie Matteucci, anstellte, fand das letztere Verhältniss wie 8 : 3. Ferner bemerkte er, dass der Leitungswiderstand der Knochen dem der Nerven gleich stehe, und bestätigte von Neuem, dass Epidermis, Haare und Nägel die schlechtesten, dagegen die thierischen Flüssigkeiten die besten Leiter im Körper seien.

Die Fortschritte der Physik lassen heutzutage die von Matteucci und Schlesinger angewandten Methoden nicht ohne Mängel erscheinen, und machen die Resultate zweifelhaft. Eckhard [2]) nahm deshalb in der neuesten Zeit die Frage wieder auf und wandte zur Lösung derselben ein höchst sinnreiches Verfahren an, während er gleichzeitig alle Schwierigkeiten der Methode, insbesondere die Einflüsse des Polarisationsstromes zu beseitigen strebte. Mit Hülfe dieser seiner sehr vollkommenen Methode fand Eckhard nun, indem er die Leitungswiderstände der Muskeln, Sehnen, Nerven und Knorpel mit einander verglich, dass sich aus den einzelnen Versuchen zwar kein constantes Verhältniss ergiebt — ein Umstand, den Eckhard dem sehr wechselnden Gehalte der todten Gewebe an Wasser zuzuschreiben geneigt ist — dass aber im Allgemeinen die Muskelsubstanz vorläufig als das bestleitende Gewebe im Körper angesehen werden muss, wenn auch die Differenz im Leitungswiderstande zwischen den einzelnen Geweben lange nicht so bedeutend sind, als sie Schlesinger und Matteucci fanden.

---

[1]) Matteucci, Traité des Phénomènes electro-physiologiques des animaux. Paris 1844.

[2]) Schlesinger, Zeitschrift der Wiener Aerzte. 1852. Juli.

[3]) Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Giessen 1856. Hft. I. pag. 55.

Setzte Eckhard den Leitungswiderstand der Muskelsubstanz = 1, so ergab sich:

der Leitungswiderstand	der Sehne	= 1,8—2,5
„ „	des Nerven	= 1,9—2,4
„ „	des Knorpels	= 1,8—2,3.

Die compacte Knochensubstanz leitet nach Eckhard's Angabe wahrscheinlich sechszehn- bis zweiundzwanzigmal schlechter, als der Muskel.

Vergleichen wir mit diesen Resultaten die freilich sehr schwankenden Angaben der Chemiker über den Wassergehalt der verschiedenen Gewebe, nach denen

der Muskel	72—80 %	Wasser
die Sehne	62 %	
der Knorpel	50—75 %	
der Nerv	39—66 %	
der Knochen	3— 7 %	

enthalten, so leuchtet ein, dass die Leitungsfähigkeit der Gewebe in gradem Verhältnisse steht zu ihrem Gehalte an Wasser.

Ueber die Leitungsfähigkeit des subcutanen und intermusculären Bindegewebes, welches den Muskeln an Wassergehalt wohl sehr nahe oder gleich stehen möchte, sowie der Gefässwände und der Membranen überhaupt liegen bisher keine physikalischen Untersuchungen vor; auch ist der Wassergehalt von den Chemikern noch nicht einmal annähernd bestimmt worden.

Uebertragen wir diese Resultate auf das praktische Feld — auf die Verwerthung des electrischen Stromes am lebenden Menschen, so ergiebt sich, vorausgesetzt dass man sich einer nicht übermässigen, aber zur Erregung completer und energischer Muskelcontractionen ausreichenden Stromstärke bedient — dass der Strom der Feuchtigkeit in den guten Leitern (Muskeln, und wahrscheinlich auch im Bindegewebe) folgen, und die Nerven als schlechte Leiter umgehen wird. Eine Reizung der Nerven wird also nur dann stattfinden können, wenn dieselben sich innerhalb grosser Widerstände befinden, welche der Strom, um in den Körper zu gelangen, überwinden muss. Einen

solchen Widerstand bietet aber einzig und allein die Epidermis mit der Lederhaut. Bei der Ueberwindung dieses grossen Leitungswiderstandes werden die Ausbreitungen der sensibeln Nerven in der Haut, sowie die unmittelbar unter der Haut verlaufenden Nerven eine Erregung erfahren. Die tiefer liegenden (motorischen) Nerven werden nur dann gereizt werden können, wenn man im Stande ist, die verschiedenen, durch feuchte Leiter von einander getrennten Widerstände — nämlich die Epidermis mit dem Corium, das Fettpolster, die Fascien — durch kräftige Compression mittelst der Electrode zu einem grossen Widerstande zu vereinigen. Nach Ueberwindung dieses Widerstandes wird der Strom direct auf den darunter liegenden motorischen oder sensibeln Nerven treffen. Sobald sich aber zwischen diesem Nerven und dem Widerstande eine zu dicke Schicht gut leitenden Gewebes z. B. Muskel befindet, welche von der Electrode nicht vollständig comprimirt werden kann, so wird selbstverständlich auch die Erregung des tiefen Nerven unterbleiben, weil in diesem Falle durch die Feuchtigkeit im Muskel der Strom von der angewiesenen Bahn abgelenkt wird.

Meine Beobachtungen an Lebenden bestätigen diese Schlüsse in jeder Hinsicht. Setze ich auf den processus zygomaticus des Schläfebeins jederseits eine dünne Electrode auf, so erhalte ich vielleicht eine Contraction des m. attollens auriculae oder des m. frontalis, wenn deren Facialzweige grade von der Electrodenspitze getroffen werden, oder Schmerzen nach der Schläfe ausstrahlend, wenn ein Ast des N. auriculo-temporalis gereizt wird, dagegen nehme ich keinerlei Sensation in den auf der graden Verbindungsbahn zwischen beiden Polen verlaufenden Trigeminusfilamenten, noch Contractionen in den daselbst belegenen Muskeln wahr.

Liess ich jeden Poldraht in zwei Zweige zerfallen und verstärkte den Strom entsprechend, so konnte ich mit den vier Conductoren an einem und demselben Menschen zu gleicher Zeit vier Muskeln in Verkürzung setzen, ohne dass Sensation oder Contraction an anderen, als an den durch den Eintritt des Stromes gereizten Punkten eintrat. Man kann diese Versuche noch weiter ausdehnen, indem man jeden Pol-

draht in drei und mehr Zweige zerfallen lässt. Das Resultat bleibt immer dasselbe.

Wenn ich vier Männer so zusammenstellte, dass sie einander nur mit einer, durch einen kleinen interponirten Schwamm feucht erhaltenen Stelle der Dorsalfläche des Vorderarmes berührten, so konnte ich, auf der ersten und vierten Person im Gesichte die Kette schliessend, an jener mit dem positiven, an dieser mit dem negativen Pole eine Muskelcontraction erzielen, während die mittleren Personen ausser einem leisen, singelnden Gefühle an der Berührungstelle Nichts von dem durchgehenden, ziemlich kräftigen Strome verspürten. Drückten sie aber die Berührungsflächen kräftig gegen einander, so traten isolirte Verkürzungen der unter der Contactstelle verlaufenden Muskeln hinzu. Verband ich die Personen dagegen durch die wohlangefeuchteten Volarflächen der Hände, so traten bei dem grossen Reichthume der Haut an sensibeln Nerven sofort lebhafte Sensationen, und schon bei mässiger Stromstärke Reflexcontractionen in den Flexoren der Finger, der Hand und des Vorderarms ein.

Für die therapeutische Anwendung ergiebt sich aus diesen Betrachtungen folgendes Endresultat:

Man kann am Lebenden den faradischen Strom lokalisiren, jedoch nur an den Punkten, an welchen der positive und negative Strom in den Körper eintreten. Zwischen beiden Eintrittsstellen folgt der Strom der Feuchtigkeit, und setzt keine Reizerscheinungen, wenn nicht eine übermässige Stromstärke angewendet wird, oder der Erzeugung von Reflexactionen günstige Bedingungen zur Geltung kommen.

Selbstverständlich sind die von einem durch die Electrode gereizten Punkte nach der Peripherie ausstrahlenden Sensationen oder Contractionen nicht etwa als Wirkungen des nach der Peripherie strömenden Fluidums, sondern lediglich als excentrische Erscheinungen der örtlichen Erregung des Nerven anzusehen. Reize ich mit jedem Pole einen N. cruralis, so bemerke ich an beiden Beinen Contractionen in den Streckern des Unterschenkels und Sensationen bis an die grosse Zehe, ohne dass der electrische Strom sich überhaupt in die Schenkel begiebt. Er strebt vielmehr stets auf dem nächsten Wege und

vermittelst der besten Leiter die Verbindung zwischen beiden Polen herzustellen — in dem bezeichneten Falle also etwa durch die Muskeln und das Bindegewebe über der Symphyse.

Die nach dem Gesetze der excentrischen Leitung auftretenden Erscheinungen an der Peripherie werden natürlich um so ausgedehnter und bedeutender sein, je mächtiger der gereizte Nerv ist, je näher dem Centrum die Erregung stattfindet.

Die Centralorgane des Nervensystems, sowie die Nervenstämme, welche innerhalb der Leibeshöhlen verlaufen, entgehen durch ihre mächtige Umhüllung mit guten Leitern dem faradischen Strome, sofern letzterer nicht in übermässiger Stärke zur Anwendung kommt. Dasselbe gilt von den Organen in der Bauch- und Brusthöhle[1]), wenn nicht etwa abnorme Lagerungsverhältnisse obwalten. In Betreff der letzteren habe ich wiederholt die in grossen Hernien enthaltenen Darmparthieen in sehr lebhafte peristaltische Bewegung versetzen können, am schönsten aber an einem angeborenen Leistenbruche von der Grösse eines Kindskopfes (bei einem 28jährigen Manne), dessen Integumente so dünn und zart waren, dass sich die Windungen des Dünndarms hervorwölbten, und jede Contraction aufs Deutlichste erkennen liessen. Die peristaltischen Bewegungen konnten durch mechanische und thermische Reizungen (Druck, Bespritzen mit kaltem Wasser) zwar angeregt werden, indessen überschritten sie nicht ein gewisses Maass der Energie. Wurde der faradische Strom auf die wohlangefeuchtete Oberfläche der Hernie applicirt, nachdem dieselbe in der Rückenlage des Kranken zwischen den gespreizten Beinen auf weiche Kissen gebettet war, so liessen sich sofort dieselben Erscheinungen hervorrufen, welche Ed. Weber[2]) an blossgelegten Darmparthieen von Thieren vermit-

---

[1]) Natürlich mit Ausnahme derjenigen, welche frei nach aussen münden — Rectum, Vagina mit Uterus, Urethra mit Blase, Oesophagus und Magen. — In diese Organe kann man den Strom mittelst geknöpfter, bis an die Spitze cachirter Electroden hineinleiten. (Vergl. Duchenne l. c. pag. 64—71.)

[2]) Wagners Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. pag. 26. Art. Muskelbewegung.

telst des Rotationsapparates erzielte, jedoch mit dem Unterschiede, dass Weber den störenden Einfluss der atmosphärischen Luft nicht ausschliessen konnte. Setzte ich die feinen Electrodenspitzen auf, so gerieth das unter jeder derselben liegende Darmstück nach wenigen Secunden in tetanische Contraction, so zwar, dass sich das Darmstück wie ein ziemlich elastischer, etwa fingerdicker Strang anfühlte. Die Contraction währte einige Secunden nach der Oeffnung der Kette fort, um sich dann allmählig auf die nicht gereizten Darmparthieen fortzupflanzen. Liess ich den Strom mittelst zweier feiner Electroden längere Zeit (2—3 Minuten) auf die Hernie einwirken, und steigerte die Stromstärke allmählig, so erreichte die Energie der peristaltischen Bewegungen eine überraschende Höhe. Der Bruch war einem Knäuel von Schlangen, welche sich durch einander winden, nicht unähnlich, der gasförmige Inhalt des Darms wurde mit lautem Getöse fortgestossen, hie und da konnte ich tetanische Contractionen in einem Darmstücke fühlen, welche nach einer Dauer von mehreren Secunden nachliess, um an einer anderen Stelle wieder zu erscheinen. Eine Reposition des Bruches kam hiebei nicht zu Stande. Diese äusserst stürmischen Actionen dauerten lange nach der Entfernung des electrischen Reizes — ganz allmälig schwächer werdend — fort, erloschen aber erst nach einer Viertelstunde und darüber. Der Kranke, welcher diese bisher ungeahnte Aufregung in seinem Bruche mit Erstaunen betrachtete, versicherte mit Bestimmtheit, dass er keinen Schmerz verspüre ausser in der Haut an den beiden Stellen, wo die Electroden aufgesetzt waren. Dieser Schmerz erlosch sofort mit dem Abnehmen der Electroden, während die stürmische peristaltische Action noch lange — aber ganz schmerzlos — fortdauerte.

Es erhellt aus dem Vorhergehenden, dass die Hautnerven, welche unter den Ansetzstellen der beiden Pole — sei es nun in Form stärkerer Zweige oder mikroskopisch feiner Ausbreitungen, — sich befinden, von dem durchgehenden Strome stets gereizt werden müssen. Selbstverständlich wird die Erregung am schmerzhaftesten in den Regionen sein, welche den grössten Reichthum an sensibeln Nerven besitzen, wie im Gesichte, an den Volarflächen der letzten Fingerglieder u. s. w.

Als das beste Verfahren, diesen Hautschmerz möglichst gering zu machen, empfiehlt sich nach Duchenne's, Remak's und meinen Erfahrungen ein recht kräftiges Aufdrücken der Electroden. Remak erklärt merkwürdiger Weise (l. c. pag. 25) diese Wirkung des Druckes für „weit räthselhafter, als man auf den ersten Blick glauben sollte," indessen ist er bisher die Begründung dieser seiner Behauptung schuldig geblieben. Ich meine, es lassen sich genug physiologische und pathologische Thatsachen dafür beibringen, dass energische Compression eines Nerven je nach der Intensität des Druckes schwächend oder lähmend auf ihn einwirkt und ihn für einen anderen, gleichzeitig einwirkenden Reiz leitungsunfähig macht. Es erklärt sich hieraus leicht die Thatsache, dass bei der Faradisirung der Hautschmerz da am stärksten sein wird, wo der nöthige Gegendruck fehlt, und da am geringsten, wo die Haut über Knochen gespannt ist, und deshalb eine sichere Compression der Nerven gestattet.

Ebensowenig kann ich ferner nach meinen Beobachtungen Remak beistimmen, wenn er die von Duchenne mit so grosser Vorliebe behandelte „Sensibilité électro-musculaire" ganz verwirft (l. c. pag. 31). Leuchtet es auch sofort ein, wenn man Duchenne's wunderbare Angaben (l. c. p. 56 u. 57) über die Verschiedenheit der Muskelsensibilität bei den einzelnen Muskeln durchsieht, dass er dieselbe vielfach mit der Sensibilät der Haut confundire, so ist doch nicht zu leugnen, dass jede complete, auf electrischem Wege erzeugte Contraction eines Muskels von einer Sensation begleitet ist, welche unabhängig von der electro-cutanen Reizung besteht. Ob dieser krampfige Muskelschmerz, welchen Jedermann beim nächtlichen Waden- oder Sohlenkrampfe kennen lernt, denjenigen sensibeln Nervenröhren zuzuschreiben sei, welche allen — auch den sogenannten rein motorischen — Nerven, z. B. dem N. facialis, beigemischt sind, oder ob die motorische Röhre selbst Vermittler des Muskelgefühls sei, wie es Eckhard [1]) für möglich hält, oder endlich, ob die sensibeln Nerven der bindegewebigen Umhüllungen der

---

[1]) Eckhard, Physiologie des Nervensystems. Giessen 1854. pag. 113. Vergl. Ludwig, Physiologie. Bd. I. pag. 361.

Muskelbündel die alleinigen Ausgangspunkte des Schmerzes seien, wie Remak (l. c. pag. 22) behauptet — diese Frage lässt die Physiologie vorläufig unbeantwortet, indessen erscheint immerhin die erste Annahme als die wahrscheinlichste [1]).

Da nun dieses Krampfgefühl, welches Jedermann bei der Faradisirung seiner eigenen Muskeln als einen Schmerz anerkennen wird, jede durch den galvanischen Strom gesetzte energische Muskelcontraction begleitet, so ist die Angabe von Remak (l. c. pag. 24), „dass „Personen, an welchen er den M. cucullaris und M. depressor anguli oris „zur Verkürzung gebracht habe, nicht das Geringste (?) davon empfun„den hätten," oder „dass er alle Gesichtsmuskeln ohne Schmerz (?) „electrisiren könne" (l. c. pag. 32) — erheblich zu modificiren, ganz abgesehen davon, dass man den Hautschmerz auch nur an den wenigen Stellen fast ganz zu vermeiden im Stande ist, wo die Haut arm an sensibeln Nerven und mit einer knöchernen Unterlage versehen ist.

In Betreff der Einwirkung des faradischen Stromes auf die Blutgefässe der Haut muss ich der Kürze wegen auf die Arbeiten der Gebrüder Weber [2]), von Max Schultze [3]), Kölliker [4]) und Pflüger [5]) verweisen. Hier sei nur bemerkt, dass ich die von Froriep und Remak in seltenen Fällen an den Ansatzstellen der Electroden beobachteten partiellen Hyperämieen der Haut fast constant erzeugen konnte, wenn ich einen kräftigen Strom längere Zeit (2—3 Minuten) auf die Haut einwirken liess, und dabei eine stärkere Anfeuchtung der Schwämme und der Epidermis vermied. Freilich variirt dies Erythem bei den einzelnen Individuen in Betreff der Ausdehnung und Intensität der Röthe sehr

---

[1]) Vergl. Spiess, Physiologie des Nervensystems. pag. 76.

[2]) Ed. und E. H. Weber, Die Wirkung des magnet-electrischen Stromes auf die Blutgefässe. Müllers Archiv 1847. pag. 232.

[3]) Max Schultze, De arteriarum notione, structura etc. Gryphiae 1849. pag. 51 sq.

[4]) Kölliker, Prager Vierteljahrschrift 1849. Bd. VI. Hft. I.

[5]) Pflüger, Ueber die Einwirkung der vorderen Rückenmarkswurzeln auf das Lumen der Gefässe. Allgemeine medizinische Central-Zeitung. Bd. XIV. Aug. 1855.

erheblich, ja bei einigen — jüngeren und älteren — Personen sah ich selbst nach ganz schwachen Strömen an jedem Pole und bei jeder Application sofort Erythem auftreten. Diese partielle Hauthyperämie tritt gewönlich erst mit dem Abnehmen der Electroden zu Tage, bei langdauernder Reizung (3 Minuten) jedoch schon während derselben; sie ist von einer nicht unbedeutenden Temperatursteigerung an der betreffenden Stelle begleitet, was sich mit dem Thermometer constatiren lässt, und verschwindet nach kurzer Zeit ohne irgend welche Folgen zu hinterlassen. Bei einem sehr kräftigen Manne sah ich nach jeder länger dauernden Application eines mässigen Stromes an jedem Pole auf der hyperämirten Hautstelle eine weisse Quaddel entstehen, welche zuweilen die Grösse eines Viergroschenstückes erreichte.

Sehr bedeutend fand ich die Temperaturerhöhung in der Haut über solchen Muskeln, welche längere Zeit in tetanischer Verkürzung standen. — Zu diesen interessanten Versuchen bediente ich mich eines vorzüglichen Thermometers von Ch. F. Geissler in Berlin, dessen Quecksilber-Reservoir nicht eine Kugel, sondern eine Spindel von ca. 15 Millimeter Länge und 5 Millimeter Dicke ist. Die Steigröhre ist äusserst fein und befindet sich auf einer Tafel von 32 Cm. Länge, welche eine Scala von — 6° bis + 56° Celsius zeigt. Die Eintheilung in Zehntel-Grade ist so eingerichtet, dass man bequem Zwanzigstel-Grade ablesen kann. Die Form des Quecksilber-Reservoirs sowie die ausserordentliche (durch die Dünne des Steigrohrs gesetzte) Empfindlichkeit des Instrumentes lassen dasselbe zu Messungen der Temperatur an der freien Körperoberfläche besonders geeignèt erscheinen. Das Verfahren bei den Messungen war so, dass ich die Quecksilber-Spindel in die Furche zwischen dem m. extensor digitor. commun. und m. ext. carpi radial. brev. einlegte, dieselbe in ihrer ganzen Länge der Haut möglichst genau coaptirte, und in dieser Stellung 20 Minuten vor der Reizung, sodann während derselben und eine längere Zeit nach dem Oeffnen der Kette unverrückt fixirte. — Die Erhebung von Hautfalten behufs Umhüllung der Spindel habe ich nach vielen Versuchen als unbrauchbar und zu Irrthümern führend aufgegeben. Die meisten Versuche wurden bei unbedeckter Haut angestellt, wobei mit der grössten Sorgfalt die Einwirkung von Luftströmungen und die Verrückung

der Spindel vermieden wurde. Ich habe indessen die Resultate dieser Versuche durch Experimentiren bei Umhüllung des Vorderarms und der Spindel mit dreifachen Lagen von dickem Flanell controlirt. Selbstredend können die Resultate immer nur einen relativen Werth haben, da einerseits die Abkühlung des Quecksilbers in der Spindel Seitens der äusseren Luft nicht vermieden werden kann, andererseits durch die Bedeckung der Epidermis mit schlechten Leitern die normale Wärmeausgabe der Haut gestört wird — indessen zeigen die Resultate der einzelnen Versuchs-Reihen eine Uebeinstimmung, welche über die Thatsache keinen Zweifel lässt. Die Verkürzung der Streckmuskeln am Vorderarm wurde durch localisirte Faradisirung des N. radialis am Oberarm, da wo er sich um den Humerus nach vorne herumwindet — ungefähr in der Mitte zwischen dem Condyl. ext. humeri und dem Ansatze des M. deltoid. — mittelst der positiven Electrode bewerkstelligt, während die negative auf dem Sternum fixirt war. Es wurde auf diese Weise die Oberfläche der über die Streckmuskeln gespannten Haut mit den Electroden überhaupt nicht berührt, und dadurch eine directe Einwirkung des Stromes auf die Blutgefässe der Cutis ausgeschlossen. Auch ist man bei der Reizung des N. radialis sicher, keine erhebliche, zu den Streckmuskeln verlaufende Arterien zu lädiren.

Hatte das Quecksilber in der Steigröhre bei einer Zimmertemperatur von 15° R. nach 15—20 Minuten einen unveränderten Stand eingenommen, so begann die Reizung mit einem bei allen Versuchen ziemlich gleich starken Inductionsstrome, der in den Streckmuskeln der Hand und Finger eine äusserst kräftige tetanische Contraction hervorrief.

Ich will aus einer grossen Menge von Versuchen zunächst drei Reihen von Messungen hersetzen, welche an einem und demselben Individuum — einem ältlichen Manne mit schlaffer Muskulatur und nachgiebiger Haut zu verschiedenen Zeiten angestellt wurden. Es folgen sodann zwei Versuche an einem kräftigen Manne, welcher an dem zur Messung gewählten Arme durch Quetschung des N. radialis am Oberarm eine complete Lähmung sämmtlicher Streckmuskeln erlitten hatte — ein Umstand, dem der niedrige Stand der Hauttemperatur daselbst zuzuschreiben ist.

I. Versuch

bei unbedeckter Haut.

Wärme am Vorderarm zwischen M. extens. digitor comm. und M. extens. carpi radial. brev. 34,7 ° C.

Inductionsstrom von 4 Minuten durch den N. radialis

beim Oeffnen der Kette	34,8
Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	35,3
do. 2. do. do.	35,55
do. 3. do. do.	35,65
do. 4. do. do.	35,7
do. 5. do. do.	35,7
do. 6. do. do.	35,65
do. 7. do. do.	35,6
do. 8. do. do.	35,55
do. 9. do. do.	35,45
do. 10. do. do.	35,35
do. 11. do. do.	35,3
do. 12. do. do.	35,3

In der 13. Minute begann sofort ein neuer

Strom von 1 Minute

beim Oeffnen der Kette	34,7
Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	35,1
do. 2. do. do.	35,3
do. 3. do. do.	35,4
do. 4. do. do.	35,45

In der 6. Minute begann sofort ein neuer

Strom von 1 Minute

beim Oeffnen der Kette	35,1
Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	35,3
do. 2. do. do.	35,4
do. 3. do. do.	35,5
do. 4. do. do.	35,6

In der 5. Minute begann sofort ein neuer

Strom von 1 Minute

beim Oeffnen der Kette	35,45
Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	35,7

In der 3. Minute begann sofort ein neuer

Strom von 1 Minute

beim Oeffnen der Kette	35,6

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette		35,8 ° C.
do. 2. do.	do.	35,8
do. 3. do.	do.	35,9
In der 6. Minute begann sofort ein neuer		
Strom von 1 Minute		
	beim Oeffnen der Kette	35,6

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	35,9
do. 2. do. do.	36
do. 3. do. do.	35,95
do. 4. do. do.	35,9
do. 5. do. do.	35,85

II. Versuch

bei bedecktem Vorderarm (mit Flanell).

Wärme der Haut am Vorderarm (ibid.)		33,3 ° C.
Strom von 2 Minuten durch den N. radialis		
	beim Schluss der Kette	33,3
	beim Oeffnen derselben	32,9

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	33,9
do. 2. do. do.	34,7
do. 3. do. do.	35
do. 4. do. do.	35,1
do. 5. do. do.	35,1
In der 6. Minute beginnt sofort ein neuer	
Strom von 2 Minuten	
beim Schluss der Kette	35,1
beim Oeffnen derselben	34,6

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	35,5
do. 2. do. do.	35,8
do. 3. do. do.	36
In der 4. Minute beginnt sofort ein neuer	
Strom von 2 Minuten	
beim Schluss der Kette	36
beim Oeffnen derselben	35,7

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	36,3
do. 2. do. do.	36,45
In der 3. Minute beginnt sofort ein neuer	
Strom von 2 Minuten	
beim Schluss der Kette	36,45
beim Oeffnen derselben	36,1

Am Ende der 1.	Minute	nach geöffneter Kette		36,5 ° C.
do. 2.	do.	do.		36,6
In der 3. Minute beginnt sofort ein neuer				
		Strom von 1 Minute		
			beim Schluss der Kette	36,6
			beim Oeffnen derselben	36,2

Am Ende der 1.	Minute	nach geöffneter Kette		36,6
do. 2.	do.	do.		36,65
In der 3. Minute beginnt sofort ein neuer				
		Strom von 1 Minute		
			beim Schluss der Kette	36,65
			beim Oeffnen derselben	36,3

Am Ende der 1.	Minute	nach geöffneter Kette		36,7
do. 2.	do.	do.		36,7
do. 3.	do.	do.		36,6
do. 4.	do.	do.		36,55
do. 5.	do.	do.		36,5
do. 6.	do.	do.		36,5
do. 7.	do.	do.		36,45
do. 8.	do.	do.		36,4
do. 9.	do.	do,		36,3
do. 10.	do.	do.		36,25
do. 11.	do.	do.		36,2
do. 12.	do.	do.		36,2
do. 13.	do.	do.		36,15
do. 14.	do.	do.		36,1
do. 15.	do.	do.		36,1
do. 16.	do.	do.		36,05
do. 17.	do.	do.		36
do. 18.	do.	do.		36
do. 19.	do.	do.		35,95
do. 20.	do.	do.		35,9
do. 21.	do.	do.		35,9
do. 22.	do.	do.		35,85
do. 23.	do.	do.		35,8
do. 24.	do.	do.		35,75
do. 25.	do.	do.		35,75
do. 26.	do.	do.		35,7
do. 27.	do.	do.		35,7
do. 28.	do.	do.		35,65
do. 29.	do.	do.		35,6
do. 30.	do.	do.		35,55
do. 31.	do.	do.		35,5

Am Ende der	32.	Minute	nach geöffneter Kette	35,5 ° C.
do.	33.	do.	do.	35,45
do.	34.	do.	do.	35,4
do.	35.	do.	do.	35,35
do.	36.	do.	do.	35,3
do.	37.	do.	do.	35,25
do.	38.	do.	do.	35,2
do.	39.	do.	do.	35,1
do.	40.	do.	do.	35,05
do.	41.	do.	do.	35
do.	42.	do.	do.	34,95
do.	43.	do.	do.	34,9
do.	44.	do.	do.	34,85
do.	45.	do.	do.	34,8
do.	46.	do.	do.	34,8
do.	47.	do.	do.	34,75
do.	48.	do.	do.	34,7
do.	49.	do.	do.	34,65
do.	50.	do.	do.	34,65
do.	51.	do.	do.	34,6
do.	52.	do.	do.	34,55
do.	53.	do.	do.	34,5
do.	54.	do.	do.	34,5
do.	55.	do.	do.	34,5
do.	56.	do.	do.	34.5
do.	57.	do.	do.	34,5
do.	58.	do.	do.	34,5

III. Versuch

bei unbedeckter Haut.

Wärme der Haut am Vorderarm (ibidem)	33,7 ° C.

Contraction von 2 Minuten

beim Schluss der Kette	33,7
beim Oeffnen derselben	33,5

Am Ende der	1.	Minute	nach geöffneter Kette	34
do.	2.	do.	do.	34,3
do.	3.	do.	do.	34,7
do.	4.	do.	do.	34,8
do.	5.	do.	do.	34,9
do.	6.	do.	do.	34,9
do.	7.	do.	do.	34,85
do.	8.	do.	do.	34,75
do.	9.	do.	do.	34,7

Contraction von 2 Minuten

beim Schluss der Kette	34,7 ° C.
beim Oeffnen derselben	34.4

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	34,85
do. 2. do. do.	35
do. 3. do. do.	35,1
do. 4. do. do.	35,25
do. 5. do. do.	35,25
do. 6. do. do.	35,25
do. 7. do. do.	35,2
do. 8. do. do.	35
do. 9. do. do.	34,8
do. 10. do. do.	34,7

In der 12. Minute begann sofort eine

Contraction von 2 Minuten

beim Schluss der Kette	34,6
beim Oeffnen derselben	34,4

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette	34,7
do. 2. do. do.	34,9
do. 3. do. do.	35
do. 4. do. do.	35,05
do. 5. do. do.	34,9
do. 6. do. do.	34,8
do. 7. do. do.	34,7

IV. Versuch

an einem kräftigen Manne (mit Paralyse des N. radialis) bei unbedeckter Haut.

Wärme der Haut am Vorderarm	32,05 ° C.

Contraction von 5 Minuten

während der Contraction am Ende der 3. Minute	32,7
do. do. 4. do.	33,4
do. do. 5. do.	33,8

Nach dem Oeffnen der Kette am Ende der 1. Minute	34,4
do. do. 2. do.	34,7
do. do. 3. do.	34,9
do. do. 4. do.	34,95
do. do. 5. do.	35,1
do. do. 6. do.	35,1

In der 7. Minute beginnt Contraction von 2 Minuten

beim Schluss der Kette	35
beim Oeffnen derselben	35

Nach dem Oeffnen der Kette	am Ende der 1. Minute	35,6 ° C.
do.	do. 2. do.	35,9
do.	do. 3. do.	35,9
In der 4. Minute beginnt Contraction von 3 Minuten		
Während der Contraction	am Ende der 1. Minute	35,85
do.	do. 2. do.	36
do.	do. 3. do.	36,1

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette		36,4
do.	1. Minute 30. Sec. do.	36,45
do.	2. do. do.	36,4
do.	3. do. do.	36,3
do.	4. do. do.	36,2

V. Versuch

an demselben Manne (mit traumatischer Lähmung des N. radialis) bei unbedeckter Haut.

Wärme der Haut des Vorderarms		31,4 ° C.
Contraction von 30 Secunden		
	beim Oeffnen der Kette	31,1

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette		31,6
do.	2. do. do.	32,4
do.	3. do. do.	32,7
do.	3. M. 30 Sec. do.	32,9
do.	4. Minute do.	33,2
Sofort Contraction von 30 Secunden		
	beim Oeffnen der Kette	33

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette		33,4
do.	2. do. do.	33,45
do.	3. do. do.	34
do.	4. do. do.	34,4
do.	4. M. 30 S. do.	34,5
Sofort Contraction von 30 Secunden		
	beim Oeffnen der Kette	34,2

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette		34,55
do.	2. do. do.	34,7
do.	3. do. do.	34,85
do.	3. M. 30. S. do.	34,9
Sofort Contraction von 30 Secunden		
	beim Oeffnen der Kette	34,3

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette			35 ° C.
do.	2. do.	do.	35,1
do.	3. do.	do.	35,2
	Sofort Contraction von 30 Minuten		
		beim Oeffnen der Kette	34,9

Am Ende der 1. Minute nach geöffneter Kette			35,1
do.	2. do.	do.	35,3
do.	2. M. 30. S.	do.	35,25
do.	3. Minute	do.	35,2
	Allmähliger Abfall der Temperatur.		

Endlich folgen zwei Messungen an dem Oberschenkel eines athletischen Mannes, der in Folge von Wirbel-Caries seit einem halben Jahre sowohl ad sensum, wie ad motum vollkommen paraplegisch war.

An den Schenkeln war das Fett geschwunden, die Haut schlaff und nachgiebig; die Muskulatur zeigte einen mässigen Grad von Atrophie und erforderte zu einer energischen Contraction die Anwendung eines äusserst starken faradischen Stromes, welcher bei der totalen Anästhesie des Gliedes ohne Beschwerden ertragen wurde. Die Thermometerspindel wurde ungefähr in der Mitte des rechten Oberschenkels in die Furche zwischen M. vastus intern. und M. sartorius eingelegt; die Contraction der Streckmuskeln des Unterschenkels wurde durch Reizung des N. cruralis am Ligam. Poupartii ins Werk gesetzt, während die negative Electrode auf dem linken Oberschenkel die Kette schloss. Die Circumferenz der Oberschenkel, welche um die Mitte derselben an einer mit Argent. nitric. gezogenen Linie vor und nach jedem Versuche gemessen wurde, stellte sich constant vor der Contraction am rechten Oberschenkel 40 Cm., am linken 38 Cm.

VI. Versuch.

Wärme der Haut (ohne Umhüllung) nach 30 Minuten					33,7° C.
	Contraction von 23 Minuten Dauer.				
Während der Contraction am Ende der 2. Minute					33,3
do.	do.	do.	5.	do.	34,1
do.	do.	do.	8	do.	34,5
do.	do.	do.	10.	do.	34,9
do.	do.	do.	12.	do.	35,3
do.	do.	do.	13.	do.	35,7

Während der Contraction am Ende der			15.	Minute	35,9
do.	do.	do.	20.	do.	36,2
do.	do.	do.	23.	do.	36,3

Oeffnen der Kette.

Nach dem Oeffnen der Kette am Ende der			2.	Minute	36,1
do.	do.	do.	4.	do.	36,1
do.	do.	do.	6.	do.	35,9
do.	do.	do.	10.	do.	35,6

Allmähliger Abfall der Temperatur.

Circumferenz des rechten Oberschenkels 15 Minuten später gemessen betrug 41 Cm.

VII. Versuch.

Patient klagt über Schmerzen in der Wirbelsäule. Puls 108, Respiration 25, Temperatur in der Achsel 38,5, zwischen Scrotum und Oberschenkel 38,1, am linken Oberschenkel 34,2.

Wärme der Haut am rechten Oberschenkel nach 25 Minuten 34,3° C.

Contraction von 10 Minuten.

Während der Contraction am Ende der			5.	Minute	34,7
do.	do.	do.	10.	do.	35,8

Oeffnen der Kette.

Nach dem Oeffnen der Kette am Ende der			1.	Minute	35,95
do.	do.	do.	2.	do.	36
do.	do.	do.	3.	do.	36,1
do.	do.	do.	4.	do.	36,25
do.	do.	do.	5.	do.	36,2

Contraction von 5 Minuten.

Während der Contraction am Ende der			2.	Minute	35,7
do.	do.	do.	5.	do.	36,5

Oeffnen der Kette.

Nach dem Oeffnen der Kette am Ende der			5.	Minute	36,7

Contraction von 5 Minuten

				beim Oeffnen der Kette	37,2
Nach dem Oeffnen der Kette am Ende der			1.	Minute	37,3
do.	do.	do.	2.	do.	37,35
do.	do.	do.	3.	do.	37,4

Temperatur fällt allmählig ab.

Circumferenz betrug 10 Minuten später am rechten Oberschenkel 42 Cm., am linken 38 Cm. Die Farbe der Haut über den Streckmuskeln

des rechten Oberschenkels unterschied sich durchaus in Nichts von der Farbe der Haut über den Adductoren, während die Stelle am Poupartschen Bande, wo die positive Electrode stand, eine lebhafte Röthung von der Grösse eines Thalers zeigte. Dieses Erythem trieb das Quecksilber schnell auf 36,8 bis 37° C., sobald man aber mit der Spindel über die Grenze desselben hinausglitt, so sank das Quecksilber sofort um 1,5—2° C., stieg aber sofort und rapid auf die frühere Höhe, sobald man zum Erythem zurückkehrte. — Die Wärme der Haut über den Adductoren des rechten Oberschenkels ergab 20 Minuten nach der Contraction der Strecker gemessen 34,8° C. Rückte man nun mit der Spindel auf den M. sartorius hinauf, so stieg das Quecksilber sofort auf 36° C., sank aber sogleich wieder, wenn die Spindel über die Grenze des Sartorius hinaus auf die Adductoren zurückkehrte. Die ausserordentliche Empfindlichkeit des Thermometers machte es möglich, den Unterschied in der Wärme der Haut über den Adductoren, den Extensoren und dem N. cruralis am lig. Poupartii noch nach Verlauf einer Stunde wahrzunehmen. — Die Frequenz der Athemzüge und Pulsschläge, welche vor jedem Versuche constatirt war, bestand in allen Fällen während der Contraction unverändert fort.

Die Resultate der vorliegenden Versuche würden sich in Kurzem dahin zusammenfassen lassen:

Die durch faradische Reizung motorischer Nerven erzeugte Muskelcontraction erhöht die Temperatur in den betreffenden Muskeln und mittelbar in der dieselben bedeckenden Haut, ohne die Farbe der letzteren oder den normalen Füllungsgrad ihrer Venen zu verändern. Diese Temperatursteigerung ist um so bedeutender, je energischer die Contraction ist und je länger sie andauert; sie erregt den Versuchspersonen das Gefühl intensiver Wärme in den verkürzten Muskeln, und ist von einer Volumszunahme der letzteren begleitet, welche bei Verkürzung der Extensoren den Umfang des Vorderarms um ½ bis 1 Cm., den Umfang des Oberschenkels um 1—2 Cm. vergrössert. Mittelst des Thermometers lässt sich zwischen der hohen Temperatur über den verkürzt gewesenen Muskeln und der fast normalen Temperatur über den benachbarten, nicht verkürzten Muskeln eine scharfe Grenze ziehen. Auch giebt sich dieser Unterschied in der Wärme schon dem Gefühle bei aufgelegter Hand auf das Deutlichste

zu erkennen. In der ersten Minute der Muskelverkürzung fällt das Quecksilber fast constant um 0,1—0,5° C., steigt aber bei fortdauernder Contraction schon in der dritten Minute wieder, um dann gleichmässig fortzuschreiten. Bei Contractionen von mässiger Dauer steigt nach Beendigung derselben das Quecksilber in der ersten Minute am schnellsten, erreicht aber seine Acme bei der ersten Reizung jedesmal in der vierten bis sechsten Minute, bei den späteren, schnell auf einander folgenden Reizungen, zwischen denen die Temperatur sich ihrem normalen Stande nicht einmal annähern kann, in kürzerer Zeit, selbst in der ersten Minute, wenn die Temperatur schon hoch steht. Ist die Haut und die Quecksilberspindel mit einem schlechten Wärmeleiter umhüllt, so steigt die Temperatur rascher und zu einem höheren Grade, als bei unbedeckter Haut. Der Abfall der Temperatur geht langsam, aber ebenso gleichmässig vor sich, als das Aufsteigen — selbstverständlich bei unbedeckter Haut schneller, als bei bedeckter.

Raum und Zweck dieser Schrift verbieten es, diese Versuche noch ausführlicher zu erörtern. Da ich überdies im Begriff stehe, nicht allein die Resultate der thermometrischen Messungen durch den thermoelectrischen Apparat zu controliren, sondern auch die Versuche auf die Wärme in den Muskeln selbst auszudehnen, so muss ich mir eine genauere Besprechung dieses Gegenstandes für die Folge vorbehalten.

Die Wichtigkeit der Resultate für die therapeutische Anwendung des faradischen Stromes insbesondere da, wo es sich um Verbesserung der Ernährung in gelähmten und atrophirenden Muskeln handelt, leuchtet von selbst ein.

Eine genügende und umfassende Erklärung der bedeutenden Temperaturerhöhung dürfte vor der Hand schwierig sein, indessen müssen wir eine vermehrte Blutzufuhr wohl als den hauptsächlichsten Factor sowohl während der Contraction als nach dem Aufhören derselben ansehen.

Was das subjective Gefühl bei derartigen langdauernden Verkürzungen anbelangt, so verschwindet der Hautschmerz nach vier bis fünf Secunden, wenn die wohlangefeuchtete Electrode kräftig aufgesetzt und unverrückt gehalten wird. Das dumpfe Krampfgefühl im Muskel bleibt allein zurück. Dieses wird häufig nach der zweiten Minute von einem mässigen ruckweise oder stossweise durchschiessenden Schmerze unterbrochen. Am beschwerlichsten fällt den Versuchspersonen die langdauernde unverrückte Haltung des Arms. Es ist deshalb, wenn anders der Kranke nicht durch Bewegungen den ganzen Versuch stören soll, nothwendig, nicht allein den Vorderarm, sondern auch den Oberarm und den ganzen Oberkörper gleichmässig zu unterstützen.

Es wird durch diese Versuche noch eine Frage — wenigstens nach einer Seite hin — erledigt, welche bisher von den Schriftstellern (über therapeutische Anwendung der Electricität) nicht genügend gewürdigt ist: nämlich die zweckmässige Dauer der jedesmaligen Reizung des einzelnen Muskels zu therapeutischen Zwecken. Duchenne, Erdmann und Meyer geben übereinstimmend an, man thue nicht gut, den Strom länger als zwanzig bis dreissig Secunden einwirken zu lassen, weil bei längerer Dauer der Erregung Muskel und Nerv geschwächt und gelähmt würden.

Dies scheint mir indessen mehr eine aprioristische Annahme, als eine auf Erfahrung basirte Thatsache zu sein. Ich habe wenigstens weder in gesunden noch in gelähmten Muskeln nach langdauernden Reizungen einen Schwächezustand eintreten sehen, sondern im Gegentheil constant neben der Erhöung der Temperatur und Vergrösserung des Umfanges eine freiere Action in den Muskeln bemerkt. Ein Fall von completer Lähmung des N. radialis (durch Druck oder Quetschung) gelangte bei der fast ausschliesslichen Behandlung mit zwei bis drei Minuten währenden Erregungen in elf Sitzungen zur Heilung. Es geht aus der Tabelle V. allerdings hervor, dass auch wiederholte Contractionen von 30 Secunden Dauer eine erhebliche Temperaturerhöhung setzen, allein diese kommt langsamer zu Stande und erreicht nicht die Höhe, wie sie Tabelle II., IV., VI., VII. zeigen.

Bei der grossen Wichtigkeit der Muskelaction als Beförderin der centripetalen Venen- und Lymph-Strömung, sowie des cen-

trifugalen Arterien-Stromes zur Ernährung des Muskels möchten die langdauernden Reizungen vorzugsweise da am Orte sein, wo ein Muskel durch Läsion seiner Nerven zur Immobilität verdammt, der regressiven Metamorphose anheimzufallen droht.

Ich lasse es endlich vorläufig dahingestellt sein, ob die von Remak so sehr gepriesene Wirkung des mehrere Minuten hindurch einwirkenden constanten Stromes von dem Effecte meines eben besprochenen Verfahrens überhaupt in irgend einer Hinsicht abweicht.

Methode.

Zu physiologischen, wie therapeutischen Zwecken eignen sich die volta-electrischen Inductions-Apparate weit mehr, als die magnet-electrischen, obwohl beide in ihrer Wirkung auf den Organismus nicht erheblich unter sich differiren. Zunächst ist der Rotationsapparat theurer als der volta-faradische Apparat, und bedarf viel häufigerer Reparaturen, als dieser. Er erfordert ferner bei seiner Anwendung stets einen geschickten Assistenten — oder mehrere, wenn die Versuche stundenlang währen. Die Unterbrechung des Stromes kann sowohl wegen der Construction des Apparates, als auch wegen des ungleichen Kraftaufwandes Seitens des Gehülfen nie eine so gleichmässige und rapide sein, wie bei dem Du Bois'schen Apparate, an dem der Strom selbst die Unterbrechung mit einer immensen Schnelligkeit und mit unveränderlicher Gleichmässigkeit ausführt. Dieser Umstand sowohl, als auch jener, dass die Stromstärke am Rotationsapparate nicht mit solcher Genauigkeit moderirt und berechnet werden kann, als an dem volta-faradischen, macht die Application des magnet-electrischen Stromes an empfindlichen Parthien, z. B. am Gesichte oder am Halse, bei sensibeln Personen aber überhaupt am ganzen Körper unerträglich schmerzhaft und unbrauchbar.

Ich bediene mich des von Du Bois-Reymond angegebenen volta-electrischen Inductions-Apparats, welcher von den Herren Siemens und Halske in Berlin (Telegraphen-Bauanstalt, Markgrafenstrasse 94) in aus-

gezeichneter Weise angefertigt ist. Die Dauerhaftigkeit, Eleganz und Billigkeit dieser Apparate haben ihnen einen vortrefflichen Ruf und die ausgedehnteste Verbreitung verschafft — ich hoffe mir deshalb einigen Dank zu erwerben, wenn ich den Aerzten, welche mit diesem Apparate arbeiten wollen und ohne eine genaue Kenntniss der Construction desselben auf mancherlei technische Schwierigkeiten stossen würden, eine kurze Beschreibung des Apparates nebst Abbildung desselben, insbesondere aber die Darlegung des Stromlaufes in einer schematischen Figur vorführe.

Der in einem eleganten Mahagoni-Kasten eingeschlossene Apparat [1]) wird von einer Batterie in Thätigkeit gesetzt, welche neben dem Apparate aufgestellt und mit demselben durch zwei Kupferdrähte verbunden wird. Die Daniell'sche constante Batterie eignet sich vorzugsweise zu häufigem Gebrauche, weil sie viele Stunden lang eine durchaus gleichmässige Stromstärke liefert, weil ferner die concentrirten Lösungen von Kupfervitriol (am Kupfer) und Kochsalz (am Zink) billig sind, und bei der Reinigung nicht die Unannehmlichkeiten der Säuren darbieten. Muss der Apparat transportirt werden, dann ist freilich die etwas voluminöse Daniell'sche Batterie unbequem. Die concentrirten Lösungen kann sich Jeder aus käuflichem Kupfervitriol und Kochsalz selbst darstellen, die Zink-Kupfer-Combinationen verfertigt jeder Zinngiesser, die Thoncylinder endlich werden von den Herren Siemens und Halske, sowie von den Herren Hoffmann und Eberhardt in Berlin in jeder Grösse und vortrefflicher Qualität geliefert. Es genügt zu allen Versuchen eine constante Batterie von zwei bis drei mittelgrossen Elementen, indessen ist darauf zu achten, dass die Oxydschichten am Zinkkolben und am Kupfer nicht zu dick werden, weil in diesem Falle ein genügender Strom nicht erzielt wird. Das Entfernen der Oxydschichten mittelst Eintauchens der Metalle in Salzsäure und sofortiges Verquicken der Zinkkolben durch Uebergiessen von regulinischem Quecksilber hilft diesem Uebelstande für längere Zeit ab.

---

[1]) In der Abbildung des Apparates ist die vordere und die eine seitliche Wand des Kastens entfernt gedacht; beide sind aber dem schematischen Grundrisse beigefügt.

Der Du Bois'sche Apparat liefert Ströme erster und zweiter Ordnung. Den primären Strom oder Extracurrent zieht man aus der kleineren (inneren) Drahtrolle allein, oder aus der inneren und äusseren, wenn beide durch metallische Stäbe mit einander verbunden sind. (S. Abbildung des Apparates.) Den secundären oder Inductionsstrom (im engeren Sinne) zieht man aus der äusseren Rolle (Inductionsspirale), welche über die innere geschoben wird, ohne mit derselben in directer Verbindung zu stehen.

Am besten wird die Entstehung und Fortleitung der Ströme einleuchten, wenn wir mit Bezugnahme auf die beigegebenen Abbildungen den Strom — nach altem Gebrauche den positiven — auf seinem Kreislaufe verfolgen.

Der negative Strom (S. schematische Figur.) tritt an den Kasten bei *Z*, der positive bei *K*. Der metallische Balken *K'*, welcher sich in einem Gelenke bei *K* bewegt, dient zum Schliessen und Oeffnen der Kette. Ist sie geschlossen, so gelangt der positive Strom bei *p* in das Innere des Kastens, läuft in der Säule *a* aufwärts, und in der Feder des Unterbrechungs-Hämmerchens *H* bis *b*. Hier tritt er in die Platinspitze der Schraube *c* und nimmt nun, wenn man nur die innere (Magnet) Spirale benutzen will, seinen Weg durch den Bügel *cd* nach der Schraube *d* und von hier bei *e* ein den Draht der inneren Rolle, welche er bei *f* wieder verlässt, um dem (in einer Fuge des Fussbrettes verborgenen) Drahte zu dem kleinen Hufeisen zu folgen, welches aus den beiden Säulen *S* und *S'*, und dem Querstück *g* besteht. In dem umwickelten Drahte umkreist nun der positive Strom zuerst die Säule *S*, dann die Säule *S'*, und verbindet sich dann (im Fussbrett) bei der Klemmschraube *n* (der Fortsetzung von *Z*) mit dem negativen Pole. So lange der Strom in dem Drahte, welcher das Hufeisen umwickelt, kreist, ist dieses ein Magnet und zieht den Anker des Hämmerchens *H* an.

Dadurch wird aber die Verbindung der Platinspitze an der Schraube *c* mit dem Platinblöckchen auf dem Hammerstiel bei *b* aufgehoben, also der Strom unterbrochen. In demselben Augenblicke erlischt aber auch der Magnetismus in dem Hufeisen, das Hämmerchen schnellt vermöge der Federkraft seines Stieles aufwärts, und damit ist

die Verbindung desselben mit der Platinspitze bei *b* wieder hergestellt. Der von Neuem kreisende Strom macht das Hufeisen wieder magnetisch. Dieses zieht den Hammer wieder an, lässt ihn vermöge der Stromunterbrechung wieder fahren — und so findet fortwährend eine rapide Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromes Statt. Der Leitungsdraht des negativen Poles verläuft von *n* ab, zuerst in einer Fuge des Fussbrettes verborgen bis *n'*, dann an der Holzscheibe aufwärts bis *n''*, und von hier durch die Wand des Kastens nach aussen, wo er bei *N* zum Vorschein kommt.

Der Leitungsdraht des positiven Stromes ist in die Schraube *c* eingelegt und verlässt das Innere des Kastens, um aussen an der Schraube *P* zu erscheinen. Will man das Wasserrohr benutzen, so zieht man den Strom erst aus der Schraube *P'*, nachdem er durch die Drähte *p'* und *p''*, sowie durch die zwischen beide interponirte Wassersäule hindurchgegangen ist.

Will man den primären Strom oder Extracurrent durch die grössere (Inductions-) Spirale verstärken, so entfernt man den Bügel *cd* und legt die graden Drahtstäbe *D* und *D'* in die Klemmschrauben *ch* und *di* ein. Der positive Strom geht nun von *c* durch den Drahtstab *D* in die grosse Inductionsspirale bei *h* ein, durchläuft deren Drahtwindungen, tritt bei *i* wieder aus, um durch den Drahtstab *D'* nach *d* zu gelangen. Von hier läuft er nun wie vorher durch die innere Spirale zum Hufeisenmagnete u. s. w.

Der Extracurrent erlangt durch die Einschaltung der grossen Spirale eine um so grössere Intensität, je weiter dieselbe über die innere herübergeschoben wird. Wenn die letztere von der ersteren fast bedeckt ist, wenn also *h* und *c* fast zusammenstossen, dann hat die Intensität des Stromes den höchsten Grad erreicht, weil dann die Drahtwindungen der äusseren und inneren Rolle gemeinschaftlich die Magnetisirung des Eisenkerns ausführen. Der Eisenkern *E* befindet sich im Centrum der inneren Spirale, in welche er von aussen eingeschoben wird, und besteht in einem Bündel gefirnisster Drahtstäbe, welche durch den in der innern Drahtrolle kreisenden Strom zu Magneten werden.

Will man sich des secundären oder Inductionsstromes bedienen, so werden die Drahtstäbe *D* und *D'* entfernt und der Bügel *cd* wieder eingelegt. Die äussere Rolle *A'*, welche nach Art eines Schlittens auf den Metallschienen *k* und *l* läuft, wird nun über die innere geschoben, mit der sie übrigens in keiner directen Verbindung steht. Je weiter man *A'* über *A* vorschiebt, um so intensiver wird der Inductionsstrom in *A'*, welcher bei jeder Stromunterbrechung Seitens des Hämmerchens durch den verschwindenden primären Strom und den verschwindenden Magnetismus des Eisenkerns inducirt wird. Der Inductionsstrom verlässt die Rolle bei *h* und *i*, um über die Metallschienen nach *m* und *n* und durch die Wand des Kastens nach aussen zu gelangen.

Hier ist an der einen Klemmschraube noch ein Unterbrecher angebracht, damit man den Inductionsstrom bei der Application jederzeit und sofort unterbrechen könne. Das Wasserrohr ist äusserst brauchbar zur Graduirung des Extracurrent, dessen man sich zur Erzielung von Muskelcontractionen vorzugsweise zu bedienen pflegt. Je weiter man die Drahtspitzen in dem Wasserrohr von einander entfernt, je grösser also die interponirte Wassersäule wird, welche der Strom zu durchlaufen hat, um so bedeutender ist die Abschwächung, welche fast bis zum Verschwinden des Stromes fortgesetzt werden kann.

Die Electroden oder Conductoren müssen grade, unbiegsame Metallstäbe sein, welche nicht vom Rost angegriffen werden. Die Dicke sei höchstens die eines Gänsekiels, die Länge mit Einschluss des hölzernen Handgriffes 4—5 Zoll. Die Spitze lasse man, anstatt sie mit dem unnöthigen und hinderlichen Knopfe zu armiren, einfach abrunden und den Stab in der Nähe der Spitze mit einer Furche versehen, zur Befestigung des den Schwamm umstrickenden Fadens.

Für subtilere Verhältnisse (Gesicht, Hals, Vorderarm) gebrauche ich stricknadeldünne Electroden, welche die feinste Localisirung des Stromes gestatten und die Präcision und Sicherheit der Methode recht anschaulich machen.

Die Spitzen der Electroden müssen mit einigen Schichten feinsten Badeschwammes armirt sein, welche besonders an den feinen Electroden mit einem Fadengitter bis an die äusserste Spitze hin umwunden

werden müssen. Zur Anfeuchtung der Schwämme und der Haut eignet sich am besten warmes Salzwasser von 30—40° R., welches den grossen Leitungswiderstand Seitens der trockenen und kalten Epidermis, sowie die durch Ueberwindung desselben verursachte Abschwächung des Stroms und die Reizung der Hautnerven erheblich vermindert.

Die Umwickelung der Electrodenspitzen mit feuchtem Leder, welche Duchenne und Remak für subtile Regionen vorschlagen, ist ganz unpractisch, weil die Feuchtigkeit von dem Leder schlecht conservirt wird, und durch das Trockenwerden desselben alle die eben genannten Nachtheile zu Tage treten.

Die mit Seide übersponnenen Leitungsdrähte werden neuerdings von den Herren Siemens und Halske mit feinen Gummi-Schläuchen überzogen, wodurch sie an Dauerhaftigkeit ausserordentlich gewinnen.

Ausser dem kräftigen Aufdrücken der Electrode, welches — wie oben erörtert wurde — dem Strom den Weg in die Tiefe bahnt und den Hautschmerz bedeutend herabsetzt, ist beim Faradisiren wohl zu beachten, dass der Körper oder wenigstens das betreffende Glied sich in einer sicheren Lage befindet, — dass die Haut beim Ansetzen nicht verschoben wird, was bei mageren Individuen gar leicht geschieht, — endlich dass die Lagerung des Gliedes bei der jedesmaligen Faradisirung dieselbe sei. Dies sind für den, der sich mit der Methode vertraut machen will, nicht unwichtige Punkte. Ist das Glied nicht fixirt, so weicht es dem Drucke aus und gestattet keine präcise Führung der Electrode. Wird die Haut verschoben, so verfehlt die Electrode den motorischen Nerven und bringt gar keine Wirkung oder eine unerwünschte Reizung sensibler Nerven zu Wege. So ereignet es sich z. B. sehr leicht, dass man von N. musculocutaneus auf den Medianus abgleitet, oder vom motorischen Zweige des M. vastus internus auf den N. saphenus major. Ich fixire, um dies zu vermeiden, bei sehr schlaffer Haut die Stelle, unter welcher der betreffende motorische Nerv verläuft mit dem Daumen, wie die Vene beim Aderlass, und setze vor der Spitze desselben die Electrode auf. Wird die Lage des Gliedes geändert, so verändert sich häufig auch das Lageverhältniss der Hautoberfläche zu den tieferen Parthieen und das Verhältniss der letzteren

unter sich. Es werden deshalb die bei gestreckter Haltung einer Extremität bezeichneten motorischen Punkte sich in gebeugter Stellung derselben häufig als nicht ganz zutreffend erweisen.

Man thut aus diesem Grunde gut, im Anfange die betreffende Person stets in derselben Lage zu faradisiren, am besten in der horizontalen Bettlage, auch schon deshalb, um alle Muskeln gleichmässig zu erschlaffen.

Für Anfänger füge ich den Rath hinzu, sobald sie die Faradisation localisée zu therapeutischem Zwecke verwerthen wollen, sich sogleich in der ersten Sitzung die motorischen Punkte zu suchen und mit Argent. nitricum auf der Haut zu fixiren, damit nicht in jeder folgenden Sitzung das schmerzhafte und zeitraubende Suchen und Hin- und Herfahren mit den Electroden von Neuem beginnt und dem Kranken die Lust an der Fortsetzung der Kur benimmt.

Es ist ferner von Wichtigkeit, zu wissen, dass der positive Pol eine stärkere Wirkung auf die sensibeln sowohl als motorischen Nerven ausübt, als der negative — vorausgesetzt, dass die Electroden von gleicher Dicke sind. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man am eigenen Körper sensible Parthieen reizt und die Pole wechselt. Bezeichnet man sich ferner die motorischen Punkte zweier homologer Muskeln im Gesichte mit Dinte und reizt nun die beiden Facial-Aeste gleichzeitig, den linksseitigen mit dem positiven, den rechtseitigen mit dem negativen Pole, so wird die dadurch gesetzte Contraction und Sensation links energischer sein als rechts; mit dem Wechsel der Pole wird sich die Sache aber umgekehrt verhalten.

Ich bediene mich des positiven Pols wegen dieser seiner stärkeren Wirkung stets zur Reizung der Muskelnerven und schliesse mit der negativen Electrode, welche, um die Stärke des positiven Poles zu erhöhen, mit einer grösseren Contactfläche versehen ist, die Kette an irgendwelchem indifferenten Punkte des Körpers. An welchem Punkte des Inductionsapparates der positive Strom austritt, ermittelt man leicht durch die bekannte Electrolyse des Jodkaliums.

Duchenne führt in seinem Werke kurz an, man thue gut, bei der Faradisirung der Gesichtsmuskeln die Kette nicht auf dem Muskel, sondern in dessen Nähe, z. B. am Halse, zu schliessen, um den Strom

recht abzuschwächen. Dies ist der einzige Fall, wo Duchenne die Kette nicht auf dem Muskel schliesst. Remak sagt in Bezug hierauf, man könne bei den Gesichtsmuskeln die Kette ausserhalb des Muskels schliessen, da es bei der grossen Erregbarkeit der Facial-Aeste genüge, wenn eine Stromschleife (?) dieselben träfe. Dies liesse sich auf alle Muskelnerven anwenden, wenn man sich mit einer Abschwächung des Erfolges begnügen wolle. Indessen sei dies eine Spielerei, mit welcher man allerdings den „Nichteingeweihten“ in grosses Erstaunen setzen könne. Sie möge vielleicht nützlich werden, sobald man die Absicht habe, zwei Muskeln gleichzeitig von ihren Randpunkten aus mit demselben Strome in Bewegung zu setzen. Ich habe dieses Verfahren einer genaueren Prüfung unterworfen und gefunden, dass dasselbe einen weit grösseren practischen Werth besitzt, als Duchenne und Remak annehmen. Ich erinnere zunächst an das Gesetz, dass der electrische Strom um so mehr abgeschwächt wird, je grösser der eingeschaltete Körper ist, insbesondere aber, je mehr Leistungswiderstände der Strom im Verlauf durch denselben zu überwinden hat. (Ohm'sches Gesetz.) Somit fällt die Contraction z. B. des Triangularis menti, dessen Nerven ich an mir selbst mit der positiven Electrode reize, am schwächsten aus, wenn ich den negativen Pol am Fusse aufsetze, stärker wenn ich ihn auf dem Sternum oder gar in der Nähe des Depressor ang. oris aufsetze. Am kräftigsten wird stets die Contraction sein, wenn ich die Kette auf dem Muskel selbst schliesse, weil dann nicht allein eine kurze Strecke des besten Leiters (nämlich das sehr feuchte Muskel- und Unterhautzellgewebe) zwischen den Polen eingeschaltet ist, sondern auch, weil einerseits der positive Pol den motorischen Nerven, andererseits der negative Pol die im Muskelbauche verlaufenden, mehr oder weniger durch Abzweigung verdünnten Aeste des Nerven oder wenigstens deren peripherische Ausbreitung reizt. Bei den meisten der grösseren Rumpf- und Extremitäten-Muskeln macht sich der Umstand geltend, dass dieselben nicht von einem, sondern von zwei oder mehreren Nerven versorgt werden. Hier wird es zur Erzielung einer completen Contraction nothwendig sein — wenn zwei motorische Nerven zu dem Muskel treten, — am Rande des letzteren da die negative Electrode aufzusetzen, wo der motorische Hülfsnerv eintritt; — wenn

mehr als zwei Nerven vorhanden sind (z. B. an den Bauchmuskeln), entweder durch Abzweigung der Ströme vier oder mehr Electroden zu schaffen, oder sich mit der intramuscularen Reizung zu begnügen. Ich werde auf diese anatomischen Verhältnisse im speciellen Theil zurückkommen.

Bei der practischen Anwendung des Verfahrens, die Kette ausserhalb des Muskels zu schliessen, kommt die Abschwächung des Stroms natürlich gar nicht in Betracht, da man dem Umstande durch Steigerung der Stromdichtigkeit abhelfen kann. Wenn ich im Gesichte oder am Halse agire, schliesse ich die Kette stets auf dem Rumpfe, um die unvermeidliche und sehr schmerzhafte Reizung der Zweige des Trigeminus und der sensibeln Cervicalnerven durch den negativen Pol zu vermeiden.

Auch am Rumpfe bediene ich mich stets dieses Verfahrens, wo es mir auf eine genaue Bestimmung des anatomischen Verhaltens der Nerven, oder auf die Beurtheilung pathologischer Zustände in den Muskeln oder Nerven ankommt.

So lange zwei Electroden auf dem Muskel stehen, ist nicht festzustellen, von welcher Electrode aus, und an welchem Punkte nun eine Reizung geschieht. — Bei kleinen Muskeln ist auf diese Weise eine gleichzeitige Reizung benachbarter Muskeln und Nerven kaum zu vermeiden.

Ausgezeichneten Nutzen hat mir das obige Verfahren gewährt bei der am Lebenden vorgenommenen Bestimmung des Verlaufes der Nerven und ihrer Eintrittsstellen an den Muskeln. Hier liess ich die negative Electrode von der Versuchsperson selbst oder von einem Gehülfen auf dem Sternum oder der Patella — Punkten, welche die Abwesenheit von motorischen Nerven und Muskelfasern und die Armuth an sensibeln Nerven als möglichst indifferente erscheinen lässt — fixirt halten. Mit der positiven Electrode suchte ich nun am Muskel den Punkt, dessen Reizung eine möglichst complete Verkürzung zu Wege brachte und bezeichnete ihn durch eine gefärbte Lapislösung. Bei den Muskeln, welche von mehreren Nerven versorgt werden, konnte ich auf diese Weise den Eintritt jedes einzelnen Astes eruiren.

Es ist ferner selbstverständlich, dass der Verlauf vieler Nerven, bevor sie in ihre Muskeln eintreten, es gestatten wird, erstere in mehr

oder weniger grosser Entfernung von ihren Eintrittsstellen zu reizen, und somit eine isolirte Muskel-Contraction zu erzielen, ohne dass der Muskel selbst irgendwie in die Kette eingeschaltet wird. Dies kann man sehr schön an den einzelnen Zweigen des N. communicans faciei und des N. radialis, am äusseren Aste des Accessorius Willisii und an den einzelnen Aesten des plexus brachialis demonstriren.

Es wurde oben gesagt, dass jeder Pol des Stromes geeignet sei, motorische und sensible Nerven isolirt zu erregen. Dasselbe gilt von den einzelnen Zweigen des mehrfach getheilten Stromes, indessen äussern alle Zweige des negativen Poles eine geringere Energie als die des positiven.

Duchenne bemerkt mit wenigen Worten, dass er das Verfahren, mit einem Strome zwei Muskeln zu reizen, an den homologen Gesichtsmuskeln versucht, aber auch sofort wieder aufgegeben habe, weil die ungleiche Verkürzung beider Muskeln ihm für seine physiologischen Studien unbrauchbar erschien. Er bediente sich deshalb der getheilten Ströme (courants derivées) zur Reizung zweier homologer Muskeln, in der Weise, dass auf jedem Muskel ein Zweig des positiven und ein Zweig des negativen Stromes applicirt wird. Dieses Verfahren muss ich nach eigenen Versuchen als umständlich und für die therapeutische Anwendung ganz unpractisch bezeichnen, da es Gehülfen und viel Zeit erfordert.

Remak bemerkt in einer Anmerkung zur zweiten Auflage seiner oben erwähnten Schrift, dass er beide Pole mit Nutzen zur Electrisirung der Zunge und des Gaumensegels verwandt habe.

Ich bediene mich seit geraumer Zeit dieses Verfahrens nicht blos zur Reizung homologer Muskeln oder der Zunge und des Gaumensegels, sondern zu physiologischen und therapeutischen Zwecken an allen Muskeln des Körpers, und kann versichern, dass die Differenz in der Energie des positiven und negativen Stromes bei einiger Stärke nicht erheblich ist. Wo es sich gar um die Faradisirung gelähmter Muskeln mit Anästhesie der Haut handelt, fällt der Unterschied ganz weg, da hier stets mit kräftigen Strömen agirt wird, und es Nichts ausmacht, wenn der eine Muskel einer etwas grösseren Stromstärke ansgesetzt wird, als gerade zur Erzeugung einer completen Contrac-

tion erforderlich ist. Wo es mir aber an subtileren Regionen darauf ankommt, der Differenz Rechnung zu tragen, da setze ich die positive Electrode auf den motorischen Punkt eines stärkeren, die negative auf den eines schwächeren Muskels. Der Nutzen dieses Verfahrens, welches sich (durch Theilung der Ströme) auf mehr als zwei Muskeln ausdehnen lässt, leuchtet von selbst ein. Man erspart bei der therapeutischen Anwendung nicht allein Zeit, sondern ist auch in den Stand gesetzt, complexe Bewegungen, welche an partiell gelähmten Extremitäten ganz zweckmässig sind, auszuführen, sowie auch das physiologische Zusammenwirken von je zwei oder mehr Muskeln festzustellen.

Specieller Theil.

Bei der Angabe der motorischen Punkte werde ich dem Laufe des Nerven folgend, von dem Stamme zu den Zweigen abwärts gehen und fortwährend auf die beigefügten Tafeln Bezug nehmen. Die Zahlen, mit denen die motorischen Punkte auf der I. Tafel bezeichnet sind, wurden auf der II. und III. Tafel für dieselben Punkte wieder gewählt, um die Vergleichung derselben zu erleichtern. Die Entfernungen einiger Punkte, welche ich zur schnelleren Orientirung auf grossen Flächen in Zollen beigefügt habe, sind an Leichen von Erwachsenen gemessen und im Mittel angegeben. Auf die sensibeln Nerven ist nur insofern Rücksicht genommen, als sie bei der Reizung der motorischen Nerven in Betracht kommen.

Bei den nachfolgenden Untersuchungen an Lebenden wurde die Reizung nur mit der feinen, positiven Electrode ausgeführt, während die negative auf dem Sternum fixirt war, und nur dann zur Hülfe genommen wurde, wenn es sich um einen Muskel handelte, der von zwei Nerven versorgt wird. Dies ist jedoch jedesmal speciell angeführt.

Kopf und Hals.

(Taf. I. u. II.)

Der Stamm des N. facialis kann nach Duchenne's Vorschrift vom äusseren Gehörgange aus gereizt werden, indem man eine dünne

Electrode gegen die untere Wand drückt; — allein dieses Verfahren, welches ich an mir selbst und an Anderen vielfältig geprüft habe, ist schon bei mässiger Stromstärke sehr schmerzhaft und hat doch nur geringen Effect — es folgt eine ganz schwache Verziehung der Gesichtshälfte, — während stärkere Ströme bei dem Reichthume der Schleimhaut des äusseren Gehörganges an sensibeln Nervenfasern (ram. auriculo-temporalis Paris quinti) unerträglich und speciell durch das Gefühl des Ohrenzwanges ausgezeichnet sind. Dass Duchenne mittelst dieses Verfahrens so energische Contractionen der Gesichtsmuskeln erzeugt, erklärt sich daraus, dass Duchenne die Kette mit der zweiten Electrode auf der Parotis schliesst. Diese zweite Electrode bewirkt die Reizung der Facialzweige, nicht die im äussern Gehörgange befindliche.

Auf practischen Werth kann also dies Verfahren von Duchenne keinen Anspruch machen. Schmerzloser, wenn auch nicht viel wirksamer in den meisten Fällen, ist die von mir häufig geübte Reizung des Facialis nach seinem Austritte aus dem Foramen stylomastoideum — indem man die dünne Electrode dicht unterm Ohr zwischen Proc. mastoid. und Gelenkfortsetung des Unterkiefers eindrückt. (Taf. II. 1.) Nur bei mageren Individuen findet auf diese Weise eine einigermassen kräftige Wirkung auf die vom Facialis versorgten Muskeln Statt.

Von den Aesten, welche der Facialis kurz nach seinem Austritte abgiebt, steigt der Ramus auricular. post. profund. am vorderen Rande des Proc. mastoid. aufwärts und liegt hier ziemlich oberflächlich unmittelbar hinter der Verbindung des Ohrknorpels mit dem Schädel. (Taf. II. 3*b*.) Reizung desselben, welche übrigens wegen der vielfachen Anastomosen mit dem N. auricul. magnus und occipital. minor (Plex. cervic.) schmerzhaft ist, setzt Contraction in den Mm. retrahentes auriculae und attollens (hinterer Theil) und zugleich im M. occipitalis. — also Erhebung der Concha nach hinten und oben, und gleichzeitig Herabziehen der Kopfhaut. Nach seiner Theilung, welche bald höher, bald tiefer erfolgt, lässt sich jeder Zweig isolirt reizen. Der Ram. posterior (Taf. II. 3.) giebt die Detraction oder Depression der Galea, der Ram. anterior (Taf. II. 2.) Erhebung der Concha nach hinten und oben. Eine

isolirte Retractio oder Attractio auriculae ohne Erhebung lässt sich übrigens nicht hervorbringen, weil bei der Reizung der feinen Aestchen dieser kleinen Muskeln eine Läsion der zum Attollens aufsteigenden Aeste nicht vermieden werden kann.

Sehr häufig habe ich das Zweiglein des Ram. auricul. post. profund., welches zum M. tragicus und antitragicus geht, mitten auf dem Process. mastoid. gefunden und bis an die Fissura intertragica verfolgen können. Reizung desselben auf dem Proc. mastoid. (Taf. II. 4.) also in einer Entfernung von ca. ¾" von ihren Muskeln und dem Ohre überhaupt, setzt Verengerung der Fissura intertragica mit Faltung der Haut, indem der Tragus an den Antitragus herangezogen, beide aber gleichzeitig nach innen und aufwärts gezogen werden.

Der M. helicis major und minor verengern die Concha ein wenig von oben nach unten. Ihr Zweig tritt aus den Rami temporales ab, und wird zuweilen in der Nähe des Tragus (Taf. II. 8*a*.) gefunden.

Duchenne (l. c. p. 388) hat die Function dieser Muskeln nur durch directes Aufsetzen der Electrode auf die Muskeln zu eruiren gesucht, ein Verfahren, welches bei der Beweglichkeit der Ohrmuschel und der Subtilität der Muskelbewegungen zu Täuschungen Veranlassung giebt.

Die Zweige für M. stylohyoideus und M. digastricus (hinterer Bauch) lassen sich bei mageren Menschen — jedoch selten isolirt (Taf. II. 1*a* und 1*b*.) — reizen und setzen Bewegung des Zungenbeins nach aussen, hinten und oben.

Beim Durchtritt durch die Parotis sind dieeinzelnen grösseren Aeste des Pes anserinus leicht zu finden, und setzen gereizt Contractionen in bestimmten Muskel-Gruppen, welche der anatomischen Eintheilung in Rami temporales, zygomatici, buccales, subcutanei maxill. inferioris und colli im Allgemeinen entsprechen.

Diejenigen Aeste nun, welche auf dem Knochen mehr weniger fest aufliegen, lassen sich mit Hülfe feinster Electroden auf das Genaueste in ihre einzelnen Zweige auflösen. Schwerer dagegen und fast nur bei ganz mageren Individuen gelingt es, den Verlauf derjenigen Zweige zu verfolgen, welche tief in Weichtheile eingebettet liegen, nämlich der

Rami zygomatici und subcutan. colli (wenn auch nur theilweise), — sodann aber besonders bei den Rami buccales, nachdem sie den inneren Rand des Masseter überschritten haben. Hier muss man sich begnügen, jeden motorischen Zweig in der Nähe seines Muskels oder beim Eintritt in denselben zu reizen.

Es finden sich, wenn man an einer grossen Anzahl von Personen die Ausbreitung des Facialis in die Gesichtsmuskeln untersucht, vielfältige Varietäten, so dass meine Angaben nicht für alle Fälle ganz zutreffend sein können. Immerhin wird es aber mit ihrer Hülfe leicht sein, sich zu orientiren.

Ausser den Verschiedenheiten in der Ausstrahlung des N. communicans fand ich an den Muskeln folgende bemerkenwerthe Abweichungen: der M. frontalis war zuweilen so schwach entwickelt, dass er kaum einen Effect zeigte; der Corrugator supercilii zuweilen äusserst kräftig entwickelt — der Zygomat. major weit nach aussen entspringend, wenn ein Zygom. minor vorhanden war. Fehlte dieser ganz, was ich sehr selten beobachtete, so rückte der Ursprung des Zygom. major weiter nach der Mittellinie hin. Die Muskeln der Nase und der Oberlippe fand ich zuweilen so verwachsen, dass sie sich nicht alle isoliren liessen — den Risor. Santorini häufig fehlend — den Triangularis und Quadratus menti in einem Falle nebst dem Platysma ganz fehlend dafür aber den Levator menti übermässig entwickelt; das Platysma hypertrophisch bei Leuten, welche sehr schwere körperliche Arbeit verrichten, z. B. bei Schmieden, Holzhauern u. s. w., weil diese Leute bei jedem mit Energie geführten Schlage das Platysma anzuspannen pflegen. Schlecht entwickelt oder ganz fehlend habe ich das Platysma häufig bei Individuen mit sitzender Lebensweise gefunden, z. B. bei Schneidern.

Die einzelnen Zweige des N. facialis anlangend, so setzt die Reizung der Aestchen für die Attrahentes auriculae und den M. attollens auricul. (vordere Parthie), welche am besten auf dem Jochfortsatz geschieht (Taf. II. 5.), Erhebung der Concha nach oben und gleichzeitig etwas nach vorne. Die unvermeidliche Reizung der sensibeln Filamente des N. auriculo-temporalis wird genügend durch starkes Aufdrücken der Electrode paralysirt.

M. frontalis und M. corrugator supercilii lassen sich stets isolirt auf extramusculärem Wege zur Verkürzung bringen, da der für beide gemeinschaftliche Nervenast sich gewöhnlich schon in grösserer Entfernung von den Muskeln, nämlich über oder gar unter dem Jochfortsatz, spaltet.

Der M. frontalis (Taf. II. 6.) faltet die Stirnhaut quer und zieht die Galea nach vorne herab.

Der M. Corrugator (Taf. II. 7.) zieht die Augenbrauen in S-förmiger Gestalt nach der Glabella aufwärts oder nach der Nasenwurzel herab, und legt, beiderseits gereizt, die Haut auf der Glabella in Längsfalten.

Der M. orbicularis palpebr. (Taf. II. 8.) schliesst das Auge vollständig und legt dabei die Haut der Augenlieder in Falten.

Man bediene sich in der Nähe der Orbita stets schwacher Ströme, da ich schon von einem mässig starken Strome Reizung der Retina (Lichterscheinung) an mir und Anderen entstehen sah. Schwache Ströme sind dagegen ganz unschädlich, und habe ich selbige häufig sogar in die Augenhöhlen (innerhalb der Lieder) auf die einzelnen Muskeln des Bulbus ohne den geringsten Nachtheil geleitet.

Der M. zygomaticus major (Taf. II. 9.) giebt, wie schon Duchenne zeigte, dem Gesichte einen lachenden Ausdruck, der M. zygomat. minor dagegen einen verdriesslichen.

Die Muskeln an der Nase und Oberlippe, nämlich M. levator labii sup. et alae nasi (Taf. II. 11.), compressor nasi (Taf. II. 12.), depressor nasi, levat. labii sup. propr. und levator anguli oris (Taf. II. 10) bieten Schwierigkeiten, weil einerseits Verwachsungen derselben untereinander und die Lage der Einzelnen übereinander häufig eine isolirte Contraction vereitelt, andererseits die durch den Ram. infratrochlearis und N. infraorbitalis Trigemini gesetzte enorme Sensibilität der Haut eine genaue Beobachtung unmöglich macht. Jede Reizung des einen Muskelnerven bringt vermittelst der schmerzlichen Sensation Mitbewegungen in anderen Muskeln hervor. Ich habe deshalb diese Parthieen an tief chloroformirten Personen untersucht und gefunden, dass man dann allerdings im Stande ist, mittelst einer sehr feinen Electrode die einzelnen

Muskeln, wenn sie nicht in ihrer ganzen Ausdehnung mit einander verwachsen sind, isolirt sowohl durch extra- als intramusculäre Reizung zur Verkürzung zu bringen.

Der M. orbicularis oris (Taf. II. 37 u. 38) erhält seine Nerven von verschiedenen Seiten. Es bedarf also mehrerer Electroden, um ihn ganz in Thätigkeit zu setzen. — Ich fand stets, dass, obgleich die circulären Muskelfasern an der Unterlippe nirgends unterbrochen sind, doch die Reizung des am Rande eintretenden Nerven linker Seits nur Verkürzung der linken Hälfte der Unterlippe bis zur Mittellinie hervorrief, die rechte Hälfte aber ganz ausser Thätigkeit liess — und umgekehrt.

Duchenne, der dasselbe beobachtete, hat die Schwierigkeit, dieses Factum mit der Lehre von der Irritabilität der Muskelfasern in Einklang zu bringen, wie es scheint dadurch zu überwinden gesucht, dass er den Muskel „electro-physiologisch" (!) in vier ganz gesonderte Portionen zerfallen lässt [1]) — eine Annahme, die jeder anatomischen Begründung entbehrt.

Die Nn. buccinatorii haben einen wandelbaren Verlauf, und werden am besten am inneren Rande des Masseter gesucht. (Taf. II. 14*b*.)

Der Nerv des M. triangularis menti ist am sichersten nahe dem äusseren Rande des Muskels zu finden. (Taf. II. 26) Zuweilen verlaufen die Zweige des Triangularis, Quadratus menti und Levator menti längere Zeit neben einander am Unterkiefer und gestatten dann isolirte Reizung fern von den Muskeln (Taf. II. 26, 33, 34.); meist aber geschieht die Theilung eines gemeinsamen Astes erst am Triangularis, und ist dann der Zweig für den M. quadratus (Taf. II. 35.) durch die Fasern des Triangularis hindurch zu reizen. Der Levator menti,

---

[1]) l. c. p. 383. Electro-physiologiquement l'orbiculaire des lèvres est composé de quartre portions perfectement indépendantes, car si l'on agit sur une moitié de la lèvre superieure, ou de la lèvre inferieure, près de la ligne mediane de la commissure, la contraction est limitée dans cette portion de l'orbiculaire, sans se communiquer à la portion voisine.

dessen Nerven an dem äusseren Rände (Taf. II. 36) leicht zu finden sind, zeigte sich bei meinen Versuchen meist als ein nicht unbedeutender Muskel.

Das Platysma myoides wird sowohl von Seiten des N. communicans faciei als auch des Plexus cervicalis innervirt, so dass man hier genöthigt ist, die negative Electrode zu Hülfe zu nehmen, um eine ganz complete Contraction zu erzielen.

Es genügt indessen schon die Reizung der Cervical-Aeste auf der Mitte der beiden Mm. sterno-cleidomastoidei (Taf. II. 19.), um die überraschende Wirkung des Hautmuskels zur Anschauung zu bringen. Er bildet nämlich im verkürzten Zustande eine Ebene zwischen Clavicula und Mandibula, welche mit nach aussen und unten herablaufenden Furchen versehen ist.

Die Angabe von Duchenne, dass er bei grossen Gemüths-Affecten, z. B. Wuth, Schrecken u. s. w., contrahirt werde, erscheint gerechtfertigt, wenn man den Muskel beiderseitig verkürzt, gleichzeitig mit den Mm. frontalibus oder corrugator. superc. — und dann den Ausdruck des Gesichtes betrachtet.

Den M. temporalis und masseter anbetreffend, kann man wegen tiefen, unerreichbaren Eintrittes der Nerven (vom Ram. crotaphitico-buccinatorius Trigemini) nur durch intramusculäre Reizung ihrer Ausstrahlung eine mässige Contraction erzielen, indem man die Electrode: für den Masseter über der Incisura semilunaris zwischen Process. coronoid. und condyloid. (Eintrittsstelle des N. massetericus) aufsetzt; für den M. temporalis die positive Electrode auf den hinteren, die negative auf den vorderen Abschnitt des Muskels aufsetzt — entsprechend dem Verlaufe des Ram. temporalis profund. anterior und posterior. Der Effect der intramusculären Reizung ist bei geöffnetem Munde ein ziemlich energisches Heraufziehen des Unterkiefers mit lautem Zähneklappen.

Um sich mit den complicirten Lageverhältnissen der Nerven am Halse vertraut zu machen, thut man wohl, zuerst magere Erwachsene zu Versuchspersonen zu wählen, welche eine breite, nicht sehr mit Fett gefüllte Fossa supraclavicularis besitzen; dem Kopfe gebe man

eine Viertelsdrehung nach der entgegengesetzten Seite zu und experimentire jedesmal genau bei derselben Stellung des Kopfes.

Der Ram. externus nervi accessorii Willisii ist nach seinem Austritte hinter dem M. sternocleidomastoid. auf seinem ganzen Verlaufe bis zum M. cucullaris hin oberflächlich gelegen und nicht zu verfehlen. (Taf. II. 18.)

Seine Aeste für den M. sternocleidomast. erreicht man immer am sichersten, wenn man von aussen her dicht unter dem Austritte des Accessorius-Endastes die dünne Electrode energisch unter den Muskel schiebt. (Taf. II. 17.)

Will man auch die zum Kopfnicker tretenden Aeste aus dem Plex. cervicalis mit demselben Strome reizen, so drückt man die negative Electrode ½" unter der ersten hinter den Muskelbauch. Diese letzte Procedur ist indessen nicht sehr zu empfehlen, — abgesehen davon, dass die Cervicaläste ziemlich unwesentlich für die complete Verkürzung sind — weil hierbei meist eine Reizung des N. auricularis magnus und der Nn. cervicales superficiales (N. cerv. III.), da wo sie sich um den äusseren Rand des Kopfnickers herumschlagen, nicht zu vermeiden ist.

Eine gleichzeitige kräftige Verkürzung des M. sternocleidomast. und des Cucullaris erlangt man durch den Accessorius allein, wenn man die Electrode an der Austrittsstelle desselben hinter den Bauch des Kopfnickers hineinschiebt.

Der M. Cucullaris erlangt durch die Reizung des N. accessorius einen genügenden Grad von Verkürzung. Dieselbe wird indessen noch vervollständigt, wenn man gleichzeitig mit der negativen Electrode den ca. ½" unter ihm in den Muskel eintretenden Cervicalast reizt. Es erfolgt nun entweder eine Erhebung der Schulter nach hinten oben, mit Heranziehung der Scapula an die Wirbelsäule, oder ein Herabziehen des Kopfes nach hinten und aussen, oder endlich beide Bewegungen gleichzeitig, je nachdem Kopf oder Schulter durch die entsprechenden Antagonisten des Cucullaris mehr oder weniger in ihrer Stellung fixirt werden — nicht aber, wie Remak meint, je nachdem man die zweite Electrode am Kopfende oder am Schulterende des Muskels belässt. Die zweite Electrode ist hierbei ohne Belang. Sie bewirkt nur, dass

die Muskelportion, auf der sie aufsteht, sich kräftiger contrahirt, als die andere bloss extramusculär gereizte — aus Gründen, die oben erörtert sind. Zur Erforschung der physiologischen Wirkung des auf den Accessorius ausgeübten Reizes kann das Aufsetzen der negativen Electrode auf den Muskel selbst überhaupt nur störend sein — wie ich oben gezeigt habe. Am schmerzlosesten geschieht die Reizung des Accessorius in der Nähe des Cucullar-Randes, weil hier keine sensibeln Nerven von Erheblichkeit zu verletzen sind.

Weiter aufwärts nach dem Centrum hin trifft man nicht weit von der Austrittsstelle am Kopfnicker den N. occipitalis minor (N. cervic. III.), welcher hier den Accessorius kreuzt.

Der N. phrenicus ist am äusseren Rande des Kopfnickers vor dem M. scalenus antic., oberhalb des M. omohyoideus, zu finden. (Taf. II. 21.) Man suche ihn nicht zu tief und drücke die Electrode sanft gegen den äusseren Rand des Sternocleidomastoideus hinein. Gelangt man mit der Electrodenspitze zu hoch, so trifft diese den N. cervicalis quintus, welcher mit dem Phrenicus gewissermassen einen spitzen Winkel bildet. Ich habe die Reizung des N. phrenicus sowohl auf der einen Seite allein, als auf beiden Seiten gleichzeitig unzählige Male vorgenommen, an Gesunden, wie an Kranken, ohne davon den geringsten Nachtheil zu bemerken. Nach Duchenne's, sowie nach meinen Erfahrungen muss deshalb Remak's Furcht vor „der bedenklichen Tetanisirung der beiden Phrenici“ als ungegründet bezeichnet werden. Im Gegentheil halte ich dieselbe nicht bloss für unschädlich, sondern sogar in allen Zuständen von Asphyxie für dringend indicirt.

Ich werde in dem pathologischen Hefte einen verzweifelten Fall von Asphyxie durch Kohlenoxydgas ausführlicher besprechen, bei dem die künstliche Respiration mittelst des faradischen Stromes mit vortrefflichem Erfolge bewerkstelligt wurde. Dieselbe wurde mit längeren Unterbrechungen (von ½—1 Stunde), in denen man mit anderen Reizen (Bespritzen mit Eiswasser und Abreiben des Körpers) abwechselte, über zwölf Stunden fortgesetzt, und bewirkte Genesung. Ich rathe bei der Application des faradischen Stroms in solchen Fällen grosse Schwämme

zu nehmen, damit ausser dem Phrenicus auch alle vom Plex. cervical. und brachialis zu den respiratorischen Muskeln tretenden Zweige gereizt werden, und somit eine möglichst vollständige Erweiterung des Thorax erzielt wird. (Die Intercostales entgehen dabei natürlich der Reizung.) Man lasse zu dem Behufe Kopf, Scapula und Oberarm durch Gehülfen fixiren, damit die accessorischen Inspirationsmuskeln in den Stand gesetzt werden, zur Erweiterung des Thorax kräftig mitzuwirken. Ich bediene mich in solchen Fällen stets kräftiger Ströme und gebe der Reizung jedesmal die Dauer einer gewöhnlichen Inspiration (1—2 Secunden), worauf die Exspiration bei geöffneter Kette abgewartet wird, um diese sofort mit dem Beginn der Inspiration wieder zu schliessen.

Der eclatante Effect der Reizung beider Phrenici ist rapide Contraction des Zwerchfelles, welche den Brustraum nach unten erweitert und eine der Erweiterung entsprechende Quantität Luft in die Lungen einströmen lässt. Diese rapide Inspiration ist — gleich dem kurzen Schluchzen weinender Kinder — deutlich hörbar. Als subjectives Gefühl wurde mir von den Versuchspersonen constant beschrieben: „es bliebe ihnen plötzlich der Athem weg.“ Es versteht sich von selbst, dass man sich bei den Versuchen stets einer nur mässigen Stromstärke bedienen darf und die Reizung nicht länger als eine bis zwei Secunden andauern lässt.

Eine Reizung der Ansa N. hypoglossi wird durch den sie bedeckenden Kopfnicker verhindert, dagegen sind ihre Zweige am inneren Rande des letzteren leicht zu erreichen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass ein stark entwickeltes Platysma die Untersuchung ausserordentlich stört, wenn nicht ganz unmöglich macht. Meine Angaben stützen sich auf die faradische Exploration von Individuen, denen das Platysma ganz fehlt.

Der Zweig des N. omohyoideus, (Taf. II. 28.) welcher an der Sehne entlang auch zum unteren Bauche läuft, lässt sich am inneren Rande des Kopfnickers reizen. Das Zungenbein wird mit sammt den Annexen nach aussen herabgezogen, wobei der Muskelbauch des M. omohyoid. in der Fossa supraclavicul. deutlich hervorspringt und etwas nach oben rückt.

Der M. sternothyreoideus und N. hyothyreoideus, deren äussere Ränder von dem Sternocleidomastoideus nicht ganz bedeckt werden, gestatten zuweilen Reizung ihrer Zweige. (Taf. II. 29 u. 29*b*.)

Der Zweig des M. sternohyoideus, welcher von der Ansa Hypogloss. ziemlich senkrecht abtritt und am unteren Ende des Muskels eintritt, lässt sich bei halber Drehung des Kopfes am besten durch die Lücke zwischen den beiden Ursprungsportionen des M. sternocleidomastoid. erreichen. (Taf. II. 30.)

Der N. Hypoglossus (Taf. II. 27.) ist dicht über dem grossen Zungenbeinhorne vor dem M. hyoglossus zu erreichen. Der Total-Effect, welchen die Reizung des Hypogloss. hervorruft, ist mir nicht ganz klar geworden. Einigemale bemerkte ich eine deutliche Erhebung der Zunge in toto gegen den harten Gaumen. Anderemale war dies nicht deutlich. Uebrigens ist auch eine gleichzeitige Reizung des M. hyogloss. und anderer Muskeln unvermeidlich.

Dicht unterhalb des N. accessorius Willisii verläuft der aus dem vierten Cervical-Nerven stammende Ast für den M. levator anguli scapulae. (Taf. II. 20.) Isolirte Erregung desselben, welche nur mit einer ganz feinen Electrode auszuführen, setzt eine Erhebung der Scapula, vorzüglich des inneren Winkels nach oben, innen und gleichzeitig nach vorne, während das Acromion durch das Gewicht des Arms und die Action der Antagonisten fixirt, fast gar nicht an der Erhebung Theil nimmt. Dass die Contraction des Angularis scap. übrigens hierbei eine isolirte ist, kann man deutlich mit den Fingerspitzen fühlen. Die seichte Vertiefung oberhalb und unterhalb der Clavicula wird in tiefe Gruben verwandelt, zwischen denen das Schlüsselbein so stark hervorspringt, dass man es umgreifen kann. Es erhellt hieraus, dass die Angabe der Anatomen, als erhebe der Lev. ang. scapul. die ganze Schulter und bewirke das Achselzucken (Musc. patientiae) nur in sehr beschränkter Weise richtig ist, da die Erhebung des Acromial-Endes der Scapula der Clavicular-Portion des Pectoralis major, dem M. serratus anticus und dem M. cucullaris zuzuschreiben ist, der Lev. ang. scap. dagegen nur die Erhebung des inneren Winkels nach oben und vorne vermittelt.

Die von der Pars supraclavicularis des Plexus brachialis abgehenden Schulter- und Thoraxnerven lassen sich unter günstigen Umständen alle isoliren; indessen trifft man häufig Individuen, bei welchen diese oder jene Nervenäste leicht erreichbar sind, während andere durchaus nicht aufzufinden sind. Die Verschiedenheit in der Dicke und Beschaffenheit der Integumente, sowie die individuellen Abweichungen im Verlaufe dieser zum Theil zarten Nervenzweige erklären diesen Uebelstand genügend. Bei ganz mageren Individuen gelingt es meist am besten alle Schultermuskeln einzeln in Thätigkeit zu setzen, indessen muss ich bemerken, dass einige Uebung im Faradisiren, sowie genaue Kenntniss der anatomischen Verhältnisse für diese Parthieen unumgänglich nothwendig ist.

Der N. dorsalis scapulae ist häufig dicht unter dem N. accessorius Willisii am Rande des M. trapezius zugänglich (Taf. II. 22.) und setzt Contraction im M. rhomboideus und M. serratus posticus sup. Hierbei ist eine kräftige Annäherung der Scapula an die Wirbelsäule mit der Richtung nach aufwärts bemerkbar.

Die Nn. thoracici posteriores sind nach ihrem Durchtritt durch den Scalen. medius dicht über der Clavicula nicht weit vom Cucullarrande zu erreichen. (Taf. II. 23.) Sie setzen gereizt, besonders wenn der N. thoracicus long. unter die Electrode geräth, sehr energische Verkürzung des M. serratus anticus major, so zwar, dass unter Erhebung des Acromial-Winkels nach vorn, die Scapula nach aussen und vorne geschoben wird. Sie berührt dann den Thorax nur noch mit dem inneren Rande, so dass man fast die ganze innere Fläche vom äusseren Rande her frei umgreifen kann. Das Schlüsselbein tritt hierbei noch stärker hervor, als bei der Contraction des Angularis, die reg. infraclavic. — vorzüglich aber die Fossa supraclavicul. — wird sehr tief, am tiefsten nach dem Acromialende zu.

Den N. suprascapularis, welcher neben dem untern Ende des M. omohyoid. nach aussen läuft, gelingt es zuweilen kurz vor dem Eintritt in die Incis. scapulae (Taf. II. 24.) zu reizen. Die von ihm versorgten Muskeln Supra- und Infraspinatus paralysiren einander zum Theil und deshalb erzeugt die Reizung des N. suprascap. nur ein Auswärtsrollen des Arms.

Die Reizung der Nn. subscapulares gelingt wegen ihrer tiefen Lage nur äusserst selten.

Die Nn. thoracici anteriores sind nach ihrem Durchtritte unter der Clavicula am oberen Rande des M. pectoralis major, oder hinter demselben zu treffen. (Taf. II. 32.) Oft sind sie von dem Clavicular-Ursprung des Pectoral. major ganz bedeckt und entgehen dadurch der Reizung vollständig. In diesem Falle würde die intramusculäre Reizung des Pectoral. major am besten so ausgeführt, dass man die Electrode auf die Mitte der Bündel aufsetzt, weil der Nerv des Pectoral. major auf seinem Laufe nach abwärts dessen Fasern im rechten Winkel und ziemlich in ihrer Mitte kreuzt.

Gelingt indessen die Reizung der Thoracici, so wird hier durch die Contraction der Mm. pectorales der Oberarm kräftig an die vordere Fläche der betreffenden Körperhälfte herangezogen, so zwar dass der Ellbogen in der linea mamillaris der betreffenden Seite zu stehen kommt.

Die obere (Clavicular-) Portion des Pectoral. major konnte ich in ihrer isolirten Wirkung bei einem Manne betrachten, dem die ganze untere (Sterno-Costal-) Portion, sowie auch der Pectoral. minor fehlte (angeboren). Indem ich hier die Electrode ganz tief unter den Muskel bis an die Clavicula hinaufschob, um den Nerven zu reizen, setzte die Contraction der Portion bei hängendem Arme eine Erhebung der Schulter direct nach oben und nur wenig nach vorne.

Sehr häufig wird bei der Reizung der Nn. thoracici anteriores der Strang des Plex. brachialis getroffen, aus dem der Musculocutaneus und ein Theil der Medianusfasern entspringen. (Taf. I. 31.) In diesem Falle gesellt sich zu der Adduction des Arms noch kräftige Beugung des Vorderarmes und der Hand.

Diese schmerzhafte Reizung des äusseren Stranges vom Plex. brach. lässt sich meist dadurch vermeiden, dass man die Electrode in schräger Richtung nach innen und hinter den Rand des Brustmuskels zu schieben sucht.

Die Stämme der Pars supraclavicularis des Armgeflechts sind für die isolirte Muskel-Erregung nicht zu verwerthen, da die

Reizung jedes einzelnen Stammes ganze Gruppen von Muskeln in Contraction setzt, welche — zum grossen Theile in ihrer Wirkung auseinandergehend — ihre Nerven aus einem Bündel empfangen. — Sobald es indessen bei der therapeutischen Anwendung der Inductions-Electricität nicht auf isolirte Muskel-Erregung ankommt, auch die unvermeidliche Reizung der sensibeln Fasern nicht berücksichtigt zu werden braucht, z. B. bei completer Lähmung des ganzen Arms, da kann die Faradisirung des Plex. brachialis sich durch die oberflächliche Lage besonders für einen Ungeübten gut eignen. Welchen Armnerven die einzelnen Bündel zum Ursprung dienen, lässt sich aus jedem anatomischen Handbuche ersehen.

Oberextremitäten.

(Taf. I. u. Taf. III. Fig. 6 u. 7.)

Die Faradisirung der einzelnen Arm-Nerven geschieht an folgenden Punkten.

Der N. axillaris ist bei mageren Individuen am oberen und hinteren Umfange der Achselhöhe zu erreichen. Ausser dem Deltoideus wird auch M. teres minor, und zuweilen M. subscapularis verkürzt.

Weniger kräftig ist die Contraction im Deltoideus, wenn die Electrode auf den hinteren Umfang des Muskels mit kräftigem Drucke da aufgesetzt wird, wo der Nerv sich um den Humerus nach vorne herumschlägt. Man kann gleichzeitig zur Verstärkung der Contraction den vorderen Muskelast des Deltoideus, welcher von den Nn. thoracicis anter. an seine innere Seite tritt (Taf. I. 60.) mit der negativen Electrode reizen.

Der N. musculo-cutaneus ist nach seinem Durchtritte durch den M. coraco-brachialis, in der Furche zwischen diesem und dem M. biceps zu erreichen. (Taf. I. 61.) Es erfolgt durch ihn eine kräftige Beugung des Vorderarms, indem sich M. biceps und brachial. internus verkürzen, jedoch entsteht gleichzeitig Schmerz an der Radialseite des Vorderarms, in deren Bedeckung sich der sensible Endast des Nerven verbreitet.

Man muss bei der Reizung des N. perforans die Electrode von innen her durch den Daumen-Nagel fixiren, weil sie ohne diese Manipulation durch die eintretende Verkürzung und Verdickung des Biceps nach innen auf den N. medianus geschoben wird. Auch kann man bei schlaffer Haut den Medianus weiter nach innen verschieben und so aus Schussweite bringen.

Den M. brachialis internus bringt man zuweilen isolirt zur Verkürzung, indem man die Electrode da, wo das untere Drittel des M. biceps seinen Anfang nimmt, vom inneren Rande her unter den Biceps schiebt. (Taf. I. 63.) Hier tritt nämlich der für den Brachialis internus bestimmte zweite Muskelast des N. perforans von diesem ab und in den Muskel hinein.

Hier geschieht übrigens eine Läsion des Medianus noch leichter, als oben, weil er unmittelbar am innern Rande des Biceps verläuft. Man kann ihn nur durch Verschiebung der Haut oder des Medianus selbst vermeiden.

Nimmt man nun mit der negativen Electrode den schwachen und wandelbaren Ast zu Hülfe, welchen der M. brachialis internus an seinem äusseren Rande oft vom N. radialis erhält, so erzielt man eine Beugung des Vorderarms, wobei der M. biceps als eine weiche schlaffe Masse auf dem starren Brachialis internus aufliegt.

Der N. medianus (Fig. 7. 62.) ist längs des ganzen Sulcus bicipitalis int. zu erreichen, lässt sich aber am sichersten im unteren Drittel des Humerus, nachdem er an die innere Seite der Art. brach. getreten ist, gegen den Knochen fixiren. Reizung des Medianus ruft ausser den schmerzhaften Sensationen im Bereich seiner sensibeln Rami digitor. volares und des Ram. cutan. antibrachii palmaris Contractionen im M. pronator teres und quadratus, im Radialis internus, Palmaris long., Flexor digitor. sublimis und profundus, sowie endlich in den Muskeln des Daumenballens und den drei ersten Mm. lumbricales hervor. Der Effect ist also: Kräftige Pronation des Vorderarms, Beugung der Hand nach der Radialseite, Beugung der Finger mit Opposition des Daumens.

Am Vorderarm liegt der N. medianus 1″ über dem Handgelenke zwischen den Sehnen des M. radial. internus und des M. palmaris

longus am oberflächlichsten und bewirkt an dieser Stelle (Fig. 7. 73.) gereizt, Abduction des Daumens mit kräftiger Opposition und schwacher Beugung der ersten Phalangen des Zeige und Mittelfingers, selten auch des Ringfingers (durch die Mm. lumbricales 1—3).

Der Eintritt der einzelnen motorischen Aeste des Medianus in ihre Muskeln geschieht in folgender Weise:

Der M. pronator teres erhält zwei Aeste, einen von der äusseren (Fig. 7. 64.), den anderen von der inneren Seite (Fig. 7. 67.) des Medianus abgehend. Ersterer tritt ca. 1" tiefer vom N. medianus ab, als der letzere, erreicht aber auch den Muskel — wegen der schrägen Lage desselben — später als der innere Ast.

Die Faradisation der Muskeln an der Beugeseite des Vorderarmes, insbesondere aber des M. pronator teres ist wegen des grossen Reichthums der Haut an sensibeln Nerven und der zarten Beschaffenheit der Haut höchst schmerzhaft. — Man erreicht von Seiten des Pronator teres eine rapide Pronation schon durch Reizung des äusseren oder des inneren Astes allein. Ist der Patient aber nicht sehr empfindlich gegen den Schmerz, so verabsäume man es nicht, die negative Electrode zu Hülfe zu nehmen, um sich von der kräftigen Wirkung des Muskels zu überzeugen.

Der Ast des M. flexor digitor. sublimis tritt weit abwärts vom Medianus ab, und geht nach kurzem Verlaufe hart an jenem anliegend (circa 3½" vom Condyl. internus entfernt) von der Tiefe her in den Muskel ein. Er lässt sich wegen dieses verdeckten Eintrittes nicht isoliren.

Dasselbe gilt von dem Median-Aste des M. flexor digitor. profund., welcher vom N. interosseus intern. abtretend, in der Tiefe (ca. 3¼" vom Condyl. int.) in den Muskel hineingeht. Die intramusculäre Reizung des M. flex. sublimis geschieht am besten Fig. 7. 66 u. 70, die des M. flex. prof. Fig. 7. 83.

Die Aeste für den M. radialis internus (Fig. 7. 68.) und palmaris longus (Fig. 7. 69.), welche sich nebeneinander von der inneren Seite des Medianus abzweigen, treten in gleicher Höhe (ca. 1" vom

Condyl. int.) in ihre Muskeln ein, und sind an den Ulnar-Rändern derselben leicht zu finden.

Den Endast des Interosseus für den M. pronator quadratus und flexor pollicis longus habe ich nicht isoliren können wegen des tiefen Verlaufes, indessen ist es mir stets gelungen, den Flexor pollic. longus durch intramusculäre Reizung kräftig zur Verkürzung zu bringen, indem ich die Electrode eine Handbreit über dem Handgelenke zwischen den Sehnen des M. radialis internus und M. supinator longus aufsetzte. (Fig. 7, 71.) — Bei sehr mageren Individuen gelingt die Reizung des Flexor pollic. longus sogar von der Rückenfläche des Vorderarmes her, indem man in der entsprechenden Entfernung vom Handgelenke die Electrode kräftig zwischen die Vorderarmknochen gegen das lig. inteross. drückt. Umgekehrt konnte ich auch zuweilen einige Streckmuskeln an mageren Armen von der Volarfläche des Vorderarms aus zur Verkürzung bringen.

Die motorischen Median-Aeste für die Muskeln des Daumenballens liegen meist so oberflächlich, dass der Anfänger an ihnen seine Studien beginnen mag. Ihre Eintrittsstellen folgen in nachstehender Reihe aufeinander:

M. abductor pollic. brevis (Fig. 7, 75.),
M. opponens pollicis (Fig. 7, 76.),
M. flexor pollicis brevis (Fig. 7, 79.).

Verwachsungen der Muskeln untereinander stören häufig die Einsicht in den Effect jedes einzelnen Muskels.

Von der Wirkung des Flex. poll. brevis als eines Beugers habe ich mich bisher nicht überzeugen können.

Die Median-Aeste für die zwei ersten Mm. lumbricales treten an deren Radialseite ungefähr in der Mitte ein. (Fig. 7, 81 u. 82.) Bei geringer Dicke der Epidermis, sowie mit Hintansetzung der schmerzhaften Erregung der sensibeln Fingernerven erhält man auch von ihnen eine isolirte Wirkung, indem man die Electrode leise an die betreffenden Punkte ansetzt, — nämlich eine schwache Beugung der ersten Phalanx des Zeige- und Mittelfingers.

Der N. Ulnaris ist auf dem ganzeu Verlaufe von der Achsel bis zum Ellbogengelenke zu reizen, indessen kommen hier leicht durch

Verschiebung der Haut oder des Nerven unangenehme Einwirkungen auf andere Nerven zu Stande. Man wählt deshalb die Rinne zwischen dem Olecranon und dem Condyl. intern. humeri zum Angriffspunkte, da hier der Nerv nicht verschoben, sondern fest wider den Knochen gedrückt werden kann. Von hier aus erzeugt die faradische Reizung Schmerzempfindung im Bereich des Ram. palmaris longus und seiner Fingeräste an der Dorsal- und Volarseite der Hand — sowie Contraction im Ulnaris internus, im Flexor digitor. profundus, in den Muskeln des kleinen Fingers, in den Mm. interosseis, im M. adductor pollicis und lumbricoides tertius et quartus.

Der motorische Ast für den M. ulnaris internus tritt ganz nach aussen am Ulnarrande des Vorderarms (ca. ¾—1″ unterhalb des Condyl. int.) in den Muskel ein und ist zuweilen zu isoliren. (Fig. 7, 84.)

Der Ast für den M. flexor digitor. profund. tritt weiter nach innen (ca. 1—1½″ unterhalb des Condyl. intern.) in den Muskel ein. Er ist ebensowenig, wie der Median-Ast desselben Muskels zu isoliren.

Nach dem Abgange des Rücken-Astes ist der N. ulnaris 1″ über dem Handgelenk an der Radialseite der Sehne des M. ulnaris internus, ganz oberflächlich gelegen (Fig. 7, 72.), und setzt, hier gereizt, Schmerz in den Volarzweigen, sowie in den oben genannten Handmuskeln. Die Hand wird hohl, der Daumen adducirt, der kleine Finger stark gebeugt und opponirt, die übrigen Finger im Metacarpo-Phalangeal-Gelenke mässig gebeugt. Isolirt sind die Zweige der kleinen Muskeln an folgenden Punkten zu reizen, jedoch nicht ohne gleichzeitige intramusculäre Reizung.

Der Ast des M. abductor digiti minimi tritt vom Dorsal-Aste ab und ist am Ulnar-Rande der Hand an der äusseren Seite des os pisiforme zu suchen (Taf. I. 56 u. Fig. 7, 77.)

Der Ast des flex. digit. minim. (Fig. 7, 78.) vor dem Haken des os hamat.

Der Ast des oppon. digit. minimi etwas weiter nach innen und vorne.

Verwachsungen der Muskeln hindern auch hier häufig isolirte Verkürzungen der einzelnen Muskeln.

Zuweilen gelingt es, den Ram. volaris profundus dicht vor dem Uncus ossis hamati bei seinem Eintritte zwischen flexor und opponens digit. minimi zu isoliren. (Fig. 7, 74.)

Der bogenförmig durch die Hohlhand zum Adductor pollicis laufende Ast ist zuweilen zwischen den Metacarpalknochen des Zeige- und Mittelfingers zu treffen (Fig. 7, 80.), jedoch ist hierbei die Reizung der betreffenden sensibeln Medianzweige nicht zu vermeiden.

Die Mm. interossei von der Hohlhand aus isolirt zu reizen, gelingt nicht wegen der Dicke der Bedeckungen. Man begnüge sich deshalb mit der intramuscularen Reizung, welche auf dem Rücken der Hand vorgenommen werden kann. (Fig. 6, 57*a*, *b*, *c*.) Mit schwachem Strome und mässig starkem Aufsetzen der Electrode erlangt man hier eine Wirkung auf jeden M. interosseus externus allein — also Abduction des Zeige- oder Mittel- oder Ringfingers von der Mittellinie. Bei stärkerem Strome und kräftigem Aufdrücken der Electrode tritt hierzu die Wirkung auf die Mm. interossei interni, so dass beide gemeinsam, bei gestrecktem Finger die erste Phalanx gegen den Metacarpus beugen. Gleichzeitig findet aber, wenn nur eine Electrode angewandt wird, eine Abduction des Fingers nach der gereizten Seite hin Statt.

Der N. radialis liegt am hintern Rande der Achselhöhe erreichbar, am oberflächlichsten aber und mit starkem Drucke sicher zu comprimiren ist er an der äusseren Kante des Oberarmknochens — da, wo er sich um den Knochen herumwindet. Man findet diese Stelle (Taf. I. 41.) leicht, wenn man den Mittelpunkt zwischen dem Ansatze des Deltoideus in dem Condyl. ext. humeri aufsucht, und von dieser aus etwas nach aussen rückt. Weiter abwärts zwischen Supinator longus und brachialis intern liegt er tiefer, aber doch auch zuweilen erreichbar.

Die Aeste für die einzelnen Triceps-Köpfe treten vom Radialis, während seines spiraligen Verlaufes um den Humerus, von ihm ab und sind leicht zu finden. Der Ast des äusseren Kopfes Taf. I. 40.

Der Ast für den M. brachialis internus fehlt häufig. (Taf. I. 42.)

Für den M. supinator longus gehen am Oberarm mehrere (gewöhnlich zwei) Aeste von N. Radialis ab, und treten 1″ von einander entfernt (der unterste dicht oberhalb des Condyl. extern.) von der Tiefe her in den Muskel ein. Isolirte Reizung dieser Zweige ist wegen dieses tiefen Eintrittes unmöglich. Man erhält indessen eine ziemlich kräftige Wirkung, wenn man über den eintretenden Zweigen (Fig. 6, 43.) die Electrode aufsetzt — und zwar Beugung des Vorderarms in einer Stellung, welche die Mitte hält zwischen Pronation und Supination. Eine Supination findet also durch den Supinator long. nur dann Statt, wenn der Vorderarm stark pronirt stand.

Reizung des N. radialis über dem Condyl. ext. erregt schmerzhafte Sensation im Bereich des N. radial. superfic. bis zu den Fingern hin (Dorsalfläche), sowie Verkürzung im M. supinat. brevis, Ulnaris ext., Radialis extern., Extens. digit. commun., Extens. indicis und digit. minim. propr., Extens. poll. long. u. brevis und Abductor poll. — folglich Supination des Vorderarms mit completer Streckung der Hand und des Daumens, Streckung der ersten Phalange der übrigen Finger, während die beiden letzten Phalangen schwach gebeugt stehen bleiben.

Der M. radialis extern. long. ist wegen tiefen Eintritts seines Nerven nicht auf extramusculärem Wege, sondern nur auf intramusculärem zu reizen. Den kräftigsten Effect giebt das Aufsetzen an Fig. 6, 44.

Während seines Durchtritts durch den M. supinator brevis giebt der N. radialis profundus für diesen Muskel zwei Aeste ab, welche hinter dem M. radialis externus brevis liegend, nur bei mageren Leuten durch Verschiebung der letzteren direct gereizt werden können.

Nach seinem Durchtritte durch den M. supinator brevis bildet der N. radial. profundus eine Art von Knoten oder Gänsefuss, aus dem die meisten der nachstehenden Aeste entspringen. Er ist bei mageren Leuten Fig. 6, 41*a* zu erreichen.

Zunächst erhält der M. extensor digitor. commun. zwei Aeste, von denen der eine (Fig. 6, 47*a*.) — kürzere — von der Tiefe her mehr

nach dem Radialrande des Muskels hin, der andere (Fig. 6, 47 *b*.) — ungefähr ½" länger — in gleicher Höhe, jedoch mehr an dem Ulnar-Rande des Muskels, in diesen sich einsenkt. Man thut gut, sich hier beider Electroden zu bedienen, weil man nur durch die Erregung beider Aeste eine complete Verkürzung aller Bündel dieses Muskels erzielt. Der Effect ist Streckung der Hand und der Finger, wobei diese von einander entfernt (gespreizt) werden, und die beiden letzten Phalangen in leichter Beugung verharren. Man kann an sich selbst am besten wahrnehmen, dass die beiden letzten Phalangen von dem Ext. digitor. comm. unabhängig sind. Reizt man den letzteren mit sehr kräftigem Strome, so stehen die ersten Phalangen in äusserster Streckung und können selbst mit grossem Kraftaufwand nicht gebeugt werden. Die beiden letzten Phalangen sind dagegen frei beweglich und erlauben jede Beuge- und Streckbewegung mit ihm vorzunehmen. Die Contraction der Interossei bewirkt erst eine energische Streckung der vordersten Phalangen. Diese muss also zu dem Extens. digit. comm. hinzutreten, wenn Streckung sämmtlicher Phalangen gleichzeitig mit Streckung der Hand zu Stande kommen soll. Reizung des einen oder des andern Zweiges allein — setzt Contraction in den einzelnen Bündeln, welche ziemlich unabhängig von einander sind, und durch die zweckmässige Anordnung der Sehnen eine isolirte Streckung jedes Fingers erzeugen lassen, wenn man sich der intramusculären Reizung bedient.

Der nächste Ast ist der für den M. Ulnaris externus bestimmte (Fig. 6, 48). Kurz und dick dringt er ziemlich von der Tiefe her in den Muskel ein, jedoch mehr an dessen Radialrande, ist hier leicht zu reizen, erfordert aber wegen des tiefen Verlaufes einen etwas stärkeren Strom als die vorigen. Effect: Streckung der Hand nach dem Ulnar-Rande.

Der M. anconaeus quartus erhält zwei Aestchen vom N. Radialis, welche am Radialrande eintreten. (Fig. 6, 45.) Gereizt bewirken sie deutliche, aber schwache Streckung des Vorderarmes.

Der M. abductor pollicis longus erhält gewöhnlich ein langes Zweiglein des Radialis von oben her, welches auf seinem Laufe häufig an mehreren Stellen isolirt gereizt werden kann, constant aber nur in der Nähe des Muskels. (Fig. 6, 51.)

Fast immer findet man dicht oberhalb dieser Stelle auch den Ast für den Extens. digiti indicis propr., so dass die Electrode hier (Fig. 6, 49.) hart am Radialrande des M. extens. digit. comm. aufgesetzt, eine gleichzeitige Verkürzung des M. abduct. poll. long. und M. extens. digit. indicis propr. setzt.

Alle diese kleinen Muskeln erhalten ihre Nerven gewöhnlich aus einem Aste des Knotens, welcher sich entweder plötzlich fingerförmig oder allmälig durch dichotomisches Zerfahren ausbreitet. Am Ulnar-Rande des Vorderarms trifft man zuerst den Ast des M. extensor digiti minimi propr. (Fig. 6, 50.), welcher Muskel zuweilen sehr mangelhaft ausgebildet erscheint, und dann nur eine schwache Wirkung auf den kleinen Finger ausübt.

Es folgt dann weiter unten der Nerv des Extensor indicis proprius nahe an seinem Muskel (Fig. 6, 52.); und weiter nach innen, am Radialrande der Sehnen des M. extens. digit. comm. der gemeinsame Ast für die beiden Mm. extensores pollicis (Fig. 6, 53.), welcher in grösserer oder geringerer Entfernung von ihrem Bestimmungsorte in zwei Aeste — der eine für den Ext. poll. brevis (Fig. 6, 54.), der andere für den longus (Fig. 6, 55.) zerfährt, und somit sowohl eine isolirte Verkürzung jedes einzelnen Muskels möglich macht, als auch eine gleichzeitige Contraction beider Strecker des Daumens gestattet, indem man mit der Electrode über die Theilungsstelle hinauf, auf den gemeinsamen Ast rückt.

Man wird sich nach diesen Angaben bald mit den etwas complicirten Lageverhältnissen der Muskeln des Vorderarms und ihrer Nerven vertraut machen. Die isolirte Reizung der einzelnen motorischen Zweige bietet hier, mit einer feinen Electrode ausgeführt, nicht mehr Schwierigkeiten, als wir am Kopfe und am Halse vorfanden, und lässt sich bei einiger Ausdauer bald mit einer Präcision und Exactheit ausführen, welche den Anfänger überraschen wird.

Rumpf.

(Taf. I.)

Ueber die Musculi intercostales habe ich Gelegenheit gehabt, interessante Beobachtungen an einem kräftigen Manne zu machen,

welcher angeborenen Mangel des M. pectoralis minor und der ganzen Portio sternocostalis des M. pectoralis major auf der rechten Seite zeigt. Es liegen bei ihm die obersten vier Interostalräume (der erste nur dann, wenn man die Clavicularportion des Pector. major hinaufdrängt nach der Clavicula) frei und nur von der Haut bedeckt zu Tage und gestatten die sorgfältigste Exploration. Eine genaue Betrachtung der Respirationsbewegungen Seitens der Rippen und der Zwischenrippenräume an dieser Stelle ergiebt, dass die Intercostalräume sich bei jeder Inspiration erheblich vertiefen, bei der Exspiration aber fast ins Niveau der Rippenfläche treten. Dass bei dieser inspiratorischen Vertiefung immer die nächstuntere Rippe gehoben wird, fühlt man deutlich mit dem in den Intercostalraum eingelegten Finger, welcher bei jeder Inspiration von den Rippen gedrückt wird. Bei forçirter Inspiration sinken in der ersten Hälfte derselben die Intercostalräume wie gewöhnlich ein; in der letzten Hälfte dagegen, also dann, wenn es wirklich auf gewaltsame Erweiterung des Brustkastens ankommt, verschwindet die Vertiefung plötzlich, die Intercostalräume werden zu einer fast im Niveau der Rippen liegenden Ebene und man fühlt mit den Fingerspitzen die Contraction der Intercost. extern. Wenn nun der Kranke hustet, so bemerkt man bei jedem einzelnen Exspirationsstosse eine Hervorwölbung jedes Intercostalraumes über die Rippenoberfläche in Form eines Wulstes von 1—2''' Höhe, welcher sowohl gesehen als gefühlt werden kann. Diese interessante Erscheinung wiederholt sich constant, so oft ich den Kranken husten, lachen oder irgend eine andere gewaltsame Expirationsbewegung ausführen lasse. Die Spatia intercartilaginea zeigen eine sehr geringe Betheiligung an den Bewegungen der Intercostalräume.

Die Reizung des einzelnen M. intercostalis externus vermittelst einer dünnen Electrode, welche ich unmittelbar am Ursprunge des M. seratus magnus scharf gegen den unteren Rand der obern Rippe andrücke, setzt während ruhiger Respiration sofort eine Contraction des M. intercost. ext. von der Reizungsstelle bis zur Verbindung der Rippen mit ihren Knorpeln, und damit eine kräftige — deutlich sichtbar und fühlbare — Erhebung der unteren Rippe nach aussen und oben. Diese Erhebung theilt sich mittelbar auch der zweituntern

Rippe mit, deren Bewegung man ebenfalls sowohl sehen, als mit den aufgelegten Fingerspitzen fühlen kann.

Verstärke ich den Strom allmählig, so zwar dass ich annehmen muss, dass er bis zu dem M. intercost. internus durchdringt — so lässt sich doch keine Veränderung in der Stellung der Rippe und der Zwischenrippenräume wahrnehmen. Letztere stehen, so lange die Reizung währt, starr in einer schief nach aussen abfallenden Ebene und sind steinhart anzufühlen. Die während der Reizung vor sich gehenden Inspirationen und Expirationen setzen keine Veränderung in dieser Stellung und Beschaffenheit. Lasse ich während der Reizung forçirte In- und Expirationsbewegungen vornehmen, z. B. husten, so bleiben die gereizten Intercostalmuskeln unverändert wie eine Wand stehen, während an den übrigen Interostalräumen das Einsinken und Vorwölben deutlich wahrnehmbar ist.

Drücke ich auch mit aller Kraft meiner Arme und Finger die untere Rippe herab und reize dann die Intercostalmuskeln, so ist doch ein Herabgehen der oberen Rippe nicht erkennbar, vielmehr werden die drückenden Finger durch die untere Rippe gehoben.

Mit starkem Strome konnte ich den Widerstand der Ligamenta coruscantia überwinden und so auf die zwischen den Rippenknorpeln gelegene Parthie des M. intercost. intern. isolirt einwirken. Die Verkürzung derselben bewirkt eine schwache aber unverkennbare Erhebung der nächstunteren Rippe.

Aus diesen Beobachtungen scheinen folgende Resultate mit Evidenz hervorzugehen:

An den vier obersten Intercostalräumen sind bei ruhiger Inspiration nur die Mm. intercostales interni thätig. Die externi treten nur bei gewaltsamer Inspiration (gegen Ende derselben) in Thätigkeit. Bei der Exspiration verhalten sich die Mm. intercostales der vier obersten Zwischenrippenräume passiv und werden bei forçirter Exspiration über das Niveau der Rippen hervorgewölbt, indem die Compression der unteren Hälfte des Thorax und der enthaltenen Luft Seitens der exspiratorischen Hülfs-

muskeln die Luft in den oberen Lungenparthieen rückläufig gegen die Brustwand stösst.

Eine ausführliche Besprechung dieses Gegenstandes würde hier zu weit führen. Dieselbe wird in der Folge an geeigneter Stelle Platz finden.

Die Bauchmuskeln gestatten einer Electrode nur bündelweise Contractionen, da sie von mehreren Nerven innervirt werden. Die Nn. dorsales sind zum grössten Theile in den Intercostalräuumen einzeln zu verfolgen, und giebt die isolirte Erregung derselben natürlich eine complete Contraction der von ihnen versorgten Bündel. Man kann durch Theilung der Leitungsdrähte sich so viele Electroden schaffen, dass man auf jeden Dorsalnerv isolirte Reizung ausüben kann. Dieses Verfahren ist aber umständlich und zeitraubend, und bringt uns doch die Totalwirkung des Muskels nicht rein zur Anschauung. Für den practischen Zweck genügt es, die einzelnen Bündel zur Verkürzung zu bringen.

Der M. rectus abdominis erhält ebensoviele Nerven, als er Bäuche zählt. Diese treten am äusseren Rande aus der Tiefe in ihn ein und gestatten nur an den Eintrittsstellen isolirte Reizung, da sie, weiter entfernt, von dem M. obliquus bedeckt werden. (Taf. I. 90, 91, 92, 93, 94.) Man entdeckt sie leicht am äusseren Rande ziemlich in der Mitte, und findet, dass der Reizung jedes einzelnen Nerven ein Hart- und Prallwerden des entsprechenden Muskelbauches folgt. Die oberen Portionen ziehen die Bauchwand nach oben, die unter dem Nabel gelegenen nach unten. Alle ziehen dabei — so weit sie sich erstrecken — die Bauchwand nach innen hinein, oder vielmehr sie suchen eine Ebene zwischen Symphyse und Sternum herzustellen. Dies ist am frappantesten an der unter dem Nabel gelegenen Portion bemerkbar, welche, sie mag in zwei Bäuche getheilt sein oder nicht, von zwei Nerven, einen oberen starken und einem unteren schwachen, versorgt wird. Bei nicht zu starkem Panniculus adipos. sieht man hier (wenn man die Nerven der unteren Portion sowohl rechts als links reizt) kräftiges Herabziehen des Nabels mit Einsinken des (nach unten abgestumpften) Dreieckes, welches die untere Portion bildet, währe

die Bauchwand zu beiden Seiten gewölbt bleibt. Es genügt schon, um diesen Effect hervorzubringen, den oberen (dicken) Nerven (Taf. I. 93.) auf beiden Seiten zu reizen. Besser aber noch ist die Wirkung, wenn man mit vier Electroden die oberen und unteren Nerven reizt.

Die Nerven des M. obliquus externus suche man in den untern Intercostalräumen am Ursprunge der obern Zacken des Muskels. Ich habe stets gefunden, dass die zum Poupartschen Bande herablaufenden Bündel, welche vom 11. und 12. Dorsalnerven versorgt werden, die kräftigste Verkürzung gestatten, weil man am freien Ende der 11. und der 12. Rippe am tiefsten mit der Electrode auf den Nerven eindringen kann. Es erfolgt bedeutende Abflachung des Bauches in der Richtung der verkürzten Bündel, welche eine harte Wand darstellen.

Auf den M. transversus abdominis wirkt man recht kräftig, wenn man die Electrode beiderseits über der Crista ilei, nahe dem äusseren Rande des Quadrat. lumb. (Taf. I. 99.) in die Weiche eindrückt. Bei günstiger Beschaffenheit des Bauches erfolgt Einschnürung des Bauches in die Quere. Bedient man sich hier eines starken Stromes, so erhält man eine ebenso kräftige Wirkung, als wenn der Mensch sich seiner Bauchpresse zur Entleerung des Rectum, des Uterus, oder der Blase mit grösster Anstrengung bedient. Man hört auch die specifischen Presstöne, welche diese extreme Exspirationsbewegung mit Hülfe der verengten Glottis erzeugt. Rückt man mit der Electrode weiter nach vorn, so erlangt man durch kräftiges Eindrücken oberhalb der Spina ilei ant. sup. eine partielle Wirkung auf den M. obliquus abdom. internus.

Von den Rückenmuskeln sind schon einige bei der Betrachtung des Halses erwähnt. Diese liessen sich durch extramusculäre Reizung ihrer Nerven zur Verkürzung bringen. Es fehlen bisher noch einige Muskeln, welche nur der intramusculären Reizung zugängig sind. Hierher gehört der M. splenius capitis, dessen Reizung am äusseren Rande eine ziemlich kräftige Drehung des Kopfes nach derselben Seite hin erzeugt. (Taf. II. O.)

Der M. latissimus dorsi, sowie der M. teres major und M. serratus postic. inf. gestatten ebenfalls nur intramusculäre Reizung, indessen kann man im M. latissimus am obern vordern Ende desselben — also an der hintern Wand der Achselhöhle — sowohl von aussen, als besonders von innen her seinen Nerven (n. subscapularis long. s. thoracico-dorsalis) erreichen, und eine kräftige Contraction des Muskels erzeugen.

Von den Rückenmuskeln der dritten Schicht ist es nur der M. opistothenar, von dem ich durch starke Ströme auf intramusculärem Wege eine isolirte Wirkung erzielt habe. Ich konnte durch seine Verkürzung die Wirbelsäule nach der betreffenden Seite hin beugen, ja selbst bei einem Menschen, der an hochgradiger Scoliose in Folge einer Contractur des M. quadrat. lumb. und opistothenar litt, konnte ich die Wirbelsäule durch Faradisirung der homologen Muskeln der anderen Seite temporär grade stellen.

Unterextremitäten.

Taf. I. und Taf. III., Fig. 3, 4, 5.

Die isolirte Erregung der motorischen Nerven an den Unterextremitäten bietet insofern weniger Schwierigkeiten, als hier die gröberen Verhältnisse nicht eine so bedeutende Genauigkeit in der Ausführung nöthig machen. Andererseits aber treffen wir an den Unterextremitäten im Allgemeinen eine dickere Epidermis und Lederhaut, sowie ein stärkeres Fettpolster an, als am Rumpfe und an den Oberextremitäten. Wir finden ferner, dass die einzelnen motorischen Zweige häufig aus der Tiefe her in ihre Muskeln eintreten und deshalb der Electrode nicht gut erreichbar sind. Aus diesen Gründen, sowie wegen des grösseren Volumens der Muskeln bedürfen wir an den Unterextremitäten stets eines stärkeren Stromes als an den übrigen Theilen des Körpers. Endlich ist zu erwägen, dass bei der grossen Flächenausdehnung hier Varianten im Verlauf der Nerven und in der Art und Weise ihrer Verbreitung in den Muskeln weit häufiger sind, dass also die motorischen Punkte in ihrer Lage nur annäherungsweise bestimmt werden können.

N. Cruralis liegt nach seinem Durchtritte unter dem Lig. Poupartii in der Rinne des M. Iliacus (Taf. I. 105.) ganz oberflächlich, und kann eine Strecke weit gereizt werden. Seine Erregung setzt äusserst energische Streckung des Unterschenkels, allein auch erhebliche Schmerzen im Bereiche des N. saphenus major, minor und cutan. femor. ant. u. med., also an der vorderen und inneren Seite des Oberschenkels, des Knie's und der Innenfläche des Unterschenkels bis zur grossen Zehe.

Die motorischen Aeste des N. Cruralis lassen sich an folgenden Punkten isoliren.

Der Ast des M. rectus femoris tritt von hinten her, aber doch mehr am inneren Rande desselben ein, und zerfährt kurz vor seinem Eintritte (in einer Entfernung von 4—5½" von der Spina ilei. ant. sup.) in zwei oder mehr Zweige. (Fig. 3, 102*a* u. *b*.) Man schiebt hier die Electrode vom inneren Rande her scharf unter den Muskel.

Der M. vastus extern. erhält zwei Aeste, welche an dem äusseren Rande des Rect. fem., der obere (Fi. 3, 103.) ca. 3½", der untere ca. 6¾" vom Lig. Poupartii entfernt, in den Muskel eintreten. Schon die Erregung des oberen (stärkeren) Astes setzt kräftige Contraction des Vastus externus, wobei der innere Rand wie eine harte Kante vorspringt; die Wirkung ist aber noch besser, wenn man für den untern Ast die negative Electrode herbeizieht.

Der M. Cruralis erhält mehrere Aeste, von denen nur der äusserste stark und in seinem Verlauf ziemlich constant ist. Dieser geht unter dem Rect. fem. hindurch nnd ist an dessen äusserem Rande (ca. 7" von der Spina ilei ant. sup.) (Fig. 3, 104.) mit der Electrode zu erreichen. Seine Verkürzung lässt sich nach der Härte beurtheilen, während der M. rectus weich und schlaff über ihm liegt.

Alle diese Punkte sind meist leicht zu finden und lassen eine fast schmerzlose Verkürzung der betreffenden Muskeln erzielen.

Dagegen macht der M. Vastus internus wegen der gleichzeitigen Erregung sensibler Nerven häufig Schwierigkeiten. Sein motorischer Ast läuft ungetheilt und oberflächlich mehrere Zoll abwärts, und ist

am besten ca. 6½" vom Lig. Poupartii (Fig. 3, 111.) entfernt zu reizen. Vor seinem Eintritt zerfährt er in sieben bis acht Zweige, welche fingerförmig ausgebreitet (ca. 8—10½" vom Lig. Poup. entfernt) in dem Muskel verschwinden. Die Reizung der letzteren, sowie auch des ungetheilten Stammes ist leicht, indessen ist hierbei die gleichzeitige Reizung des Nerv. saphenus major oder minor mit Sorgfalt zu vermeiden. Zu diesem Behufe senke man den Griff der Electrode gegen den andern Oberschenkel und dränge den Ast des Vast. internus während des Aufsetzens etwas nach aussen. Auf diese Weise wird man dem Patienten einen erheblichen Schmerz ersparen.

M. tensor fasciae latae erhält meistentheils sowohl vom N. glutaeus superior, als auch vom N. cruralis einen Ast. Der erstere läuft unterhalb der Crista ossis ilei zu dem oberen Theil des Muskels hin (Fig 3, 100.), der andere tritt am inneren Rande (Fig. 3, 101.) tiefer als der vorige ein. Beide sind leicht zu erreichen.

N. obturatorius, oder vielmehr das Convolut seiner Zweige (da er sich schon im Canal. obturat. theilt), lässt sich selbst bei starkem Panniculus adipos. sofort am Foram obturator. erreichen (Fig. 3, 140.), indem man die Electrode fast senkrecht gegen den horizontalen Schambeinast aufsetzt und mit kräftigem Drucke Haut, Fettpolster und M. pectineus über ihm comprimirt. Diese Erregung in toto bewirkt eine äusserst kräftige Adduction des Oberschenkels, ist aber sehr schmerzhaft, theils durch den grossen Reichthum der Haut an sensibeln Nerven (aus dem N. genito-cruralis), theils wegen der grossen Menge sensibler Fasern, welche dem N. obturator. selbst beigemischt, sich später an der inneren Seite des Oberschenkels und des Knie's verbreiten.

Die Aeste des Obturatorius, welche sofort nach dem Austritte von hinten her in den M. pectineus eintreten, sind nicht zu isoliren, sondern machen eine intramusculare Reizung nothwendig.

Der Zweig für den M. adductor brevis tritt, bedeckt vom M. pectineus und ca. 1¾" vom horizontalen Schambeinaste entfernt, in den Muskel von hinten und innen ein — und kann hier (Fig. 3, 108.) durch tiefes Eindrücken der dünnen Electrode zuweilen isolirt werden.

Der Zweig des M. adductor longus liegt zwischen diesem Muskel und dem M. pectineus ganz oberflächlich, und kann hier, 2¼" vom horizontalen Schambeinaste (Fig. 3, 109.), am besten gereizt werden. Weiter abwärts theilt sich der Nerv in zwei divergirende Zweige, welche von der Tiefe her in den Muskel eintreten.

Der Zweig des M. gracilis hat den längsten Verlauf und wird zwischen dem Gracilis und dem M. adductor longus, ca. 4" vom horizontalen Schambeinaste am leichtesten gefunden. (Fig. 3, 110.) Sein Eintritt geschieht etwas später (ca. 6—7" vom os pubis entfernt, nachdem er kurz vorher in sieben bis acht kurze Zweige zerfahren ist.

Der hintere Ast des N. obturatorius geht durch den M. obturator. ext. hindurch nach hinten zum M. adductor magnus. Sein Eintritt in denselben liegt tief und vom M. adduct. brevis bedeckt, ca. 2¾" vom horizontalen Schambeinast entfernt. Er kann hier nur bei sehr schlaffer Muskulatur und fettloser Haut durch tiefes Eindrücken der Electrode erreicht werden. Leichter und schmerzloser geschieht die Reizung am hintern innern Umfange des Oberschenkels (Fig. 4, 138.), wo eine sehr kräftige Wirkung erzielt wird.

Der N. Glutaeus superior entgeht durch seine tiefe Lage der directen Reizung. Nur einmal bei einem mageren Manne war ich im Stande seinen mittleren Ast hinter und über dem Trochanter major zu isoliren (Fig 4, 139.), und erzielte eine kräftige Verkürzung des M. glutaeus medius. Da sich dieser zum M. tensor fasciae latae hinaufschlägt, so kann man diesen Muskels in Contraction versetzen, wenn man den Lauf des Nerven dicht unter dem Lab. ext. cristae Ilei bis an den Tensor fasc. lat. verfolgt.

Der N. glutaeus inferior entgeht ebenfalls dem faradischen Strome, weil er ganz von dem M. glutaeus maxim. bedeckt, und von der Tiefe her in diesen eintritt. Man muss sich hier mit der intramuscularen Reizung der einzelnen Bündel begnügen, welche sich schon bei mässigem Strome als sehr kräftig und zweckentsprechend erweist.

Der N. ischiadicus ist, obgleich bedeckt von den dicken Beugemuskeln des Unterschenkels doch am unteren Rande des Glutaeus

max. zwischen Trochanter major und Tuber Ischii in der Mitte (Fig. 4, 135.), mit kräftigem Aufsetzen der Electrode zu erreichen. Es ist jedoch hierzu wegen der Dicke der darüberliegenden Weichtheile ein starker Strom zu nehmen. Der Effect ist eine kräftige Beugung des Unterschenkels mit schmerzlicher Sensation im Bereich sämmtlicher sensiblen Zweige des Ischiadicus. Auch zur Faradisirung der vom Ischiad. am Oberschenkel abgehenden motorischen Aeste ist wegen ihrer tiefen Lage ein starker Strom und kräftiger Druck erforderlich. Diese motorischen Aeste der Flexoren treten ziemlich alle in gleicher Höhe in ihre Muskeln ein, nämlich ca. 5¾″ vom untern Umfange des Tuber Ischii oder 1½″ vom unteren Ende des Glutaeus maximus entfernt.

Der M. biceps femoris erhält für sein Caput longum einen Ast hoch vom Ischiad. abtretend und von der Tiefe in ihn sich einsenkend. (Fig. 4, 134.) Das Caput breve erhält einen oberen Ast, der tiefer als der vorige vom Ischiadicus abgeht und Fig. 4, 133 in den Muskel eintritt. Der untere Ast des Caput breve senkt sich beinahe 2″ tiefer in den Muskel, als der obere. (Fig. 4, 132.)

Der Ast des M. Semitendinosus tritt ebenfalls in derselben Höhe (5¾″ vom Tuber Ischii) aus von der Tiefe her in den Muskel ein. (Fig. 4, 136.)

Der Ast des M. Semimembranosus theilt sich häufig in zwei Zweige, von denen der obere 5¾″ (Lit. 137.), der untere 7″ vom Tub. Ischii entfernt eintritt.

Alle diese Punkte sind mit Berücksichtigung der angegebenen Entfernungen, und zwar an den inneren Rändern der Muskeln — d. h. an den der Medianlinie des Oberschenkels (N. Ischiadicus) zugewandten Rändern zu fixiren, gestatten jedoch immerhin nur die intramusculäre Reizung.

Der N. peroneus ist sofort nach seinem Abtritte vom Isch. am inneren Rande des M. biceps fem. und seiner Sehne zu erreichen. Viel sicherer aber und präciser geschieht die Reizung am hinteren Umfange des Capitulum fibulae (Fig. 5, 115.), welches dem Drucke der

Electrode einen festen Widerstand leistet. Auch werden hier die oberhalb des Capit. fibulae vom N. peroneus abgehenden Nn. cutaneus sural. extern. und med. vermieden. Die Wirkung ist Contraction der Peronei, des Tibialis anticus, des Extensor digitor. comm. long. und brevis, sowie des Extensor hallucis long. — sowie Sensation in den Nervis cutan. pedis dorsalibus.

Der N. peroneus superficialis ist dicht unter seiner Abtrittsstelle vom N. peron. prof. am Capit. fibulae zu reizen. (Fig. 5, 116.) Auf seinem Laufe nach unten giebt er (1″ von seiner Abtrittsstelle entfernt) zwei kurze Aeste für den M. peronens longus ab, welche nach kurzem Verlaufe 2 und 2½″ unter dem Capit. fibulae von der Tiefe her in den Muskel eintreten. Mit diesen Aesten in gleicher Höhe entspringt auch der Ast des M. peroneus brevis, welcher hinter dem longus herablaufend, dessen unterer Parthie einen Ast giebt, und endlich 6—8″ unterhalb des Capit. fib. in mehrere Zweige getheilt in den Muskel eintritt.

Wegen ihres tiefen Verlaufes sind diese Nerven nur durch ihre Muskeln hindurch an den angegebenen Stellen zu reizen.

N. peroneus profundus ist zuweilen eine kurze Strecke weit zu isoliren nach seinem Durchtritte durch den M. peroneus longus.

Der M. tibialis anticus erhält von ihm an seinem Fibularrande am oberen Ende einen schwachen, etwas tiefer einen starken Ast; der letztere tritt ziemlich constant ca. 3½″ vom Capit. fib. entfernt ein (Fig. 5, 118.), und giebt gereizt eine kräftige Contraction des Muskels. Diese kann aber durch Hinzunahme der negativen Electrode für den schwächeren oberen Ast completirt werden. Die Wirkung — Beugung des Fusses mit Erhebung seines Tibialrandes — tritt vortrefflich und sehr instructiv für die Lehre von den Klumpfüssen zu Tage.

Der Zweig des M. extensor hallucis longus tritt in der Tiefe (ca. 3¾″ vom Capit. fibulae entfernt) in den Muskel ein, ist aber an dieser Stellen vom M. ext. digitor. commun. und tibialis antic. bedeckt und deshalb nicht zu erreichen. Man muss sich aus diesem Grunde

begnügen, den Muskel, nachdem er an die Oberfläche getreten ist, durch intramusculäre Reizung zur Verkürzung zu bringen, welche einen genügenden Effect hat. (Fig. 5, 119.)

Der Zweig des extensor digitor. commun. long. tritt fast in gleicher Höhe mit dem M. tibialis antic. in seinen Muskel ein am Fibular-Rande desselben. (Fig. 5, 117.)

M. peroneus tertius ist in den meisten Fällen isolirt zur Verkürzung zu bringen, indem man die Electrode an Fig. 5, 120 aufsetzt.

Der äussere Endast des N. peroneus profundus, welcher zu dem M. extensor digitor. commun. brevis geht, ist nach seinem Durchtritte durch das Lig. cruciatum zwischen den Sehnen des Extens. halluc. long. und Extens. digitor. comm. zu reizen, liegt aber sehr tief, und kann deshalb nur bei magern Personen und mit starkem Drucke erreicht werden. (Fig. 5, 121.) Er setzt kräftige Zusammenziehung der vier kleinen Bündel auf dem Rücken des Fusses, von denen ein jedes ausserdem durch intramusculäre Reizung isolirt zur Verkürzung gebracht werden kann.

Der N. tibialis liegt nach dem Abgange des Peroneus in der Kniekehle nur von der Fascia poplitea, feiner Haut und geringem Fettpolster bedeckt, offen zu Tage. (Fig. 4, 131.) Bei der Möglichkeit, ihn gegen seine feste Unterlage mit Sicherheit zu comprimiren, lässt sich die Erregung des Tibialis mit derselben Präcision ausführen als die des Peroneus. Der Effect ist energische Contraction aller an der hinteren Fläche des Unterschenkels und an der Sohle des Fusses gelegene Muskeln — sowie sehr schmerzhafte Sensation im N. suralis, und in den sensibeln Zweigen des N. plantaris int. und ext.

Die Musculi gastrocnemii erhalten vom N. Tibialis zunächst für jeden Kopf einen Nerven, welche hoch oben vom Tibialis abtreten und mit einiger Vorsicht auf ihrem Laufe zu den Köpfen der Gemelli isolirt werden können, ohne doch dabei dem Tibialis selbst, oder den N. peroneus, oder die verschiedenen sensibeln Nerven zu treffen. Reizung jedes einzelnen (Fig. 4, 130.) setzt Verkürzung in dem betreffenden Kopfe und der entsprechenden Hälfte des gemeinsamen Bauches. Jede

Hälfte aber des gemeinsamen Bauches erhält ausserdem noch einen Zweig vom Tibialis, welcher in der Vertiefung zwischen den Condylen hinter den Köpfen hinweg nach aussen läuft, und an dem Uebergange der letzteren in den Bauch beiderseits ganz oberflächlich und leicht erreichbar ist. (Fig. 4, 129.) Reizung jedes einzelnen setzt energische Verkürzung der entsprechenden Hälfte des Bauches ohne den Kopf. Hierbei wird der Muskel unter der schmerzhaften Empfindung des Wadenkrampfes steinhart und lässt seine Ränder scharf vorspringen. Der Soleus ist hierbei unbetheiligt.

Der Ast des M. soleus entspringt mit den letzteren Zweigen in gleicher Höhe, läuft zwischen Gastrocnem. und Soleus abwärts (mehrere Zoll) und tritt, verdeckt von der Dicke des Gastrocnemius-Bauches ziemlich in der Mitte in den Solens ein — unerreichbar für die Electrode. Dessenungeachtet erreicht man durch intramusculäre Reizung, indem man jederseits am äusseren Rande des Muskels (Fig. 4, 112 und 128.) eine Electrode aufsetzt, eine kräftige Verkürzung des Soleus. Während dieser in Contraction verharrt, bleibt der Gastrocnemius schlaff und gewährt das Gefühl eines auf harter Basis liegenden weichen Lipoms.

Am inneren Rande der Tibia, da wo der innere Rand des Soleus mit ihr im spitzen Winkel zusammenstösst, tritt der Ast des Tibialis, welcher für den Musc. flexor digitor. commun. long. bestimmt ist hervor (Taf. I. 113.) und gestattet hier eine kräftige Beugung der Zehen — mit Ausnahme der grossen Zehe — zu erzielen.

Der M. tibialis posticus entgeht der Reizung durch seine Lage ganz. Der M. flexor hallucis longus ist nur zur Verkürzung zu bringen, indem man die Electrode in den stumpfen Winkel einsetzt, welchen der innere Rand des Soleus mit der Achillessehne bildet. Diese intramusculäre Reizung des Flex. halluc. longus setzt Beugung der Zehe, es ist aber Vorsicht bei der Procedur nöthig, damit nicht der sehr nahe gelegene N. tibialis mit getroffen werde.

Der N. tibialis ist nach seinem Austritte hinter dem Bauche des Soleus ziemlich in der Mitte zwischen dem inneren Tibialrande und der Achillessehne zu finden (Taf. I. 114.), und lässt sich abwärts bis an den hintern Umfang des inneren Knöchels verfolgen. Die Reizung des-

selben setzt Verkürzung in allen Sohlenmuskeln und schmerzhafte Sensation in den Nn. digitales plantares.

Zum Studium der Fussmuskeln vermeide man Personen mit sehr dicker Haut und harter Epidermis. Bei diesen erzielt man gar keine Wirkung, wenn man nicht die Füsse lange Zeit in warmes Wasser setzt und einen starken Strom anwendet.

Von den Muskeln des Fusses sind ausser dem oben erwähnten, vom N. peroneus versorgten M. extens. digit. comm. brevis — isolirt zu reizen M. abductor hallucis. Sein Nervenast wird getroffen am inneren Fussrande (Taf. I. 123.) in einer Linie, welche man am vorderen Rande des inneren Knöchels senkrecht zur Sohle herabzieht. Dieser Muskel verbleibt leicht, wenn er zur Verkürzung gebracht ist, ebenso wie die Wadenmuskeln noch nach dem Oeffnen der Kette eine Zeitlang in tetanischer Contraction.

Rückt man mit der Electrode von dem motorischen Punkte des Abduct. hallucis ca. 1¼″ in die Sohle hinein, so trifft man den Ast des Flexor digitor. brevis, welcher eine sehr kräftige Beugung der Zehen mit Ausnahme des Hallux setzt.

Der Abductor digiti minimi wird zu einer mässigen Verkürzung gebracht, wenn man die Electrode am äusseren Fussrande ca. 1½″ vom Metatarsophalangal-Gelenke der kleinen Zehe ansetzt. (Taf. I. 122.)

Die M. interossei reizt man nur auf intramuscularem Wege und zwar vom Rücken des Fusses aus, indem man die Electrode ½—1″ vom Metatarsophalangal-Gelenke zwischen die Metatarsalknochen eindrückt (Taf. I. 124—127.) Der Effect ist freilich nicht so in die Augen springend, als bei den Interosseis der Hand, allein man bemerkt auch hier deutlich Abduction der entsprechenden Zehe von der Mittellinie mit gleichzeitiger Beugung der ersten Phalanx und Streckung der zweiten und dritten Phalanx.

Die übrigen Fussmuskeln gestatten bei der Dicke der Bedeckung keine nennenswerthe Einwirkung.

Erklärung der Tafeln.

Die Taf. I. giebt die Photographie eines 26jährigen Mannes, an dem ich die motorischen Punkte aller erreichbaren Muskeln des Körpers nach der pag. 38 angegebenen Methode festgestellt und mit dem Höllensteingriffel auf der Haut bezeichnet hatte. Nur auf diese Weise wurde es möglich, die Reizungsstellen der einzelnen Muskeln in ihrem Verhalten zu einander und znr Körperoberflache naturgetreu zur Anschauung zu bringen. Die hintere Flache des Rumpfes und der Unterextremitaten konnte hierbei natürlich nicht berücksichtigt werden.

Die Zeichnungen auf Taf. II. und III. sind den anatomischen Werken von Froriep und Hollstein entnommen und mit den Bezeichnungen des Verlaufes und der Eintrittsstellen der motorischen Nerven versehen, gemäss den Ergebnissen meiner Untersuchungen am Lebenden und am Cadaver.

Die Taf. IV. giebt eine von mir angefertigte Zeichnung des Siemens-Halske'schen Inductions-Apparates, sowie eine schematische Darstellung des Stromlaufes in demselben. Der letzteren wurde die vordere und seitliche Wand des Apparates, welche in der oberen Zeichnung zur Veranschaulichung der inneren Einrichtung weggelassen werden mussten, angehängt.

Tafel I.

(Fig. 1.)

No. 1. Stamm des N. facialis nach seinem Austritte aus dem Foram. stylomast.
- 2. Zweig des N. facialis zu den Mm. retrahentes und attollens auriculae (hintere Portion).
- 3. Zweig des N. facialis zum M. occipitalis.
- 4. Zweig des N. facialis zum M. tragicus und antitragicus.
- 5. Zweig des N. facialis zum M. attrahens auriculae und attollens auriculae (vordere Portlon).
- 6. Zweig des N. facialis zum M. frontalis.
- 7. Zweig des N. facialis zum M. corrugator supercilii.
- 8. Zweig des N. facialis zum M. orbicularis palpebrar.
- 9. Zweig des N. facialis zum M. zygomaticus major.
- 10. Zweig des N. facialis zum M. zygomaticus minor.
- 11. Zweig des N. facialis zum M. levator lab. super. et alae nasi.

No. 12. Zweig des N. facialis zum M. compressor nasi.
- 13. Zweig des N. facialis zum M. levator lab. super. propr.
- 14. Hauptäste (Rami buccales) des N. facialis.
- 15. Hauptäste (Rami subcutan. maxill inf.) des N. facialis.
- 16. Hauptäste (Rami subcutan. colli) des N. facialis.
- 17. Zweig des N. accessorius Willisii zum M. sternocleidomastoideus.
- 18. Aeusserer Ast des N. accessorius Willisii zum M. cucullaris.
- 19. Aeste für das Platysma myoides aus dem Plex. cervicalis.
- 20. Zweig des Plex. cervicalis zum M. levator anguli scapulae.
- 21. Nervus phrenicus.
- 22. N. dorsalis scapulae zum M. rhomboideus und serratus postic. sup.
- 23. N. thoracici posteriores (N. thoracic. long.) zum M. serratus magnus.
- 24. N. suprascapularis zum M. supra- und infraspinatus.
- 25. Zweig des N. facialis zum M. quadratus menti.
- 26. Zweig des N. facialis zum M. triangularis menti.
- 27. Nervus hypoglossus.
- 28. Zweig des Ansa N. hypoglossi zum M. omohyoideus.
- 29. Zweig des Ansa N. hypoglossi zum M. sternothyreoideus.
- 30. Zweig des Ansa N. hypoglossi zum M. sternohyoideus.
- 31. Vorderes, äusseres Bündel des Plex. brachialis, aus welchem der N. musculocutan. und ein Theil des N. medianus ihren Ursprung nehmen.
- 32. Nn. thoracici anteriores zu den Mm. pectorales.
- 33. Zweig des N. facialis zum M. quadratus menti.
- 40. Zweig des N. radialis zum Caput. extern. M. tricipitis.
- 41. Nervus radialis.
- 42. Wandelbarer Ast des N. radialis zum M. brachialis internus.
- 43. Nerveneintrittsstelle (vom Muskel bedeckt) zum M. supinator long.
- 44. Nerveneintrittsstelle (vom Muskel bedeckt) zum M. radialis extern. long.
- 45. Aestchen des N. radialis zum M. anconaeus quartus.
- 46. Nerveneintrittsstelle zum M. radialis extern. brevis.
- 47. } Aeste des N. radialis zum M. extensor digitor. communis.
- 47*a*. }
- 48. Nerveneintrittsstelle zum M. ulnaris externus.
- 49. Gemeinsame Reizungsstelle für den M. abductor pollic. long. und extensor digiti indicis proprius.
- 50. Motorischer Punkt für den M. extensor digiti minimi proprius.
- 51. Motorischer Punkt für den M. abductor pollic. longus.
- 52. Motorischer Punkt für den M. extensor indicis proprius.
- 53. Gemeinsamer motorischer Punkt für die Mm. extensores pollicis longus und brevis.
- 54. Motorischer Punkt für den M. extensor pollic. brevis.
- 55. Motorischer Punkt für den M. extensor pollic. longus.
- 56. Motorischer Punkt für den M. abductor digiti minimi.
- 57*a*. } Motorische Punkte für die Mm. interossei externi.
- 57*b*. }
- 57*c*. }
- 57*d*. }
- 60. Zweig der Nn. thoracici antt. zum M. deltoideus.
- 61. Nervus musculocutaneus.
- 62. Nervus medianus.
- 63. Reizungsstelle des Zweiges vom N. musculocutan. zum M. brachialis int.
- 64. Zweig des N. mediauus zum M. pronator teres (äusserer).
- 65. } Motorische Punkte für den M. flexor digitor. sublimis.
- 66. }

No. 67. Zweig des N. medianus zum M. pronator teres (innerer).
- 68. Motorischer Punkt für den M. radialis internus.
- 69. Motorischer Punkt für den M. palmaris longus.
- 70. Motorischer Punkt für den M. flexor digitor. sublimis.
- 71. Motorischer Punkt für den M. flexor pollic. longus.
- 72. Nervus ulnaris nach Abgabe seines Dorsal-Astes.
- 73. Nervus medianus.
- 74. Reizungsstelle des Ram. volaris profund. N. ulnaris.
- 75. Motorischer Punkt für den M. abductor pollicis brevis.
- 76. Motorischer Punkt für den M. opponens pollicis.
- 77. Motorischer Punkt für den M. abductor digiti minimi.
- 78. Motorischer Punkt für den M. flexor digiti minimi.
- 79. Motorischer Punkt für den M. flexor pollic. brevis.
- 80. Reizungsstelle des Ulnar-Zweiges zum M. adductor. pollicis.
- 81. Reizungsstelle des Median-Zweiges zum M. lumricalis II.
- 82. Reizungsstelle des Median-Zweiges zum M. lumbricalis I.
- 83. Motorischer Punkt des M. flexor digitor commun. profundus.
- 84. Motorischer Punkt des M. ulnaris internus.
- 90.
- 91.
- 92. } Motorische Punkte der Bäuche des M. rectus abdominis.
- 93.
- 94.
- 95.
- 96.
- 97. } Motorische Punkte des M. obliquus abdominis externus.
- 98.
- 99. Motorischer Punkt des M. transversus abdominis.
- 100. Motorischer Punkt des M. obliquus abdominis internus.
- 101. Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. tensor fasciae latae.
- 102. Eintrittsstelle des inneren Zweiges vom N. cruralis zum M. rectus femoris.
- 103. Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. vastus externus.
- 104. Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. cruralis.
- 105. Nervus cruralis.
- 106. Zweig des N. cruralis zum M. sartorius.
- 107. Motorischer Punkt des M. pectineus.
- 108. Motorischer Punkt des M. adductor brevis.
- 109. Motorischer Punkt des M. adductor longus.
- 110. Motorischer Punkt des M. gracilis.
- 111. Zweig des N. cruralis zum M. vastus internus.
- 112. Motorischer Punkt des M. soleus.
- 113. Zweig vom N. tibialis zum M. flexor digitor. commun. longus.
- 114. Nervus tibialis.
- 115. Nervus peroneus.
- 116. Nervus peroneus superficialis.
- 117. Motorischer Punkt des M. extensor digitor. commun. longus.
- 118. Motorischer Punkt des M. tibialis anticus.
- 119. Motorischer Punkt des M. extensor hallucis long.
- 120. Motorischer Punkt des M. peroneus tertius.
- 121. Endast des N. peroneus profundus zum M. extensor digitor. commun. brevis.
- 122. Motorischer Punkt des M. abductor digiti minimi.
- 123. Motorischer Punkt des M. abductor hallucis.

No. 124.
- 125.
- 126.
- 127.
} Motorische Punkte der Mm. interossei externi.
- 140. Nervus obturatorius.

Tafel II.

(Fig. 2.)

No. 1. Stamm des N. facialis nach seinem Austritte aus dem Foram. stylomast.
- 1*a*. Zweig des N. facialis zum M. stylohoideus.
- 1*b*. Zweig des N. facialis zum M. digasticus maxill. inf.
- 2. Zweig des N. facialis zu den Mm. retrahentes und attollens auriculae (hintere Portion).
- 3. Zweig des N. facialis zum M. occipitalis.
- 3*b*. Ram. auricularis poster. profund. vom N. facialis.
- 4. Zweig des N. facialis zum M. tragicus und antitragicus.
- 5. Zweig des N. facialis zum M. attrahens auriculae und attollens auriculae (vordere Portion).
- 6. Zweig des N. facialis zum M. frontalis.
- 7. Zweig des N. facialis zum M. corrugator supercilii.
- 8. Zweig des N. facialis zum M. orbicularis palpebrar.
- 8*a*. Zweig des N. facialis zu den M. attrahens auriculae, Mm. helicis major und minor.
- 9. Zweig des N. facialis zum M zygomaticus major.
- 10. Zweig des N. facialis zum M. zygomaticus minor.
- 11. Zweig des N. facialis zum M. levator labii superioris et alae nasi.
- 12. Zweig des N. compressor nasi.
- 14. Rami buccales vom N. facialis.
- 14*b*. Zweige des N. facialis für den M. buccinator.
- 15.
- 15*b*.
} Rami subcutanei maxillae inf. vom N. facialis.
- 16. Rami subcutanei colli vom N. facialis.
- 17. Zweig des N. accessorius Willisii zum M. sternocleidomastoid.
- 18. Aeusserer Ast des N. accessorius Willisii zum M. cucullaris.
- 19. Aeste für das Platysma myoides aus dem Plex. cervical.
- 20. Zweig des Plexus cervicalis zum M. levator anguli scapulae.
- 21. Nervus phrenicus.
- 22. N. dorsalis scapulae zum M. rhomboideus u. serrat. postic. sup.
- 23. Nn. thoracici posteriores (N. thoracic. long.) zum M. serratus magnus.
- 24. N. suprascapularis zum M. supra- und infraspinatus.
- 26. Zweig des N. facialis zum M. triangularis menti.
- 27. Nervus hypoglossus.
- 28. Zweig der Ansa N. hypoglossi zum M. omohyoideus.
- 29. Zweig der Ansa N. hypoglossi zum M. sternothyreoideus.
- 29*b*. Zweig des Ansa N. hypoglossi zum M. hyothyreoideus.
- 30. Zweig der Ansa N. hypoglossi zum M. sternohyoideus.
- 32. Nn. thoracici anteriores zu den Mm. pectorales.
- 33. Zweig des N. facialis zum M. quadratus menti.
- 34. Zweig des N. facialis zum M. levator menti.
- 35. Nerveneintrittsstelle am M. quadratus menti.
- 36. Nerveneintrittsstelle am M. levator menti.
- 37. Nerveneintrittsstelle am M. orbicularis oris (linke Hälfte der Unterlippe).

No. 38. Nerveneintrittsstelle am M. orbicularis oris (linke Hälfte der Oberlippe).
- 39. Nerveneintrittsstelle am M. levator anguli oris.

Tafel III.

(Fig. 3.)

No. 100. Endast des N. glutaeus superior zum M. tensor fasciae latae.
- 101. Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. tensor fasciae latae.
- 102*a* u. *b*. Eintrittsstellen der Zweige vom N. cruralis zum M. rectus femoris.
- 103. Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. vastus externus.
- 104. Eintrittsstelle des Zweiges vom N. cruralis zum M. cruralis.
- 105. Nervus cruralis.
- 106. Zweig des N. cruralis zum M. sartorius.
- 108. Motorischer Punkt des M. adductor brevis.
- 109. Motorischer Punkt des M. adductor longus.
- 110. Motorischer Punkt des M. gracilis.
- 111. Zweig des N. cruralis zum M. vastus internus.
- 140. Nervus obturatorius.

(Fig. 4.)

No. 112. } Motorische Punkte des M. soleus.
- 128. }
- 115. Nervus peroneus.
- 129. Zweige des N. tibialis zu den Mm. gastrocnem. (untere Bäuche).
- 130. Zweige des N. tibialis zu den Mm. gastrocnem. (obere Bäuche).
- 131. Nervus tibialis.
- 132. } Motorische Punkte für das Caput breve des M. biceps femoris.
- 133. }
- 134. Motorischer Punkt für das Caput longum des M. biceps femoris.
- 135. Nervus ischiadicus (von den Muskeln bedeckt).
- 136. Motorischer Punkt des M. semitendinosus.
- 137. Motorischer Punkt des M. semimembranosus.
- 138. Motorischer Punkt des M. adductor magnus.
- 139. N. glutaeus superior.

(Fig. 5.)

No. 115. Nervus peroneus.
- 116. N. peroneus superficialis.
- 117. Motorischer Punkt des M. extensor digitor. commun. longus.
- 118. Motorischer Punkt des M. tibialis anticus.
- 119. Motorischer Punkt des M. extensor hallucis longus.
- 120. Motorischer Punkt des M. peroneus tertius.
- 121. Endast des N. peroneus profund. zum M. extensor digitor. commun. brevis.
- 128 Reizungsstelle (intramusculär) des M. soleus.

(Fig. 6.)

No. 41*a*. Knoten des N. radialis profundus.
- 43. Motorischer Punkt des M. supinator longus.
- 44. Motorischer Punkt des M. radialis externus longus.

No. 45. Aestchen des N. radialis zum M. anconaeus quartus.
- 46. Motorischer Punkt des M. radialis externus brevis.
- 47. } Motorische Punkte des M. extensor digitor. communis.
- 47*a*. }
- 48. Motorischer Punkt des M. ulnaris externus.
- 49. Gemeinsamer motorischer Punkt für den M. abductor pollicis long. und M. extensor digiti indicis propr.
- 50. Motorischer Punkt für den M. extensor digiti minimi proprius.
- 51. Motorischer Punkt für den M. abductor pollicis longus.
- 52. Motorischer Punkt für den M. extensor digiti indicis proprius.
- 53. Gemeinsamer motorischer Punkt für die Mm. extensores pollicis long. und brevis.
- 54. Motorischer Punkt für den M. extensor pollicis brevis.
- 55. Motorischer Punkt für den M. extensor pollicis longus.
- 56. Motorischer Punkt für den M. abductor digiti minimi.
- 57*a*. } Motorische Punkte für die Mm. interossei externi.
- 57*b*. }
- 57*c*. }
- 57*d*. }

(Fig. 7.)

No. 62. Nervus medianus.
- 64. Zweig des N. medianus zum M. pronator teres (äusserer).
- 66. Motorischer Punkt für den M. flexor digitor. comm. sublimis.
- 67. Zweig des N. medianus zum M- pronator teres (innerer).
- 68. Motorischer Punkt für den M. radialis internus.
- 69. Motorischer Punkt für den M. palmaris longus.
- 70. Motorischer Punkt für den M. flexor digitor. sublimis.
- 71. Motorischer Punkt für den M. flexor pollicis longus.
- 72. Nervus ulnaris, nach Abgabe seines Dorsal-Astes.
- 73. Nervus medianus.
- 74. Reizungsstelle des Ram. volaris profund. Nervi ulnaris.
- 75. Motorischer Punkt für den M. abductor pollicis brevis.
- 76. Motorischer Punkt für den M. opponens pollicis.
- 77. Motorischer Punkt für den M. abductor digiti minimi.
- 78. Motorischer Punkt für den M. flexor digiti minimi.
- 79. Motorischer Punkt für den M. flexor pollicis brevis.
- 80. Reizungsstelle des Ulnar-Zweiges zum M. adductor pollicis.
- 81. Reizungsstelle des Medianus-Zweiges zum M. lumbricalis II.
- 82. Reizungsstelle des Medianus-Zweiges zum M. lumbricalis I.
- 83. Motorischer Punkt des M. flexor digitor. commun. profundus.
- 84. Motorischer Punkt des M. ulnaris internus.

Druck von Trowitzsch & Sohn in Berlin.

Fig. 2.

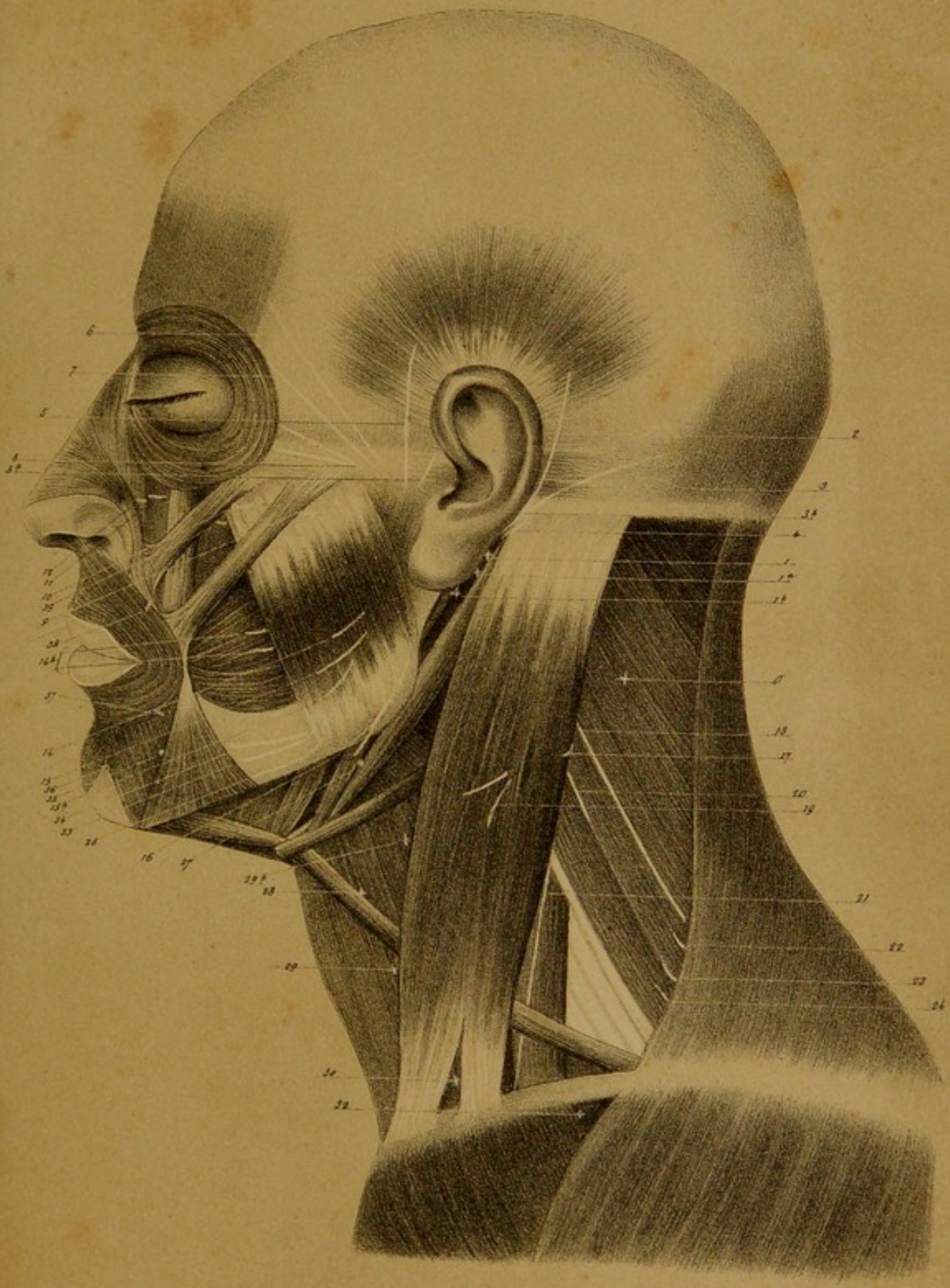


Fig. 3.

Fig 4.

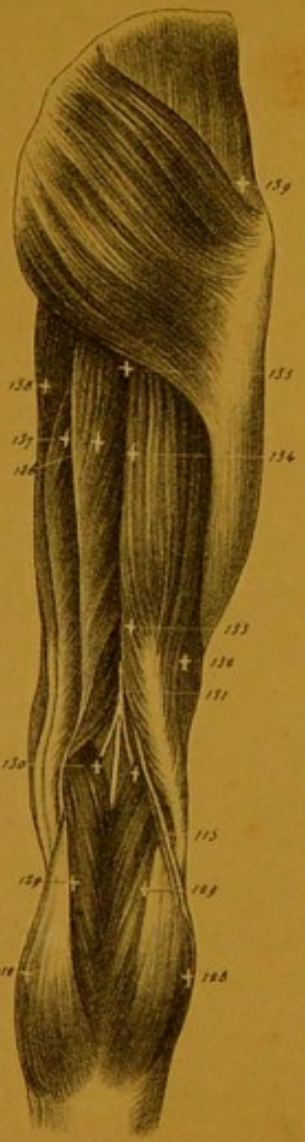


Fig 5.

Fig 6.

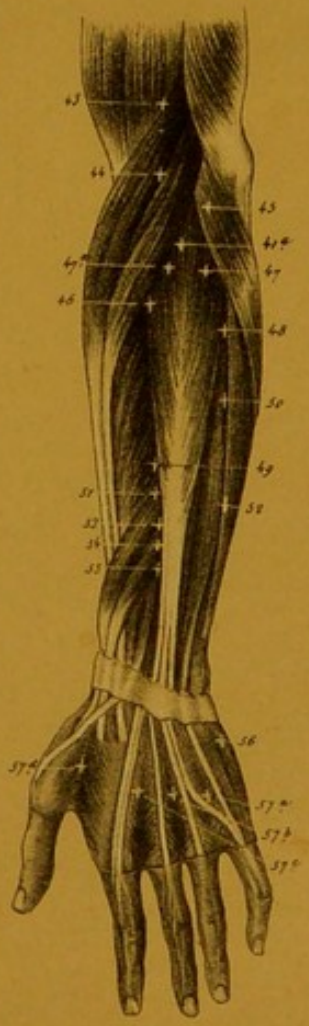
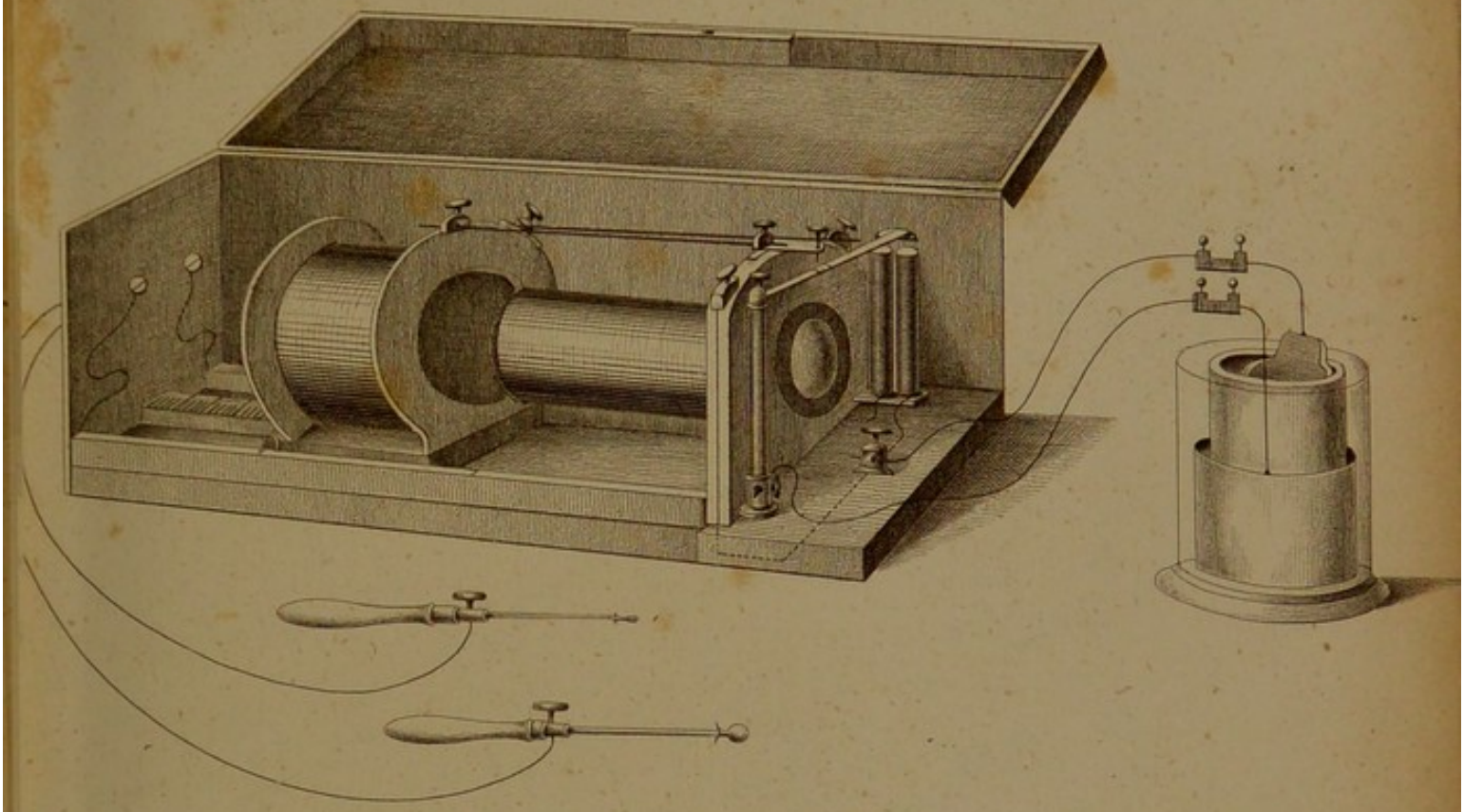
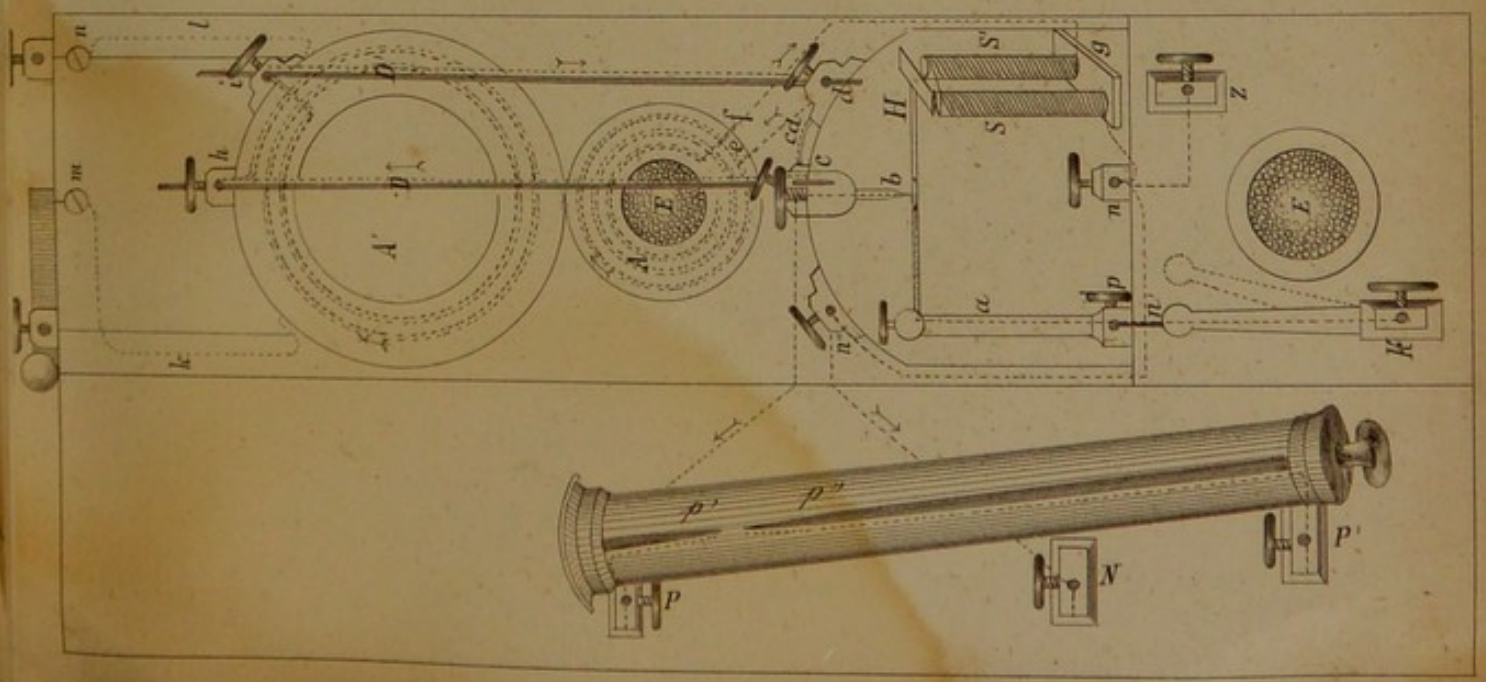


Fig. 7.




n
l
m
h
k
A'
D
E
c
d
b
a
H
S
S'
g
Z
K
p'
p''
P
N
P'