Ueber

Massage des Herzens.

(Mit 1 lithographischen Beilage.)

Von

Hofrath Dr. M. J. Oertel,
k. Universitätsprofessor in München.

MÜNCHEN.
Jos. Ant. Finsterlin
1889.

Separatabdruck aus der Münchener Medicin. Wochenschrift.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub in München.

Das Herz gehört in Folge seiner Lage in der Mitte der Brusthöhle zu jenen Organen, welche einer mechanischen Einwirkung von Aussen am wenigsten zugänglich sind. Von oben und von den Seiten her verhindert oder erschwert das knöcherne Gerüst des Thorax jeden grösseren, mehr oder weniger gewaltsamen Druck oder Zug und auch von unten herauf schützen noch die unteren Rippenränder, die Bauchdecken, besonders wenn sie stark entwickelt und fettreich sind, wie auch die Baucheingeweide und das Zwerchfell das Herz vor ähnlichen Insulten. Nur innen im Thorax ist das Herz von einem Organ umgeben, durch dessen anatomische Beschaffenheit, Elasticitätsgrösse und unter verschiedenen Druck sich vollziehende functionelle Dehnung und Zusammenziehung, ein beständiger, variabler, positiver und negativer Druck auf der Herzoberfläche lastet.

Es liegt nun wohl der Gedanke nicht zu ferne durch Benützung dieses Druckes, durch Vergrösserung oder Verkleinerung desselben, eine mechanische Einwirkung auf den Herzmuskel in Form eines Druckes oder Zuges auszuüben, und durch dieselbe und die damit sich verbindende motorische Erregung einen therapeutischen Einfluss auf das Herz zu versuchen. Es ist hier kaum nothwendig, den Einfluss der Respiration auf die Circulation des Nähern zu erörtern. Die Untersuchungen von Ludwig bis in die neueste Zeit sind hinlänglich bekannt und eine eingehende Darstellung der bezüglichen Arbeiten von Rollet ist in Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. IV, Theil II, Cap. 4 u. 5 gegeben worden.

Von besonderer Bedeutung indess für die hier berührte Frage ist eine in neuester Zeit von G. Heinricius und H. Kronecker erschienene Arbeit über den Einfluss der Respirations-

bewegungen auf den Blutlauf im Aortensystem. Sie enthält eine Reihe von Experimenten, in welchen der Einfluss eines mechanischen Druckes auf den Herzmuskel und insbesonders der Druck der Respirationsluft unmittelbar auf die Herzoberfläche eingehenden Untersuchungen unterstellt wurde.

In diesen Experimenten fanden Heinricius und Kronecker im Allgemeinen, dass jeder Druck auf das Herz, Berührung des Herzens, Emporheben des Herzens auf den Herzbeutel sogleich die Form der Athmungswellen, wie sie Traube im Jahre 1861 gefunden hat, zu stören vermag. Weiterhin machten sie den Versuch, die Athmungsluft direct durch den Herzbeutel zu treiben anstatt in die Lungen. Sie banden in die Spitze des Herzbeutels eine Perfusionscanüle und brachten das eine der freien Gabelenden des Y-förmigen Doppelröhrchens in Verbindung mit dem Athmungsapparat, während auf das andere Gabelende ein Kautschukschlauch gesteckt war, der durch eine Schraubenschlauchklemme beliebig verengt werden konnte. Die rhythmisch eingeblasene Luft konnte man so unter grösserem oder kleinerem Widerstande entweichen lassen. Das diastolisch sich erweiternde Herz trieb die Luft, während die Einblasung unterbrochen wurde, aus dem Herzbeutel. Auf diese Weise entstanden ausnehmend starke Blutdruckschwankungen, ganz analog den Schwankungen, welche die Experimentatoren erhielten, wenn sie die Lungen aufbliesen. Endlich combinirten sie noch Lungenathmung mit pericardialer Einblasung und erhielten einfache Wellenzüge. Immer aber war das Anblasen des Herzens wirksamer, wenn es direct erfolgte, als vermittelst der zwischengeschalteten Lungenwände. Dabei zeigte sich nun, dass dieses Luftdrücken für die Erhaltung der Herzkraft sehr günstig war und die rhythmischen Drücke wie eine Massage auf das Herz einwirkten. So weit Heinricius und Kronecker.

Vor 5 Jahren habe ich bereits eine Methode angegeben [1]), durch welche es möglich ist, bei angestrengter Herzarbeit den Circulations- und Respirationsapparat im Sinne einer Erhöhung seiner Functionsthätigkeit und Ausdauer zu beeinflussen.

---

[1]) Oertel: Ueber Terraincurorte zur Behandlung von Kranken mit Circulationsstörungen etc. Leipzig. F. C. W. Vogel.

Die Methode, die von mir empirisch gefunden wurde, habe ich zuerst in meiner Schrift über Terraincurorte zur Erleichterung der Herzarbeit und Erhöhung der Athmung bei der Steigbewegung angeführt und als Athmung mit saccadirter Exspiration bezeichnet. Die schon durch das gewöhnliche Athmen auf das Herz ausgeübten rhythmischen Drücke können ganz erheblich verstärkt werden, wenn die Exspiration in 2 Acte und mit Verstärkung des zweiten zerlegt wird, wodurch 2 Exspirationsdrücke auf das Herz erfolgen, während automatisch eine über das Gewöhnliche hinaus vertiefte Inspiration mit negativem Druck auf das Herz die mechanische Einwirkung vervollständigt. Dabei müssen die In- und Exspirationen im gleichen Rhythmus taktmässig mit den Schritten ausgeführt werden, d. h. der motorische Impuls durch Zufluss grösserer Blutmengen zum Herzen, durch welche gleichfalls rhythmische grössere Drücke auf seine Innenfläche ausgeübt werden, in den gleichen Zeiträumen erfolgen. Zahlreiche Versuche und Beobachtungen an Kranken mit insufficientem Herzmuskel innerhalb 5 Jahren ergaben:

1) dass je nach der Steigung des zu begehenden Weges die dyspnoischen Erregungen gar nicht oder viel später noch einmal, ein halb Mal etc. eintraten als beim gewöhnlichen Athmen, und

2) dass der Herzschlag kräftiger erfolgte und an Frequenz abnahm, unvollständige und unregelmässige oder überfrequente Contractionen gar nicht eintraten und nur nach grösseren, beziehungsweise zu grossen Anstrengungen beobachtet wurden.

Später habe ich diese Methode dahin vervollständigt, dass ich die Exspirationsdrücke, sowohl den einfachen wie die saccadirten und von diesen insbesondere den zweiten, durch äussern mechanischen Druck noch unterstützte. Eine unterrichtete Person, Gymnast oder Masseur (Masseuse) legt während der Respiration des Kranken beiderseits die Hände an seinen Thorax in der Axillarlinie in der Höhe der 5. oder 6. Rippe an und übt mit dem Beginn der Exspiration eine Pressung in der Art aus, dass sie die Hände in einer schrägen Linie vom Krümmungsmaximum der 5. oder 6. Rippe in der Axillarlinie zum vorderen Ende des 7.—8. Rippenknorpels gegen den Proc. xyphoid. sterni

zu nach abwärts führt. Bei dieser Bewegung verstärkt sie den Druck mehr und mehr, so dass er sein Maximum am Ende der Exspiration und am unteren Rande der 7. und 8. Rippe erreicht. Ein dritter Druck von vorn nach rückwärts kann ausserdem noch in der Art vollzogen werden, dass die massirende Person, sobald sie mit den Händen gegen den unteren seitlichen Rand des Brustbeins gelangt ist, beide Daumen rechts und links an das Sternum ansetzt und mit denselben einen Druck nach einwärts ausübt, oder vielmehr eine Auswärtsbewegung der vorderen Thoraxwand verhindert, während mit der übrigen Hand eine Pressung von der Seite ausgeführt wird. Sobald die Inspiration beginnt, werden die Hände sofort unten vom Thorax entfernt und am Ende derselben wieder lose oben in der Axillarlinie angelegt. Bei saccadirter Exspiration kann ferner der erste Exspirationsdruck noch einfach von dem Kranken ausgeführt werden und erst der zweite der vollen Wirkung des manuellen Druckes unterstellt werden oder derselbe beginnt schon am Ende des ersten Exspirationsactes und erreicht seine Höhe mit dem Ende des zweiten. Es ist das die gewöhnliche Art, in welcher ich die Pressung ausführen lasse.

Der von mir angegebenen Methode der saccadirten Athmung als mechanischen Einwirkung auf das Herz in Verbindung mit der Steigbewegung fehlte bis jetzt noch der experimentelle Nachweis und die weitere wissenschaftliche Begründung ob und in welcher Art das Herz durch mechanische Drücke überhaupt und durch eine Erhöhung des auf der Herzoberfläche lastenden Exspirationsdruckes beeinflusst und die Herzkraft dadurch länger erhalten werden kann.

Der experimentelle Nachweis dieser Thatsache wurde durch die vorliegenden Untersuchungen von Heinricius und Kronecker beim Thier in mustergiltiger Weise geliefert. Beim Menschen habe ich durch den therapeutischen Einfluss der Druckerhöhung auf das gesunde, insbesonders aber auf das insufficiente Herz die in Frage stehende Wirkung gleichfalls erhalten können. Es erübrigt aber noch durch directe Beobachtung am Circulationsapparate und am Herzen des Menschen selbst zu zeigen, in welcher Weise und bis

zu welchem Grade eine mehr oder weniger starke Erhöhung des Exspirationsdruckes auf das Herz einzuwirken vermag und wie dieses darauf reagirt.

Die nachfolgenden Untersuchungen sollen darüber Aufschluss geben.

Da die Wirkung der saccadirten Exspiration sich nicht nur auf das Herz und den Circulationsapparat erstreckt, sondern auch die Respiration hochgradig beeinflusst, so wird die Untersuchung ihrer Wirkung, wenn sie vollständig sein soll, nach zwei Seiten hin stattzufinden haben, einmal in Beziehung auf ihren Einfluss auf die Respiration und zweitens auf den Circulationsapparat und das Herz selbst.

I. Einfluss der saccadirten Exspiration und Pressung auf die Respiration.

Bei einer Untersuchung des Einflusses, welchen eine verlängerte und unter stärkerem Druck sich vollziehende Exspiration auf die Athmung und auf die Lungen ausübt, kommen hauptsächlich 2 Faktoren in Betracht:

1. Die Menge der durch eine solche Exspiration aus den Lungen entfernten Luft, und

2. der Druck, unter welchem die Exspirationsluft während des Zusammenwirkens einer erhöhten Leistung der Exspirationsmuskeln und der äusseren Pressung steht, und der sowohl auf der Innenfläche der Lungen und der Bronchialschleimhaut als auch auf der Herzoberfläche und der Oberfläche der grossen Gefässstämme lastet.

a) Was den ersteren Factor anbelangt, die Menge der Luft, die man ausathmet, wenn der Modus der saccadirten Exspiration eingehalten wird, im Verhältniss zur gewöhnlichen Ausathmung, so habe ich bereits früher darüber Untersuchungen angestellt und veröffentlicht. Ich will hier nur im Kurzen noch einmal auf dieselben zurückkommen.

Einen Kranken, dessen vitale Lungencapazität nur 1175 ccm betrug, liess ich folge Versuche anstellen.

Bei beiden Arten der Exspiration wurden 10—12 und mehr Athemzüge tactmässig, wie sie beim Bergsteigen sich voll-

ziehen, ausgeführt, bis die nothwendige Gleichförmigkeit erreicht wurde, und dann die Luftmenge einer Ausathmung durch plötzliche Oeffnung des Ventils einer Waldenburg'schen Respirationsmaske im Spirometer aufgefangen.

Die auf diese Weise erhaltenen Luftmengen aus den einzelnen Versuchen sind hier in zwei Tabellen zusammengestellt.

Einfaches Ausathmen						Saccadirtes Ausathmen			
Luftmenge in Cubikcentimetern									
500	500	550	575	550	550	775	700	750	750
550	550	525	550	550	525	725	775	725	700
575	550	575	575	550	500	650	775	725	750
575	500	525	600	525	500	725	775	750	725
575	525	550	575	525		700	725	725	750
575	550	550	575	525		750	725	750	750
550	525	625	600	550		725	725	725	750
500	625	600	600	600		775	725	750	775
500	600	600	575	575		775	750	750	
525	475	600	600	550		700	750	750	
Im Mittel von 54 Versuchen = 554 ccm.						Im Mittel von 38 Versuchen = 736 ccm.			

Aus diesen Zahlen ergibt sich, dass die Luftmenge, welche durch das saccadirte Ausathmen aus den Lungen entfernt wird, um 182 ccm grösser ist als bei einfacher verstärkter Ausathmung während des Bergsteigens, d. h. es wurde mit der Ausathmungsluft noch ein Theil der sonst zurückbleibenden Residualluft entfernt und durch die nachfolgende Inspiration um ebensoviel mehr frische Luft in die Lungen aufgenommen. Es erklärt sich daraus, wie nach dem saccadirten Ausathmen das Sauerstoffbedürfniss für die nächste Muskelarbeit hinreichend gedeckt und schon aus diesem Grunde das Eintreten dyspnoischer Erregung hinausgeschoben oder vollständig vermieden wird.

In weiteren Versuchen wurde bei einer zweiten an Fettherz und Fettsucht leidenden 28 jährigen Kranken die exspirirte Luftmenge sowohl bei einfacher als saccadirter Ausathmung und zwar jedesmal mit und ohne Pressung spirometrisch bestimmt. Die Pressung wurde von einer kräftigen Masseuse in der oben angegebenen Weise ausgeführt. Die Versuchsanordnung war die gleiche wie bei der früheren Untersuchung.

Die Lungencapazität der Kranken betrug 1450 ccm. Es

wurden bei den unter verschiedenem Einfluss stehenden Athmungen folgende Luftmengen erhalten:

	Einfache Ausathmung ohne	mit Pressung	Saccadirte Ausathmung ohne	mit Pressung
	500 ccm	650 ccm	600 ccm	950 ccm
	500	625	650	950
	475	650	740	975
	475	625	650	1000
	475	600	625	975
	500	625	775	1000
	475	675	600	1000
	475	625	700	1075
	500	625	640	950
	475	680	750	975
	470	650	650	1075
	500	680	675	975
Im Mittel =	485,0	= 642,5	= 671,3	= 991,7

Minimum der Exspirationsluft bei einfacher Exspiration = 475 ccm

dabei verblieben als Residualluft aus der vitalen Lungencapazität = 975 ccm

Maximum bei saccadirter Exspiration und Pressung = 1075 ccm

verblieben als Residualluft = 375 ccm.

Wie sich aus diesen Zahlen ergibt, wird die Athmung einmal durch die saccadirte Exspiration und zweitens durch die Pressung ganz ausserordentlich gefördert und zwar in der Weise, dass sowohl die Exspirationsgrösse der einfachen Ausathmung als auch der einfachen Ausathmung mit Pressung sich niedriger stellt als jene, welche durch die saccadirte Ausathmung, insbesonders aber durch die saccadirte Ausathmung mit Pressung erreicht wurde. Bei der saccadirten Athmung mit Pressung ist bei einer vitalen Lungencapazität von 1450 ccm die diese ausfüllende Luftmenge bis zu 375 ccm oder 25,8 Proc. entleert, also ein Exspirationseffect und eine Lungenventilation erzielt worden wie er als solcher nicht leicht durch einen andern Athmungsmodus zu erhalten ist.

b) Die Grösse des Exspirationsdruckes oder vielmehr des Druckes, welcher bei der saccadirten Exspiration und Pressung auf der Herzoberfläche lastet, ist schwieriger zu bestimmen

und die erhaltenen Zahlen werden immer nur annähernde Werthe unter der absoluten Grösse ausdrücken können.

Die Messung dieser Drücke wurde bis jetzt immer noch mit dem Pneumatometer ausgeführt, und zwar ist hier nur jene Methode zulässig, bei welcher der Druck, unter dem die Exspirationsluft entweicht, entweder durch ein mit einem Nasenloch in Verbindung gebrachtes Manometer oder durch ein Mundstück, dessen Rohr noch eine freie nach aussen mündende Seitenöffnung besitzt, (Krause) bestimmt wird, die Exspirationsluft also zum Theil aus der andern Nasenöffnung oder durch die Seitenöffnung des Mundstückes entweichen kann, und nicht wie bei der Ausathmung mittelst eines einfachen Mundstückes eine Compression der Luft im Apparat und Drucksteigerung zu Fehlern Veranlassung gibt. Aber auch die Werthe, welche auf diese Weise als Seitendrücke mit dem Pneumatometer erhalten werden, zeigen keineswegs die Grösse des Druckes, welcher auf die Herz- und Lungenoberfläche einwirkt, vollständig an, sondern sind etwas kleiner, da auf dem Weg bis zum Manometer durch Reibung, namentlich bei der Exspiration durch die Nase u. s. w., immer ein Theil der Kraft verloren geht, welche in der Mitte der Brust zur Geltung kommt.

Betrachten wir die Druckwirkung, welche bei erhöhter Athmung auf dem Herzen lastet und dadurch den grossen und kleinen Kreislauf beeinflusst, in ihren Maximalgrössen, so finden wir

α) bei der höchsten Inspirationsstellung und unter der hiebei stattfindenden stärksten Dehnung der elastischen Lungensäcke, wobei die Kraft des elastischen Zuges der Lungen bis zu 30 mm Quecksilber (Donders) ansteigt, das Herz diastolisch erweitert und mit Blut gefüllt.

Die Contraktion der dünnwandigen Atrien und Herzohren fällt ungenügend aus und damit auch die Entleerung dieser Herztheile in die Kammern. Trotz der Füllung des Herzens mit Blut können daher auch wegen Beschränkung der Vorhofsthätigkeit nur kleine Pulswellen zur Beobachtung kommen. Donders sah auch unter dem Einfluss erhöhter Inspiration den Puls bei mehreren Personen kleiner und langsamer werden,

während er bei gewöhnlicher Athmung wieder grösser und beschleunigter wurde. Es scheint sogar bei schwacher Herzconstitution selbst die Kammerthätigkeit durch den starken elastischen Lungenzug eine Beeinträchtigung zu erfahren, wofür wohl auch das bisweilen beobachtete Wegfallen der Herztöne spricht. (Landois.)

β) Sobald nun die Exspiration beginnt, namentlich wenn ein starker Druck auf die Systole des Herzens einwirkt, werden die Kammern sofort von Blut entleert, das unter steigendem Druck den kleinen und grossen Kreislauf anfüllt. Da bei starker Exspirationsstellung des Brustkorbes unter möglichster Zusammenziehung des Lungengewebes der Rest des noch wirksamen elastischen Zuges der Lungen nur sehr gering ist, wird die Entleerung sowohl der Vorkammern wie der Kammern eine vollständige sein. Dagegen wird bei der darauffolgenden Diastole die Erweiterung des Herzens unter dem andauernden Druck auf seine Oberfläche nur eine unvollkommene sein, es wird nur wenig Blut in die Herzhöhlen einfliessen, das diastolische Herz ist klein und wenig gefüllt. Es wird daher auch die darauffolgende Systole nur klein ausfallen können, oder vielmehr nur wenig Blut in das Aortensystem hinausgeworfen werden und ein kleiner Pulsschlag resultiren.

In den Experimenten von Heinricius und Kronecker erniedrigte daher auch jede Behinderung der Herzdiastole den Blutdruck. Sobald also die Inspiration einen solchen Grad erreichte, dass das Herz bedrängt wurde, so wurden die Diastolen beeinträchtigt und damit sank die Spannung im Aortensystem. Sobald die Luft aus den Lungen entweichen konnte und dieselben zusammenfielen, wurde das Herz mehr gefüllt und der arterielle Druck stieg, da sich, wie Ludwig und seine Schüler gezeigt haben, das normale Herz mit jeder Systole vollkommen entleert. Sobald also die Athmung (bei offener Trachea) unterbrochen wurde, stieg der Blutdruck. Sobald die Athmung mit der Inspiration begann, sank der arterielle Druck.

Bei dem Athmungsmodus, den wir zur Massage des Herzens benützen, folgt spontan auf die unter mehr oder

weniger verstärktem Druck, mit oder ohne Pressung, ausgeführte Exspiration automatisch eine beträchtlich vertiefte Inspiration, deren Ergebniss zum Theil schon in der Erhöhung der Ausathmungsluft durch spirometrische Messung zu erkennen war. Die inspiratorische Ansaugung des diastolisch stark erweiterten Herzens mit Blut ist nicht nur für den Ausgleich der Blutbewegung und der Füllung des Aortensystems von Bedeutung, sondern auch für die Gymnastik des Herzens selbst.

Gehen wir zur Bestimmung des Druckes über, den wir von den Lungen aus auf die Herzoberfläche einwirken zu lassen vermögen, so geben uns hiefür die in den vorhergehenden Untersuchungen gewonnenen Zahlen nur relativ verwerthbare Anhaltspunkte. Es ist nicht die Grösse der vitalen Lungencapazität ausschlaggebend für die Grösse der pneumatometrischen Werthe und für den Druck, welcher auf dem Herzen und den grossen Gefässstämmen lastet, sondern die hier gefundene relative Erhöhung der Ausathmungsluft durch den hiebei zur Verwendung kommenden Athmungsmodus, der saccadirten Ausathmung und der Drucksteigerung durch diese und insbesondere durch die manuelle Pressung. Die pneumatometrischen Werthe resultiren einmal aus der Kraft der Athmungsmuskeln, dann aus der Beweglichkeit des Thorax, der Elasticität der Rippenknorpel und endlich aus der Ausdehnbarkeit und Elasticität des Lungenparenchyms. Die Beweglichkeit des Thorax und die Compressionsfähigkeit desselben (unter Ausschluss der Verknöcherung der Rippenknorpel) ist insbesondere noch ein schwerwiegender Factor bei der Anwendung eines manuellen Druckes zur Unterstützung des Exspirationsdruckes bei einfacher und saccadirter Ausathmung. Aber weiterhin abhängig ist der Exspirationsdruck, — und das ist besonders von grosser Bedeutung für seine therapeutische Verwerthung, — von der Grösse der vorausgegangenen Inspiration. Es ist leicht durch pneumatometrische Untersuchung nachzuweisen, dass die volle Kraft der Exspiration nur erreicht wird, wenn derselben eine tiefe Inspiration vorangeht; ohne dieselbe ist es geradezu unmöglich, mit dem Pneumatometer die Grösse des Exspirationsdruckes beim Menschen über-

haupt zu bestimmen. Nun erfolgt aber, wie wir schon angeführt haben, auf die saccadirte Exspiration jedesmal automatisch eine vertiefte Inspiration sowohl im ruhigen Zustande als auch beim Gehen und insbesondere bei der Steigbewegung. Die saccadirte Ausathmung ist daher bei der Erregung motorischer Impulse durch die Geh- und Steigbewegung hauptsächlich geeignet eine über die Norm hinausgehende Erhöhung des Exspirationsdruckes ganz automatisch und bei Einhaltung dieses Modus auf beliebig lange Zeit hinaus zu bewirken.

Die in der Literatur vorliegenden Untersuchungen über die pneumatometrischen Werthe der In- und Exspiration sowohl bei Gesunden wie bei Erkrankung der Respirations- und Circulationsorgane ergeben nur im Allgemeinen übereinstimmende Werthe. Die nicht selten erheblich auseinandergehenden Angaben erklären sich aus der Verschiedenheit der Methode und der Apparate, welche bei den bezüglichen Untersuchungen in Anwendung gezogen wurden und mehr oder weniger erhebliche Fehlerquellen einschliessen. Es betreffen diese Fehlerquellen weniger das gewöhnliche normale Athmen als vielmehr die erhöhte Respiration, den gesteigerten Inspirationszug und Exspirationsdruck. Um dieses Capitel nicht zu weit auszudehnen, genügt es, die uns speciell hier interessirenden Werthe anzuführen und in allem Uebrigen auf die ausführliche Arbeit von Waldenburg zu verweisen.

Wir werden nicht weit fehlgehen, wenn wir die Zahlen von Donders für den Ausathmungsdruck, d. h. für die Summe des von den sich contrahirenden Lungen und von den Exspirationsmuskeln ausgeübten Drucks, — mittelst des mit einer Nasenöffnung in Verbindung stehenden Manometers bestimmt, — als der Norm am meisten entsprechend annehmen wollen: nämlich für den verstärkten Exspirationsdruck 62—100 mm Hg, für den Druck bei normaler ruhiger Exspiration dagegen nur etwa 2 mm Hg. Die von Valentin, Waldenburg und Anderen gefundenen Zahlen sind viel höher, da sie, von weiteren Fehlerquellen abgesehen, die volle Exspirationsluft durch den Mund auf das Manometer einwirken liessen; Krause, welcher nur den Seitendruck bestimmte, hat wieder viel niedrigere Zahlen erhalten.

Die von Krause angewandte Methode dürfte neben der von Donders, der Verbindung des Manometers mit einer Nasenöffnung, auch bei den Untersuchungen des Exspirationsdruckes der hieher bezüglichen Kranken am meisten den Vorzug verdienen.

Nach den bei der Bestimmung des Ausathmungsdruckes maassgebenden Factoren werden wir aber auch schon bei dem Gesunden verschiedene Untersuchungsresultate zu erwarten haben je nach dem Alter und Geschlecht. Der Exspirationsdruck wird grösser ausfallen bei kräftigen musculösen Individuen als bei schwächlichen, grösser bei Männern als bei Frauen, grösser bei jugendlichen Individuen mit leicht ausdehnbarem und compressiblen Thorax und Lungen als bei älteren Personen oder Greisen mit verknöcherten Rippenknorpeln und wenig elastischen Lungenparenchym, so dass Mittelzahlen überhaupt nicht aufgestellt werden dürften und die pneumatometrischen Werthe im speciellen Fall weit über oder unter den oben angegebenen Zahlen liegen können.

Untersuchungen über die Athmungsdrücke bei Kranken mit Störungen im Circulationsapparat liegen von Waldenburg und Krause vor und die von ihnen gefundenen Werthe sind nach der in Anwendung gezogenen Methode zu beurtheilen. Die grösseren Zahlen, welche Waldenburg angiebt, finden darin ihre Erklärung.

Die Ergebnisse der pneumatometrischen Untersuchungen beider Autoren siehe in nebenstehender Tabelle.

Die durch das Pneumatometer gefundenen Zahlen für die Grösse des verstärkten Exspirationsdruckes bei Herzerkrankungen und Kreislaufsstörungen drücken im Allgemeinen immerhin noch erhebliche Werthe aus, wenn auch darunter in einzelnen schweren Fällen der Druck nur um eine kleine Zahl 2—4 mm über jenen der gewöhnlichen Exspiration (2 mm Donders) sich erhebt. Ganz beträchtlich kann derselbe indess, wo die hiefür nothwendigen Bedingungen gegeben sind, gesteigert werden durch die Unterstützung des verstärkten Exspirationsdruckes mittelst manueller Pressung. Es ist in der Praxis zumeist doch nur eine kleine Zahl von Kranken, bei welchen dieselbe infolge von

Herzkrankheiten	Waldenburg				Krause			
	Forcirte		Langsame		Nach Waldenburg		Nach Krause	
	Inspiration	Exspiration	Inspiration	Exspiration	Inspiration	Exspiration	Inspiration	Exspiration
Cor adipos.			80	52				
Scoliose	30	50	22	30	32	72	11	38
Insufficienz d. Mitralis			120	44				
Insufficienz d. Mitralis			44	20				
Stenos. Ost. ven. sinistr.			90	100	80	180	34	114
Stenos. Ost. ven. sinistr.	90	104	60	80			14	60
Stenos. Ost. ven. sinistr.	110	100	80	60	24	70	10	14
Insufficienz d. Aorta			70	80	40	200	32	120
Stenos. valvul. Aort.					88	90	60	84

Aus meinen eigenen Beobachtungen will ich nachstehende pneumatometirische Messungen vorlegen:

Herzerkrankungen	Verstärkte Athmung, ohne das Maximum der Anstrengung zu erreichen			Athmung mit nur geringer Verstärkung des Druckes	
	Inspiration	Exspiration	Exspir. mit Pressung	Inspiration	Exspiration
Cor adiposum	60	80	110	20	30
»	90	80	120	40	36
»	98	120	180	50	58
»	104	130	200	40	48
Kypho-scoliose	40	36	70	10	16
»	66	80	140	24	30
Insuff. d. Mitralis	34	48	100	10	12
»	48	56	90	34	40
»	76	90	118	42	56
»	88	104	154	40	64
Sten. Ost. ven. sin.	62	82	104	30	42
Insuff. der Aorta	56	60	112	20	36
»	90	70	110	36	22

Verknöcherungen der Rippenknorpel und Rigidität des Thorax oder anderer hierher bezüglichen Ursachen nicht zur vollen Wirkung gelangen kann. Aber auch die kleinen Druckgrössen, welche in dem einen oder anderen Falle zur Verfügung stehen, oder vielmehr gerade bei der saccadirten Ausathmung während der Steigbewegung nur um wenige Millimeter höher sind als der gewöhnliche Exspirationsdruck, genügen noch, wie wir sehen werden, eine mechanische Wirkung auf das Herz auszuüben, und gestatten sowohl schon für sich als insbesondere nach längerer Einwirkung durch Summation vom Herzen aus recht beträchtliche therapeutisch verwerthbare Grössen erreichen zu lassen.

Die nachfolgenden Untersuchungen werden diese Thatsache in bestimmtester Weise klarstellen.

II. Einfluss der saccadirten Exspiration und Pressung auf die Circulation und das Herz.

Nachdem nunmehr gezeigt worden ist, in welch' ganz ausserordentlicher Weise der Mechanismus der Respiration durch die saccadirte Exspiration und Pressung beeinflusst wird, verbleibt uns die zweite Aufgabe zu erledigen, in welcher Weise dieser Druck auf das Herz einwirkt und an diesem und am Circulationsapparate zur Erscheinung kommt.

Untersucht man den Puls, während der zweite Exspirationsdruck der saccadirten Ausathmung stark erhöht wird, mit dem Finger, so fühlt man deutlich wie die Pulswelle mit der zweiten Exspiration grösser wird, die Arterie, solange der Druck anhält, stark gefüllt bleibt und erst mit der darauffolgenden Inspiration rasch abfällt. Es ist also schon dem Gefühl nach eine Beeinflussung der Herzthätigkeit durch die saccadirte Exspiration unverkennbar. Eine deutliche Darstellung der mechanischen Einwirkung auf das Herz und der dadurch bedingten Veränderungen in seinen Contractionen ergibt die sphygmographische Aufzeichnung der Pulswelle.

Zur bestimmteren Klarlegung dieser Vorgänge stellte ich folgende Versuche an:

Erste Abtheilung.

1) Liess ich den zweiten Exspirationsdruck weniger oder mehr verstärkt nur kurze Zeit einwirken und zwar von einer Dauer, dass die Zeit der zweiten Exspiration mit jener einer Pulswelle zusammenfiel, und

2) verlängerte ich die zweite Exspiration mit steigendem Drucke, so dass sie über 2—3 Herzcontractionen sich ausdehnte, also 2—3 Pulswellen unter ihrem Einfluss standen.

Die Aufzeichnung des Pulses wurde durch den Sphygmographen von Dudgeon ausgeführt, welcher nach der einfachen Art der Unterbringung und Fortbewegung des Zeichnungspapiers in rascher Folge und ohne Aenderung seiner Stellung und Federspannung eine grössere Reihe von Curven aufzunehmen gestattet als das bei andern Apparaten der Fall ist.

Das Ergebniss dieser Untersuchungen war ein äusserst bemerkenswerthes.

I. Versuchsreihe.

Nachdem vorher der normale Puls aufgenommen war, wurde unter kurzem, nur mässig verstärktem 2. Exspirationsdruck saccadirt ausgeathmet und zwar in einer Zeitdauer, dass immer eine ganze Athmung auf 3—4 Herzschläge sich ausdehnte, der dritte beziehungsweise vierte Herzschlag also unter dem Einfluss des zweiten Exspirationsdruckes zu stehen kam. Dabei war ausserdem noch die Grösse des letzteren zumeist so berechnet, wie sie bei der saccadirten Exspiration während des Ansteigens von Höhenwegen, Terrainkurwegen, zur Wirkung kommt.

Die ersten Pulsaufzeichnungen Fig. 1 geben die normalen Pulscurven der zur Untersuchung bestimmten Person. Sie dürften so weit verständlich sein, dass eine besondere Erklärung derselben nicht nothwendig ist. Die Pulsfrequenz betrug zur Zeit der Untersuchung 84—88 Schläge, der Blutdruck 128—131 Mm Hg.

Grössenverhältnisse der normalen Curven im Mittel: Höhe der Ascensionslinie = 5,85 mm; Breite der Abscisse = 9,44 mm.

Pulse, erhalten während der saccadirten Ausathmung.

Die Curvenreihe in Fig. 2 und 3 zeigt nun unter dem Einfluss der saccadirten Exspiration mit kurzem, mässig verstärktem zweiten Exspirationsdruck bereits ganz auffallende Veränderungen.

Die Curvenreihe hat ihre normale Gleichförmigkeit vollkommen verloren. Die Curven erscheinen von verschiedener Grösse und Form aber in der Art verändert, dass die auftretenden Bilder in bestimmtem Wechsel sich wiederholen ganz entsprechend dem Gang der Respiration. Wir können drei verschiedene Curven unterscheiden.

Mit der Inspiration zusammenfallend finden wir einen Puls (a), welcher seinen Ausdruck in der kleinsten Curve erhält. Die Ascensionslinie, die mässig steil ansteigt, erreicht unter den folgenden Pulswellen die niedrigste Höhe. Die Klappenschlusselevation ist im Gegensatz zum gewöhnlichen Puls ziemlich weit unter die Curvenspitze herabgerückt, während die Descensionslinie noch weiter abfällt, die Rückstosselevation nur wenig über dem Fuss der Curve sich erhebt und stark abgeflacht erscheint. Elasticitätselevationen sind kaum bemerkbar. Blutdruck und Spannung der Arterienwand hat somit eine ganz merkliche Abnahme erfahren.

In der zweiten Curve (b), welche schon zum Theil unter dem Einfluss des ersten schwachen Exspirationsdruckes gezeichnet wurde, sind die bei der ersten Curve ausgeprägten Erscheinungen wieder mehr zurückgetreten, die Curve gleicht wieder mehr oder weniger der normalen Pulscurve (Fig. 1). Die Ascensionslinie ist bedeutend höher, die Klappenschluss-Elevationsteht näher der Curvenspitze, nur die Rückstoss-Elevation ist noch weniger ausgeprägt und befindet sich etwa auf der halben Höhe der Curve: Blutdruck und Arterienwand-Spannung haben also im Gegensatz zur ersten Curve hier bereits eine deutlich registrirbare Zunahme erfahren.

Wesentlich verschieden von beiden Curven hat sich nun aber die dritte (c) aufgezeichnet, bei der der Puls vollkommen unter dem Einfluss des zweiten verstärkten Exspirationsdruckes sich befindet. Die Curve bietet das Bild hoher Spannung der Arterienwand und stark erhöhten Blutdruckes. Die Ascensionslinie ist weit grösser als die der vorausgehenden Curven, so dass die Spitze der Curve die der zweiten ebenso überragt, wie jene die der ersteren, und so eine stete Steigerung der Energie der Herzcontraction in den Pulsen sich ausdrückt. Die Klappenschluss-Elevation steht nahe der Spitze, die Rückstoss-Elevation klein, wenig markirt, über der halben Curvenhöhe und 1 oder 2 Elasticitätselevationen schliessen sich an dieselbe an. Zugleich ist aber auch die Abscisse der Curve länger geworden, und die

Curve stellt einen in allen Verhältnissen grösseren Puls dar, in welchem eine grössere Blutmenge unter kräftiger Herzcontraction in die Arterie hinausgeworfen wurde, und der auch dem prüfenden Finger hart, voll und gespannt erscheint.

Mit dem Abströmen dieser Blutwelle, mit dem Beginn der darauf folgenden Inspiration tritt sofort ein rasches Abfallen des Blutdrucks und der Arterienwandspannung ein, es zeichnet sich wieder ein Curvenbild, wie wir es zuerst beschrieben haben, und dieser Wechsel wiederholt sich, so lange die Athmung mit saccadirter Exspiration in gleichem Rhythmus und unveränderter Stärke des zweiten Exspirationsdruckes eingehalten wird.

Grössenverhältnisse der einzelnen Curven aus diesen Versuchen:

	Höhe der Ascensionslinie:		Breite der Abscisse:
1) Fig. 2:	a = 4.75 mm		a = 9,50 mm
	b = 5,20 »		b = 9,25 »
	c = 5,50 »	relativ	c = 10,00 »

Absolute Höhe von der Basis der Curvenreihe aus gemessen = 6,5mm.

	Höhe der Ascensionslinie:		Breite der Abcisse:
	a = 4,75 mm		a = 9,50 mm
	b = 5,25 »		b = 9,00 »
	c = 6,00 »	relativ	c = 10,00 »
	Absol. = 6,5 »		
2) Fig. 3:	a = 4,25 »		a = 9,50 »
	b = 5,00 »		b = 9,20 »
	c = 5,20 »	relativ	c = 10,00 »
	Absol. = 5,75 »		
	a = 3,70 »		a = 9,50 »
	b = 5,20 »		b = 9,0 »
	c = 5,25 »	relativ	c = 9,5 »
	Absol. = 6,0 »		
	a = 4,50 »		a = 9,5 »
	b = 5,10 »		b = 9,0 »
	c = 5,70 »	relativ	c = 10,0 »
	Absol. = 6,50 »		

Beachtenswerth dürfte hier noch die durchgehends geringere Breite der Abscisse in den 2. Pulsen (b) sein.

Bei der Zeichnung der nächst folgenden Curven war die saccadirte Athmung circa 20 Minuten lang mit wenig Unterbrechung fortgesetzt worden. Der Einfluss derselben machte sich sowohl in der zunehmenden Grösse der Pulse, wie in der bedeutenden Verstärkung des Blutdruckes bemerkbar.

In der Curve Fig. 4, wird die auf den zweiten Exspirationsdruck folgende Curve anacrot mit ganz bedeutender Ver-

breiterung des Curvengipfels, starker Erhebung der Klappenschluss-Elevation und der oft nur mehr schwach angedeuteten Rückstosselevation. Die übrigen Pulse zeigen die gleichen Veränderungen, wie in den vorausgehenden Figuren, starke Abnahme des Blutdruckes und der Arterienwandspannung mit dem Beginn der Inspiration und Zunahme der Druckerscheinungen im weiteren Verlauf der Athmungsphase.

Grössenverhältnisse der einzelnen Curven aus diesem Versuche:

	Höhe der Ascensionslinie:		Breite der Abscisse:
Fig. 4:	a = 6,50 mm		a = 9,50 mm
	b = 7,75 »		b = 9,50 »
	c = 7,75 »	relativ	c = 10,00 »
	Absol. = 8,20 »		
	Spitze = 10,00 »		
	a = 6,80 »		a = 9,50 »
	b = 7,75 »		b = 9,20 »
	c = 7,75 »	relativ	c = 10,00 »
	Absol. = 8,75 »		
	Spitze = 10,50 »		
	a = 6,75 »		a = 10,0 »
	b = 8,00 »		b = 9,0 »
	c = 8,50 »	relativ	c = 9,75 »
	Absol. = 9,50 »		
	Spitze = 10,50 »		

In Figur 5 endlich erreichen die unter der 2. Exspiration sich entwickelnden Pulse eine ganz auffallende Höhe, d. h. weisen auf eine ganz ausserordentliche Steigerung der Energie in den Contractionen des linken Ventrikels hin. Die bezüglichen Curven unterscheiden sich von den vorausgehenden nur dadurch, dass in Figur 4 der Gipfel der Curve noch bedeutend über der anacroten Erhebung liegt, während in Figur 5 das Ende der Ascensionslinie auch den Gipfel der Curve bildet, und die zweite Erhebung unter demselben zu liegen kommt. In sämmtlichen Curven sind deutliche Elasticitätselevationen bemerkbar.

Grössenverhältnisse der einzelnen Curven aus diesem Versuche:

	Höhe der Ascensionslinie:		Breite der Abscisse:
Fig. 5:	a = 7,50 mm		a = 10,75 mm
	b = 8,00 »		b = 10,00 »
	c = 11,00 »	relativ	c = 10,50 »
	Absol. = 12,00 »		
	a = 7,25 »		a = 10,0 »
	b = 8,25 »		b = 9,0 »
	c = 9,50 »	relativ	c = 9,5 »
	Absol. = 11,5 »		

a = 6,75 mm		a = 9,50 mm	
b = 8,00 »		b = 9,50 »	
c = 9,00 »	relativ	c = 10,00 »	
Absol. = 10,75 »			
a = 7,00 »		a = 9,50 »	
b = 7,50 »		b = 9,00 »	
c = 9,50 »		c = 10,00 »	
Absol. = 10,75 »			

Vergleichende Messungen ergeben nun folgende Grössenunterschiede in der Höhe der Pulswellen und der Zunahme des Blutdruckes aus denselben in Procenten berechnet:

(Fig. 2 und Fig. 7 der Berechnung zu Grunde gelegt.)

Niedrigste Werthe:

	a = 1,75 mm	Höhe	oder	42,1	Proc.	Blutdruck	
	b = 2,50 »	»	»	53,3	»	»	
relativ	c = 2,50 »	»	»	50,0	»	»	

Höchste Werthe:

	a = 2,75 mm	Höhe	oder	57,9	Proc.	Blutdruck	
	b = 2,80 »	»	»	53,8	»	»	
relativ	c = 5,00 »	»	»	83,3	»	»	

II. Versuchsreihe.

In dieser Versuchsreihe wurde die Exspiration unter steigendem Druck, der mit dem 2. Theil der saccadirten Ausathmung seine Höhe erreichte, auf mehrere Herzcontractionen ausgedehnt, während die automatisch erfolgende Inspiration ausserordentlich vertieft und beschleunigt war und mit dem beginnenden ersten schwachen Exspirationsdruck 1, 2 und 3 Pulsschläge umfasste.

In Figur 6 stehen 2 Pulse unter dem Einfluss des negativen Druckes der Inspiration. Die Klappenschluss-Elevation und insbesondere die Rückstoss-Elevation sind in denselben weit herab gerückt, namentlich bei Curve a, wo das Ende des absteigenden Schenkels 2,8 mm tiefer liegt, als der Anfang ihrer Ascensionslinie; in Curve b hebt sich die Rückstoss-Elevation etwas schärfer ab und entwickelt sich freier, während die Curve c bereits unter dem beginnenden positiven Exspirationsdruck steht. Die Rückstosselevation ist höher gerückt und von der Descensionslinie nicht mehr so scharf abgesetzt wie in b. Der Blutdruck und die Spannung des Arterienrohres sind im Steigen begriffen. Nun folgt mit d eine Reihe von Curven, bei deren Zeichnung das Herz dem vollen Druck der saccadirten Ausathmung aus-

gesetzt war. Es sind 2 Herzbewegungen, welche die Gruppe umschliesst, ein Pulsus bigeminus, in welchem nicht nur die Systole, sondern auch die Diastole von dem andauernden Exspirationsdruck beeinflusst wird.

Die erste Curve bei d unterscheidet sich noch wenig von den vorausgehenden bis zum Beginn der Rückstosselevation, statt deren sich unter schief ansteigender Ascensionslinie eine kleine zweigipfelige Welle aufzeichnet, deren abfallende Linie aber kaum die Hälfte der ansteigenden beträgt und durch den Beginn der 3. Curve unterbrochen wird. Die Descensionslinie dieser Curve überschreitet nun auch hier wieder die Höhe der ganzen Curvengruppe. Die Erklärung der Curvenbilder ergibt sich aus den mechanischen Vorgängen, welche während der Zeichnung auf das Herz eingewirkt haben.

In Curve 1 vollzieht sich die Herzcontraction unter dem Einflusse der Exspiration in normaler Weise, oder vielmehr unterstützt von dem auf die Herzoberfläche einwirkenden Druck, dagegen erfolgt die Diastole nur mehr unvollkommen, da der zunehmende starke Exspirationsdruck der Ausdehnung des Herzmuskels entgegenwirkt, während der Abfluss im Arterienrohr behindert ist, und das Blut zum Theil sich zurückstaut. Die Rückstosselevation kommt zu keiner oder wie in den folgenden Curvenreihen (Fig. 7, 8 u. 9) nur zu unvollkommener Entwicklung und statt ihrer treten 2 starke Elevationen am Arterienrohr auf, die theils durch die zurückgestaute Blutwelle, theils durch Elasticitätserregung der Gefässwand bedingt werden. Dass diese Erhebungen von keiner Contraction des linken Ventrikels herrühren zeigen auch die späteren Untersuchungen: am Kardiogramm fehlt jede darauf hindeutende systolische Elevation. Die Curve 1 schliesst daher erst mit dem Fusspunct der zweiten Erhebung (2), ohne dass dieselbe den Ausgangspunct der ersten Erhebung von der unterbrochenen Rückstosselevation aus erreicht, sondern meist noch hoch über derselben endet. Auf diese Erhebung folgt jetzt die zweite kräftige Contraction des Muskels, welche in der hohen und steilen Ascensionslinie der 2. Curve ihren Ausdruck gewinnt. Der auf dem Herzen lastende Druck hat jetzt seine höchste Höhe erreicht, ebenso die Energie der Herzcontraction. Das letzte Blut ist unter kräftigem Druck in das Aortensystem hinausgeworfen worden. Die Ascensionslinie des 2. Pulses überschreitet die Gipfel der übrigen Pulse. Von jetzt an beginnt aber wieder die Inspiration. Der auf der Herz-

oberfläche lastende Druck ist aufgehoben, die Lungen dehnen sich aus und nehmen wieder mehr Blut auf, der Abfluss aus den Arterien ist wieder freier. Die Descensionslinie der 2. Curve fällt jetzt tief ab, lässt aber durch das Hochstehen der Klappenschluss- und Rückstosselevation, sowie durch deutliche Markirung von Elasticitätselevationen unter der letzteren den noch bestehenden hohen Druck im Arterienrohr und die starke Spannung desselben erkennen. Unter rasch zunehmender Vertiefung der Inspiration zeichnen sich nun die zwei folgenden Curven a und b auf, wie wir sie oben beschrieben haben. Der Blutdruck sinkt allmählig, die Spannung der Arterienwand nimmt ab, bis mit der beginnenden Exspiration der Blutdruck wieder stärker ansteigt und das Herz der Einwirkung des doppelten Exspirationsdruckes ausgesetzt wird. Endlich zeigt Curve e am Anfang der Zeichnung einen allseitig vergrösserten Puls, wie er in der ersten Versuchsreihe zur Beobachtung kam, und bei welchem der verstärkte 2. Druck der Exspiration auf die Herzoberfläche mit einer Systole zusammenfiel.

Grössenverhältnisse der einzelnen Curven aus diesem Versuche:

Höhe der Ascensionslinie:

Fig. 6:

a = 7,75 mm
b = 10,25 »
c = 8,25 »
d = 8,75 » erste Spitze } relative Höhe
9,50 » letzte » } relative Höhe
7,00 » mittl. Erheb. } relative Höhe

Höhe im Verhältniss zum Fusspunkte der Curve b:

10,75 mm erste Spitze
11,50 » letzte »
9,00 » mittlere Erhebung

Breite der Abscisse:

a = 10,50 mm
b = 9,50 »
c = 9,75 »
d = 18,00 » Pulsus bigeminus

Höhe der Ascensionslinie:

a = 8,00 mm
b = 10,00 »
c = 9,75 »
d = 8,25 » erste Spitze } relative Höhe
8,75 » letzte » } relative Höhe
6,00 » mittl. Erheb. } relative Höhe

Höhe im Verhältniss zum Fusspunkte der Curve b:

10,75 mm erste Spitze
11,25 » letzte »
8,50 » mittlere Erhebung

Breite der Abscisse:

a = 9,00 mm
b = 8,50 »
c = 8,50 »
d = 16,50 » Pulsus bigeminus

Curve e:

Höhe der Ascensionslinie: 9,5 mm
Breite der Abscesse: 10,0 »

In allen Dimensionen vergrösserte Pulswelle.

In Fig. 7 ist eine Curvenreihe aufgezeichnet, in welcher eine rasch verlaufende vertiefte Inspiration nur die Zeit einer Pulswelle a ausfüllt, während der darauffolgende Puls schon stark unter dem Einfluss des ersten Exspirationsdruckes steht, so dass wir ihn schon jener Gruppe beizählen müssen, welche wir dort unter d als Pulsus bigeminus zusammengefasst haben. In den Gruppen b, c und d ist die Descensionslinie, Curve 1, nur kurz und geht schon 2—3,5 mm über der Basis der Curve in eine neue aufsteigende Linie über. Die darauf folgende Erhebung 2 in b, für welche die gleiche Erklärung gilt wie für jene in Fig. 6, ist dagegen nur wenig ausgeprägt und schliesst sich ohne eigentliche Descension mit kurzer horizontal verlaufender Linie der aufsteigenden der 2. Curve an, einer anacroten Elevation gleich, während die Spitze dieser Curve die ganze Reihe überragt und die Descensionslinie unter ähnlichem Verhalten wie in Fig. 6 tief abfällt, aber dennoch hohen Druck und starke Spannung der Arterienwand erkennen lässt. In Gruppe c und d hat dagegen die Erhebung 2 eine grössere Selbständigkeit erreicht und namentlich in letzterer schon eine ziemlich ausgeprägte Form erlangt. Während die Pulszeichnung nun nach a zu e fortschreitet, finden wir hier wieder eine dreispitzige Curve, in welcher die mittlere Spitze die erste weit überragt, diese aber selbständig von der zweiten mit einer kleinen anacroten Erhebung noch sich abgrenzt, so dass wir einen nach allen Dimensionen vergrösserten Puls mit starker Ausprägung der Elasticitäts- und Stauungselevationen vor uns haben; der 3. Gipfel dürfte der Klappenschlusselevation angehören. Die Rückstosselevation kommt in der Descensionslinie fast gar nicht zum Ausdruck. Es besteht ein äusserst hoher Druck im Arterienrohr, der auch noch unten am Fuss der Curve durch eine Elasticitätselevation angezeigt wird. Die nächstfolgende Herzcontraction und Curve a stehen wieder unter vollem Einfluss der Inspiration.

Von besonderem Interesse ist die Curvenreihe in Fig. 8, welche unter theils schwächerem theils stärkerem und anhaltenderem Druck der saccadirten Exspiration gezeichnet wurde. Es combiniren sich daher die Curven der ersten und zweiten Versuchsreihe abwechselnd mit einander und zeigen in ganz überraschender Weise, wie vollkommen der Puls unter dem Einfluss des Exspirationsdruckes steht, so dass ganz willkürlich ein

einziger grosser Puls, wie in der 1. Versuchsreihe, oder ein Pulsus bigeminus, wie in dieser, hervorgerufen werden kann.

Die Erklärung der einzelnen Pulswellen in allen ihren Einzelheiten ist daher schon in jener der obigen Curvenbilder gegeben. Die Athmung hält eine Frequenz ein, dass zwei Pulsschläge unter gewöhnlichem Respirationsdruck stehen, während abwechselnd ein oder zwei Pulse auf den nur kurz oder länger angehaltenen 2. Exspirationsdruck der saccadirten Athmung fallen. Es stehen daher die Curven a und b mit jenen der ersten Versuchsreihe Fig. 6 in Uebereinstimmung, während die Gruppe d jener in Fig. 7, b und c und die Gruppe f der Fig. 7 d entspricht, die Gruppe e dagegen in ihre 2. Erhebung 3 Gipfel, 3 Stauungs- und Elasticitätserhebungen entsprechend zeigt, und der Gruppe d in Fig. 6 vergleichbar ist. Der die Curvenreihe beginnende und auch später noch einmal erscheinende Puls g ist wieder als ein in allen seinen Dimensionen vergrösserter Puls aufzufassen.

Grössenverhältnisse der einzelnen Curven aus diesem Versuche;

Fig. 8.

Höhe der Ascensionslinie:

a = 6,75 mm
b = 8,75 »
d = 7,50 » erste Spitze } relative Höhe
3,50 » letzte » } relative Höhe
3,75 » mittl. Erheb. } relative Höhe

Höhe im Verhältniss zum Fusspunkte der Curve b:

8,75 mm erste Spitze
9,25 » letzte »
6,75 » mittlere Erhebung

Breite der Abscisse:

a = 9,5 mm
b = 9,0 »
d = 17,5 »

Höhe der Ascensionslinie:

a = 7,75 mm
b = 8,50 »
e = 7,75 » erste Spitze } relative Höhe
3,25 » letzte » } relative Höhe
2,75 » mittl. Erheb. } relative Höhe

Höhe im Verhältniss zum Fusspunkte der Curve b:

8,75 mm erste Spitze
8,25 » zweite »
7,75 » mittlere Erhebung

Breite der Abscisse:

a = 8,0 mm
b = 8,0 »
d = 16,0 »

	Curve g	und Curve g′:
Höhe der Ascensionslinie	= 9,50 mm	9,00 mm
Breite der Abscesse	= 10,00 »	8,00 »

Endlich möchte ich noch in Fig. 9 eine Pulsaufzeichnung mittheilen, in welcher durch hohen Exspirationsdruck die stärkste Einwirkung auf das Herz stattgefunden hat.

Die Gruppen b und c entsprechen am meisten den Bildern, welche Landois in seinen physicalischen Untersuchungen erhielt, wenn das Ausflussrohr verengt wurde, und die er als durch Ausgleichungsschwankungen bedingt erklärt hat. Sie zeigen in klarster Weise, bis zu welch' bedeutender Höhe der Druck auf das Herz und die Spannung im Arterienrohre durch saccadirte Athmung gesteigert werden kann. Auch die dazwischen liegenden einzelnen Pulswellen lassen entsprechend den Verhältnissen die gleichen Veränderungen im Arterienrohr erkennen. Die einzelnen Erscheinungen an den verschiedenen Curvenbildern darf ich nach den vorausgegangenen Versuchen als allgemein verständlich annehmen.

III. Versuchsreihe.

Um nun endlich noch zu sehen, welchen Einfluss die saccadirte Athmung auf das Herz und den Puls hat, wenn beide in hoher Erregung sich befinden, wie dies durch lang andauernde starke Steigbewegung, durch eigentliches Bergsteigen hervorgerufen wird, führte ich eine 3. Versuchsreihe aus, unmittelbar nachdem ich den Wendelstein (1849 m) bestiegen hatte. Die Pulscurven vor dem Versuch zu Hause waren die gleichen wie in Fig. 1, der Blutdruck mit dem Sphygmomanometer gemessen schwankte zwischen 125—132 mm Quecksilber. Der Gipfel des Berges wurde in 3 Stunden erreicht. Wegen wenig hoher Tagestemperatur, 16—18° C, Schweissproduction gering.

Die um 11 Uhr, unmittelbar nachdem der Gipfel erreicht war, aufgenommenen Pulscurven (Fig. 10) liessen wieder jene Eigenthümlichkeiten erkennen, welche durch den Einfluss des Bergsteigens hervorgerufen werden und die ich bereits eingehend beschrieben und erklärt habe (Handbuch der allg. Therapie der Kreislaufstörungen). Von der steilen Ascensionslinie fällt die Descensionslinie unter spitzem Winkel ab und bildet nur etwa 1 mm über der Curvenbasis unter kurzem 0,5 mm hohem Ansteigen eine gut entwickelte Rückstosselevation, an der noch meist eine Elasticitätselevation zu erkennen ist. Der Puls ist ebenso dicrot wie in den früheren Experimenten.

Grössenverhältnisse der Curve im Mittel: Höhe der Ascensionslinie = 6,04 mm; Breite der Abscisse = 6,80 mm.

Nach Aufnahme dieser Curve wurden sofort die 2 folgenden Curven Fig. 11 und 12 unter saccadirter Athmung aufgenommen, und zwar in der Art, dass in Fig. 11 der Athmungsmodus der

1. Versuchsreihe mit kurzem 2. Exspirationsdruck, in Fig. 12 jener der 2. Versuchsreihe mit lang andauerndem 2. Exspirationsdruck eingehalten wurde.

Die Bilder entsprachen wieder vollständig den in den vorausgegangenen Versuchsreihen gewonnenen, und zeigen alle charakteristischen Eigenthümlichkeiten dieser unter Beibehaltung ihres Grundtypus.

In Fig. 11 folgt auf 3 dicrote und monocrote Pulse ein einziger, grosser, stark gespannter Puls d, an welchem kaum eine Rückstosselevation mehr zur Ausbildung kam. Von den dazwischen liegenden Curven a, b und c zeigt die erste, a, welche unmittelbar auf die unter dem Exspirationsdrucke gezeichnete folgt, noch eine stärkere nachhaltige Spannung im Arterienrohr, indes b und c schon als monocrote und überdicrote Pulse erscheinen.

Grössenverhältnisse der einzelnen Curven aus diesem Versuche:

	Höhe der Ascensionslinie:	Breite der Abscisse:
Erste Gruppe	a = 6,25 mm	a = 7,22 mm
	b = 7,00 »	b = 7,00 »
	c = 6,50 »	c = 6,75 »
	d = 8,50 »	d = 7,75 »
Zweite Gruppe	a = 7,20 »	a = 7,50 »
	b = 7,25 »	b = 6,75 »
	c = 6,50 »	c = 7,50 »
	d = 7,25 »	d = 7,50 »

In Fig. 12 machen sich die gleichen Erscheinungen an der Curvenreihe geltend, nur dass hier in der Curvengruppe a und b ein Pulsus bigeminus, entsprechend der Dauer des 2. Exspirationsdruckes, wie in den vorausgegangenen gleichartigen Versuchsreihen erscheint. Puls c ist unter kurz dauerndem Druck gezeichnet und erscheint daher als einfache grosse Pulswelle mit starker Spannung des Arterienrohrs. In den Curven d—e ist die Athmung unregelmässig geworden; e und e′ bilden zusammen einen Pulsus bigeminus mit einer Abscissenbreite von 18,50 mm. Die einzelnen Pulswellen zwischen a und c, und c und b bieten die gleichen Eigenthümlichkeiten dar, wie die entsprechenden in Fig. 11 a, b und c.

Bei der vollkommenen Uebereinstimmung dieser Pulscurven mit den in den Versuchen 1 und 2 aufgenommenen ist somit der Nachweis geliefert, dass durch saccadirte Exspiration selbst bei starker Herzerregung und compensirender Abspannung der

Gefässwand bis zum Erscheinen eines dicroten Pulses dieselbe Einwirkung auf das Herz und auf die Pulswelle im Arterienrohr erreicht werden kann, wie im ruhigen Zustande.

Zweite Abtheilung.

An diese Versuche schliessen sich folgende weitere an und ergänzen dieselben. Sie enthalten die Aufgabe:

1) die Einwirkung der saccadirten Exspiration an einem wenig gespannten Puls und mässigem Blutdruck bei einer an Fettherz und Fettleibigkeit leidenden Person zu wiederholen, und

2) sowohl mit der einfachen Exspiration, wie

3) unter saccadirtem und erhöhtem 2. Exspirationsdruck eine Pressung des Thorax zu verbinden.

Die Pressung wurde in der gleichen Weise wie zur Erhöhung der Athmung und zur Steigerung des pneumatometrisch gemessenen Exspirationsdruckes ausgeführt, indem die Masseuse beide Hände in der Axillarlinie in der Höhe der 6. und 7. Rippe ansetzte und entweder bei Beginn der einfachen Ausathmung oder der 2. saccadirten Exspiration einen allmählig zunehmenden Druck durch Abwärtsbewegung der Hände in einer Linie, welche gegen den vorderen Rippenrand und den Processus xyphoid. gerichtet war, ausübte. Die Versuchsperson war die gleiche, bei welcher auch der Einfluss der saccadirten Athmung und der Pressung auf die Exspiration in den vorausgehenden Versuchen bestimmt wurde.

Das Ergebniss dieser drei Versuchsreihen war folgendes:

IV. Versuchsreihe.

Fig. 13 zeigt die Pulscurve der Kranken unter normalen Verhältnissen bei ruhigem Athmen. Die Klappenschlusselevation entwickelt sich ca. 2 mm unter der Spitze, unter ihr die Rückstosselevation, etwas unter der Mitte der Curvenhöhe, auf welche 1 selten 2 Elasticitätserhebungen noch folgen.

Die Curve von Fig. 14 wurde aufgenommen, nachdem die Kranke bereits 5 Minuten lang ohne namhafte Unterbrechung ruhig saccadirt geathmet hat und den Exspirationsdruck nicht wesentlich dem ersten gegenüber verstärkte.

Die Curve stimmt wieder vollkommen mit jenen überein, welche in den vorhergehenden Versuchen gewonnen wurden. Der abnehmende Druck am Schluss der Exspiration und beim Beginn der Inspiration wurde mit dem Minus-Zeichen (—), der

positive erhöhte Druck unter der vollen Inspiration und Exspiration mit dem Plus-Zeichen (+) markirt.

Die Erklärung der Bilder ergibt sich von selbst. Der niedrige Druck bei beginnender Inspiration bekundet sich sofort durch das Tieferstehen der Klappenschlusselevation und Rückstosselevation, während die mittlere Curve überall in schönster Weise das Anwachsen des Druckes erkennen lässt. Besonders bemerkenswerth in allen diesen Curven ist die starke Abnahme des Blutdruckes beim Beginn der Inspiration und der starke Abfall der Descensionslinie unter der Curvenbasis zumeist an den unter dem höchsten Druck gezeichneten Curven am Schluss der 2. Exspiration, wodurch die Abscisse derselben sich vergrössert.

In Fig. 15 und 16 ist das Athmen mit etwas weniger Regelmässigkeit ausgeführt, und der 2. Exspirationsdruck wesentlich verstärkt worden. Auch diese Bilder erklären sich aus dem bereits gesagten vollständig. Sehr auffallend tritt auch hier wieder mit der längeren Dauer der Athmung die Zunahme des Druckes in der Arterie hervor, die in dem starken Anwachsen der Ascensionslinie sich kund gibt. Auch schon in Fig. 15 in der Mitte und gegen den Schluss der Curvenreihe machte sich der Einfluss der fortgesetzten Athmung auf das Herz geltend.

V. Versuchsreihe.

Einfache Athmung mit Pressung.

Die Curven, welche durch den Einfluss der Pressung bei einfacher Exspiration auf das Herz erhalten wurden, zeigen höchst charakteristische Unterschiede von jenen, welche nur durch den verstärkten Exspirationsdruck der saccadirten Athmung erhalten wurden.

Die hauptsächlichste Erscheinung, durch welche sich die folgenden Curvenreihen von den vorausgehenden unterscheiden, ist das Auftreten von Athmungswellen in der ausgesprochensten Form (Fig. 17 u. 18).

Meist mit dem Beginn der Inspiration und der Descensionslinie der letzten Curve, welche noch unter dem Einflusse der Exspiration steht, fällt der tiefste Stand der Athmungswelle zusammen, und drückt sich im darauffolgenden Puls, noch mehr aber, wenn, wie das in den folgenden Versuchen meist der Fall war, ein Puls auf diese Respirationsphase trifft, durch auffallende Abnahme des Blutdruckes und der Arterienwandspannung aus.

Der Puls erscheint als dicroter, monocroter und überdicroter Puls. Im darauffolgenden Pulse nimmt Blutdruck und Arterienwandspannung zu, Klappenschluss- und Rückstosselevation rücken höher gegen die Curvenspitze. Der höchste Blutdruck mit der stärksten Arterienwandspannung fällt oft nicht mit dem Gipfel der Athmungswelle zusammen, sondern tritt früher auf, entsprechend der noch grösseren Blutfüllung des linken Ventrikels. In den folgenden Pulsen, wenn der Zufluss des Blutes zum linken Ventrikel durch den doppelten Einfluss der Exspiration und der Pressung abnimmt, sinkt der Blutdruck oft schon von der Spitze der Welle an, wobei die Propulsionskraft des Herzens, wie die Höhe der Ascensionslinie der bezüglichen Pulse zeigt, sich fast proportional erhöhen kann, bis er mit dem Ende der Exspiration und Beginn der Inspiration den niedrigsten Stand erreicht hat, und von da an wieder steigt.

VI. Versuchsreihe.

Saccadirte Athmung mit Pressung beim 2. Exspirationsdruck.

Bei dieser Art der Einwirkung auf den Herzmuskel äussert sich der Druck auf denselben in folgenden Erscheinungen (Fig. 19 bis 21):

Die Respirationswellen kommen je nach dem Ansatz und dem Zusammentreffen von Exspiration und Pressung mehr oder weniger deutlich zur Entwickelung. Oft steigt schon am Ende der Exspiration, oder nach der ersten Welle, welche mit der Inspiration zusammentrifft, die Curve steil an, und es zeichnet sich ein Puls mit stark erhöhtem Blutdruck, oder ein Pulsus bi- und trigeminus auf, dem sich noch ein 4. Puls anschliessen kann, dessen Descensionslinie aber dann steil abfällt und die Zeichen einer hochgradigen Abspannung der Arterienwand, tiefes Herabtreten der Klappenschluss- und Rückstoss-Elevation erkennen lässt. Das Ende der Curve nimmt dann den tiefsten Stand in der Respirationswelle ein.

Wo mit diesem Abfallen nicht sofort wieder ein Ansteigen der Respirationswellen erfolgt (Fig. 19), können dann 1 oder 2 Pulscurven sich aufzeichnen, welche geringeren Druck zeigen, und manchmal selbst dicrot erscheinen, wobei indess auch schon an diesen Curven die Descensionslinie oft die Curvenbasis nicht mehr erreicht, und die Athmungswelle nach ihnen sich rasch wieder erhebt.

Charakteristisch für diesen Puls ist der ausserordentlich hohe Blutdruck und die starke Arterienwandspannung, welche sich in demselben ausspricht. Die Curven stimmen im Allgemeinen ganz mit jenen überein, welche in der II. Versuchsreihe erhalten wurden. Zumeist zeigt schon die 2. Curve einen ganz ausserordentlichen Blutdruck, der mit dem Ansteigen der Respirationswelle, in dem Puls. bigeminus, sein Maximum erlangt, so dass wie in der II. Versuchsreihe die 2. Erhebung des 2-schlägigen Pulses die höchste Höhe einnimmt, und wie der Stand der Klappenschluss- und Rückstosselevation, an die sich noch 2 oder 3 stark ausgeprägte Elasticitätserhebungen anschliessen können, kundgiebt, unter hoher Spannung der Arterienwand sich aufgezeichnet hat.

Wo der Pulsus bigeminus sich auflöst, können entweder 2 grosse Pulscurven gleichfalls mit starkem Blutdruck und hoher Spannung hervorgehen, oder es erscheint nach einem kleineren Pulse ein allseitig vergrösserter von den gleichen physikalischen Eigenschaften (Vergl. Fig. 7, 8 u. 11).

Die Erhöhung der Ascensionslinie aller Pulse, namentlich in jenen Pulscurven, welche erhalten wurden, wenn der Versuch längere Zeit schon angedauert hatte, also eine mechanische Einwirkung auf das Herz längere Zeit unterhalten worden war, trat auch in dieser Versuchsreihe überall wieder hervor.

Dritte Abtheilung.

Nach diesen Beobachtungen erschien es nun noch von ganz besonderem Interesse, zu untersuchen, wie das Herz selbst unter dem Einflusse des erhöhten Druckes sich verhalte. Es bot sich mir hierzu nun eine aussergewöhnlich günstige Gelegenheit. v. Ziemssen und v. Maximovic nahmen im klinischen Institute eine Reihe von Untersuchungen bei einem jungen Menschen vor, welchem Prof. Helferich vor 4 Jahren einen Theil der 2.—5. linken Rippe resecirt hatte, und bei dem das Herz in ähnlich günstiger Weise der Beobachtung und Untersuchung wie bei der bekannten Frau Serafin zugänglich war. In diesen Untersuchungen wurden die Kardiogramme auf der Trommel des Ludwig'schen Kymographions aufgezeichnet. Herr v. Maximovic hatte die Freundlichkeit, mich bei der Aufnahme der Kardiogramme mit dem von Dr. Edelmann zusammengestellten und von v. Ziemssen mir zur Benutzung überlassenen Apparate all-

seitig zu unterstützen.[2]). In Bezug auf die genaue Beschreibung des Apparates muss ich auf die Arbeit von v. Ziemssen und v. Maximovic verweisen.

Die Bewegung der Trommel des Ludwig'schen Kymographions war in den verschiedenen Versuchen eine langsamere und schnellere, so dass eine Umdrehung derselben in 16 und 8 Secunden beendet wurde. Die Zeit einer Secunde wurde an einer Linie mittelst einer Feder angezeichnet, und die Bruchtheile derselben durch den elektrischen Funken mittelst einer Stimmgabel punctirt, durch deren Schwingungen eine bestimmte Zahl von Funken in der Secunde einschlugen.

In allen Versuchen wurde vor der Beeinflussung der Herzthätigkeit durch den verstärkten Exspirationsdruck das normale Kardiogramm festgestellt (Fig. 22, bez. 24a). Darauf liess ich den Kranken, wie es in den früheren Versuchen geschah, saccadirt ausathmen und in den verschiedenen Versuchsreihen

1) einen kurzen, mehr oder weniger starken 2. Exspirationsdruck auf das Herz ausüben,
2) denselben längere Zeit hindurch mit verschiedener Intensität, weniger oder mehr verstärkt anhalten,

so dass im ersteren Falle auf den 2. Exspirationsdruck nur eine Herzcontraktion fiel, oder andererseits mehrere Contraktionen während desselben ausgeführt wurden.

Das Ergebniss dieser Versuche war folgendes:

Um Wiederholungen zu vermeiden, stelle ich hier die in den Kardiogrammen angegebenen Bezeichnungen der verschiedenen Herzactionen voran.

Die Zeit wurde, wie bereits erwähnt, an einer geraden Linie durch Ausschlag der Feder markirt, und giebt S—S die Zeit einer Secunde an. Von dem Einschlagen des elektrischen Funkens zählen 36 Punkte auf die Secunde; ein Zeitintervall von einem Punkte bis zum anderen entspricht daher 0,02777 oder in runder Zahl 0,028 Secunden. Die übrigen Bezeichnungen sind

a—b oder f—b Pause und Vorhofcontraktion, b—c Ven-

---

[2]) Für diese grosse Gefälligkeit fühle ich mich verpflichtet, den Herren v. Ziemssen und Maximowic meinen besonderen Dank auszusprechen. — Vergl. hiezu v. Ziemssen und Maximowic, Studien über die Bewegungsvorgänge am menschlichen Herzen etc. Archiv f. klin. Med. Bd. 45. H. 1 u. 2, 1889.

trikelcontraction bis zur Einströmung des Blutes in die Aorta, c und c—c' Maximum der systolischen Muskelcontraktion und beginnende Einströmung des Blutes in die Aorta, h Ende der Einströmung des Blutes in die Aorta, d Schluss der Aortenklappen, e der Pulmonalklappen, oder d Klappenschluss überhaupt wo jener der einzelnen Klappen nicht zu bestimmen war, e—f Erschlaffung der Ventrikel. k anacrote Erhebung der Ascensionslinie während der Ventrikelcontraktion. Zeit und Ort der Klappenschlusserhebungen waren in früheren Versuchen durch Maximovic nach dem Vorgange von Martius akustisch mittelst des elektrischen Funken bereits bestimmt worden.

VII. Versuchsreihe.

Saccadirte Ausathmung mit kurzem verstärktem 2. Exspirationsdruck.

1) Die Zeitdauer des 2. wenig verstärkten Exspirationsdruckes überschreitet nicht wesentlich jene einer Herzcontraction.

In diesem Falle ist in Uebereinstimmung mit den Erscheinungen am Radialpuls die Herzcontraction im Ganzen eine energischere, der Blutdruck daher ein verhältnissmässig hoher (Fig. 23 A u. F). Die Contraktion der Vorhöfe markirt sich nicht selten durch treppenförmiges Ansteigen der Curve a—b, während die Ascensionslinie der Ventrikelcontraction b—c ganz beträchtlich an Höhe zunimmt, und die Klappenschlusserhebung deutlich an der Descensionslinie sich aufzeichnet. Die Erhebung selbst wird bei dem bestehenden hohen Druck im Aortensystem durch den Schluss der Aortenklappen bedingt, ohne dass der Schluss der Pulmonalklappen zu besonderer Ausprägung kommt. Es erscheint also wie beim Radialpuls ein in allen Dimensionen grösserer Puls unter hohem Blutdruck und starker Arterienwandspannung, ein allseitig grösseres Kardiogramm unter kräftiger Contraction sowohl der Vorhöfe wie der Ventrikel.

2) Wird der zweite Exspirationsdruck mehr verstärkt und längere Zeit angehalten, so sind uns folgende Möglichkeiten gegeben:

a) es wird die Zeit des verstärkten Druckes durch eine einzige Herzcontraction ausgefüllt, oder

b) es vollziehen sich innerhalb des Druckes mehrere Herzcontractionen.

Untersuchen wir nun die Kardiogramme, welche unter diesen beiden Voraussetzungen gezeichnet wurden:

a) Es trifft nur eine Herzcontraction auf einen kurz dauernden verstärkten Exspirationsdruck.

Die Kardiogramme sind hier ausserordentlich interessant und geben wichtige Aufschlüsse über das Verhalten des Herzens unter dieser mechanischen Einwirkung. Während die Vorhofcontractionen in derselben Weise wie in den vorausgehenden Kardiogrammen energisch und unter stufenförmigem Ansteigen der Curve sich vollziehen (Fig. 23 C—E und Fig. 25 A—C), erhebt sich die Ascensionslinie, welche der Ventrikelcontraction angehört, anfangs erst langsam, meist unter Bildung einer leicht wellenförmigen oder in einem deutlichen Absatz ausgeprägten anacroten Erhebung, dann aber rasch zu bedeutender Höhe. Die Zeit, welche verstreicht von dem mehr oder weniger leicht zu unterscheidenden Ende der Vorhofcontraction bis zum Ende der anacroten Erhebung kann 0,140—0,252 Sekunden bei einer Wegesstrecke von 11,0—59,5 mm der Ascensionslinie in Anspruch nehmen. Von da an erfolgt die Vollendung der Systole in 0,084—0,168 Secunden und die Ascensionslinie steigt bis zu einer Höhe von 53,5—74,0 mm an. Hat jetzt der durch die erhöhte Athmung stark gefüllte Ventrikel seine möglichst grösste systolische Contraction erreicht, so erfolgt nicht wie bei gewöhnlicher Herzthätigkeit das sofortige Einströmen des Blutes in die Aorta, welches durch die unter spitzem Winkel abfallende Descensionslinie des Kardiogramms sich kennzeichnet, sondern der Ventrikel verharrt in diesem höchstem Stadium der Systole eine geraume Zeit, 0,056—0,224 Sekunden. Es ist diese Erscheinung für die Bedeutung und Grösse der mechanischen Einwirkung, die auf das Herz ausgeübt werden kann, von ganz besonderer Wichtigkeit. Von da an, wo der Herzmuskel das höchste Stadium seiner Contraction erreicht hat und inne hält, das Blut unter höchstem Druck in den Kammern steht und entsprechend diesem Drucke ein starkes Einströmen des Blutes in die Aorta erfolgt, fällt die Kardiogrammlinie rasch ab und zwar imGegensatz zur normalen Einbuchtung bei h (Fig. 22), welche dem Ende der Einströmungszeit des Blutes in die Aorta entspricht, ungleich tiefer und bis unter die Kardiogrammbasis. In allen Kardiogrammen, in welchen das höchste Stadium der Muskelcontraction längere Zeit auf der gleichen Höhe sich

erhielt, habe ich diesen tiefen Abfall der Descensionslinie nie vermisst. Die Zeit, welche verstreicht vom Beginne der Einströmung des Blutes in die Aorta bis zu ihrem Ende oder bis zur Einkerbung vor der Klappenschlusserhebung ist entweder die gleiche wie bei der gewöhnlichen Systole, bei welcher die unter spitzem Winkel abfallende Linie etwa auf der halben Höhe zur Klappenschlusselevation wieder ansteigt, oder sie erreicht bei stärkstem Exspirationsdruck, bei welchem das Maximum der Muskelcontraction bis zu 0,224 Secunden währt und die Descensionslinie bis unter die Curvenbasis herabsteigt, eine Dauer bis zu 0,140 Secunden, so dass also nicht nur ein unter höherem Drucke stehendes Blut in die Aorta einströmt, sondern auch eine grössere Menge, zu deren Entleerung der Ventrikel auch längere Zeit braucht, eine stärkere Füllung des Aortensystems stattfindet. Nur selten erleidet die Descensionslinie in solchen Kardiogrammen eine Unterbrechung durch den Stoss des Klappenschlusses in der Mitte der Curvenhöhe (Fig. 23 C bei d), sondern in der Regel tiefer und erfährt durch die Fortleitung dieses Stosses eine starke Erhebung als Zeichen der Mächtigkeit des Druckes, unter welchem das Blut an die Klappen zurückströmt. Die Zeit von der Oeffnung der Semilunarklappen (c) bis zum Ende der Einströmung des Blutes in die Aorta betrug im Normalen 0,084 seltener 0,112 Secunden.

Die gesammte Zeitdauer der Ventrikelsystole von b bis h, welche von v. Ziemssen und v. Maximovic bei Wittmann im Mittel zu 0,210 Secunden bestimmt wurde, berechnet sich demnach in den Fig. 23 u. 25 auf 0,224—0,616, nämlich

0,224	0,392	0,532
0,308	0,448	0,588
0,364	0,504	0,616 Secunden.

Die Kardiogramme entsprechen somit jenen Pulscurven, welche unter besonders hoher Ascensionslinie und breiter Abscisse einen ausnehmend hohen Blutdruck in allen Erscheinungen an der Descensionslinie erkennen lassen. Leider konnte ich bei dem Knaben die Curven des Radialpulses mit dem Kardiogramm nicht zu gleicher Zeit aufnehmen.

b) Innerhalb des verlängerten Exspirationsdruckes

vollziehen sich zwei Herzcontractionen. An der Radialis erscheint ein Pulsus bigeminus (Fig. 24 A—F).[3])

Wie bei kurz andauerndem Drucke lässt auch für die Linie, welche die Systole der Vorhöfe aufschreibt, mehr oder weniger stufenförmige Erhebungen erkennen, und zeigt eine abnorm hohe Energie der Contractionen der Vorhöfe an. Auf dieselbe folgt die Ascensionslinie der Ventrikelsystole, welche in den vorliegenden Kardiogrammen je nach dem Drucke, der auf dem Herzen lastet und der Möglichkeit einer ausgiebigen vorausgegangenen Diastole und Füllung des Ventrikels eine verschiedene Entwicklung erhält. Entsprechend der Druckvertheilung stehen daher die beiden Systolen im entgegengesetzten Verhältniss zu einander und zwar so, dass entweder die erste Systole zu überwiegender Entwicklung kommt, während die zweite beträchtlich schwächer ausfällt, oder die erste erscheint mehr verkürzt und rudimentär und die zweite lässt alle Zeichen einer gesteigerten Muskelcontraction und hohen Druck erkennen.

1) Ueberwiegende Entwicklung der ersten Systole (Fig. 24 B u. C).

Die Ascensionslinie erreicht hier eine Höhe über der Basis von 55,0 und 54,0 mm gegen 30,0 und 27,5 mm der unter gewöhnlichem Druck sich vollziehenden, während die Zeit, innerhalb welcher das Maximum der Muskelcontraction erfolgt, 0,168 und 0,140 Secunden beträgt, also auch die normale Zeit überschreitet. Sobald der Punkt c erreicht ist, öffnen sich aber die Semilunarklappen und strömt das Blut in die Aorta ein, beiderseits in einer Zeit von 0,112 Secunden, innerhalb welcher die Descensionslinie 24,5 und 12,5 mm zurücklegt, also 30,5 und 41,5 mm über der Basis des Kardiogramms endet. Nach starker Entwicklung der Klappenschlusselevation, welche von dem hohen Druck des zurückströmmenden Blutes zeugt, erfolgt die Diastole gleichfalls wieder in 0,112 Secunden und die sie bezeichnende absteigende Linie endet 16,0 und 26,0 mm hoch über der Basis.

Es entspricht dieser Abschnitt des Kardiogramms somit in allen seinen Einzelheiten der ersten Curve eines Theiles der Gruppen des zweischlägigen Pulses.

Da auf der Oberfläche des Herzens andauernd ein Druck

---

[3]) Da der Junge vor diesem Versuche Digitalis genommen hatte, sind die Kardiogramme Fig. 24 a, die bei ruhiger Respiration aufgenommen wurden, der Vergleichung zu Grunde zu legen.

bis zu 200 mm Hg lasten kann, ungefähr gleich der Kraft, mit welcher die Contraction des linken Ventrikels erfolgt, so muss die Entwicklung der Diastole und die ihr folgende Pause und Vorhofcontraction auch ausserordentlich beschränkt sein und kommt durch die Kürze der Linie f b zum präcisen Ausdruck. Die Zeit für die beiden Phasen beträgt nur 0,196 und 0,140 Secunden, während die Entfernung der beiden Punkte f und b in beiden Kardiogrammen 5,5 mm beträgt. Die nun folgende zweite systolische Erhebung ist in den 2 Kardiogrammen wieder verschieden ausgebildet. In B erhebt sich die Ascensionslinie durch die kurz andauernde Muskelcontraction in 0,056 Secunden nur 14,5 mm über die Basis der Vorhofscontraction und fällt dann mit der Oeffnung der Semilunarklappen in 0,112 Secunden bis unter die Kardiogrammbasis herab unter Bildung einer ganz kurzen Klappenschlusselevation, die im Verhältniss zu jener der ersten Systole recht anschaulich den geringen Druck anzeigt, der jetzt im Aortensystem vorherrscht und mit welchem das Blut gegen die Klappen sich andrängt.

In Curve C steigt die 2. systolische Erhebung höher an bis zu 29,5 mm in 0,084 Secunden über die Basis der Vorhofscontraction und fällt unter spitzem Winkel in 0,112 Secunden zur Basis des Kardiogramms herab. Auch hier ist die Klappenschlusselevation aus gleichen Gründen ausnehmend gering entwickelt, wenn auch etwas besser als in der vorhergehenden Curve.

In beiden Kardiogrammen geben also auch die 2. systolischen Erhebungen den bündigsten Aufschluss über die Blutdrucksabnahme im Arterienrohre am Ende des hierhergehörigen 2schlägigen Pulses.

2) Ueberwiegende Entwicklung der 2. Systole. Hierher gehören die Kardiogramme von Fig. 24 A, D, E, F und von Fig. 23 B.

Nach einer kurzen meist wie verkümmert aussehenden ersten Systole kommt es zu einer mächtigen Entwicklung der zweiten unter allen Erscheinungen hochgesteigerter und anhaltender Muskelcontraction wie in den Kardiogramme Fig. 23 und 25.

Am rudimentärsten erscheint die erste Systole in Fig. 23 B. Die Höhe mit anacroter Erhebung beträgt nur 14,5 mm von der Basis aus, dagegen die Contractionszeit des Ventrikels bis

zur Eröffnung der Semilunarklappen 0,252 Secunden. Die Descensionslinie tritt fast unter rechtem Winkel ab und geht ohne Anzeigung von Klappenschluss und Diastole in 0,112 Secunden in die Contractionslinie der Vorhöfe der zweiten Systole über. Ebensowenig ausgeprägt ist die erste Systole in Fig. 24 F, die eine Höhe von 20,3 mm in 0,084 Secunden erreicht, dagegen nachdem die Descensionslinie unter grossem Winkel nur 3,25 mm in der langen Zeit von 0,168 Secunden gefallen ist, eine deutliche Klappenschlusselevation und kurze Dilatation markirt. Besser entwickelt sind die systolischen Erhebungen in E und D. In E steigt die Linie um 31,5 mm über die Basis in einer Zeit von 0,112 Secunden vom Ende der Vorhofcontraction und dem Schluss der zweizipfeligen Klappe an bis zur Eröffnung der Semilunarklappen und endet mit der Entleerung des Ventrikels in 0,112 Sekunden noch 24,7 mm über der Basis zugleich unter scharfer Ausprägung der Klappenschlusselevation. Endlich in D erreicht die erste Aufzeichnung der Ventrikelsystole sogar eine Höhe von 54,5 mm innerhalb 0,112 Sekunden und schliesst in der gleichen Zeit 25,5 mm über der Basallinie, wobei die Erhebung d und e wohl dem Aorten- und Pulmonalklappenschluss angehören dürften.

Im Gegensatz zur ersten Systole erreicht nun die zweite nach ähnlicher kurzer Pause und Vorhofscontraction eine ganz bedeutende Grösse und zeichnet überall in der gleichen Zeit von 0,084 Secunden eine Ascensionslinie von 51,5, 55,0, 56,5, 61,5 und 63,0 mm auf. Wie bei dem Zusammenfallen des Druckes auf eine Systole erhält sich auch hier das Maximum der Muskelcontraction vor der Eröffnung der Semilunarklappen (c — c') 0,084 — 0,168 Secunden lang, um sodann nach 0,084 bis 0,140 Secunden mit vollendeter Entleerung der Kammer die Descensionslinie bis zu 6,5 mm unter die Basis des Kardiogramms zu senken. Die Höhe der darauffolgenden Klappenschlusselevation, die im Maximum sogar 9,0 mm erreicht, lässt wieder auf die Blutmengen und den hohen Druck im Aortensystem schliessen wie in den obenerwähnten Kardiogrammen. Die Gesammtzeit der Systole vom Schlusse der zweizipfeligen Klappe bis zur Oeffnung der Semilunarklappen oder die Zeit, innerhalb welcher das Blut in der Kammer unter dem gesteigertem Drucke der Ventrikelcontraction steht, beträgt demnach 0,168 — 0,252 Sec. im Gegensatz zu 0,084 — 0,140 Secunden der gewöhnlichen Systole.

Die Uebereinstimmung auch dieser Kardiogramme in ihren Einzelheiten (Fig. 23 B und Fig. 24 A–F) mit dem an der Arteria radialis wahrnehmbaren zweischlägigen Pulse (Fig. 6 u. f.) ist so vollkommen wie möglich; sie bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung.

Durch den Vergleich der Kardiogramme, welche sowohl unter kurzem wie lange andauerndem verstärkten 2. Exspirationsdruck der saccadirten Athmung auf das Herz erhalten wurden, mit den unter gleichen Bedingungen aufgenommenen Pulscurven können wir nicht nur die Zusammengehörigkeit der Erscheinungen sondern auch ihre vollkommene Abhängigkeit von jenen unschwer erkennen. Der mechanische Einfluss auf das Herz tritt aber bei den Kardiogrammen selbst noch deutlicher hervor, als es bei der Radialiscurve der Fall war.

Praktische Verwerthung der Untersuchungsresultate.

Nach dem Ergebniss dieser Untersuchungen sind wir nun im Stande, in beliebiger Weise periodisch rasche oder weniger rasch auf einander folgende Drücke von verschiedener Stärke auf die Herzoberfläche auszuüben. Dieselben können ad Maximum selbst die Grösse des Druckes erreichen, unter dem das Blut in der Aorta steht = 200 mm Hg. Diese Drücke auf die Herzoberfläche dürfen wir einer Massage des Herzmuskels gleich setzen, wie wir sie auf die Skelettmuskeln auszuüben im Stande sind. Erhöht wird diese Massage noch oder besser gesagt, in ihrer Wirkung vervollständigt, und zugleich damit eine corrective Beeinflussung des Kreislaufes, ein Ausgleich zwischen arteriellem und venösem System verbunden, durch die Steigbewegung, wobei, wie ich zuerst nachgewiesen habe, ein zu starkes Anwachsen des Blutdruckes durch Erweiterung der Arterien und Abnahme ihrer Wandspannung compensirt wird.

Je nach der Grösse des Druckes, den wir in Anwendung bringen, erhalten wir:

1) eine einfache Verstärkung der Systole bei der 2., 3., n. Herzcontraction, wenn wir den Druck auf die 2., 3., n. Systole einwirken lassen, oder

2) das Herz verweilt längere Zeit im Maximalstadium der

systolischen Contraction, wodurch eine allseitig grössere Pulswelle im Arterienrohr zu Stande kommt, oder

3) wir lassen den Druck solange auf dem Herzen lasten, dass mehrere Herzcontractionen unter demselben sich vollziehen. Es erfolgt ein ebensolang andauernder Druck auf den Herzmuskel oder vielmehr ein Zusammendrücken desselben als höchster Grad der mechanischen Einwirkung oder Massage. Im Arterienrohr erscheint ein Pulsus bi- und trigeminus mit schliesslicher Abnahme des Blutdruckes im arteriellen System infolge der gleichzeitigen Einschränkung der Diastole.

4) Da endlich mit der automatisch vertieften Inspiration nach jeder Art der Erhöhung des Exspirationsdruckes, wie wir auseinander gesetzt haben, eine ganz beträchtliche Verstärkung der Diastole eintritt, wird auch jederzeit eine stärkere Füllung der Vorkammern und Kammern der nächsten Systole selbstverständlich vorausgehen. Durch den beschleunigten Abfluss des Blutes aus dem Gefässapparate wird aber andererseits wieder die Arbeit der beiden Ventrikel ganz erheblich erleichtert.

In Beziehung auf die unmittelbare Wirkung auf das Herz haben wir zu unterscheiden:

a) einmal die Einwirkung auf die Muskelsubstanz als solche, wie bei der Einwirkung der Massage auf die Skelettmuskel;

b) andererseits jene auf die circulatorischen Vorgänge in den Herzgefässen selbst.

Von der ersten Art der Einwirkung dürfen wir wohl sagen, dass von ihr den Verhältnissen entsprechend dasselbe gilt, wie von der Einwirkung der Massage auf die Skelettmuskeln, und ich kann dieselbe wohl als bekannt voraussetzen. Experimentell haben Heinricius und Kronecker eine längere Erhaltung der Herzkraft durch die Einwirkung des Luftdruckes auf das Herz bei pericardialem Athmen oder Einblasung von Luft in's Pericardium nachgewiesen.

Was die zweite wichtigere Einwirkungsweise anbelangt, so werden wir bei derselben wohl die ganze Beeinflussung der Circulation voraussetzen dürfen, wie wir sie im Arterienrohr gefunden haben, demnach:

1) Mit der Erhöhung der Systole, d. h. gleichzeitig mit der grösseren Füllung des arteriellen Systems und der Erhöhung des Blutdruckes in demselben wird auch eine proportionale Erhöhung des Bluteinflusses in die Coronararterien, da sie sich gleichzeitig mit der Aorta füllen, und eine Erhöhung des Blutdruckes in denselben erfolgen, begleitet von den gleichen Erscheinungen, wie wir sie an der Art. radial. beobachtet haben.

2) Wird mit dem Anwachsen des Druckes, wie bei den massirten Skelettmuskeln eine vollständigere Entleerung des venösen Blutes und der Lymphe und insbesondere des venösen Blutes, welches durch die Foramina Thebesii sich in die Herzkammern ergiesst, hervorgerufen werden, damit aber eine Steigerung in der Zufuhr der Nährflüssigkeit und eine erhöhte Abfuhr des verbrauchten Materiales erfolgen müssen.

Die Benutzung kleiner, kurz andauernder Drücke kann lange Zeit ohne jegliche grössere Anstrengung oder irgend einen Nachtheil stattfinden, eine halbe Stunde lang und mehr beim Gehen und Steigen, wobei sich synchronisch mit den Schritten (Weber) und dadurch zugleich auch synchronisch mit dem verstärkten zweiten Exspirationsdruck eine Erhöhung des intracordialen Blutdruckes und des Druckes auf die Innenwände des Herzens verbindet. Obwohl die Grösse des einzelnen Druckes auf die Herzoberfläche nur eine geringe ist (2—4 mm Quecksilber am Pneumatometer nachgewiesen), so ändert sie doch schon die Curve des Arterienpulses und das Kardiogramm durch Verstärkung der Herzcontractionen und des Blutdruckes. Bei längerer Fortsetzung der saccadirten Athmung tritt eine Summation der einzelnen kleinen Drücke oder mechanischen Reize vom Herzen ein und dieses reagirt durch eine andauernde Erhöhung der Energie seiner Contractionen, d. h. seiner Aspirations- und Propulsivkraft. Der Puls wird im Allgemeinen grösser und voller neben entsprechender Erhöhung des Blutdruckes bis zu 42,1 Proc. im Verhältniss zum Normalen und in den unter längerer Einwirkung des verstärkten Exspirationsdruckes sich bildenden Pulswellen bis zu 83,3 Proc.

Auch eine grössere Verstärkung des Druckes wird

gut ertragen. Seine Wirkung ist schon eine erheblich hervortretende. Das Maximalstadium der systolischen Muskelcontraktion des Herzens kann dabei in voller Intensität bis zu 0,23 Secunden erhalten werden. Die Anwendung dieser Art des Druckes ist indess immerhin eine mehr ermüdende und daher auf kürzere Zeit beschränkt. Dasselbe gilt natürlich in noch höherem Grade von jener Anwendung des Druckes, welche längere Zeit unterhalten wird, so dass mehrere Herzcontraktionen unter demselben stattfinden, die an der Arterie einen Pulsus bi- und trigeminus zur Folge haben. Wo der Exspirationsdruck noch durch manuelle Pressung erhöht wird, erfährt nur die Intensität desselben eine Steigerung, während die Zeitdauer nicht verlängert werden soll. Die mechanische Einwirkung auf den Muskel ist hier am stärksten ausgeprägt.

Ich habe sowohl diese Art der Einwirkung, als auch die längere Unterhaltung des einfachen verstärkten 2. Exspirationsdruckes, wie andere gymnastische Verfahrungsweisen, bei welchen eine grössere Kraftentfaltung zur Wirkung kommt, nur kurze Zeit und in Pausen anwenden lassen. Es entspricht diese Methode am meisten der eigentlichen Massage, der kräftigen Knet- und Druckwirkung, wobei durch forcirte Inspiration ausserdem noch ein erheblicher Zug, entsprechend dem pneumatometrischen negativen Inspirationsdruck auf die Herzoberfläche ausgeübt wird.

Indicationen.

Die Indicationen für die Massage des Herzmuskels nach der angegebenen Methode lassen sich aus den Erscheinungen am Herzen und am Arterienpuls, wie wir sie bei ihrer Anwendung beobachtet haben, ableiten.

Die Massage des Herzmuskels wird angezeigt sein:

1) bei allen Schwächezuständen des Herzmuskels, wo die Herzkraft nur unvollständig ihrer Aufgabe noch zu genügen vermag, seien sie durch mangelhafte Ernährung oder Blutbildung, oder durch übermässigen Fettansatz und Fettherz bedingt;

2) bei ungenügender Füllung des arteriellen Systems und Stauung im venösen Apparat, zumeist in Folge der Insufficienz des Herzmuskels;

3) bei erhöhter Aufgabe des Herzens in Folge von

Beschädigungen des Circulationsapparates, Herzfehler, Einschaltung eines Hindernisses in den Kreislauf, Druck von Geschwülsten, Struma, Einengung des Lungenkreislaufs, Emphysem, Kyphoskoliose etc., somit überall wo eine Compensation oder compensatorische Hypertrophie erzielt werden soll;

4) insbesondere aber zur Unterstützung der mechanischen Behandlung des Herzens und der Kreislaufsstörungen durch Steigbewegungen, Bergsteigen.

Contraindicationen.

Die Contraindicationen für die Anwendung der Methode ergeben sich aus der Betrachtung dieser Verhältnisse in der gleichen einfachen Weise.

Die Massage des Herzmuskels ist contraindicirt in allen jenen Fällen, in welchen eine mechanische Behandlung des Herzens und der Kreislaufstörungen überhaupt contraindicirt ist. Ich kann in dieser Beziehung wohl auf die ausführlichen Auseinandersetzungen in meinen Schriften verweisen und alle jene pathologischen Zustände und Veränderungen, welche eine Gegenanzeige abgeben, kurz zusammenfassen:

1) Frische oder wiederholt recidivirende endo- und pericarditische Processe;

2) acut und subacut verlaufende Myocarditis in Folge von Sklerose der Coronararterien.

3) Sklerose und Atheromatose der Arterien überhaupt, insbesondere allgemeine Atheromatose etc.

Nachdem ich praktisch die auf empirischem Wege gefundene Methode einer directen mechanischen Einwirkung auf den Herzmuskel in Verbindung mit der Geh- und Steigbewegung schon längere Zeit vielfach durchgeführt und erprobt hatte, habe ich in der vorliegenden Arbeit nun auch die Art der Beeinflussung des Herzens und Circulationsapparates durch dieselbe nachzuweisen versucht. Die bis jetzt erzielten Erfolge bei insufficientem Herzen in Folge von Fettherz, Fettherz mit theilweiser fettiger Degeneration der Muskelsubstanz bei an Jahren schon vorgerückten Personen, bei Klappenfehlern (Insufficienz der Mitralis) junger und älterer Kranken, bei Anämie und anderen Ernährungsstörungen haben ein allseitig befriedigen-

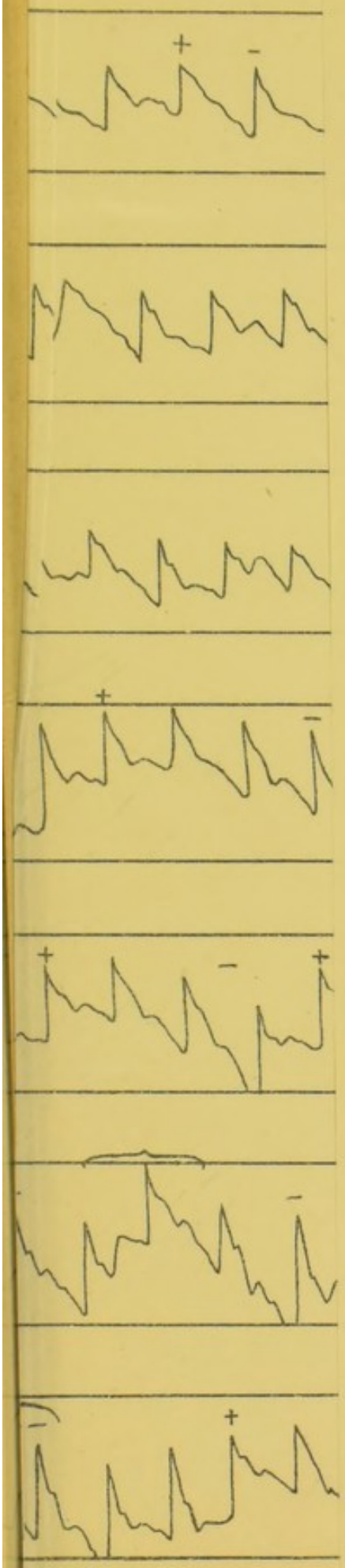
des und zum Theil überraschend günstiges Resultat ergeben[4]). Die Anwendung des Respirationsdruckes für sich, und die Verbindung der manuellen Pressung an den Seitenwandungen des Thorax mit diesem hat sich mir günstiger erwiesen, als Drücke vom Abdomen aus, da wir durch die sich zusammenziehende Lunge eine sichere Fixirung des Herzmuskels, und durch die seitliche Pressung eine gleichmässigere Druckwirkung auf die Herzoberfläche erhalten. Unter Berücksichtigung der hierher bezüglichen mechanischen und physiologischen Thatsachen können wir daher füglich von einer Massage des Herzens sprechen.

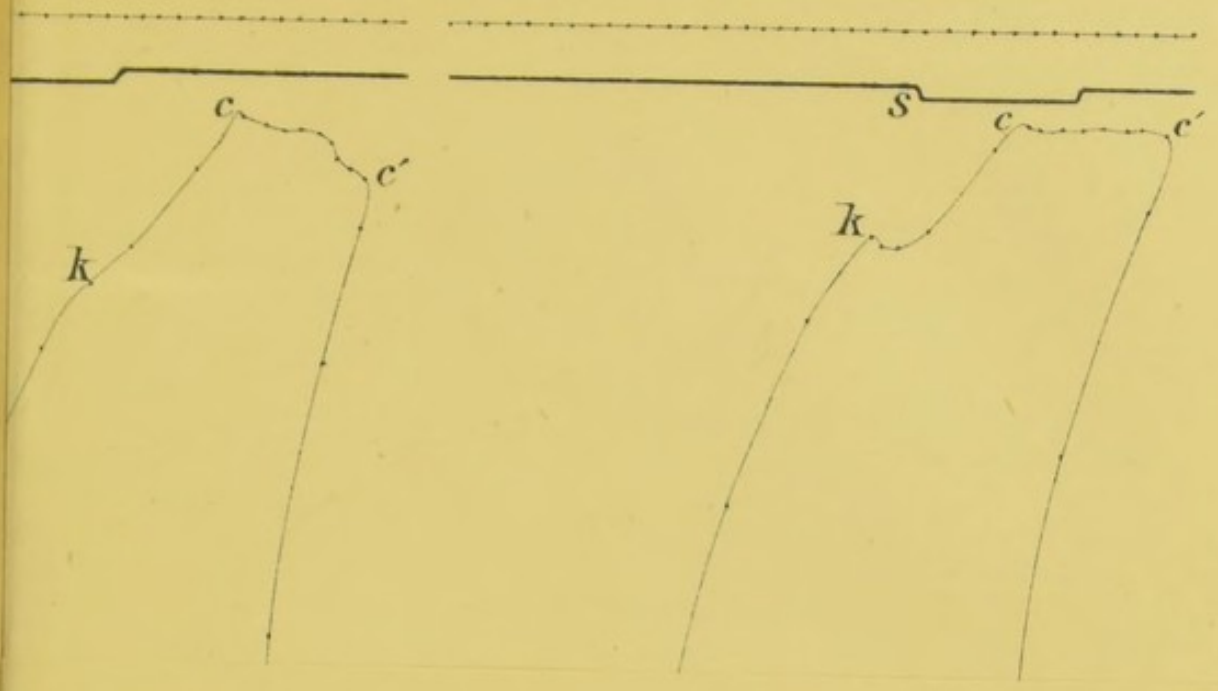
In der Massage des Herzmuskels nach der angegebenen Methode, in den Terraincuren, in der Geh- und Steigbewegung, in der Gymnastik und den Hackungen[5]) haben wir nun eine Reihe von Mitteln, durch welche wir auf das Herz trotz seiner abgeschlossenen Lage in der Brusthöhle therapeutisch einwirken können. Durch Zusammenfassung und Ausbildung der verschiedenen Methoden aber ist die Möglichkeit zu einer rationellen mechanischen Behandlung der Herzmuskelerkrankungen gegeben, und wir haben uns diese Behandlung bereits geschaffen.

---

[4]) Ausführliche Krankenberichte werden später von anderer Seite aus veröffentlicht werden.

[5]) Zur mechanischen Behandlung der Herzerkrankungen könnte man auch die sogenannten Hackungen rechnen, durch deren Erschütterungen des Thorax eine überfrequente Herzthätigkeit herabgesetzt, wie Nebel sagt, ein agitirtes Herz beruhigt werden kann, indem sie dem zu hastig und zu schwach arbeitenden Herzen Zeit geben, sich zu füllen und zu entleeren. Die Erklärung, welche Dr. Murray versucht, schliesst jedoch eine directe Einwirkung der Hackungen auf den Herzmuskel selbst aus. Im Hinblick auf den Goltz'schen Klopfversuch — welcher von den Haut- und Visceralnerven aus reflectorisch auf Medulla und Rückenmark und von hier auf die sogenannten Gefässhemmungsnerven wirkend durch Gefässlähmung eine quasi innere Verblutung und Herzstillstand zu bewirken vermag — möchte er annehmen, dass die Hackungen reflectorisch von den sensiblen Hautnerven aus und durch Vermittlung der Medulla auf den Vagus und so auf die Herzaction einwirken könnten. Wie weit indess derartige manuelle Erschütterungen des Thorax sich als mechanische Reize auf das Herz fortpflanzen, von diesem möglicherweise summirt werden und so Erregungszustände beeinflussen, ist gegenwärtig noch nicht zu überschauen.




c
c′
k
s
c
c′
k