

DEUTSCHE MEDICINISCHE WOCHENSCHRIFT.

Mit Berücksichtigung der öffentlichen Gesundheitspflege und der Interessen des ärztlichen Standes.

Zehnter Jahrgang.

Redacteur Dr. P. Börner.

Druck und Verlag von G. Reimer in Berlin.

I. Die Veränderung der Pulscurven in der pneumatischen Kammer.

Mitgetheilt im ärztlichen Verein zu München 2. April 1884.¹⁾

Von

G. v. Liebig in Reichenhall.

Das für die therapeutische Anwendung der pneumatischen Kammern wichtige physiologische Verhalten der Blutvertheilung und des Pulses unter dem erhöhten Luftdrucke würde nur unvollkommen dargestellt werden können, wenn wir allein die Veränderungen im erhöhten Drucke betrachten wollten, ohne zugleich die ihnen entgegengesetzten Erscheinungen unter vermindertem Luftdrucke ins Auge zu fassen.

Wenn bei der Erhebung in bedeutendere Höhen die Verminderung des Luftdruckes eine gewisse Grösse erreicht hat, so bemerkt man bekanntlich bei vielen, jedoch nicht bei allen Personen, eine unter Störung des Allgemeinbefindens sichtbar werdende Aenderung der Blutvertheilung, indem die oberflächlich gelegenen Venen sich stärker anfüllen, während zu gleicher Zeit die Capillargefässe der Haut und der Schleimhäute schon auf geringe Veranlassungen zu Blutungen geneigt sind.

Schon in viel geringeren Höhen und lange bevor dieser Grad von Druckverminderung erreicht ist, kann man eine Beschleunigung des Pulses beobachten, deren Grösse in der verschiedensten Weise angegeben wird. Man kann sagen, dass keine der seitherigen Angaben dem wirklichen Maasse der physiologischen Aenderung bei den betreffenden Personen entspricht, weil diese gewöhnlich zugleich unter dem Einflusse, entweder einer Störung des Allgemeinbefindens, oder der Bewegung und Ermüdung standen. Erst seit kurzem besitzen wir Beobachtungen, welche von diesen Einflüssen frei sind, von A. Mermod, der sie in einer 1877 in Strassburg eingereichten Dissertation²⁾ mitgetheilt hat. Er beobachtete während einiger Studienjahre an Orten verschiedener Höhe, in Erlangen, Lausanne und St. Croix im Schweizer Jura und zuletzt wieder in Strassburg, jedesmal nach sechswöchentlichem Aufenthalt seine Pulszahlen. Die Zählungen, welche in grosser Menge, zu allen Stunden des Tages und der Nacht, und immer unter den gleichen Verhältnissen angestellt wurden, ergaben zwischen Erlangen und St. Croix einen mittleren Unterschied von etwa drei Pulsschlägen in der Minute. In Erlangen, dessen Höhe 343 M. beträgt, wurden 900 Beobachtungen, in St. Croix 1100 M., wurden 919 Zählungen gemacht, und der Unterschied im Luftdruck dieser beiden Orte betrug 6,3 cm Quecksilberhöhe.

Zu den Wirkungen der Verminderung des Luftdruckes im geraden Gegensatze stehen die Wirkungen seiner Erhöhung, denn wir finden, dass die Füllung der sichtbaren Venen und des Capillarsystems der Schleimhäute abnimmt, was sich denjenigen, welche die pneumatischen Kammern benützen, in der raschen Abnahme von frischen katarrhalischen Congestionen bemerklich macht, und dass der Puls verlangsamt wird. Beobachtungen über die Abnahme der Pulsfrequenz unter erhöhtem Drucke, die sich denen von Mermod an die Seite stellen, besitzen wir schon seit langer Zeit in der bekannten Arbeit von R. v. Vivenot.

Die Aufmerksamkeit der Aerzte auf die Wirkung des erhöhten Druckes der pneumatischen Kammern auf den Puls wurde zuerst in Frankreich rege, als in den fünfziger Jahren die pneumatischen Kammern dort in Gebrauch kamen. Man hatte gefunden, dass der er-

höhte Luftdruck zugleich auf den Puls, die Athmung und das Nervensystem beruhigend wirke, was besonders auch in Krankheitszuständen, die von Fieber begleitet waren, vortheilhaft hervortrat. Es wurden viele Zählungen gemacht, die später bei uns und in andern Ländern in grosser Menge wiederholt wurden, die aber alle für die Grösse der physiologischen Veränderung des Pulses nicht maassgebend sind, denn es ist bei ihnen der Einfluss der täglichen Periode der Pulsfrequenz nicht ausgeschlossen, welcher eine stärkere Erhöhung der Pulszahl durch das Frühstück und eine allmähliche Abnahme bis zum Mittagmahl bedingt. Um diese und andere störende Einflüsse zu vermeiden, verlegte v. Vivenot für eine Reihe von Sitzungen in der pneumatischen Kammer die tägliche Waschung und das Frühstück auf eine spätere Stunde, und verhielt sich auch im Uebrigen vor der Sitzung vollkommen ruhig. Jede Sitzung dauerte zwei Stunden, von welcher Zeit die ersten 20 Minuten zur allmählichen Steigerung des Druckes um 32 cm Quecksilberhöhe verwandt wurden, der dann diese Höhe eine Stunde lang beibehielt, und in den letzten 40 Minuten wurde der Druck wieder langsam auf die gewöhnliche Höhe herabgelassen. An die hierdurch bedingten Zeitabschnitte schlossen sich die Pulszählungen an. Eine erste wurde vor dem Beginn der Sitzung, eine zweite mit Erreichung des hohen Druckes, die dritte am Ende desselben und die vierte am Schlusse der Sitzung gemacht. Es zeigte sich als mittleres Ergebniss, dass die Pulsfrequenz in den zwei Stunden um etwa drei Schläge in der Minute abnahm und diese Abnahme brachte den Puls nahezu auf das Tagesmittel, während die tägliche Schwankung bei v. Vivenot auf und ab etwa 20 Schläge betrug.

Es ist bemerkenswerth, dass die von v. Vivenot gefundene Abnahme der Pulsfrequenz bei einem Ueberdrucke von 32 cm. Quecksilberhöhe die gleiche Grösse besitzt, wie die Zunahme, welche Mermod bei einer Druckverminderung von nur 6 cm gefunden hatte, und wir erblicken darin eine viel stärkere Wirkung der Druckverminderung auf den Puls, als sie einer gleich grossen Erhöhung zukommt. Ein ähnliches Verhältniss zeigt sich auch in dem Auftreten der oben erwähnten Störungen des Allgemeinbefindens, welche man schon bei einer Verminderung des Atmosphärendruckes um ein Drittheil, in 2500 M. Höhe, häufiger beobachtet, während eine Druckerhöhung noch bis zu 2½ Atmosphären angenehm empfunden wird und anregend auf das Nervensystem und auf die Ernährung wirkt. Erst bei noch stärkerem Drucke pflegen dann Störungen aufzutreten.

v. Vivenot brachte nun mit der Verlangsamung des Pulses auch dessen übrige Beschaffenheit in Verbindung. Man hatte bei anderen Gelegenheiten unter zunehmend stärkeren Druckerhöhungen angegeben, dass der Puls zuerst dem Pulsus lentus ähnlich werde, also langsamer an- und abschwelle, dann aber fadenförmig und zuletzt unfühlbar werde. v. Vivenot glaubte ähnliche Veränderungen unter der Druckhöhe der pneumatischen Kammer zu finden, und indem er von dem Gedanken ausging, dass die Verstärkung des Luftdruckes, auf die Oberfläche des Körpers wirkend, „das Volum und Lumen der peripheren Gefässe“ verkleinere, nahm er an, dass der Abfluss des Blutes dadurch erschwert und der Widerstand der Gefässwandungen gegen die Blutwelle vermehrt werde, und dass die unter diesen Umständen eintretende „Zusammenziehung der Gefässe“ die Pulsverlangsamung bewirke. Vergl. „Zur Kenntniss etc. der verdichteten Luft“, Erlangen 1866, S. 352, 353.

Er fand nun mit dem Marey'schen Pulshebel, den er zu den gleichen Zeiten anlegte, zu welchen er die Zählungen gemacht hatte; Pulsformen, deren Mehrzahl eine allmähliche Zunahme der arteriellen Spannung während des bleibend hohen Druckes anzudeuten schienen und eine Rückkehr zu dem früheren Zustande nach demselben, während vorkommende Abweichungen sich durch zufällige Umstände

¹⁾ Die zahlreichen Curvenbilder, welche diese Mittheilung begleiteten, können an dieser Stelle keinen Platz finden, ich hoffe sie bei einer anderen Gelegenheit zu veröffentlichen.

²⁾ Sur l'influence de la depression atmospherique, Lausanne 1877.

scheinbar erklären liessen. Das Instrument, welches er benützte, gab nur undeutliche Zeichnungen, so dass man bei den flacheren Curven nicht unterscheiden kann, welcher Form sie angehören.

So wenig ich an diesen Ergebnissen zweifeln konnte, unternahm ich doch eine Wiederholung der Versuche, um dem Verständnisse der merkwürdigen Veränderung näher zu kommen.

Ich wählte den Sommerbrodt'schen Pulshebel, bei welchem die innige Berührung der Pelotte mit der Arterie nicht durch eine Feder, wie bei dem Marey'schen, sondern durch aufgelegte Gewichte hergestellt wird. Die Spannung der Feder nimmt, während sich die Arterie ausdehnt, etwas zu und beschränkt dadurch in demselben Maasse die Entwicklung der Form, die bei dem gleich bleibenden Druck des Gewichtes deutlicher hervortritt. Das Gewicht hat auch den Vorzug, dass seine Grösse immer genau bekannt ist, und so lässt es sich bei verschiedenen Personen der Kraft des Herzstosses mit Sicherheit anpassen. Dies ist nothwendig, um immer deutliche Curven zu erhalten und es giebt zu gleicher Zeit ein sicheres Urtheil über die Kraft des Herzstosses, deren Kenntniss eine umfassendere Einsicht in die Circulationsverhältnisse gewährt.

Während der Sitzungen in der Kammer nahm ich den Pulshebel nach einigen Aufnahmen jedesmal wieder ab, um die Arterie nicht zu ermüden. Die Zahl der Aufnahmen, die ich in einer Sitzung machte, war 15 bis 25 und die Zahl der Sitzungen belief sich nach und nach auf 48, so dass ich eine nicht unbedeutende Menge von Aufnahmen vergleichen konnte.

Die Ergebnisse schienen einigemal mit denen von Vivenot's übereinzustimmen, dann aber widersprachen sie ihnen wieder bei denselben Personen, und ich erhielt vielfach Pulsformen, deren Entstehung mir aus dem bis dahin bekannten dunkel war. Ehe ich darüber Aufschluss erhalten konnte, musste ich eine mehrjährige Arbeit vollenden, die den Zweck hatte, am elastischen Rohre die verschiedenen Pulsformen und deren Uebergänge unter einander darzustellen, was mir auch schliesslich gelang. Diese Arbeit ist in Du Bois Reymond's Archiv für Physiologie, 1882 und Supplementband 1883, veröffentlicht worden. Häufige Aufnahmen der Pulscurven an verschiedenen Personen unter dem gewöhnlichen Luftdrucke ergaben gleichzeitig, dass bei normal entwickeltem Gefässsysteme ein beständiger Wechsel, in kürzerer oder längerer zeitlicher Aufeinanderfolge zwischen Formen verschiedener Contractions- und Füllungszustände der Arterie stattfindet, und dass sich auch die Grösse der Curven ändert, so dass man innerhalb 20 Minuten den Formenwechsel, und unabhängig von diesem Curven sehr kleiner und auch normaler Grösse erhalten kann.

Die gleichen Veränderungen zeigen sich nun auch in der pneumatischen Kammer, und an denselben Personen, welche an dem einen Tage unter gewissen Umständen des körperlichen Befindens vorzugsweise die kleineren Curven stärkerer Elasticität (Contraction) gaben, konnte ein anderer Tag grössere Formen normaler oder geringerer Elasticität bringen. Einen Unterschied machte es auch, wann der Sitzung Bewegung vorausgegangen war, denn es waren dann die Curven Anfangs grösser und neigten zu den conischen (dikroten) Formen und ein längeres ruhiges Sitzen brachte später wieder kleinere Curven einer etwas stärkeren Elasticität zum Vorschein. Wenn ich alle diese Umstände in Betracht zog, so musste ich zu dem Schlusse kommen, dass die Ausdehnung oder Zusammenziehung der Arterien und der darauf beruhende Formenwechsel durch die Druckhöhe der pneumatischen Kammer in keiner Weise beeinflusst werde, und dass auch eine Stauung im arteriellen Systeme nicht aufträte. Dies ist, wenn man sich die Verhältnisse klar macht, auch kaum anders zu erwarten, da ja die elastischen Eigenschaften des Arterienrohres durch einen Druck bleibender Höhe eine Aenderung nicht erfahren, und da eine Stauung auf die Weise, wie es v. Vivenot annahm, nicht entstehen könnte. Unter der gleichbleibenden Druckhöhe unterliegen alle Theile des Gefässsystemes demselben Drucke, die Capillaren werden nicht stärker gedrückt als die Arterien, und so lange dies der Fall ist, kann eine Veränderung der Raumverhältnisse und eine Hemmung des Abflusses nicht eintreten. Nur die Reibung des Blutes an den Gefässwänden könnte durch den Druck verstärkt werden, was bei gleich bleibender Herzkraft ein etwas langsames Fliesen und eine weniger rasche Fortpflanzung der Welle bedingen würde, und dies würde hinreichen, eine Verlangsamung des Pulses zu erklären. Bis aber die Reibung einen kenntlichen Einfluss auf die Form haben könnte, würde sie ausserordentlich stark zunehmen müssen und dann wäre nicht im voraus zu entscheiden, ob die Curven höher, oder ob sie flacher werden würden, weil dies von der relativen Herzkraft abhängig wäre.

Mir gereichte es zur wahren Beruhigung, das Verhalten des Pulses in dieser Weise aufgeklärt zu sehen, denn wären die Schlüsse v. Vivenot's richtig, und wäre die starke Verflachung bei einigen

seiner Curven durch den Druck bedingt gewesen, so würde sich diese Wirkung gewissen pathologischen Zuständen an die Seite gestellt haben, was mit dem augenscheinlich guten Befinden in der Kammer im Widerspruch steht.

Bei v. Vivenot sowohl, als bei mir selbst musste der normale Formenwechsel der Curven das Urtheil erschweren, weil ein vorwiegendes Auftreten der niederen Formen starker Elasticität (Contraction) unter dem hohen Drucke immer die Meinung begünstigen musste, dass der Druck die Ursache ihres Auftretens sei. Es war mir deshalb willkommen, die Aufnahmen in einem Falle machen zu können, der diese Formen ausschloss, an einem jungen Mann, Herrn W. von 22 Jahren, dessen Puls die Eigenschaften, wie ich sie bei Anlage zur Schwindsucht häufig gefunden habe, in hohem Grade besass. Er war proportionirt, aber zart gebaut, nicht mager und hatte eine durchsichtige, blasse Haut. Seine Pulscurven zeigten niemals Formen einer stärkeren Elasticität, als derjenigen, welche der normalen Form der Curve entspricht und sein Herzstoss war so schwach, dass man die gewöhnliche Belastung des Pulshebels von 200 grm auf 30 grm erniedrigen musste, um gut entwickelte Curven normaler Grösse zu erhalten. Die in gewöhnlicher Weise gemachten Aufnahmen bestätigten auch in diesem Falle die Ergebnisse, welche ich aus den übrigen gezogen hatte.

Gewisse Unterschiede traten aber an den Curven hervor, nachdem ich die Methode geändert hatte, indem ich bei jeder Aufnahme einen tiefen Athemzug ausführen liess. Die Veranlassung zu dieser Aenderung gaben mir die Aufnahmen eines an ausgebreitetem Lungenemphysem leidenden Patienten, an welchen ich bemerkt hatte, dass unter dem leichter und tiefer werdenden Athmen des steigenden und hohen Druckes die Athemzüge sich in der Veränderung der Curven deutlicher ausprägten, was in fallendem Drucke noch stärker, aber in unregelmässigen Formen hervortrat.

Ich erwartete, dass die grösseren Blutmengen der auf die Ausathmung eines tiefen Athemzuges treffenden Pulse bei Herrn W. die etwa vorhandenen Unterschiede in der Bildung der Pulscurven deutlicher zum Ausdruck bringen würden.

Es ist seither noch nicht allgemein anerkannt, dass die Vergrösserung der Curven bei der Ausathmung tiefer Athemzüge auf dem Eintritte grösserer Blutmengen in die Arterie beruht, allein dies lässt sich durch Ausschliessung anderer Ursachen aus der Veränderung in der Form der Curven ohne Schwierigkeiten ableiten, und die Richtigkeit dieser Auffassung ist neuerdings in einer Arbeit von de Jager, über die Lungencirculation und den arteriellen Blutdruck (Pflüger's Archiv 27. 152) experimentell nachgewiesen worden.

Eine halbe Stunde vor jeder Sitzung wurde zuerst, des Vergleiches halber, eine Anzahl von Athmungen unter dem gewöhnlichen Luftdrucke aufgenommen. Nachdem einige Sitzungen unter der Einübung des gleichmässigen Athmens hingegangen waren, zeigten die gleichmässig ausgeführten Athmungen von drei Sitzungen übereinstimmende Unterschiede, welche nicht die Form, sondern die Grösse der Curven betrafen. Diese erreichten nämlich im ansteigenden Drucke eine grössere Höhe, als in dem gewöhnlichen und in dem bleibend erhöhten Drucke, wogegen die Curven des fallenden Druckes häufig eine geringere Höhe hatten. Die wie gewöhnlich abwechselnd auftretenden Grössenveränderungen waren deshalb im steigenden und fallendem Drucke nicht ausgeschlossen, es trafen aber die grössten Curven immer auf das Steigen, die durchschnittlich kleineren auf das Fallen des Druckes und bei den kleineren unter diesen erniedrigten sich bei gut ausgeführten Athemzügen die Curven der Einathmung bisweilen fast bis zum Verschwinden, so dass sie eine zusammenhängende, ziemlich gleichmässige Linie zu bilden schienen, während die Curven der Ausathmung zwar kleiner als normal, aber gut entwickelt waren.

Ich versuchte später, die Aufnahmen in derselben Weise bei einem jungen Mann von 17 Jahren zu wiederholen, der schmal gebaut war und die gleiche Beschaffenheit des Pulses, dabei einen etwas kräftigeren Herzschlag hatte, bekam aber hier kein deutliches Ergebniss; freilich muss ich dabei erwähnen, dass er eine sehr geringe Athemgrösse — 1600 Ccm — besass. Uebereinstimmende Grössenverhältnisse fand ich dagegen wieder in den Aufnahmen bei einer Dame von 40 Jahren, deren Puls vollkommen normal war und eine Belastung von 200 bis 250 grm gestattete. Für diese wurde die Druckerhöhung auf 40 Cm Quecksilberhöhe gebracht und es gelang mir in einer Sitzung so viele Curven aufzunehmen, dass ich solche, welche einer stärkeren Elasticität (Contraction) angehörten, sämmtlich ausscheiden konnte, und doch noch genug zum Vergleichen übrig behielt. Hier unterschieden sich die Aufnahmen unter dem fallenden Drucke zum Theile nicht, oder nur wenig von denen des bleibend hohen Druckes, jedoch schlossen sie die kleinsten Aufnahmen unter sich ein, während die Curven des steigenden Druckes höher waren, als alle übrigen.

Wie würden sich nun derartige Veränderungen mit den äusseren

Vorgängen unter dem steigenden und fallenden Drucke in Verbindung bringen lassen.

Die Umstände, welche nach unseren Erfahrungen am Pulse und nach den Beobachtungen am elastischen Rohre die Curven vergrößern können, ohne wesentliche Formveränderungen zu bewirken, sind 1. eine geringe Verstärkung des Herzstosses, 2. eine geringe Vermehrung der Blutmenge der Pulswelle und 3. eine Verengung des Abflussweges. In unseren Fällen lässt sich nun eine während des ansteigenden Druckes durch Erregung oder auf andere Weise etwa eingetretene Verstärkung des Herzstosses ausschliessen, es blieb also, die Möglichkeit einer Vermehrung des während eines tiefen Athmenzuges in die Arterie eintretenden Blutes, und die Möglichkeit einer Verengung der Abflusswege für das Blut der Art. radialis näher zu erwägen.

Im Eingange wurde schon erwähnt, und es ist bekannt, dass während der Zunahme des Luftdruckes eine Veränderung in der Blutvertheilung entsteht, die eine geringere Anfüllung im venösen Systeme zur Folge hat, und welche bei der Rückkehr zum gewöhnlichen Drucke wieder in umgekehrter Weise vor sich gehen muss. Diese Veränderung ist aber nicht von dem Luftdrucke allein abhängig, sondern sie ist in ihrer Grösse bedingt, durch den Grad der Ausdehnbarkeit der Lungen und durch die Grösse der Erweiterung, welche die Ruhestellung der Lunge schliesslich im hohen Drucke annimmt. Ohne auf die allmähliche Ausbildung dieser Veränderung oder auf die dabei betheiligten Verhältnisse näher einzugehen, will ich nur hervorheben, dass während ihrer Entwicklung unter dem zunehmenden Drucke die Lungen bei jedem Athemzuge durchschnittlich etwas mehr Blut aus dem venösen System erhalten müssen, als unter dem gewöhnlichen und dem bleibend erhöhten Luftdrucke. Es wäre daher möglich, dass bei einem unter dem steigenden Drucke von Zeit zu Zeit ausgeführten tiefen Athemzuge auch etwas mehr Blut in die Arterien gelange, als unter anderen Druckverhältnissen. Bei gewöhnlichem Athmen geschieht dies jedoch nicht, und die Curven zeigen keine Veränderung, auch ist der Umfang eines Athemzuges bei ruhigem und unbefangenen Athmen im steigenden und hohen Drucke in der Regel nicht grösser als gewöhnlich.

Mit dem fallenden Drucke müssen die in die Lungen eintretenden Blutmengen wieder abnehmen, was in den schon erwähnten Pulscurven des Emphysematikers deutlich angezeigt erscheint. Für gewöhnlich dürfte man übrigens im fallenden Drucke keine sehr hervortretenden Erscheinungen erwarten, weil die darauf verwandte Zeit länger, die Uebergänge also allmählichere sind.

Indem ich die Umstände hervorhebe, welche unter dem steigenden Drucke, bei dem Einen mehr, bei dem Andern weniger, den Eintritt einer etwas grösseren Blutmenge in die Arterien herbeiführen könnten, bin ich nicht im Stande den Eintritt mit Sicherheit nachzuweisen.

Leichter schon gelingt es, die Wahrscheinlichkeit einer Verengung der Abflusswege des arteriellen Blutes der Radialis nachzuweisen. Jede neu eintretende Vermehrung des Luftdruckes in der Kammer trifft zuerst auf die Oberfläche des Körpers und bedarf immer einer, wenn auch kurzen Zeit, damit sie sich auf die tiefer gelegenen Theile fortpflanze. Bis dies geschehen sein kann, wird aber unter dem zunehmenden Drucke abermals eine Erhöhung des Luftdruckes eingetreten sein, und dies wird sich so lange wiederholen, bis die bleibende Druckhöhe erreicht ist. Während der Zeit des steigenden Druckes werden daher die Capillarnetze der Oberfläche immer etwas stärker gedrückt sein, als die zuführenden Gefässstämme und die Abflusswege für das der Oberfläche zugeführte Blut müssen bei diesem Vorgange etwas verengt werden.

Die Folge einer Verengung des Abflussweges ist immer eine Vergrößerung der Pulscurve, so lange der Inhalt einer Pulswelle bis zur Ankunft der nächsten Welle noch aus der Arterie austreten kann. Dieser Bedingung könnte sowohl durch eine entsprechende Verlangsamung des Pulses, als auch durch die stärkere Entleerung der Venen bei einer tiefen Einathmung genügt werden, und gerade die Hand wäre am besten geeignet, den Vorgang zum Ausdrucke zu bringen, weil sie von allen Körpertheilen die grösste Oberfläche besitzt. Die Vergrößerung der Curven durch Erschwerung des Abflusses lässt sich leicht darstellen, wenn man von den beiden Zweigen, in welche sich die Art. radialis über dem Handgelenke theilt, den einen, der bisweilen sehr oberflächlich liegt, unterdrücken kann: in demselben Augenblicke wann dies geschieht, werden die Pulscurven bedeutend grösser. Dieselbe Erscheinung tritt auf, wenn man während der Aufnahme die Hand vorsichtig zur Faust ballt und dadurch den Abfluss des Blutes erschwert. Diese Vorgänge sowie auch die Vergrößerung der Curven, welche man am elastischen Rohre erhält, wenn die Abflussmündung verengt wird, sind im Supplementband zu Du Bois-Reymond's Archiv 1883 in den Fig. 84, 86, 87 der Tafel IV. dargestellt.

Man könnte allerdings erwarten, dass das Grösserwerden der Curven während des steigenden Druckes auch unter dem gewöhnlichen ruhigen Athmen auftreten würde, allein die Verhältnisse liegen für das Hervortreten der Erscheinung offenbar günstiger, wenn zu gleicher Zeit der Inhalt der Pulswelle ein grösserer wird, so wie bei der Ausathmung eines tiefen Athemzuges.

v. Vivenot erwähnt einer ähnlichen Erscheinung bei ruhigem Athmen, die darin ihren Grund hatte, dass in der betreffenden Sitzung die Druckerhöhung in der kurzen Zeit von 10 Minuten bewirkt wurde, Ste. 388 Fig. 25 seines Werkes, und die er als Perturbationerscheinung hinstellt: das raschere Ansteigen des Luftdruckes musste hier die Wirkung verstärken.

Die in therapeutischer Beziehung werthvolle Verlangsamung des Pulses, die bei v. Vivenot etwas über 4 Proc. betrug, steht nach dessen zahlreichen und gewissenhaften Beobachtungen nicht im Verhältniss zu der gleichzeitigen Verlangsamung der Athemzüge unter dem erhöhten Luftdrucke, und die letztere ist also, wenn sie auch einen bestimmten Einfluss darauf besitzen dürfte, doch nicht die hauptsächlichste Veranlassung. In wie weit die Reibung an den Gefässwänden mitwirkt, dies näher zu bestimmen muss einer weiteren Untersuchung vorbehalten bleiben.

Die Ausschliessung einer durch den Druck in der pneumatischen Kammer bewirkten Zusammenziehung der Arterien, wie sie v. Vivenot annahm, giebt uns eine grössere Sicherheit in der Anwendung dieses Heilmittels, weil man eine nachtheilige Wirkung auf die arterielle Circulation nicht zu befürchten braucht. Zwar werden höhere Grade von Klappenfehlern wegen der Veränderung in der Blutvertheilung von der Behandlung in der pneumatischen Kammer ausgeschlossen bleiben, aber wir können nun bei leichteren, compensirten Klappenfehlern, die an sich keine Störung veranlassen, und bei schwachem Herzen die pneumatische Kammer ohne Bedenken anwenden, wenn sie im übrigen angezeigt ist, und dies ist in der That schon öfters mit Erfolg geschehen. Auch die beruhigende Wirkung des Druckes auf den Puls wird unter diesen Umständen in manchen Fällen als willkommene Beihilfe betrachtet werden können.