

1942.

Ueber den
**Einfluss der Schwere des Blutes auf den Seiten-
druck der Venen in entzündeten und nicht
entzündeten Gliedern.**



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

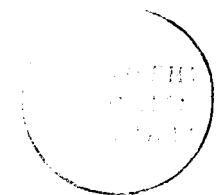
verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserl.
Universität zu DORPAT

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Wilhelm Jrschick,
Rigenser.



Ordentliche Opponenten:

Dr. Senff. — Prof. Dr. Hoffmann. — Prof. Dr. Bergmann.

Dorpat 1874.

Druck von Heinr. Laakmann.

11910

Seinen Eltern

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.
Dorpat, den 18. März 1874. Decan Boettcher.

(Nr. 64.)

vom

Verfasser.

9 50 273

Die von Volkmann¹⁾ als Antiphlogisticum in die Chirurgie eingeführte verticale Suspension hat sich rasch einen bleibenden Platz daselbst gewonnen. Auch in hiesiger Klinik hat sie in einer Reihe von Fällen ihre Triumphe gefeiert und sich als wirksamstes Mittel gegen phlegmonöse Schwellungen an den Extremitäten bewährt. Die Wirkung wird von Volkmann auf die durch alltägliche Erfahrungen constatirten Veränderungen der Blutvertheilung in dem betreffenden Körpertheil zurückgeführt.

Diese Verhältnisse der Circulation einer genaueren Prüfung zu unterziehen, ist Zweck der vorliegenden Arbeit. Als Maass für die Blutvertheilung nahm ich den Seitendruck in der Hauptvene des betreffenden Körpertheils an, und zwar glaubte ich mich aus folgenden Gründen dazu berechtigt.

Die Blutmenge beeinflusst die Spannung des ganzen Gefässsystems. Es ist dieser Satz durch die zahlreichen Beobachtungen, schon der älteren Autoren, Hales, Mengendie, Volkmann, sowie neuerdings von v. Bezold²⁾

1) Volkmann, Neue Beiträge zur Pathologie und Therapie der Krankheiten der Bewegungsorgane p. 1.

2) Bezold, Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Würzburg.

über den Einfluss der Blutentziehung und Blutinjektion auf den Blutdruck genügend festgestellt. Dieselbe Geltung, wie für das ganze Gefässsystem, muss er auch für einzelne Abschnitte desselben haben. Auch dieses ist frühzeitig durch Experimente dargelegt worden. Poissuille¹⁾ beobachtete in der Pfortader eines Pferdes ein starkes Sinken des Druckes, wenn er eine Gekrösearterie anschnitt; bei Oeffnung weiterer Arterien sank der Druck immer mehr und stieg bei Verschluss derselben allmählich wieder an. Schon E. H. Weber²⁾ macht den Druck an jeder Stelle einzig und allein von dem Blutvolumen abhängig, ja es erfordert sogar seine ganze Theorie des Blutkreislaufes, dass die gleiche Menge zutretender Flüssigkeit auch die gleiche Druckerhöhung zur Folge habe, dass der Druck in jedem Röhrenelement dem Blutvolumen direkt proportional sei.

Die von Weber aufgestellte Kreislauftheorie gilt heute nicht mehr in ihrem vollen Umfange. Es haben sich im Laufe der Zeit viele Abweichungen seines Kreislaufschemas von den Verhältnissen, wie sie sich im Thierkörper finden, herausgestellt, selbst die Bedingungen, auf denen dasselbe basirt ist, sind nicht alle zugetroffen. So hat sich namentlich in den Versuchen von Donders und Gunning³⁾, über den Elasticitätscoefficienten, ergeben, dass die Capacität der Gefässe nicht der Druckerhöhung proportional wachse, sondern dass auf je ein Mm. Quecksilberdruck der Inhalt in den Venen regressiv, in den Arterien progressiv zunehme. Allerdings sind diese

1) Volkmanu, Hämodynamik nach Versuchen p. 473.

2) Müller's Archiv 1853. p. 158.

3) Donders Physiologie des Menschen Bd. I. p. 111.

Unterschiede sehr gering, so dass sie bei geringen Druckveränderungen kaum ins Gewicht fallen.

Wenn nun in einem bestimmten Gefässabschnitt, der sich unter Verhältnissen befindet, die eine sofortige Ausgleichung mit der Spannung des übrigen Gefässsystems hindern, Kräfte wirken, die, entweder im Sinne der Triebkraft oder im entgegengesetzten Sinne, Störungen der normalen Blutbewegung und Blutvertheilung hervorrufen, so werden dadurch auch Veränderungen des Seitendrucks gegeben, die sich aber an den verschiedenen Theilen des Gefässabschnittes in verschiedener Weise geltend machen müssen.

In den Arterien, zumal den grösseren, ist die Schwerkraft als beförderndes oder entgegenwirkendes Moment nur von untergeordneter Bedeutung. Der Druck, unter dem das Blut steht, ist so hoch, dass eine Vermehrung oder Verminderung der Widerstände, in Folge der entgegenwirkenden oder im Sinne der Triebkraft wirkenden Schwere, ihn nur in relativ sehr geringer Weise verändern kann. Diese Veränderungen werden noch durch das ganz entgegengesetzte Verhalten des venösen Blutstromes beeinflusst. Wenn in einer aufsteigenden Arterie die Schwere des Blutes der Triebkraft entgegenwirkt und den Seitendruck erhöht, so muss andererseits durch Beschleunigung des venösen Rückflusses in der absteigenden Vene eine Spannungsveränderung in dem ganzen Capillarsystem gegeben werden, die in Folge der verminderten Widerstände, den Effect der Schwere der arteriellen Blutsäule beeinflusst oder compensirt. Für die kleineren Arterien, die ihr Blut direct in die Capillaren treiben und deren Druck vorherrschend von der Spannung des Capillarsystems ab-

hängig ist, muss dagegen die Schwerkraft des Blutes sich in derselben Weise wie auf dieses geltend machen.

Anders ist es bei den Venen. Bei den geringen Triebkräften des venösen Blutstromes muss jede noch so geringe Vermehrung oder Verminderung dieser Kraft schwer in's Gewicht fallen. Jedes Hinderniss, durch welches ein Missverhältniss zwischen Triebkraft und Widerständen entsteht, bewirkt eine Verlangsamung des Blutstromes, eine Anhäufung des Blutes im ganzen Venensystem und in dem Maasse eine Erhöhung des Seitendruckes. Allerdings geht, streng genommen, der Seitendruck und die Ausdehnung der Vene nicht genau proportional, wie Donders und Gunning in den bereits citirten Versuchen nachgewiesen haben, doch können diese Verhältnisse, die sich bei Anwendung grosser Druckhöhen ergaben, bei den verhältnissmässig kleinen Druckwerthen, mit denen wir es im Venensystem zu thun haben, füglich unberücksichtigt gelassen werden.

Auch für die Füllung der Capillaren, deren Spannung ich selbstverständlich keiner direkten Messung unterziehen konnte, glaubte ich den Seitendruck in den Venen als Maass nehmen zu können, indem ich von der Voraussetzung ausging, dass dieser, wenn er sich auch nicht der Spannung des Capillarsystems direkt proportional verhielte, so doch in einer Wechselbeziehung zu derselben stände, in der Weise, dass die Zu- und Abnahme der ersteren die gleiche Veränderung der letzteren und umgekehrt zur Folge habe.

Der Blutdruck in den Capillaren hängt einerseits von der Spannung der kleinsten Arterien ab und schliesst sich andererseits an den Druck der kleinsten Venen an. Wenn nun die Blutbewegung im Gebiet der Venen ein Hinder-

niss erfährt, so muss durch die Zunahme der Widerstände auch im ganzen oberhalb gelegenen Abschnitt des Gefässsystems der Druck zunehmen, oder es muss sich (nach Donders) der Blutdruck in der Weise vertheilen, dass er von den grösseren Arterien an bis zu dem Hinderniss mehr allmählig abfällt, in den Arterien langsamer abnimmt, in den Capillaren grösser ist und in den Venen allmählig abfällt. In welchem Maasse ein solches Hinderniss den Druck zu vermehren im Stande ist, lehrt das Experiment von Poisseuille ¹⁾, welchem das nach Unterbindung sämmtlicher Schenkelvenen in die allein übriggebliebene vena cruralis eingeführte Hämodynamometer einen Druck wies, welcher dem Druck der entsprechenden Arterie gleich kam.

Andererseits muss aber, wenn der Druck in dem Capillarsystem ein abnorm grosser ist, wegen der bestehenden Spannungsdifferenz eine grössere Menge Blut in die Venen getrieben und so der Druck in ihnen erhöht werden.

In derselben Weise beeinflusst eine Verringerung des Seitendruckes der Venen die Spannung des Capillarsystems und eine geringe Spannung der Capillaren wiederum den Seitendruck der Venen. Die Veränderungen des Seitendruckes der Venen geben somit auch Aufschluss über das Verhalten der Capillaren.

Bei der Anstellung meiner Versuche wollte ich nach folgendem Plan vorgehen. In einer ersten Versuchsweise sollten die Druckveränderungen an den Venen eines Körpertheils bei bedeutenden Lageveränderungen untersucht werden. Bei einer zweiten sollten die gleichen Beobachtungen an Thieren angestellt werden, an denen vorher ent-

1) Volkmann. Hämodynamik pag. 140.

zündliche Prozesse in dem Capillargebiete der betreffenden Vene hervorgerufen waren. Drittens endlich sollten, behufs Vergleichung, gleichzeitige Druckbestimmungen an den entsprechenden Venen eines entzündeten und eines nicht entzündeten Gliedes durchgeführt werden. Die Lösung der letzten Aufgabe ist mir nicht möglich gewesen; es stellten sich ihr Hindernisse in den Weg, auf die ich noch später eingehe, die mich nöthigten, von der Erreichung des mir gesteckten Zieles abzustehen.

Das Thema zur vorliegenden Arbeit verdanke ich Herrn Prof. Bergmann, der es auch bei der Bearbeitung an Unterstützung mit Rath und That nicht hat fehlen lassen. Hierfür, sowie für die vielfache Anregung und Belehrung, die mir in der ganzen Zeit, wo ich das Glück hatte, an seiner Klinik thätig zu sein, in reichlichem Maasse zu Theil wurde, fühle ich mich ihm zu tiefstem Dank verpflichtet, dem ich an dieser Stelle nur in diesen wenigen Worten Ausdruck verleihen kann.

Auch Herrn Prof. A. Schmidt, der mir die Apparate seines Cabinets zur Benutzung überliess, statue ich hierfür meinen Dank ab.

Der berühmte Versuch von Stephan Hales, der zuerst den glücklichen Gedanken, den Blutdruck durch exakte Messungen zu bestimmen, zur That erhob, hat alsbald vielfache Messungen in den einzelnen Abschnitten des Gefässsystemes nach den verschiedensten Methoden zur Folge gehabt. Die Anregung zur experimentellen Behandlung dieser Frage gegeben zu haben, ist der Hauptwerth, der seinen primitiven Versuchen beizumessen ist, da die mangelhafte Methode, nach welcher dieselben unternommen wurden, nicht im Stande war, denselben irgend eine grössere Bedeutung beizulegen. Hales¹⁾ machte seine Versuche in folgender Weise. An eine lange Glasröhre wurde ein rechtwinklig gebogenes Metallröhrchen angekittet, das freie Ende des letzteren in ein geöffnetes Gefäss eingebunden und als Maass des Seitendrucks die in der vertikalen Glasröhre aufsteigende Blutsäule benutzt. Dieses Verfahren hatte neben vielen Mängeln, die sich noch in den nächstfolgenden Versuchen, so von Poisseuille²⁾ und Mogk³⁾, wiederfanden, noch das Unzweckmässige, dass die Beobachtung der Schwankungen nicht genau sein und wegen des raschen Gerinnens nicht auf längere Zeit ausgedehnt werden konnte. Ein fernerer Fehler,

1) Hales, Statik des Geblüts. Halle 1748.

2) Poisseuille. Magendie, Journal de Phys. T. IX, pag. 341.

3) Mogk. Ueber die Stromkraft des venösen Blutes in dem Hohladersystem. Henle u. Pfeuffer, Zeitschr. f. rationelle Medicin, Bd. III, p. 33.

der aber mehr für die Messungen an den Arterien, als an den Venen in Betracht kam, bestand in der Entziehung einer größeren Menge Blut aus dem Thierkörper, wodurch die Spannung bedeutend herabgesetzt werden musste. Die letzteren Nachteile wurden in dem Verfahren von Poisseuille, der in seinem bekannten Hämodynamometer die Höhe einer Quecksilbersäule als Druckmesser anwandte, vermieden, jedoch zeigte auch diese Methode vielfache Mängel, die, schon von Mogk zum Theil hervorgehoben, ihre rechte Würdigung erst durch Volkmann erfuhren. Mogk sieht die Fehlerquellen des Poisseulleschen Verfahrens in der vollständigen Versperrung des venösen Blutstroms durch das Hämodynamometer einerseits und in der Wirkung der Muskelcontraktionen und Venenklappen andererseits. Wenn nämlich bei eingeführtem Hämodynamometer der Druck in den Venen durch Muskelcontractionen vorübergehend gesteigert wird, so muss sich die Druckveränderung im Hämodynamometer durch einen höheren Stand der Quecksilbersäule kund thun. Nun verhindern aber die sich nur nach dem Herzen zu öffnenden Klappen den Rückfluss des Blutes bei Nachlass der Muskelwirkung, und die vorübergehende Druckerhöhung hat eine bleibende Erhöhung des Standes der Quecksilbersäule im Hämodynamometer zur Folge. Dem entsprechend fand Mogk die mit dem Hämodynamometer erhaltenen Werthe abnorm hoch. Volkmann¹⁾ fand, dass sowohl Hales als auch Poisseuille in ihren Versuchen über den Blutdruck nicht die verschiedenen Druckwerthe, welche diesen bilden, auseinander gehalten haben; in den Versuchen beider zeigte der Stand des Druckmessers nicht bloss die Widerstandshöhe, sondern auch die Geschwindigkeitshöhe an. Es ist somit das, was gemessen wurde, „die Totalität der Kraft,

1) a. a. O. pag. 133.

welche in dem berücksichtigten Gefäss sowohl die Widerstandshöhe besiegt, als auch die Bewegung zu Stande bringt“. Dies gilt in seiner ganzen Strenge aber nur für die Fälle, in denen eine Ausgleichung des Blutstroms durch collaterale Arterienäste resp. Venenanastomosen nicht möglich ist. Sind jedoch solche vorhanden, so gestalten sich die Druckverhältnisse anders. Volkmann¹⁾, der auch diese Verhältnisse einer genaueren Würdigung unterzogen hat, sagt darüber. „Wenn man das Instrument mit der Mündung gegen die Capillaren in eine Vene eingebunden hat, so wird der Blutlauf in dieser und in allen ihren Aesten bis zu den Punkten gehemmt, wo die Bewegung durch Anastomosen mit benachbarten Blutadern ermöglicht wird. Da nach hydrostatischen Gesetzen der Blutdruck durch die ganze Strecke der Gefässe, in welcher die Flüssigkeit zum Stillstande kommt, gleich gross sein muss, so misst das Hämodynamometer im betreffenden Fall den Seitendruck der nächstgelegenen Anastomosen, die Richtung vom Instrument zu den Capillaren genommen. Es versteht sich von selbst, dass die Anastomose, von der hier die Rede ist, eine solche sein muss, welche den Uebergang des Blutes aus der unterbundenen Vene in eine für den Kreislauf offene auch wirklich gestatte. Setzen wir den Fall, es fehlte an geeigneten Anastomosen zwischen den Nachbarvenen gänzlich, so würde das Hämodynamometer den Druck des venösen Haargefässsystems messen, und nehmen wir endlich an, das Instrument wäre in das einzig rückführende Gefäss eines Gliedes eingebracht, so könnten wir durch den Versuch nur den Druck der entsprechenden Arterie erfahren.“ Mogk machte Blutdruckbestimmungen in den Venen nach zwei verschiedenen Richtungen hin. In der ersten Versuchsreihe operirte er mit einem von ihm und Ludwig construirten In-

1) a. a. O. p. 139.

strumente. Dieses, sowie sein ganzes Verfahren, welches darauf gerichtet war, die Fehler des Poisseuilleschen zu vermeiden, beschreibt er ausführlich in der bereits citirten Arbeit p. 46—48. Im Wesentlichen besteht das Instrument aus einem kleinen, an einer Seite geschlossenen Hohlcyliner, welcher in seiner Mitte ein unter rechtem Winkel abgehendes prismatisches Röhrchen trägt. Beide stehen in offener Communication. Das kleine Röhrchen setzt sich in ein grösseres, durch einen Hahn verschliessbares Rohr fort. Durch einen Schlitz wird der kleine Hohlcyliner, mit der offenen Seite zu den Capillaren gerichtet, in die Vene eingeführt und durch eine Platte, welche beim Verschieben durch eine Schraube die Venenwand an die obere Wand des Cylinders drückt, darin befestigt.

In diesen Versuchen vermeidet Mogk allerdings die Fehler, die er an der Methode Poisseuilles rügte. Der Strom des venösen Blutes ist nicht behindert, und, da der Abfluss in der Richtung zum Herzen hin frei ist, so kann eine Muskelcontraction nur eine vorübergehende nicht anhaltende Steigerung zur Folge haben. Es entstand aber nun die Frage, welche Summe von Kräften mit diesem Instrumente gemessen werde. Mogk¹⁾ selbst glaubte, er messe, da die Oeffnung dem Blutstrom entgegengerichtet sei, „alle von dieser Seite herrührende Kraft“; allein Volkmann wies nach, dass der Druckmesser nicht die ganze Stromkraft messen könne, weil das horizontale Röhrchen sich nach den Capillaren hin nicht trichterförmig erweitere, dass damit vielmehr nur die Widerstandshöhe, vermehrt durch ein unbekanntes Bruchstück der Geschwindigkeitshöhe, gemessen werde. Die gefundenen Werthe sind somit für den Seitendruck allein zu hoch, für den gesammten Blutdruck zu niedrig.

1) Mogk a. a. O. pag. 49.

In der zweiten Versuchsreihe macht Mogk Messungen nach einem von Ludwig und Spengler angegebenen Verfahren. Das Ludwig-Spengler'sche Ansatzstück besteht aus einem kurzen cylindrischen Röhrchen, an dessen Ende eine kleine schmale Platte befestigt ist. Diese wird durch einen Schlitz in das betreffende Gefäss eingeführt und durch eine andere, bewegliche Platte an der Gefässwand angedrückt erhalten. Da die Mündung dieses Instruments dem Blutstrom nicht entgegensieht, sondern die Canüle, durch welche das Blut in das Hämodynamometer dringt, mit der Axe des Gefässes einen rechten Winkel bildet, so wird durch dieses Ansatzstück der reine Seitendruck gemessen. Dem entsprechend sind die Werthe, die Mogk in seinen beiden Versuchsweisen fand, sehr verschieden. Bei dem ersten Verfahren fand er in der vena jugul. des Hundes den Durchschnittswerth von 110, bei dem zweiten dagegen — 160 Mm. Wasser. Die Richtigkeit der letzteren Zahl wird freilich von Volkmann¹⁾, der in seinen Versuchen nie negative Druckwerthe erhalten hat, bestritten, und die grosse Druckdifferenz zwischen beiden Versuchsreihen aus theoretischen Gründen auf grobe Beobachtungsfehler zurückgeführt.

Blutdruckbestimmungen an den Venen sind ferner von Favre²⁾ angestellt worden. Sein Verfahren und die Gründe, welche ihn dazu veranlassten, theilt er in folgender Weise mit:

Considérant que les veines caves sont en définitive le dernier aboutissant des troncs veineux, sur lesquels ont porté toutes les expériences de mes devanciers, j'ai pensé que le chiffre de leur pression serait la moyenne la plus exacte des pressions veineuses, dont je voulais obtenir le terme moyen. En conséquence, adaptant l'hémodynamomètre à une sonde

1) Volkmann, a. a. O. p. 357.

2) Gazette médicale de Paris 1856. p. 728.

suffisamment longue et flexible, nous avons ouvert la jugulaire sur un animal sain et maintenu debout. L'instrument a été poussé jusque dans la veine cave postérieure, et le résultat a été, que la pression veineuse était sensiblement égale au dixième de la pression carotidienne.

In ähnlicher Weise waren schon früher Versuche von Poiss e uille und Mag e n d i e behufs Prüfung des Einflusses des Respirationsmechanismus auf den Blutdruck der Venen, und von W e y r i c h ¹⁾ zum Zwecke der Feststellung einer selbstständigen Saugkraft des Herzens, angestellt worden.

Die ersteren haben in ihren Versuchen übereinsimmend colossale Druckdifferenzen zwischen In- und Expirationsphasen erhalten, Schwankungen von — 70 bis zu + 60 Mm. Hg, die bei verstärkter Respiration sich noch bedeutend steigerten, jedoch stets so, dass der negative Druck beim Einathmen den positiven beim Ausathmen übertraf. Diesen übereinstimmenden Resultaten gegenüber, verhält sich der von F a i v r e ²⁾ gefundene Werth höchst eigenthümlich; er betrug den 10. Theil des Seitendrucks der Carotis, d. h., nach dem für diese früher angegebenen Werth von 160 Mm., 16 Mm. Hg.

Nachdem schon früher von Ludwig ³⁾ und Spengler ein Instrument construirt war, welches den reinen Seitendruck zu messen gestattete, und dieses im Laufe der Zeit von Valentin ⁴⁾ in der Weise modificirt worden war, dass die Schraube, welche die bewegliche Platte an die Aussenwand der Vene drückt, durch eine spiralig gekrümmte Feder ersetzt wurde, ersann Volkmann ³⁾ ein Verfahren, welches in Bezug auf Sicherheit der Resultate zum Mindesten den vorhergehenden gleichkommt,

1) Weyrich, De cordis adspiratione experimenta. Diss. Dorpat 1853.
2) a. a. O. p. 728. 3) Spengler, Symbolae ad theoriam sanguinis arteriosi fluminis. Marburgi 1845. 4) Valentin's Jahrbuch der Physiologie Bd. I. p. 454.
5) a. a. O. p. 145.

an Einfachheit und Leichtigkeit der Handhabung sie bei weitem übertrifft. Volkmann bediente sich bei den Bestimmungen des Seitendrucks eines dreischenklichen T förmigen Röhrchens. Die beiden in einer graden Linie liegenden Schenkel wurden in die beiden Enden des durchschnittenen Gefässes eingeführt und darin befestigt, der dritte zu den beiden anderen senkrecht stehende Schenkel wurde mit einem Druckmesser in Verbindung gebracht. Für diese dreischenkliche Canüle hat Volkmann noch einen eigenen Druckmesser auf Grundlage des Mariotteschen Gesetzes construirt. Als Maass für den Seitendruck dient das Volumin der in einer Glasröhre eingeschlossenen und durch die aufsteigende Blutsäule comprimierten Luft. Das Instrument besteht im Wesentlichen aus einer dreischenklichen Canüle mit einem sehr langen, oben luftdicht verschliessbaren, senkrechten Schenkel. Bei der entsprechenden Stellung des anderthalb mal durchbohrten Hahns wird das Blut in jenem aufsteigen und die Luft nach Maassgabe des vorhandenen Seitendrucks comprimieren. Die nähere Beschreibung des Instruments, sowie die vielfachen Vorzüge, die ihm Volkmann vindicirt, finden sich a. a. O. S. 145—148.

Den von Volkmann gerühmten Vorzügen gegenüber macht Valentin ¹⁾ auf einige in dem Verfahren liegende Mängel aufmerksam, aus denen Fehlerquellen entspringen, welche einerseits den Werth der Beobachtung bedeutend beeinträchtigen und bei deren Vermeidung andererseits das Verfahren viel an seiner Einfachheit und Leichtigkeit verliert. Der Fehler besteht darin, dass das einströmende Blut die Luft in der Canüle erwärmt; die Wärmeausdehnung wirkt dem Blutdruck entgegen.

Wenn diesem erwähnten Fehler immerhin, wenn auch auf Kosten der Einfachheit des Verfahrens, Abhülfe werden kann, so besitzt dagegen der Apparat noch einen Mangel, der

1) Valentin. Nachträge zur 2. Aufl. d. Jahrbücher d. Physiologie p. 21.

sich auf keine Weise beseitigen lässt, nämlich den, dass er nicht mit dem Kymographion in Verbindung gesetzt werden kann, somit nicht im Stande ist, die zeitlichen Veränderungen des Drucks anzugeben. Diesem Umstande ist es wohl zuzuschreiben, dass der Apparat so wenig Verbreitung gefunden hat.

Wohl aber hat sich die dreischenkligte Canüle in allen mit ihr angestellten Versuchen bewährt. Neben der leichteren Handhabung hat sie vor dem Ludwig-Spengler'schen Ansatzstück noch den Vortheil der grösseren Sicherheit voraus. Diese wird ganz besonders durch die unveränderliche Weite an der Stelle der Druckmessung gewährt, während bei dem Ludwig-Spengler'schen Ansatzstücke jede leise Bewegung des Thieres leicht Verengerung, resp. Erweiterung der Stelle der Einführung zur Folge hat, und in welchem Grade eine plötzliche Veränderung des Lumens den Druck beeinflusst, ist aus den Versuchen an starren Röhren genügend bekannt.

Die Wahl einer Methode für die Bestimmung des Seitendrucks, konnte mir nach dieser Betrachtung nicht schwer sein. Die Methoden Poisseuille's, Mogk's, Faivre's etc. konnten überhaupt nicht in Betracht kommen, da bei den von mir beabsichtigten Versuchen, neben den Veränderungen des Seitendrucks, auch solche der Stromkraft zu erwarten standen. Die Druckschwankungen hätten mir somit die Summe der Veränderungen der Stromkraft und des Seitendrucks angezeigt und es unentschieden gelassen, wie viel davon auf den einzelnen Factor kommen. Es kommen also nur in Frage das Ludwig-Spengler'sche Ansatzstück und die dreischenkligte Canüle. Die Vorzüge der letzteren waren auch bei den von mir beabsichtigten Versuchen von grösster Wichtigkeit, und es wurde daher diese in allen Versuchen angewandt. Die Canüle die ich benutzte, war von Glas; eine solche ist auch schon von BezoId¹⁾

1) a. a. O. pag. 360.

gebraucht worden. Die Vortheile, die sie vor den Metallcanülen voraus hat, bestehen erstens in der Möglichkeit der direkten Beobachtung der Blutbewegung und zweitens werden nach den Versuchen von Helmholtz und Piotrowsky¹⁾ Verhältnisse geschaffen, die den physiologischen genauer entsprechen.

Die vorliegenden Druckbestimmungen sind alle an Hunden in der vena jugul. externa angestellt worden. Zuder Wahl gerade dieser Vene wurde ich durch folgende Gründe bestimmt. Die Jugularis externa entsteht bei Hunden in der Höhe des Kehlkopfs aus der Vereinigung der vordern und hintern Gesichtsvene. Durch erstere bezieht sie das Blut aus den Venenzweigen des Gesichts und der Zunge, während die letztere ihr durch die Ohrvene und Schläfenvene das Blut sämtlicher Weichtheile des Schädels, und durch die Jugularis interna das Blut aus dem Sinus transversus zuführt. Die der Jugularis communis entsprechende Vene ist beim Hunde höchst unbedeutend. Jede Jugularis externa bildet somit den Hauptabzugscanal des venösen Blutes der betreffenden Kopfhälfte, und zwar in so vollkommener Weise, wie es sich an keinem anderen Gliede wiederfindet. Ein zweiter Umstand, der für die Wahl der Jugularis bestimmend war, war die Weite derselben, die die Einführung der ziemlich starken Glascanüle, mit der ich operiren wollte, leicht gestattete. Weiterhin war von Wichtigkeit die oberflächliche Lage, die eine Blosslegung der Vene ohne grösseren operativen Eingriff ermöglichte, und endlich konnte der Umstand nicht unterschätzt werden, dass die Vene in ihrem ganzen Verlauf nur sehr wenige und sehr kleine Aeste aufnimmt, somit in ihrer ganzen Ausdehnung freigelegt werden konnte, ohne dass durch Unterbindung der Nebenzweige oder Anastomosenvenen die Blutdruckverhältnisse wesentlich alterirt zu werden brauchten.

1) Helmholtz und Piotrowsky. Wiener Sitzungsberichte Bd. 40.

Alle diese Verhältnisse concurriren, um die Vena jugularis ext. vor allen anderen Venen, die bei meinen Versuchen hätten berücksichtigt werden können, geeignet erscheinen zu lassen. Wohl besitzt die hintere Extremität einen Hauptabzugs canal von ziemlich bedeutendem Lumen in der Cruralis nach Aufnahme der Vena prof. und saphen. mag., allein von dieser Stelle bis zu dem Poupartschen Bande ist die Vene kurz, die Lage und der Verlauf nicht günstig. Weiter abwärts von der Einmündungsstelle der genannten Venen ist sie schwer zugänglich, mit vielen Nebenästen versehen, von sehr geringem Lumen. An den vorderen Extremitäten hingegen existirt kein venöses Hauptgefäss, der venöse Rückfluss vollzieht sich auf verschiedenen Bahnen. Dem entsprechend sind die Venen hier alle klein und trotz ihrer günstigen Lage und Verlaufsrichtung unbrauchbar.

Bei Anstellung meiner Versuche musste ich zunächst auf die Beschaffung eines Apparates bedacht sein, der es mir gestattete, die Lage des Versuchstieres beliebig zu wechseln, ohne dabei die Stellung des Punktes, an dem die Druckmessung stattfinden sollte, zu dem Manometer zu ändern, noch auch durch Erschütterungen Schwankungen der Manometersäule hervorzurufen. Letzteren Uebelstand zu vermeiden, machte keine grösseren Schwierigkeiten; es bedurfte nur eines Lagerungsbrettes, welches um eine Axe beweglich war und bei der nöthigen Sorgfalt konnte es nicht schwer sein, die Erschütterungen zu vermeiden. Um der ersteren Anforderung Genüge zu leisten, war nothwendige Bedingung, dass die Canüle genau in der Axe zu liegen kam, damit bei den Bewegungen des Apparates und des Versuchstieres das Zuleitungsrohr des Manometers stets horizontal bleibe, und die Höhe der Manometerflüssigkeit sich nicht unabhängig von den Blutdruckschwankungen ändere.

Der Apparat, der diesen Anforderungen entsprechen sollte, war in folgender Weise construirt. Zwischen zwei parallelen, hölzernen, durch ein Fussgestell verbundenen Pfosten, war ein hölzerner Rahmen um eine eiserne, in der Mitte durchbrochene Axe beweglich. Von den beiden Enden desselben in gleichen Abständen von der Axe, verliefen je zwei Schnüre zu einer gleichfalls zwischen beiden Pfosten, an ihren unteren Enden befindlichen Rolle, die durch eine Kurbel in Bewegung gesetzt werden konnte. Die Befestigung der Schnüre an der Rolle war in der Weise bewerkstelligt, dass bei den Bewegungen der letzteren nach der einen Seite in Folge der Aufrollung der Schnur das entgegengesetzte Ende des Rahmens sich senken musste und umgekehrt. In dem Rahmen befand sich eine Leinwand, die nur an der einen Längsseite desselben vollständig befestigt, an ihrem gegenüberliegenden Rande mit einer Reihe von Ringen zur Anknüpfung an eine entsprechende Reihe von Stiften an der anderen Seite des Rahmens versehen war. Durch Anknüpfung resp. Lösung einzelner Ringe konnte die Leinwand an den entsprechenden Stellen nach Bedarf stärker gespannt oder erschlafft werden. Die Lagerung des Versuchstieres auf diesem Apparat geschah in folgender Weise. Nach Fixirung des Rahmens in der horizontalen Lage durch zwei Stifte zu beiden Seiten der Kurbel, wurde das geknebelte und narkotisirte Versuchsthier so auf die ausgespannte Leinwand gelegt, dass die Stelle der Druckmessung mit der Axe in eine verticale Ebene zu liegen kam. Durch Lösen der Ringe der Leinwand wurde diese so weit gesenkt, dass das Gefäss auch in derselben Höhe mit der Axe zu liegen kam und das Versuchsthier dann in dieser Lage befestigt. Die Befestigung konnte durch Schnüre, die auf der einen Seite von dem Knebel zu zwei am Kopfende des Rahmens befindlichen Holzzapfen, auf der anderen Seite von den unteren Extremitäten zu gleichen

Zapfen am Fussende verliefen, in leichter Weise bewerkstelligt werden. Wurde das Fussende des Apparates gesenkt, so verhinderten die vom Knebel ausgehenden Schnüre ein Herabgleiten des Thieres, wurde das Kopfende gesenkt, so wurde die Fixirung durch die Befestigung der hinteren Extremitäten bewirkt.

Alle Versuchsthiere befanden sich in tiefer Narkose. Die Aufhebung der willkürlichen Muskelbewegung erschien nicht nur der grösseren Leichtigkeit und Sicherheit des Operirens halber wünschenswerth, sie war vielmehr durch die Fehlerquellen, die das Bestehen derselben hervorgerufen hätte, geboten. Es waren dies die Verrückung der Canüle aus ihrer Lage, und die Compression der Vene durch die contrahirten Muskeln. Die Nothwendigkeit der unverrückten Lage der Canüle in der Axe des Apparates ist schon oben betont worden. Schon die Reaction des geängstigten, aufgeregten Thieres bei den vorbereitenden Operationen zeigte zur Genüge, dass selbst eine so starke Befestigung, wie die auf dem Operationsbrett, keineswegs im Stande sei, alle Bewegungen des Thieres aufzuheben. Es lag somit die Gefahr sehr nahe, dass sich diese bei der viel schwächeren Befestigung auf dem Lagerungsapparat erst recht geltend machen würden. Eine Verrückung der dreischenkigen Canüle, nach oben oder unten von der Axe, würde nun, selbst abgesehen von den Zerrungen und Erschütterungen des ganzen druckmessenden Apparats, die Zuleitungsröhre aus der horizontalen Lage bringen und dem entsprechend die Höhe der Flüssigkeitssäule im Manometer ändern, während Verschiebungen derselben vor oder hinter die Axe, wegen des Bogens, den sie dann beschreiben muss, erst bei den Bewegungen des Lagerungsapparats eine derartige Wirkung äussern würden. Die Beeinflussung des Blutdrucks durch die Muskelcontractionen hat schon Mogk erkannt und zu würdigen gewusst.

Um möglichst übereinstimmende Resultate zu erhalten,

war es wünschenswerth, in allen Versuchen dasselbe Narkoticum anzuwenden. Den Vorzug vor allen übrigen Mitteln erhielt das Curare, einmal wegen der grösseren Sicherheit der Wirkung und zweitens weil es von allen bekannten Mitteln den geringsten Einfluss auf Herzthätigkeit und Blutspannung besitzt, somit Verhältnisse schafft, die den physiologischen am nächsten stehen. In Anwendung kam es als Injection von 4—8 Ccm. einer 1% Lösung in eine Vene. Als Reaction traten schon nach einigen Minuten heftige Krämpfe auf, die aber nach 2—3 Minuten bedeutend schwächer wurden und bis spätestens 10 Minuten ganz schwanden. Beim Nachlassen derselben wurde sofort die künstliche Athmung eingeleitet. In der ersten Hälfte meiner Versuche machte ich die Injection in dieselbe Jugularis, an der ich nachher die Druckmessung vornehmen wollte, in der Hoffnung, auf diese Weise am raschesten zum Ziele zu kommen. Später jedoch änderte ich dieses ab, weil ich die grosse Sterblichkeit meiner Versuchsthiere auf die Wahl dieser Vene zurückführen zu müssen glaubte. Von dem Augenblick der Curareinjection bis zum Beginn der Druckmessung verging gewöhnlich längere Zeit. Die nach der Injection nothwendig gewordene Abklemmung der Vene leistete der Bildung von Gerinseln Vorschub. Hatten sich nun solche gebildet, und wurde nach Einführung der Canüle der Blutstrom frei gegeben, so wurden durch diesen die Coagula fortgerissen und in das Herz transportirt. Es wurde diese Vermuthung dadurch in mir geweckt, dass die Versuchsthiere, die die Curarevergiftung bis dahin durchaus gut vertragen hatten, häufig gleich nach Abnahme der Klammern starben. Später machte ich die Injection in die Vena saphena an der hinteren Extremität, und wenn ich auch noch häufig genug den zu frühen Tod meiner Versuchsthiere zu beklagen hatte, so waren doch die Resultate weit weniger ungünstig.

Bei Anstellung der vorliegenden Versuche wurde zunächst das Kymographion in Stand gesetzt, die Trommel mit dem besten Papier überzogen und mit dem Uhrwerk, welches sie in Bewegung setzt, in Verbindung gebracht, die Umdrehungsgeschwindigkeit durch die Stellschraube regulirt und in den ersten Versuchen auf 200, in den späteren auf 500 Sec. festgesetzt. Um bei meinen Versuchen ergiebigere und deutlichere Ausschläge zu erzielen, sowie auch zur Vermeidung der bei dem gebräuchlichen Quecksilber-Dynamometer Poisseuille's stets nöthigen Correcturen, nahm ich von diesem Abstand und benutzte ausschliesslich das von Cramer¹⁾ construirte und beschriebene Wassermanometer. Dasselbe ist U-förmig gebogen, besitzt einen längeren Schenkel, der den Schwimmer trägt, und einen kürzeren, der am Ende eine horizontale Biegung zur Verbindung mit dem Zuleitungsrohr zeigt. Diese Verbindung, so wie die zwischen Zuleitungsrohr und dem senkrechten Schenkel der in die Vene eingeführten Canüle, wird durch einen kurzen Gummischlauch bewerkstelligt. Das horizontale Ende des kürzeren Manometerschenkels befand sich in gleicher Höhe mit der Axe des Lagerungsapparates, so dass das Zuleitungsrohr bei der richtigen Lage der Canüle die horizontale Stellung einzuhalten gezwungen war. Als Monometerflüssigkeit wurde durchweg eine Kochsalzlösung von 25 : 100 angewandt, jedoch sind die Druckwerthe nachher auf Wasser reducirt. Nach Füllung des Manometers mit der Kochsalzlösung wurde der Schwimmer eingeführt und die Nulllinie gezeichnet.

Nachdem das Kymographion zu dem bevorstehenden Versuch vollständig hergerichtet war, wurde zu den vorbereitenden Operationen geschritten. Zunächst wurde an dem in der

1) Cramer. Experimentelle Untersuchungen über den Blutdruck im Gehirn. Dissert. Dorpat 1873.

Rückenlage auf das Operationsbrett gebundenen Versuchsthier die Tracheotomie in der bekannten Weise ausgeführt und die Glasröhre in die Trachea eingebunden. Von derselben Hautwunde aus wurde dann die Haut so weit abpräparirt, dass die Jugularis, an welcher der Versuch angestellt werden sollte, sichtbar wurde. In den ersten Versuchen wurden nach geschener Eröffnung und Injection Klemmpincetten angelegt, in den späteren wurde die Vene sorgfältig mit dem Hautlappen bedeckt, darauf die Saphena blossgelegt, die Injection in gewöhnlicher Weise ausgeführt, die Vene unterbunden und endlich die künstliche Respiration eingeleitet. War diese im Gang, die Herzaction gut, das Krampfstadium vorüber, so wurde das Thier von dem Operationsbrett losgebunden, auf den Lagerungsapparat gelegt und in der erwähnten Weise daselbst befestigt. Erst jetzt wurde die Vena jugularis vollständig blossgelegt, in ihrem ganzen Verlauf von dem sie umgebenden Bindegewebe abpräparirt und nach Anlegung von Klemmpincetten am oberen und unteren Ende an der äusseren Seite geöffnet. Durch den Schlitz wurde die Canüle eingeführt und durch Ligaturen befestigt. Trotzdem dass diese vorher stets mit Kochsalzlösung gefüllt war, zeigten sich doch gewöhnlich nach der Einführung zahlreiche Luftblasen, deren Entfernung viel Zeit und Mühe erforderte. Erst nach vollständigem Gelingen dieser durchaus nothwendigen Vorsichtsmassregel wurde die Verbindung mit dem Zuleitungsrohr hergestellt, die Trommel in Bewegung gesetzt, die Klemmpincetten entfernt und zuletzt der Hahn des Zuleitungsrohres geöffnet. Die Druckcurve zeigte in der Mehrzahl der Fälle anfangs starke Schwankungen. Bis sich diese ausgeglichen hatten, wurde daher die horizontale Lage eingehalten, und erst, nachdem die Druckcurve 30 - 50 Sec. hindurch einen mehr gleichmässigen Verlauf genommen hatte, so dass ein bestimmter Werth für den Seitendruck in dieser Lage

gewonnen werden konnte, nach Lösung der fixirenden Stifte, der Apparat in Bewegung gesetzt. Durch Drehung der Kurbel wurde dann das Versuchsthier langsam aus der horizontalen in die senkrechte Stellung geführt, gewöhnlich zuerst durch Senkung des Fussendes, dann 20–30 Sec. in dieser Lage erhalten und darauf durch Drehung in entgegengesetzter Richtung wieder in die horizontale zurückgeführt. Nach Verweilen von einigen Secunden in dieser Stellung wurde in derselben Weise die andere Seite des Apparates gesenkt.

Zum vollständigen Gelingen des Versuches war es erforderlich, dass der Apparat nach beiden Richtungen hin die senkrechte Stellung erreichte, bevor sich Gerinnung einstellte. Den Eintritt dieser ergab einmal das Verhalten der Blutsäule in der dreischenkligen Canüle und im Zuleitungsrohr, ferner der Verlauf der Druckcurve und endlich liess er sich aus dem Fehlen der Schwankungen der Manometersäule bei leichtem Druck auf das centrale oder periphere Ende der Vene leicht constatiren.

Die Gerinnung erforderte eine vollständige Auseinandernahme und Reinigung des ganzen druckmessenden Apparates. War dieses geschehen, so wurde er in derselben Weise wieder zusammengesetzt, die Canüle eingeführt und das Experiment ganz von vorne begonnen; gewöhnlich aber mit demselben Erfolg. Die Reinigung der Röhren, die Zusammensetzung unter Beobachtung aller zur Erzielung zuverlässiger Resultate nothwendigen Cautele nahm stets längere Zeit in Anspruch, während welcher der Blutstrom in der vollständig entblösten und mit der Luft in steter Berührung stehenden Vene unterbrochen war. Die gewöhnliche Folge war wieder Gerinnung noch vor Beginn des Versuchs, oder bald darauf.

In der angegebenen Weise wurde an allen Thieren der ersten Versuchsreihe verfahren; bei denen der zweiten bedurfte

es vor der Druckmessung einer Vorbereitung, der Erregung von Entzündungsprocessen in dem Capillargebiet der die Vena jugular. zusammensetzenden Zweige. Zu diesem Behufe wurden subcutane Injectionen von 2–3 Ccm. Eiter an verschiedenen Stellen des Kopfes und Gesichts vorgenommen, und erst wenn die entzündliche Schwellung sich über den grössten Theil der betreffenden Kopfhälfte verbreitet hatte, gewöhnlich nach Ablauf von 24 Stunden, die Druckmessung an der entsprechenden Jugul. ext. in der beschriebenen Weise vorgenommen.

Die vorliegenden Versuche sind an 30 Hunden angestellt worden, doch bin ich nur im Stande die Resultate von 14 Versuchen vorzulegen. In den meisten der unglücklich verlaufenen Versuche starben die Thiere gleich zu Beginn der Druckmessung, wie bereits erwähnt, an den Folgen der Verschleppung von Gerinseln, in selteneren Fällen verhinderten zu frühe Gerinnung oder andere unglückliche Zufälle das Gelingen des Experiments, in einem Falle endlich ging die Störung von dem Kymographion aus.

Versuchsreihe I.

Versuch I.

Grosser Hund. Tracheotomie, erst 5 dann 2 Ccm. Curare.
Rechte Jugularis.

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	B e m e r k u n g e n.
10	46	Oeffnung.
20	58	
30	62	
40	83	
50	88	
60	90	
70	92	
80	92	
90	91	
100	103	
10	86	
20	91	
30	91	Senkung des Fussendes.
40	72	
50	53	
60	24	
70	-17	
80	-26	
90	-31	Senkrechte Stellung.
200	-33	
10	-38	Hebung des Fussendes.
20	-18	
30	+16	
40	59	*Horizontale Stellung. ¹⁾
50	101	
60	156	*Senkung des Fussendes.
70	187	
80	231	*Senkrechte Stellung.
90	231	Gerinnung.
300	231	

1) Die mit einem * versehenen Bemerkungen entsprechen nicht den in der ersten Reihe angeführten Zeitpunkten, sondern fallen zwischen die beiden, in deren Höhe sie stehen.

Versuch II.

Mittelgrosser Hund. Tracheotomie 5 Ccm. Curare.
Rechte Jugularis.

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	B e m e r k u n g e n.
10	-14	Oeffnung.
20	-23	
30	-23	
40	-22	
50	+28	
60	28	
70	17	
80	14	
90	6	
100	1	
10	-2	
20	-2	
30	0	Senkung des Fussendes.
40	+29	
50	54	
60	77	
70	101	
80	109	
90	121	
200	123	
10	124	
20	126	Senkrechte Stellung.
30	123	
40	123	
50	121	*Hebung des Kopfendes.
60	118	
70	117	
80	99	
90	77	
300	58	*Horizontale Stellung.
10	52	
20	37	
30	34	
40	36	
50	37	
60	39	
70	39	Senkung des Fussendes.
80	39	

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	B e m e r k u n g e n.
90	29	
400	6	
10	— 8	
20	—15	
30	—26	
40	—62	
50	—99	Senkrechte Stellung.
60	—51	Senkung des Fussendes.
70	—28	
80	—25	
90	—18	
500	+18	
10	18	Gerinnung.

Versuch III.

Mittelgrosser Hund. Tracheotomie 5 Ccm. Curare.
Rechte Jugularis.

Oeffnung.		
10	33	
20	45	
30	48	
40	49	
50	51	
60	51	Senkung des Fussendes.
70	39	
80	37	
90	30	
100	28	
10	18	
20	18	
30	18	
40	3	
50	—23	
60	—56 ¹⁾	Senkrechte Stellung.
70		
80		
90		

1) Die Manometersäule sank so tief, dass der Schreiber unter die Trommel kam, der tiefste Stand der Wassersäule wurde notirt, u. nacher in Anschlag gebracht. Die Druckschwankungen in dieser Zeit konnten nicht verzeichnet werden.

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	B e m e r k u n g e n.
100	—56	Hebung des Fussendes.
10	—16	
20	+23	
30	34	
40	52	*Horizontale Stellung gleich darauf Senkung des Kopfendes.
50	79	
60	98	
70	110	
80	132	
90	165	
300	178	
10	189	
20	192	
30	193	Senkrechte Stellung.
40	229	
50	—	Gerinnung.

Versuch IV.

Mittelgrosser Hund. Tracheotomie 5 Cc. Curare. Linke Jugularis.

Oeffnung.		
10	— 5	
20	— 5	
30	— 2	
40	— 2	
50	— 1	
60	— 1	
70	0	
80	0	Senkung des Fussendes.
90	— 3	
100	—13	
10	—21	
20	—21	
30	—22	
40	—36	
50	—47	Senkrechte Stellung.
60	—62	
70	—97 ¹⁾	Hebung des Fussendes.
80		
90		

1) Wie bei Versuch III.

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	B e m e r k u n g e n .
200	-78	
10	-57	
20	-48	
30	+46	
40	46	*Horizontale Lage.
50	40	
60	28	
70	22	
80	19	
90	18	
300	13	
10	13	Senkung des Kopfes.
20	11	
30	28	
40	48	
50	64	Senkrechte Stellung.
60	68	
70	69	Hebung des Kopfendes.
80	69	
90	36	
400	8	
10	-9	Horizontale Lage.
20	-20	
30	-20	
40	-20	Senkung des Fussendes.
50	-16	
60	-14	
70	-28	
80	-57	
90	-62	Senkrechte Stellung.
500	-61	
10	-61	Hebung des Fussendes.
20	-59	
30	-32	
40	-11	
50	-9	*Horizontale Lage.
60	-6	

Versuch V.

Kleiner Hund. Tracheotomie. 7 Ccm. Curare. Rechte Jugularis.

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	B e m e r k u n g e n .
		Öffnung.
10	25	
20	24	
30	29	
40	25	
50	24	
60	24	
70	25	Senkung des Fussendes.
80	23	
90	13	
100	-5	
10	-15	
20	-22	
30	-23	
40	-25	
50	-27	
60	-30	
70	-33	
80	-34	
90	-33	
200	-39	
10	-44	
20	-48	Senkrechte Stellung.
30	-54	
40	-59	Hebung des Fussendes.
50	-57	
60	-56	
70	-51	
80	-43	
90	-33	
300	-28	
10	-18	
20	+1	
30	12	Horizontale Stellung.
40	25	
50	44	
60	44	
70	46	
80	34	

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	Bemerkungen.
90	37	
400	37	
10	36	Senkung des Kopfendes.
20	39	
30	39	
40	49	
50	64	
60	84	
70	109	
80	124	
90	118	
500	118	
10	125	
20	139	
30	152	
40	163	
50	176	Senkrechte Stellung.
60	186	
70	186	
80	183	
90	181	
600	—	Gerinnung.

Versuch VI.

Kleiner Hund. Tracheotomie 4 Ccm. Curare. Linke Jugularis.

10	23	
20	30	
30	32	
40	28	
50	26	
60	29	
70	33	
80	35	
90	35	Senkung des Fussendes.
100	34	
10	36	
20	37	
30	31	
40	14	

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	Bemerkungen.
50	— 6	
60	—16	
70	—38	
80	—63	Senkrechte Stellung.
90	—83	
200		
10		
20	—111	Hebung des Fussendes.
30		
40		
50	—79	
60	—70	
70	—55	
80	—39	
90	—29	Horizontale Stellung.
300	—23	
10	—14	
20	—14	
30	— 3	
40	+ 8	
50	13	
60	9	
70	11	
80	13	Senkung des Kopfes.
90	62	
400	92	
10	117	
20	147	
30	160	
40	162	Senkrechte Stellung.
50		Gerinnung.

Zwei weitere Versuche, in denen die Druckcurve Unterbrechungen erfahren hatte, gebe ich im Auszuge wieder.

Versuch VII.

Mittelgrosser Hund, Tracheotomie, 5 Ccm. Curare, rechte Jugular.

Druck in der horizontalen Lage	62 Mm.
Tiefster Stand bei Senkung des Fussendes	— 30 Mm.
Höchster Stand bei Senkung des Kopfendes	+ 227 Mm.

Versuch VIII.

Kleiner Hund, Tracheotomie, 4 Ccm. Curare, rechte Jugularis.

Durchschnittlicher Druck in der horizontalen Lage 71 Mm.

Tiefster Stand bei Senkung des Fussendes — 99 Mm.

Tiefster Stand bei Senkung des Kopfendes + 164 Mm.

An diese Versuchsreihe schliessen sich noch drei von mir im selben Sinne angestellte Experimente, die aber in einigen Punkten von den oben erwähnten abweichen. Es waren dies die ersten Versuche. Der Apparat, dessen ich mich zur Stellungsänderung des Thieres bediente, besass noch nicht die Einrichtung, welche die Lage der Canüle in der Axe ermöglichte. Erst bei der Senkung um 45° stand das Zuleitungsrohr genau in der Horizontalen; bei der horizontalen Lage des Thiers überragte der Punkt, an welchem die Messung gemacht werden sollte, den Nullpunkt des Manometers um circa 25 Mm. Die Senkung geschah nach beiden Seiten nur um 45°. Die erlangten Werthe, nach Correctur der Druckhöhen in der horizontalen Lage verhielten sich folgendermaassen:

Versuch IX.

Grosser Hund, Tracheotomie, 6 Ccm. Curare, linke Jugularis.

Durchschnittsdruck in der horizontalen Lage 54 Mm.

Tiefster Stand bei Senkung des Fussendes — 3 Mm.

Höchster Stand bei Senkung des Kopfendes + 132 Mm.

Versuch X.

Grosser Hund, Tracheotomie, erst 5 dann 2 Ccm. Curare, linke Jugularis.

Durchschnittsdruck in der horizontalen Lage 83 Mm.

Tiefster Stand bei Senkung des Fussendes — 16 Mm.

Höchster Stand bei Senkung des Kopfendes + 205 Mm.

Versuch XI.

Grosser Hund, Tracheotomie, erst 6 dann 2 Ccm. Curare, rechte Jugularis.

Durchschnittsdruck in der horizontalen Lage 32 Mm.

Tiefster Stand bei Senkung des Fussendes — 20 Mm.

Höchster Stand bei Senkung des Kopfendes + 179 Mm.

Würdigen wir die in diesen Versuchsprotokollen enthaltenen Druckhöhen einer näheren Betrachtung, so ergeben sich uns zunächst für den mittleren Seitendruck der Vena jugularis externa in der horizontalen Lage folgende Werthe: 92, 0, 50, —1, 25, 34, 62, 71, und für die drei letzterwähnten Versuche nach angebrachter Correctur: 54, 83, 32, mithin in einer Schwankungsbreite von 93 Mm. der Durchschnittswerth von 46 Mm. Wasser, ein Werth, welcher den Durchschnittswerth zweier von Einbrodt¹⁾ angestellter Versuche von 47 Mm. Wasser (2,7 und 4,5 Mm. Hg.) genau entspricht.

In den Handbüchern der Physiologie finden sich nur wenig Angaben über die Spannung der Venen. Sie beziehen sich meistens auf das Verhältniss zu dem Druck der entsprechenden Arterie. So fand Hales für die vena jugul. ext. $\frac{1}{9}$, Faivre²⁾ $\frac{1}{10}$, Valentin³⁾ $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{12}$ des Drucks in der Carotis. Sieht man von diesen Versuchen, die alle nicht den reinen Seitendruck bestimmten, ab und berücksichtigt nur die, in denen eine seitliche Einfügung des Druckmessers stattfand, so steht hier dem von Volkmann gefundenen hohen Werth

1) Einbrodt. Ueber den Einfluss der Athembewegungen auf Herzschlag und Blutdruck. Moleschott Beiträge zur Naturlehre Bd. VII, p. 278.

2) a. a. O. pag. 728.

3) a. a. O. pag. 488.

von 18 Mm. Hg. die von Mogk¹⁾ gefundene niedrige Zahl von —166 Mm. Wasser entgegen. Dieser grossen Differenz von 400 Mm. Wasser gegenüber erscheint die Schwankungsbreite meiner Versuche nur gering; immerhin ist ihre Grösse auffallend, um so mehr als die Gleichmässigkeit des Vorgehens übereinstimmende Resultate erwarten liess. Die Grösse des Versuchstieres zeigte keinen deutlichen Einfluss auf die Druckhöhe. Allerdings fallen die beiden grössten Druckwerthe von 92 (Versuch I.) und 83 (Vers. X.) gerade auf besonders grosse Versuchsthiere, allein gleich die drittgrösste Zahl kommt dem kleinsten der angewandten Thiere zu, während die beiden kleinsten Druckwerthe von 0 (Vers. II.) und —1 (Vers. V.) Hunde mittlerer Grösse betrafen.

Cramer hat zur Erklärung der grossen Druckschwankungen an Thieren derselben Gattung in seinen Versuchen die Umstände, die die Venenspannung beeinflussen, einer Betrachtung unterzogen. Es kommen nach ihm in Betracht: 1) der augenblickliche Zustand des Versuchstieres in Bezug auf Ernährungsverhältnisse und Erregbarkeit des Nervensystems; 2) die angewandten Betäubungsmittel vermöge ihrer Einwirkung auf Herzthätigkeit und Gefässtonus; 3) die Respiration. Abänderungen des normalen Respirationstypus müssen, da eine Beeinflussung des Blutdruckes durch die Respiration schon unter physiologischen Verhältnissen stattfindet, stets Veränderungen der normalen Druckschwankungen zur Folge haben. Dies gilt ebenso, wie für die natürliche, auch für die künstliche Respiration, wegen der auch hier stattfindenden Veränderung des Druckes innerhalb der Brusthöhle. Reicht der Einfluss dieser Umstände auch hin, die grossen Abweichungen zwischen den Druckwerthen der verschiedenen Versuchsthiere zu erklären,

1) a. a. O. pag. 60.

so ist er doch nicht im Stande, über den Wechsel der Druckhöhen des einzelnen Falles bei der nach vorhergehender Senkung des einen Endes wiedererlangten horizontalen Lage und nach nochmaliger Einführung der Canüle Aufschluss zu geben. Diese Differenzen machen es wahrscheinlich, dass es neben den genannten Umständen noch andere bisher unbekanntere Momente giebt, die eine ähnliche Wirkung auf den Blutdruck ausüben.

Der Einfluss der Respiration liess sich auch in vielen meiner Versuche erkennen; die respiratorischen Schwankungen zeigten sich mir als flache 2—7 Mm. hohe, mit der Inspirationsphase zusammenfallende Erhebungen. Dieses dem normalen ganz entgegengesetzte Verhalten der respiratorischen Schwankungen kann nicht befremden, wenn man bedenkt, dass in Bezug auf den endothoracischen Druck die durch die künstliche Respiration geschaffenen Verhältnisse den normalen gerade entgegengesetzt sind. Während bei der activen Erweiterung des Thorax in der Inspiration, wegen des Widerstandes, den die Elasticität der Lungen der eindringenden Luft entgegenstellt, der normal vorhandene negative Respirationdruck erhöht, bei gewöhnlicher Expiration dagegen herabgesetzt, bei forcirter in einen positiven umgekehrt wird, — wird bei der künstlichen Respiration in Folge der Aufblasung der Lunge bei expiratorischer Thoraxstellung der negative endothoracische Druck vermindert, bei der Expiration die Elasticitätswirkung der Lunge in ihrem früheren Umfange wieder hergestellt. Ueberschreitet die Einblasung ein gewisses Maass, so wird der Druck positiv, Zwerchfell und Thorax geben nach und nehmen die inspiratorische Stellung ein. Bei der gewöhnlichen Respiration wird somit durch die Inspiration der Druck in der Brusthöhle herabgesetzt, bei der künstlichen erhöht. Diese Verhältnisse schliessen sich an die Versuche von Ein-

brodt an. Einbrodt¹⁾ liess die Luft unter starkem Druck in die Lungen treten und sah unter Anderem Erhöhung des Druckes in der Jugularvene um 9 und 12,6 Mm. Hg. Der grosse Unterschied zwischen den Druckerhöhungen erklärt sich daraus, dass Einbrodt stets sehr starken Druck, bis zu 125 Mm. Hg. anwandte, während es in meinem Interesse lag, möglichst physiologische Verhältnisse zu schaffen und somit einen grösseren Druck zu vermeiden.

Neben den inspiratorischen Erhebungen zeigte die Druckcurve noch in vielen Fällen kleinere, von den Herzcontractionen abhängige Schwankungen. Auch diese bieten nichts Ungewöhnliches. Sie sind eine an den Halsvenen häufig constatirte Erscheinung und unterliegen nur in Bezug auf ihre Entstehung verschiedenen Deutungen.

Diese Erscheinung hat nach Rovida²⁾ mehrere unmittelbare und mittelbare Ursachen. Erstere sind Pulsationen der unter den Venen liegenden Arterien und abnormer Druckvermehrung der Cava descendens. Mittelbare Ursachen sind alle Bedingungen, die den Arterienpuls verstärken (Herzhypertrophie) oder die Uebertragung auf die Venen erleichtern (erhöhte Venenspannung) oder andererseits eine Druckvermehrung in der Cava erzeugen. Friedreich³⁾ vertritt die erstere, Bamberger⁴⁾ die letztere Anschauung. Das Vorkommen von rückschreitenden Venenpulsationen bei sufficienten Venenklappen wird von Friedreich in Abrede gestellt, während Bamberger Insufficienz dieser sowie der Tricuspidalis nur für die eigentlichen Pulsationen als Erforderniss ansieht, dagegen Undulationen

1) a. a. O. p. 278.

2) Rovida. Moleschott Beiträge zur Naturlehre, Bd. IX, pag. 68.

3) Friedreich. Ueber Venenpuls, deut. Archiv f. kl. Medicin Bd. I, S. 241.

4) Bamberger. Lehrbuch der Krankheiten des Herzens, S. 99—100. und Würzburger. med. Zeitschr. 1865. S. 232.

bedingt durch Schwingungen der Klappen am Eingang in den Truncus anonymus, auch bei Klappensufficienz zulässt und nur eine verstärkte Contraction der Atrien als Bedingung fordert.

Auf letztere sind wohl die in meinen Versuchen beobachteten, von den Herzcontractionen abhängigen Druckschwankungen zu beziehen, da bei der Häufigkeit ihres Vorkommens an eine Insufficienz der Klappen einerseits nicht gedacht werden konnte, andererseits aber die freie Lage der Venen eine Uebertragung der Pulsationen von den Arterien her unmöglich machte.

Ferner zeigen meine Versuche in grösster Uebereinstimmung bei Hebung des Kopfes, somit Beförderung des venösen Rückflusses durch die Schwere, ein Abfallen des Drucks bis weit unter die Nulllinie. Den niedrigsten Stand nach in dieser Richtung erlangter, senkrechter Stellung zeigte Versuch VI.: —111 Mm., den höchsten Versuch I. — 38. Die Druckabfälle in den einzelnen Versuchen zeigten folgende Grössen: 120, 99, 106, 96, 84, 144, 92, 170, mithin in einer Schwankungsbreite von 86 (84—170) den mittleren Werth von 114. Auch in den Versuchen, in welchen die Senkung nur um 45° stattfand, sank der Druck stets unter 0. Der Druckabfall ist hier selbstverständlich geringer, er beträgt im Mittel 70 Mm., erreicht jedoch in einem Falle (Vers. X.) einen so hohen Werth (99 Mm.), dass er dem Werthe der einen Hälfte mit vollständiger Senkung gleichkommt.

Der Druckabfall in den einzelnen Versuchen fand nicht in gleichmässiger Weise statt. Trotz aller Vorsicht in den Drehungen des Bewegungsapparats konnten ruckweise Bewegungen nicht immer vermieden werden, ein Uebelstand, welcher plötzliche Druckschwankungen der Manometersäule zur nächsten Folge hatte. Fernerhin resultirten aus diesen Störungen auch Bewegungen und Erschütterungen des Versuchstieres, die leicht zu Knickungen und Zerrungen der Vene führten. Je

nachdem diese ober- oder unterhalb der Canüle eintraten, musste der Druck in dem ersten Falle sinken, im letzteren steigen.

Im Allgemeinen lässt sich über die Gestalt der Druckcurve nur aussagen, dass sie nicht in Form einer geraden Linie sich zeigte, sondern einen mehr bogenförmigen Verlauf einhielt, in der Weise, dass der Druckabfall anfangs nur sehr allmählich eintrat und erst, wenn die Senkung ein gewisses Maass überschritten, sich in rapider Weise geltend machte. Er dauerte gewöhnlich noch einige Zeit nach Erreichung der senkrechten Stellung an.

In derselben Uebereinstimmung erfuhren die Druckhöhen eine Vergrösserung bei Senkung des Kopfes, bei Behinderung des venösen Rückstromes durch die Schwerkraft. Die Drucksteigerung betrug für die einzelnen Versuche: 139, 123, 179, 70, 153, 128, 136, 93 Mm., sie schwankte somit zwischen 70 bis 179 Mm., und betrug im Mittel 128, überstieg also den Mittelwerth des Druckabfalles. In den drei zuletzt angeführten Versuchen erreichte sie: 78, 122, 130, im Durchschnitt also 110 Mm., welcher Werth dem Durchschnittswerth bei vollständiger Senkung nahezu gleichkommt. Die Druckcurve zeigte keinen typischen Verlauf. Bald stieg sie in einzelnen Absätzen steil an, bald hob sie sich allmählich bogenförmig. Schwankungen unter denselben Bedingungen wie bei der abfallenden Curve waren häufig.

Zur bessern Uebersicht über die Druckunterschiede diene folgende Tabelle.

Versuch.	Druck in der horizontalen Lage.	Druckabfall bei Senkung d. Fussendes.	Drucksteigerung b. Senkung d. Kopfendes.	Druckunterschied.
I.	92	120	139	259
II.	0	99	123	222
III.	50	106	179	285
IV.	— 1	96	70	166
V.	25	84	153	237
VI.	34	144	128	272
VII.	62	92	136	228
VIII.	71	170	93	263
IX.	54	57	78	135
X.	83	99	122	221
XI.	34	54	130	184

Versuchsreihe II.

Versuch I.

Mittelgrosser Hund. Injection von 2 Ccm. Eiter über dem Tuber des Os parietale, von 2 Ccm. am Unterkieferwinkel und 2 Ccm. in der Mitte des Halses der linken Seite. Nach 38 Stunden starke Schwellung des ganzen Kopfes, Gesichts und Halses. Beim Einschnitt überall acut-purulentos Oedem. Tracheotomie. 5 Ccm. Curare. Linke Jugularis.

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	Bemerkungen.
10	41	Oeffnung.
20	43	
30	38	
40	38	
50	41	
60	44	
70	44	
80	41	Senkung des Fussendes.
90	38	
100	40	
10	40	
20	37	
30	37	
40	37	
50	37	
60	36	
70	32	
80	23	
90	22	Senkrechte Stellung.

Durch die Bewegung des Apparats wurde die Vene im unteren Theile geknickt, was erst nach erreichter senkrechter Stellung ausgeglichen wurde.

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	B e m e r k u n g e n .
200	28	
10	14	
20	33	
30	-67	
40	-67	Hebung der Fussendes.
50	-63	
60	-26	
70	+18	Horizontale Stellung.
80	-33	
90	37	
300	38	
10	37	
20	40	
30	37	Senkung des Fussendes.
40	59	
50	119	
60	129	
70	132	
80	137	
90	141	Senkrechte Stellung.
400	141	
10	140	*Hebung des Fussendes.
20	139	
30	138	
40	98	
50	57	
60	36	Horizontale Stellung.
70	29	
80	29	
90	41	
500	48	
10	38	
20	43	
30	44	Senkung des Fussendes.
40	41	
50	41	
60	38	Gerinnung.

Versuch II.

Mittelgrosser Hund; subcutane Injection von 3 Ccm. Eiter über dem Tubercle des linken Parietalbeins und von 3 Ccm. am linken Unterkieferwinkel. Nach 24 Stunden starke Schwellung der Kopf- und Gesichtshälfte und der Sublingualgegend der linken Seite. Tracheotomie. 5 Ccm. Curare. Linke Jugularis.

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	B e m e r k u n g e n .
10	20	Oeffnung.
20	38	
30	34	
40	32	
50	29	
60	30	
70	30	Senkung des Fussendes.
80	24	
90	22	
100	20	
10	20	
20	15	
30	-2	
40	-23	
50	-30	
60	-37	
70	-49	
80	-55	
90	-60	*Senkrechte Stellung.
200	-73	
10	-78	
20	-75	
30	-75	*Hebung des Fussendes.
40	-74	
50	-69	
60	-57	
70	-49	
80	-24	
90	0	
300	+12	Horizontale Stellung.
10	33	
20	33	
30	31	

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser.	B e m e r k u n g e n .
40	30	Senkung des Kopfendes.
50	35	
60	48	
70	71	
80	106	
90	123	Senkrechte Stellung.
400	133	
10	132	
20	133	
30	136	
40	139	Hebung des Kopfendes.
50	128	
60	111	
70	92	
80	73	
90	35	*Horizontale Stellung.
500	18	
10	19	
20	17	Gerinnung.

Versuch III.

Mittelgrosser Hund; subcutane Injection von 3 Ccm. Eiter über dem Tuber und von 2 Ccm. am Unterkieferwinkel. Nach 26 Stunden mässige Schwellung des Kopfes und Gesichts. Hund sehr leidend. Trocheotomie. 5 Ccm. Curare.

10	— 1	Oeffnung.
20	0	
30	8	
40	6	
50	6	
60	2	
70	0	
80	0	
90	— 1	
100	— 1	
10	— 1	
20	— 0	

Zeit in Sec.	Druck in Mm. Wasser	B e m e r k u n g e n .
30	+ 2	
40	—11	
50	—29	
60	—32	
70	—32	
80	—35	
90	—60	
200	—71	Senkrechte Stellung.
10	—71	
20	—71	Hebung des Fussendes.
30	—71	
40	—69	
50	—65	
60	—59	
70	—55	
80	—26	
90	+34	*Horizontale Stellung.
300	38	
10	36	Senkung des Fussendes.
20	37	
30	54	
40	79	
50	92	
60	108	
70	122	
80	123	*Senkrechte Stellung.
90	118	
400	120	
10	138	
20	118	
30	109	
40	101	
50	99	
60	97	
70	91	
80	78	
90	66	*Horizontale Stellung.
500	54	
10	42	
20	42	Gerinnung.

Das Verhalten der Druckunterschiede bei den verschiedenen Stellungen des Versuchstieres veranschaulicht folgende Tabelle:

Versuch.	Mittlerer Druck in der horiz. Lage.	Druckabfall bei Senkung d. Fussendes.	Drucksteigerung b. Senkung d. Kopfendes.	Druckunterschied.
I.	37	104	104	208
II.	30	108	109	217
III.	— 1	70	128	198
Durchschnittswert	22	94	114	208

Wie aus den Versuchsprotokollen und der obigen Tabelle hervorgeht, zeigen die Druckhöhen dieser Versuchsreihe genau dasselbe Verhalten, wie die der vorigen Reihe: bedeutender Druckabfall beim Heben, Drucksteigerung beim Senken des Kopfes. Ein Unterschied zeigt sich nur in der Grösse der erhaltenen Werthe. Die an entzündeten Gliedern erhaltenen Druckhöhen sind im Mittel kleiner, als die entsprechenden Mittelwerthe der vorigen Versuchsreihe, doch ist die Zahl der in dieser Richtung angestellten Versuche zu gering, um aus dem Vergleich das Folgern endgültiger Resultate zu gestatten. Die Entscheidung dieser Frage sollte einer besonderen Versuchsreihe vorbehalten bleiben.

Fragen wir nun zum Schluss, in welcher Weise die erhaltenen Resultate über die Wirkung der Schwerkraft auf den Venendruck für den Verlauf von Entzündungsprocessen verwerthet werden können, so ist zunächst hervorzuheben, dass dieselben Erscheinungen, Druckabfall und Drucksteigerung, auch unter denselben Bedingungen im ganzen venösen und capillaren Gefässgebiet sich geltend machen müssen. Von dem Spannungsgrad der Capillaren ist aber das Maass der Filtration, die Grösse

des Austrittes von Ernährungsflüssigkeiten in das umgebende Gewebe abhängig. Die nach Virchow¹⁾ gesteigerte Permeabilität kann diese Wirkungen nur befördern. Wirkt nun bei einem Entzündungsprocess die Schwerkraft dem Abfluss des venösen Blutes entgegen, so ist Steigerung des Blutdruckes der Capillaren die nächste, vermehrter Austritt von Ernährungsmaterial die weitere Folge. Die Schwerkraft unterstützt somit die von dem gereizten Gewebe auf die Blutbestandtheile ausgeübte Anziehungskraft und befördert die Ausbreitung des Entzündungsprocesses. Von entgegengesetzter Bedeutung muss die Beschleunigung des venösen Blutstromes durch die in diesem Sinne wirkende Schwerkraft sein; Druckabfall, Verringerung der Filtration schliessen sich unmittelbar an sie an.

Bei der Atonie der Gefässwand ist es nicht undenkbar, dass ein stärkerer Abfall des Druckes eine vollständige Umkehr des Ernährungssaftstromes zu Wege bringen könnte, eine Filtration der Parenchymsäfte in die Gefässe. Ob nun eine solche oder eine blosse Verminderung des Saftstromes in seiner normalen Richtung zu Stande kommt, in jedem Falle wird der Gewebsattraction entgegen und somit hemmend auf die Entzündungsvorgänge gewirkt.

Auch wenn das Wesentliche des Entzündungsprocesses in dem Austritt von geformten Blutbestandtheilen durch präexistirende Gefässöffnungen gesehen wird, lässt sich, da auch für diesen Vorgang Stasis und gesteigerter Blutdruck nothwendige Bedingungen sind, dieselbe Wirkung der Schwerkraft des Blutes supponiren; bei Verlangsamung des Blutstromes und dadurch erhöhtem Blutdruck stärkere Erweiterung und Stasis, gesteigerter Austritt weisser Blutkörperchen, während dagegen die Strombeschleunigung der Stasis und dem Austritt entgegen wirken, den Fortgang der Entzündung hemmen.

1) Handbuch der speciellen Pathologie u. Therapie, Bd. I. § 57. p. 66.

Wie bereits erwähnt, lag es in meinem Plane, behufs Vergleichung der Druckverhältnisse an entzündeten und nicht entzündeten Körpertheilen, gleichzeitige Druckbestimmungen an correspondirenden Venen dieser vorzunehmen. Hindernisse verschiedener Art zwangen mich jedoch von der Ausführung dieser Absicht abzustehen. Schon bei Anstellung obiger Versuche war ich zur Erkenntniss gelangt, dass diese Aufgabe eine bei weitem schwierigere sei, als ich anfangs geglaubt hatte, und einige zu ihrer Lösung unternommene, aber völlig resultatlos gebliebene Versuche überzeugten mich von der Unmöglichkeit der Erreichung des mir gesteckten Zieles auf dem bisherigen Wege.

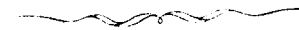
Die Hauptschwierigkeit lag in der Gleichzeitigkeit der Messung. Die Blutdruckbestimmungen, zumal an den Venen, gehören zu den complicirteren Experimenten. Die Vorbereitungen unter Beobachtung aller unerlässlichen Cautele nahmen viel Zeit in Anspruch. War diese nun schon bei den einfachen Versuchen häufig genug hinreichend um eine störende Gerinnung zu erzeugen, so musste dieses bei den doppelten Druckbestimmungen, wo dieselben Vorbereitungen an beiden Venen nöthig waren, erst recht der Fall sein. Dazu kamen noch Umstände, die die Operation erschwerten, und in Folge der auf längere Zeit hinausgeschobenen Aufhebung der Circulation in der blossliegenden Vene die Gerinnung beförderten. Die vergleichenden Druckmessungen konnten nicht, wie bisher, an der Jugularis vorgenommen werden, da es erstens nicht möglich war, die Entzündung auf die eine Kopfhälfte zu beschränken und weil zweitens wegen des Zusammenhanges des Capillargefässsystems der beiden Kopfhälften Circulationsstörungen der einen Seite, wie sie durch die Stasis bei Entzündungsprocessen gegeben werden, auch Veränderungen der Circulationsverhältnisse der anderen Seite zur Folge haben mussten. Die Druckmessung

musste somit an andere Venen angestellt werden. Am geeignetsten erschien die Vena cruralis, doch lagen hier, wie erwähnt, die Verhältnisse bedeutend ungünstiger. Ungünstige Lage, geringeres Lumen, zahlreiche Nebenäste erschwerten ihre Blosslegung und die Einführung der Canüle.

Fernerhin gewann das Experiment durch das nothwendige Arbeiten mit zwei Kymographien bedeutend an Ausdehnung. Schon die einfache Druckmessung nahm meine volle Aufmerksamkeit in Anspruch und zeigte trotzdem kleinere Fehler. Bei der Complicirtheit, die das Experiment durch ein zweites Kymographion erhalten hätte, wäre ich nicht mehr im Stande gewesen Alles zu übersehen und zu controliren, und hätte zur Erzielung einigermaassen zuverlässlicher Resultate mindestens einer geübten Assistenz bedurft, wie sie mir nicht zu Gebote stand.

Dies waren die Hauptschwierigkeiten, die sich dem Versuche entgegenstellten; kleinere, wie z. B. die erschwerte Befestigung der Versuchsthiere auf dem Lagerungsapparat etc. übergehe ich.

Wohl wäre es vielleicht möglich gewesen, bei fortgesetzten Versuchen, das Verfahren zu vereinfachen und schliesslich in einer langen Reihe von Versuchen einige Resultate zu erzielen, allein anderweitig eingegangene Verpflichtungen nöthigten mich, hiervon abzustehen und mich mit dem bisher Gefundenen zu begnügen.



Thesen.

- 1) Die nächste Wirkung des Lister'schen Verbandes auf den Wundverlauf ist Verzögerung der Reactions- und Reparationsvorgänge.
- 2) Längere Zeit unveränderlich bestehende grössere Pleuraexsudate erfordern die Punktion des Thorax.
- 3) Der Effect der Durchschneidung der hinteren Trommelfalte bei chronischen Catarrhen des Mittelohrs mit starker Einziehung des Trommelfells ist ein ganz vorübergehender.
- 4) Die Heilung eines Knochenbruchs ist erst dann vollendet, wenn die architectonische Anordnung der Knochenbälkchen sich den Gesetzen der Statik entsprechend vollzogen hat.
- 5) Ueber die Form von Lungencavernen giebt die physikalische Untersuchung in vielen Fällen Aufschluss.
- 6) Ein virulenter Harnröhrencatarrh existirt nicht.