

## X.

(Aus dem pathologischen Institut in Leipzig.)

**Ueber die Bedeutung der Gefässnerven für die Entstehung des Oedems.**

Von Dr. K. W. Jankowski aus Moskau.

Dass die Lehre vom Oedem noch keineswegs vollständig durchgearbeitet ist, kann Niemandem entgehen, der die Erfahrungen des Krankenbettes mit dem vergleicht, was das physiologische und pathologische Experiment bisher eruiert hat. Dabei will ich noch nicht einmal betonen, dass wir noch ganz ausser Stande sind, die feineren Details des Vorganges zu erklären, woher es z. B. kommt, dass das Stauungsödem arm an gelöstem Eiweiss, dagegen reich an aufgeschwemmten Bestandtheilen, d. i. Blutkörperchen, ist, und das entzündliche Transsudat dem Plasma an Concentration nachsteht, dagegen der normalen Lymphe bedeutend überlegen ist. Sind wir doch nicht einmal so weit, dass wir alle in der Pathologie vorkommenden Oedeme unter bestimmte uns wohlbekannte Kategorien einzureihen und auf diese Weise wenigstens die gröberen Ursachen jener zu definiren vermöchten! Dass freilich die grosse Mehrzahl aller Wassersuchten entweder durch Stauung oder durch eine mit erhöhter Durchlässigkeit einhergehende Veränderung der Gefässwandungen bedingt sind, dass sie demnach mechanische oder, um mit Cohnheim<sup>1)</sup> zu reden, entzündliche sind, daran zweifelt gegenwärtig wohl Niemand mehr. Aber wie verhält es sich mit den Wassersuchten, die man seit Alters als cachectische bezeichnet hat? Früher hat man sich die Erklärung dieser ziemlich leicht gemacht, indem man den unbestrittenen Erfahrungssatz, dass verdünnte Eiweisslösungen leichter filtriren als concentrirtere, ohne weiteres auf die menschlichen Capillaren übertrug und einfach schloss, dass ein eiweissärmeres, hydrämi-

<sup>1)</sup> Vergl. Cohnheim, Allgem. Pathologie. 2. Aufl. I. 496 ff.

sches Blut schon an sich leichter transfundire und vollends in reichlicher Quantität durch die Capillaren durchtrete, wenn noch irgend ein mechanisches Moment, insbesondere eine Steigerung des Blutdruckes, hinzukomme. Heutzutage wissen wir, wie wenig diese ganze Ueberlegung gegründet ist. Durch die Capillarwand transfundirt eine eiweissarme Flüssigkeit nicht leichter, als eine eiweissreiche, und dass auch ein hoher Blutdruck und eine auch noch so bedeutende Volumszunahme des verdünnten Blutes, oder wie das bezeichnet wird, eine hydrämische Plethora selbst des höchsten Grades an sich keine Oedeme zu Wege bringt, das haben die bekannten Versuche von Cohnheim und Lichtheim<sup>1)</sup> dargethan. Trotzdem bleibt die Thatsache unangefochten, dass hydrämische Individuen — mag die Hydrämie bedingt sein, wodurch auch immer — sehr häufig an Oedemen leiden und jedenfalls viel leichter Wassersucht bekommen als gesunde. Dies erklären die letztgenannten Autoren durch den Hinweis darauf, dass zwar die gesunden Gefässe sich gegen concentrirtes und gegen verdünntes Blut ganz gleich verhalten, dass dagegen durch Gefässe, deren Durchlässigkeit an sich erhöht ist, hydrämisches Blut sehr viel leichter transsudirt, als normales; solche erhöhte Durchlässigkeit aber kann der Effect sein von vorhergegangenen entzündlichen Prozessen, wie z. B. beim Scharlach, werde übrigens bei längerer Dauer der Hydrämie schon durch diese selber bewirkt. Es liegt mir fern, eine so plausible und durch mancherlei gute Versuche gestützte Deduction bekämpfen zu wollen; indess scheint mir, dass dieselbe zur Erklärung aller Thatsachen nicht ausreicht. Für einmal giebt es bekanntlich Oedeme und insbesondere Hautödeme bei Nephritiden, bei denen wir kein Recht haben, vorhergehende entzündliche Veränderungen der Hautgefässe dafür verantwortlich zu machen, und des Weiteren lässt sich die alte und gerade bei den hydrämischen Oedemen immer wieder bestätigte Erfahrung des häufigen Wechsels in der Localität der Wassersucht nicht wohl mit jener Annahme in Einklang bringen. Wenigstens nicht ohne eine neue Hypothese, die denn auch Cohnheim und Lichtheim unbedenklich formulirt haben, dass nemlich in geringgradigen Stauungen, wie

<sup>1)</sup> Cohnheim und Lichtheim, Dieses Archiv Bd. 69. S. 106.

sie der Einfluss der Schwere auf die Blutbewegung mit sich bringt, und in Congestionen, die von der Action der Vasomotoren abhängen, der Anlass zum Wechsel der Oedeme zu suchen sei.

Nun ist dies zwar möglich, jedoch lässt sich nicht verkennen, dass es bisher an jedem Beweise für ein derartiges Verhalten fehlt. Was die Congestionen anlangt, so spricht sogar *a priori* gegen diese Möglichkeit der im Ludwig'schen Laboratorium festgestellte Umstand, dass die Durchschneidung der Vasomotoren ohne jeden Einfluss auf Menge und Zusammensetzung des Lymphstromes ist.

Es ist dies übrigens ein Nachweis, der noch in manch anderer Beziehung den Pathologen recht unbequem gewesen ist. Denn so lange man es als unbezweifelbar und gewissermaassen als selbstverständlich gehalten hat, dass mit der Zunahme des arteriellen Blutstromes auch die Lymphbildung wachse, so hat man keine Schwierigkeit in der Erklärung gewisser Oedeme gefunden, die gegenwärtig viel räthselhafter geworden sind. Ich erinnere hier an die Quaddeln der Urticaria, von denen man einerseits schon immer angenommen und neuerdings Vidal<sup>1)</sup> den directen Nachweis geführt hat, dass sie der Ausdruck eines localen Oedems sind, und andererseits die Entstehung in Folge nervöser z. B. rein psychischer Einflüsse durch eine überaus häufige Erfahrung sicher gestellt ist<sup>2)</sup>. Auf die Bedeutung der Innervation, resp. ihres Wegfalls für die Entstehung von Wassersuchten scheinen auch die klinischen Beobachtungen hinzuweisen, nach denen bei acuter Myelitis und anderen Erkrankungen des Rückenmarkes in kurzer Frist Oedeme in den gelähmten Extremitäten auftreten ohne eine concurrirende Venenthrombose oder sonstige erkennbare Ursache. Indessen ist es bisher im directen Versuch nur an einer einzigen Stelle gelungen, mittelst nervöser Beeinflussung ein unzweifelhaftes Oedem zu erzielen,

<sup>1)</sup> Vidal, De l'urticaire. Annales de dermatologie et de syphiligraphie. 1880.

<sup>2)</sup> Vgl. auch die Fälle von acutem Oedem, die Quincke beobachtet (Monatshefte für practische Dermatologie Bd. I. Hft. 5) und in der Inaugural-Dissertation von E. Dinkelacker (Kiel 1882) detaillirter hat beschreiben lassen.

nehmlich an der Zunge mittelst der Lingualisreizung nach Ostroumoff<sup>1)</sup>, d. h. an einer Localität, an der beim Menschen kaum jemals ein Oedem beobachtet wird und die gerade durch die Art ihrer Innervation eine ganz besondere und eigenthümliche Stellung im Körper einnimmt. Mit Rücksicht hierauf erscheint es durchaus unstatthaft, die Ergebnisse des Zungenversuchs auf die übrigen Regionen des Körpers übertragen zu wollen, und zwar um so mehr, als analoge Experimente nirgend sonst etwas ähnliches ergeben haben. Auf der anderen Seite existirt seit lange ein Versuch von Brücke<sup>2)</sup>, demzufolge ein Frosch, dem ein Ischiadicus durchschnitten war, nach einigen Wochen Hungerns Oedem in dem gelähmten Bein bekam, das verschwand, nachdem das Thier mit Mehlwürmern gefüttert worden, um bei erneutem Hungern wiederzukehren etc., ein Versuch, der, je einfacher er ist, desto mehr Einem das Unbefriedigende des gegenwärtigen Zustandes der Lehre vom Oedem und seiner Entstehung zum Bewusstsein bringen muss.

Bei dieser Sachlage konnte ich nur bereitwilligst und mit grossem Vergnügen den Vorschlag des Herrn Prof. Cohnheim acceptiren, durch neue Versuche, unter besonderer Berücksichtigung der in der Pathologie wirklich vorkommenden Verhältnisse, der Pathogenese des Oedems nachzugehen. Ich benutze diese Gelegenheit, um Herrn Prof. Cohnheim für seinen gütigen Beirath und Unterstützung bei der Ausführung vorliegender Arbeit, wie im Allgemeinen für sein freundliches und wohlwollendes Entgegenkommen in der ganzen Zeit meiner Beschäftigung in seinem Institut meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Neue Resultate liessen sich von meinen Versuchen nur erwarten, wenn dieselben in complicirter Weise angestellt wurden, als die früheren. Denn wie gross, resp. wie gering der Einfluss der Vasomotorenlähmung allein auf den Lymphstrom eines sonst gesunden Thieres ist, das haben im Ludwig'schen Laboratorium Paschutin<sup>3)</sup> und Emminghaus<sup>4)</sup> ebenso festge-

<sup>1)</sup> Cf. Cohnheim, Allgem. Pathologie. 2. Aufl. I. S. 134.

<sup>2)</sup> Citirt von E. Wagner, Handbuch d. allg. Pathologie. 7. Aufl. S. 740.

<sup>3)</sup> Paschutin, Arb. der Leipziger physiol. Anstalt 1873.

<sup>4)</sup> Emminghaus, ibid. 1874.

stellt, wie sie auch die Beschaffenheit der reinen Stauungslymphe studirt haben. Den Lymphstrom in der uncomplicirten acuten Entzündung hat Lassar<sup>1)</sup> kennen gelehrt, und über den Lymphstrom bei Hydrämie und hydrämischer Plethora hat uns die mehrcitirte Arbeit von Cohnheim und Lichtheim aufgeklärt. Die vorhin erwähnten Erfahrungen vom Krankenbette aber und die Hypothesen, zu denen dieselben Veranlassung geworden, weisen ganz unzweideutig darauf hin, dass der Pathologie erst der werthvollste Dienst geleistet würde, wenn der Einfluss von mehreren der soeben angeführten Momente bei gleichzeitigem Eingreifen auf den Lymphstrom klargelegt würde. Das ganz unzureichende Versuchsmaterial, welches bis jetzt nach dieser Richtung hin vorliegt, hoffe ich in der nachfolgenden Arbeit bis zu einem gewissen Grade zu vervollständigen. Die Aufgabe, die ich in erster Linie mir stellte, bestand darin, zu eruiren, in welcher Weise die Vasomotorenlähmung die Entzündung beeinflusste; demnächst studirte ich das Verhalten des Lymphstromes bei Combination von Entzündung und Stauung, eventuell mit Nervendurchschneidung; endlich faste ich die Wirkung der Vasomotorenlähmung bei Hydrämie in's Auge.

Bevor ich indess Versuche an pathologischen Thieren ausführte, hielt ich es für nothwendig das Experiment von Paschutin und Emminghaus mit Nervendurchschneidung bei einem gesunden Hunde zu wiederholen. Mich veranlasste dazu folgende Ueberlegung. Genannte Forscher führten ihren Versuch derart aus, dass sie an einer Extremität die Lymphgefäße freilegten und darauf, vermittelt einer eingelegten Canüle die Lymphe hier aufsaugten. An derselben Extremität durchschnitten sie sodann die betreffenden Nerven und beobachteten den Einfluss dieser Operation auf die Lymphabsonderung. Diese Versuchsanordnung muss, wie ich glaube, den Zweifel erwecken, ob auch wirklich eine gleichmässige Lymphabsonderung, sowohl in der ersten, als in der zweiten Versuchsperiode stattgefunden hat. Denn bei allen Lymphversuchen ist ausnahmslos constatirt worden, dass bei längerer Dauer des Experimentes die Lymphabsonderung schwächer wird, und wenn nun bei einem Thier, das

<sup>1)</sup> Lassar, Dieses Archiv Bd. 69. S. 516.

schon geraume Zeit zur Beobachtung des Lymphstromes gedient hatte, infolge der Nervendurchschneidung eine Zunahme desselben nicht eintritt, so ist damit offenbar ein steigender Einfluss der Nervenlähmung auf die Lymphbildung noch nicht mit aller Sicherheit ausgeschlossen. Zur Beseitigung dieses Zweifels unternahm ich folgenden vergleichenden Versuch. Zu demselben verwendete ich einen Jagdhund, der sechs Tage lang mit vier Pfund Fleisch pro Tag gefüttert worden. Bei diesem gesunden und wohlgenährten Thiere durchschnitt ich nun den rechten N. ischiadicus, und zwei Stunden nachher schritt ich zur Ansammlung der Lymphe auf beiden Seiten gleichzeitig. Indess auch bei dieser Versuchsanordnung blieb die Nervendurchschneidung ohne jede Wirkung auf den Lymphstrom. Ja ich erhielt sogar auf der paralysirten Seite etwas weniger Lymphe als auf der gesunden, — die Differenz war jedoch so unbedeutend, dass sie keine Berücksichtigung erheischt. Beifolgende Tabelle mag dies belegen,

T a b e l l e I.

A. Bei unversehrtem Ischiadicus.					B. Nach Ischiadicusdurchschneidung.				
No.	Zeit in Min.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamtmenge.	No.	Zeit in Min.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamtmenge.
1.	1—5	2,4	Pumpbewegung	2,4	1.	1—5	2,0	Pumpbewegung	2,0
2.	5—10	0,2	Ruhe	2,6	2.	5—10	0,2	Ruhe	2,2
3.	10—15	1,4	Pumpbewegung	4,0	3.	10—15	1,2	Pumpbewegung	3,4
4.	15—20	0,1	Ruhe	4,1	4.	15—20	0,1	Ruhe	3,5
5.	20—25	0,1	Ruhe	4,2	5.	20—25	0,1	Ruhe	3,6
6.	25—30	1,4	Pumpbewegung	5,6	6.	25—30	1,1	Pumpbewegung	4,7
7.	30—35	0,0	Ruhe	5,6	7.	30—35	0,0	Ruhe	4,7
8.	35—40	0,4	Pumpbewegung	6,0	8.	35—40	0,7	Pumpbewegung	5,4
9.	40—45	1,2	Pumpbewegung	7,2	9.	40—45	0,9	Pumpbewegung	6,3
10.	45—50	0,1	Ruhe	7,3	10.	45—50	0,1	Ruhe	6,4
11.	50—55	0,1	Ruhe	7,4	11.	50—55	0,1	Ruhe	6,5
12.	55—60	0,6	Pumpbewegung	8,0	12.	55—60	0,6	Pumpbewegung	7,1
13.	60—65	0,2	Ruhe	8,2	13.	60—65	0,1	Ruhe	7,2
14.	65—70	0,1	Ruhe	8,3	14.	65—70	0,1	Ruhe	7,3
15.	70—75	0,7	Pumpbewegung	9,0	15.	70—75	0,6	Pumpbewegung	7,9
16.	75—80	0,1	Ruhe	9,1	16.	75—80	0,1	Ruhe	8,0
17.	80—85	0,5	Pumpbewegung	9,6	17.	80—85	0,5	Pumpbewegung	8,5
18.	85—90	0,0	Ruhe	9,6	18.	85—90	0,0	Ruhe	8,5
19.	90—95	0,8	Pumpbewegung	10,4	19.	90—95	0,7	Pumpbewegung	9,2
					20.	95—100	0,6	Pumpbewegung	9,8
					21.	100—105	0,4	Pumpbewegung	10,2

Der Auseinandersetzung meiner ferneren Versuche schicke ich hier eine Beschreibung der allgemeinen auf dieselben sich beziehenden Verhältnisse voran. Die Besonderheiten und sonstigen Details werden am zweckmässigsten bei jedem einzelnen Versuch angegeben werden.

Zu den Versuchen mit Lymphaufsammlung wurden grosse junge Hunde benutzt. Das Gewicht derselben wurde nur in denjenigen Fällen festgestellt, in welchen eine Kochsalztransfusion zur Erzeugung von Hydrämie oder hydrämischer Plethora ausgeführt wurde, d. h. wo es nöthig war, die Blutmenge zu bestimmen; in den übrigen Fällen konnte das Wägen der Thiere von keinem Belang sein. In denjenigen Versuchen hingegen, wo keine Aufsammlung der Lymphe stattfand, sondern nach Hervorbringung eines bestimmten pathologischen Zustandes auf das Auftreten des Hautödems infolge von Durchschneidung vasomotorischer Nerven geachtet wurde, bediente ich mich junger mittelgrosser Hunde.

Sämmtliche Thiere wurden mit Morphinum narcotisirt mittelst Einspritzung von je nach der Grösse des Hundes 4—10 g einer 2procentigen Lösung subcutan, oder besser noch unmittelbar in eine der oberflächlich gelegenen Venen. Die Durchschneidung des N. ichiadicus geschah an der äusseren hinteren Seite der betreffenden Extremität, gewöhnlich unterhalb des Trochanter major. Als vollständig wurde die Durchschneidung nur angesehen, wenn die gleichseitige Pfote unempfindlich war, sich im Vergleich mit der anderen heiss anfühlte und das charakteristische Auftreten mit dem Dorsum pedis erfolgte.

Zur Beobachtung wurden die Hinterpfoten des Hundes gewählt, die wegen ihrer anatomischen Verhältnisse bei Lymphversuchen gewisse Vorzüge vor allen anderen Regionen des Körpers (Vorderpfoten, Hals etc.) darbieten. Die Gesamttlymphe der Hinterpfoten wird hier zum grössten Theile von zwei Hauptstämmen abgeführt, die gewöhnlich zur Einbindung einer Canüle genügend gross sind. Ferner ist die Strecke, innerhalb welcher die Canüle eingesetzt werden kann, ebenfalls an den hinteren Extremitäten länger als an den vorderen. Der grösste Vortheil aber besonders gegenüber den Lymphstämmen des Halses besteht hier darin, dass bei vergleichenden Versuchen an zwei Extremi-

täten die Lymphe beider durchaus gesondert von einander bleibt. Nicht so ist es am Halse. Bringt man eine Entzündung auf der einen Halshälfte zu Stande, und sammelt man die Lymphe beiderseits, so kann man sicher sein, dass die Entzündungslymphe durch die zahllosen Anastomosen auch in die Gefässe der entgegengesetzten Seite übergetreten ist — ein Umstand, der einen vergleichenden Versuch zwischen beiden Seiten naturgemäss ausschliesst.

Die Wurzeln der Lymphgefässe sammeln am Unterschenkel sich, wie schon bemerkt, in zwei Stämme, die die *V. saphena parva* begleiten. Letztere verläuft an der äusseren Seite des Unterschenkels in schräger Richtung von unten nach oben und in dem sie nach vorn sich vordrängt, erscheint sie an der Oberfläche der Haut scharf markirt. Die Zahl der Lymphstämme steigert sich bisweilen auf vier, zu je zwei jederseits, wobei sie alsdann neben einander zu verlaufen pflegen. Ein der Lage der Vene entsprechend geführter Schnitt legt gleichzeitig auch die Lymphgefässe frei. Man unterbindet alsdann die centralen Enden derselben, wobei die Stämme, besonders nach einigen Pumpbewegungen des Beines, sich stark anspannen. Jetzt schreitet man zur Einführung der Canüle. Bei dieser Operation empfiehlt es sich, erstens, die Gefässe auf's Sorgfältigste zu isoliren, da es sonst sich ereignen kann, dass man die Canüle in die Gefässscheide, besonders wenn das Gefäss nach dem Anschneiden zusammengefallen ist, einbindet. Zweitens ist es wichtig, die Eröffnung des Lymphgefässes möglichst entfernt von den Klappen zu machen, die an gut isolirten Gefässen durch die Wandung derselben als kleine Anschwellungen, resp. als weissliche Flecke durchzuschimmern pflegen. Wird diese Vorsichtsmaassregel vernachlässigt, so kann es geschehen, dass die Canüle in die Tasche zwischen Klappen und Gefässwandung eingedrungen ist, in welchem Falle die Lymphe nicht ausfliessen kann. Ueberhaupt ist Einführung der Canüle in das Lymphgefäss der schwierigste Theil des ganzen Versuches und erfordert oft sehr viel Geduld<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Zur Ersparniss von Zeit und Mühe liess ich mir eine Canüle anfertigen, die auf einem spitzen Stilett aufsitzend in das Gefäss in demselben Augenblick eingeführt wird, wo die Gefässwandung mit der Spitze des Stilett durchbohrt wird. Die erste Einführung dieser



Zum Auffangen der Lymphe gebrauchte ich feine Glascanülen, die mit einem Ansatzrohr aus Kautschuk armirt waren. In dem letzteren steckte eine Glasröhre von immer gleichem Durchmesser und gleicher Länge für alle Canülen. Die Canüle befand sich über einem schmalen graduirten Glascylinder. Sobald eine zur Bestimmung der festen Bestandtheile ausreichende Lymphmenge ausgeflossen war, pflegte ich das peripherische Ende des Gefässes zu unterbinden und die Canüle zu entfernen.

Da gewöhnlich bei ruhigem Verhalten des Thieres die Lymphmenge in spärlichen Quantitäten abgesondert wird, so liess ich das Thier, gleich anderen Experimentatoren, die Lymphversuche angestellt haben, passive Bewegungen im Sprunggelenk und in den Gelenken der Zehen, sogenannte Pumpbewegungen, ausüben. Dieselben bestehen, wie bekannt, in Hyperflexion und Hyperextension der genannten Partien und wurden bei den vergleichenden Versuchen an beiden Extremitäten gleichmässig und gleichzeitig ausgeführt. Vor der Operation war die Haut des Unterschenkels auf's Sorgfältigste abrasirt und mit einer 2procentigen Carbolsäurelösung abgewaschen. Sämmtliche Instrumente und Schwämme wurden in einer ebensolchen Lösung aufbewahrt. Nach der Operation wurde die Wunde nochmals mit Carbollösung gewaschen, mit Jodoform bestreut und endlich durch Nähte geschlossen.

Das Eintreten des ödematösen Zustandes wurde durch Palpation festgestellt. Dieses Verfahren, wie unexact es auch erscheinen mag, hat unzweifelhaft verschiedene Vorzüge vor der directen Messung des Umfanges der Extremitäten vermittelt einer Messschnur. Denn die seröse Durchtränkung der Gewebe an der Hinterpfote des Hundes tritt zuerst in den Einsenkungen hervor,

Canüle in ein Lymphgefäss gelang mir vollkommen, hingegen war der Erfolg beim zweiten Versuch ein negativer. Weitere Erfahrungen fehlen mir leider, da ich zu diesem Zeitpunkt mit meinen Experimenten bereits zu Ende war. Sollte es sich übrigens, was ich indess kaum befürchte, beim Gebrauch dieser Troicartcanüle herausstellen, dass leicht die gegenüberliegende Wand des Lymphgefässes mit durchbohrt wird, so wäre es vielleicht noch zweckmässiger, das Stilet statt spitz stumpf zu machen. Man könnte dann in das, wie auch jetzt, mit einer kleinen Scheere eröffnete Lymphgefäss sogleich auf einmal die Stiletcanüle einführen, ohne sich vorher eines Finders zu bedienen.

die vor der Achillessehne oberhalb des Fersenhöckers liegen; diese Einsenkungen aber können im normalen Zustande nicht gemessen werden, folglich kann bei geringeren Graden der Durchtränkung auf diese Weise der Unterschied in dem Umfange der gesunden und der ödematösen Extremität nicht richtig beurtheilt werden. Ist andererseits das Oedem bereits so bedeutend geworden, dass die Extremität zwei bis drei Mal dicker ist als im normalen Zustande, so hat die Constatirung des Oedems durch Messung mit der Schnur ohnedies keinen Werth mehr.

Die quantitative Bestimmung der festen Bestandtheile in der gewonnenen Lymphe wurde in der gewöhnlichen Weise gemacht. Die Lymphe wurde in vorher gewogene Tiegel gethan, und ihre Menge durch neues Wägen des Tiegels bestimmt. Die Flüssigkeit wurde alsdann verdampft, und bei einer Temperatur von 100—110° C. bis zur Erlangung eines constanten Gewichts getrocknet. Von diesem Gewicht brauchte dann nur das Gewicht des Tiegels abgezogen zu werden, um die Gesamtmenge der festen Bestandtheile in dem geprüften Lymphquantum zu ermitteln, und darnach wurde dann der procentische Gehalt daran berechnet. Diese chemischen Bestimmungen sind sämmtlich im Laboratorium des Herrn Prof. Hofmann ausgeführt, dem meinen innigsten Dank hierfür zu sagen, mir eine angenehme Pflicht ist.

Nachdem ich nunmehr die Methode der Untersuchung genau beschrieben habe, wende ich mich zur Schilderung meiner Versuche über das erste Problem, ob nemlich und in welcher Richtung die Vasomotorenlähmung die entzündliche Exsudation und damit den Lymphstrom aus dem betreffenden Gebiet beeinflusst. A priori lässt sich in dieser Beziehung gar nichts voraussagen, da infolge der Nervendurchschneidung zwar die Blutzufuhr auch zu dem entzündeten Theile gesteigert wird, indess die Art der Blutbewegung bei der Congestion und bei der Entzündung so völlig verschieden ist, dass das Resultat von beider Zusammenwirken ebensowohl eine Zunahme, als eine Verringerung der entzündlichen Exsudation sein kann. Von einschlägigen Experimenten ist mir nur ein einziges bekannt, das Lassar gelegentlich seiner Versuche über die Entzündungslymphe anstellte. Er will sich dabei überzeugt haben, „dass die Ischiadicusdurchschneidung ohne sichtbaren Einfluss auf Beschaffen-

heit und Quantität der Entzündungslymphe bleibt.“ Ob freilich einem einzigen noch dazu beiläufig unternommenen Versuch soviel Gewicht beigemessen werden darf, um daraufhin diesen Schluss zu ziehen, werden die folgenden Experimente zeigen.

Bei diesen verfuhr ich folgendermaassen: An der einen Pfote oder an beiden gleichzeitig wurde, je nach dem Zwecke des Experiments, eine Entzündung auf die eine oder andere Weise hervorgebracht. Alsdann wurde das Thier narkotisirt, der N. ischiadicus auf der einen Seite durchschnitten, die Lymphgefässe an beiden Extremitäten freigelegt und nun die Geschwindigkeit der Lymphabsonderung und das Auftreten des Oedems auf beiden Seiten vergleichend geprüft.

Versuch I. 24. Juli 1882. Einem grossen Hunde werden in die Vene an der Vorderseite der Vorderpfote 10 ccm einer 2procentigen Morphiniumlösung eingespritzt. Rasches Eintreten einer vollständigen Narkose. Oberhalb der Knöchel werden beide Hinterpfoten mit einem Gummischlauch fest zusammengeschürzt und alsdann in Wasser, welches auf 70° erwärmt ist, eingetaucht. Die Pfoten werden so lange unter Wasser gehalten, bis die Haare sich leicht aus der Haut herausziehen lassen, im Ganzen etwa 2 Minuten —; alsdann werden sie aus dem Wasser herausgenommen und die Gummischläuche entfernt. Jetzt wird auf der rechten Seite der N. ischiadicus durchschnitten. Nach ungefähr einer halben Stunde treten Entzündungserscheinungen an beiden Füßen auf. Dieselben beginnen stark zu schwellen, und zwischen den einzelnen Zehen bemerkt man Blasen, die mit einer durchsichtigen Flüssigkeit gefüllt sind. Nun werden beiderseits die Lymphgefässe präparirt und mit Canülen armirt. Passive Bewegungen wurden alle 10 Minuten vorgenommen, und jedesmal 5 Minuten lang fortgesetzt. Auf derjenigen Seite, wo der Nerv durchschnitten, konnte ich in 17 Minuten 10 ccm Lymphe aufsammeln, während es auf der anderen Seite 32 Minuten dauerte, bis dieselbe Quantität Lymphe erhalten wurde; die Lymphe ist beiderseits von gleicher Färbung und coagulirt mit derselben Geschwindigkeit.

Der Gehalt an festen Bestandtheilen war:

auf der Seite des durchschnittenen Nerven . . .	5,390,
auf der nicht operirten Seite . . . . .	5,175.

Zwei Stunden nach Ablauf des Versuchs ging der Hund zu Grunde, vermuthlich an der übermässigen Dose des eingespritzten Morphinium.

Versuch II. 25. Juli 1882. Einem mittelgrossen Hunde werden subcutan 4 g einer 2procentigen Morphiniumlösung einverleibt; die Narkose erfolgt etwa nach einer halben Stunde. Wie im vorhergehenden Versuch werden auch hier beide Hinterpfoten oberhalb der Knöchel mit einem

Gummischlauch fest umschnürt und in ein heisses Wasserbad von 70° C. eingetaucht, in welchem sie so lange zurückgehalten werden, bis das Ausziehen der einzelnen Hauthaare auf keinen Widerstand mehr stösst. Ungefähr 10 Minuten nach Entfernung der Pfoten aus dem Bade begann eine hochgradige Schwellung der verbrühten Partien, während zwischen den Zehen Blasen beobachtet werden konnten. Durchschneidung des N. ischiadicus sin. Es werden die Lymphgefässe präparirt und in dieselben Canülen eingebunden. Auf jeder Seite gelingt es 20 ccm Lymphe zu gewinnen, doch nahm das Aufsammeln dieser Quantität auf der gelähmten Seite 27 Minuten in Anspruch, auf der anderen 59 Minuten. Beide Portionen unterscheiden sich nicht, weder an Farbe, noch an Neigung zu rascher Coagulation.

An festen Bestandtheilen enthielt die Lymphe:

auf der nicht gelähmten Seite 4,780,

auf der gelähmten Seite . . 4,880.

Die Morphinwirkung hält noch einige Stunden nach der Operation an.

Am Abend desselben Tages constatirt man beim Betasten in den Vertiefungen vor der Achillessehne eine Geschwulst von teigiger Consistenz.

26. Juli. Die entzündlichen Erscheinungen auf der nicht gelähmten Extremität nehmen ab. Dagegen an der paralysirten Pfote hat die Geschwulst augenscheinlich zugenommen. Am Unterschenkel erstreckt sich die ödematöse Schwellung über den Gesammtumfang desselben und erhebt sich über dem Fersenbein auf 4—5 Querfinger. Der Hund nimmt Nahrung zu sich und ist auch sonst munter.

27. Juli. Die gelähmte Extremität hat ein fast cylindrisches Aussehen angenommen, und das Oedem des Unterschenkels reicht fast bis zum Knie. Gangränöse Flecken an der Ferse. Die nicht gelähmte Pfote zeigt beinahe keine Veränderungen. Das Thier wird getödtet. Bei der Section wurde die vollständige Durchschneidung des N. ischiadicus constatirt.

Versuch III. 1. Nov. 1882. Einem grossen Hunde werden subcutan an der vorderen und an den seitlichen Flächen der Füsse und der Fusssohlen, auf beiden Seiten gleichmässig, je 5 g einer Terpentinemulsion (Ol. Tereb. 1 Theil, Emulsio c. mucilago gummi arab. 10 Theile) eingespritzt.

2. Nov. Morgens. Beide Hinterfüsse sind mehr oder weniger gleichmässig geschwollen, fühlen sich heiss an und sind auf Druck schmerzhaft. Der Hund bewegt sich mühsam. Das Thier wird durch Injection von 4 ccm einer 2procentigen Morphinlösung in eine Vene der Vorderpfote narkotisirt. Durchschneidung des N. ischiadicus sin. Beiderseits Präparation der Lymphgefässe und Vorbereitung derselben zur Lymphaufsammlung. Die Differenz in der Geschwindigkeit der Lymphabsonderung auf der gelähmten und der nicht gelähmten Extremität ist aus folgender Tabelle ersichtlich.

T a b e l l e II.

A. Ischiadicus unversehrt.					B. Ischiadicus durchschnitten.				
No.	Zeit in Min.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamt- menge.	No.	Zeit in Min.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamt- menge.
1.	1—5	2,8	Pumpbewegung	2,8	1.	1—5	5,5	Pumpbewegung	5,5
2.	5—10	0,3	Ruhe	3,1	2.	5—10	0,5	Ruhe	6,0
3.	10—15	0,2	Ruhe	3,3	3.	10—15	0,2	Ruhe	6,2
4.	15—20	3,5	Pumpbewegung	6,8	4.	15—20	5,6	Pumpbewegung	11,8
5.	20—25	0,5	Ruhe	7,3	5.	20—25	0,2	Ruhe	12,0
6.	25—30	0,4	Ruhe	7,7	6.	25—30	0,4	Ruhe	12,4
7.	30—35	3,0	Pumpbewegung	10,7	7.	30—35	5,6	Pumpbewegung	18,0

In physikalischer Beziehung bietet die Lymphe in beiden Fällen keine Differenz.

Die gewonnene Lymphe enthielt an festen Bestandtheilen:  
 ohne Nervendurchschneidung 6,580,  
 nach - 5,600.

3. Nov. Die gelähmte Extremität ist ödematös geschwollen. Das Oedem erhebt sich bis über die Knöchel.

4. Nov. Das Oedem an der paralytirten Extremität ist sehr deutlich ausgeprägt. Die Schwellung auf der anderen Seite ist beinahe verschwunden. Der Hund wird getödtet.

Versuch IV. 5. Dec. 1882. Einem grossen Hund wird eine Terpentinemulsion in beide Hinterfüsse an gleichen Stellen und in gleichen Mengen eingespritzt.

6. Dec. Entzündung beider Extremitäten. Durchschneidung des N. ischiadicus dexter. Drei Stunden später wird beiderseits aus den Lymphgefässen die Lymphe aufgefangen. Nachstehende Tabelle ergibt den Unterschied in der Geschwindigkeit der Lymphabsonderung auf beiden Seiten.

T a b e l l e III.

A. Ischiadicus unversehrt.					B. Ischiadicus durchschnitten.				
No.	Zeit in Min.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamt- menge.	No.	Zeit in Min.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamt- menge.
1.	1—5	6,0	Pumpbewegung	6,0	1.	1—5	10,4	Pumpbewegung	10,4
2.	5—10	1,4	Ruhe	7,4					
3.	10—15	3,1	Pumpbewegung	10,5					

Der Gehalt an festen Bestandtheilen war:  
 ohne Ischiadicusdurchschneidung 6,040  
 nach - 6,475.

7. Dec. Die Extremität mit durchschnittenem Ischiadicus ist stark ödematös; die ödematöse Anschwellung erreicht fast das Knie. Auf der anderen Seite hat die entzündliche Schwellung gegen gestern abgenommen. Das Thier wird getödtet.

Versuch V. 10. Dec. Einem grossen sehr gut genährten Hunde wird, wie in den früheren Fällen, subcutan in beide Hinterpfoten, etwas oberhalb der Zehen und in die Sohle, an gleichen Stellen und in gleichen Quantitäten Terpentinemulsion eingespritzt.

11. Dec. Entzündung des ganzen Fusses beiderseits. Ischiadicusdurchschneidung rechts. Zwei Stunden nachher Narkose durch intravenöse Injection von 6 cem Morphiumlösung. Präparation der Lymphgefässe und Aufsammlung der Lymphe durch eingebundene Canülen. Der Unterschied in der Absonderung in Bezug auf die Geschwindigkeit auf beiden Seiten ist aus folgender Tabelle ersichtlich.

T a b e l l e I V.

A. Ischiadicus unversehrt.					B. Ischiadicus durchschnitten.				
No.	Zeit in Min.	Menge in cem.	Verhalten der Extremität.	Gesamtmenge.	No.	Zeit in Min.	Menge in cem.	Verhalten der Extremität.	Gesamtmenge.
1.	1—5	14,0	Pumpbewegung	14,0	1.	1—5	25,0	Pumpbewegung	25,0
2.	5—10	1,5	Ruhe	15,5	2.	5—10	2,0	Ruhe	27,0
3.	10—15	10,0	Pumpbewegung	25,5	3.	10—15	15,0	Pumpbewegung	42,0
4.	15—20	1,2	Ruhe	26,7	4.	15—20	1,5	Ruhe	43,5
5.	20—25	9,8	Pumpbewegung	36,5	5.	20—25	12,5	Pumpbewegung	56,0
6.	25—30	1,0	Ruhe	37,5	6.	25—30	1,3	Ruhe	57,3
7.	30—35	8,5	Pumpbewegung	46,0	7.	30—35	10,1	Pumpbewegung	67,4

Der Gehalt an festen Bestandtheilen war:

ohne Ischiadicusdurchschneidung 6,150

nach - 5,990.

Der Hund befand sich nach dem Versuche ziemlich lange, ungefähr zwei Stunden noch, unter dem Einfluss der Narkose.

Am Abend desselben Tages stellte sich in der gelähmten Pfote Oedem ein, welches beinahe bis zur Ferse reichte.

12. Dec. Bedeutende ödematöse Anschwellung, welche fast den ganzen Fuss und den Unterschenkel der gelähmten Extremität einnimmt. Die andere Extremität beinahe wieder unverändert. Das Thier wird getödtet.

Aus den vorstehend in extenso angeführten Versuchen, denen wir noch mehrere mit dem gleichen Resultat an die Seite setzen könnten, folgt:

1) dass in einer entzündeten Extremität mit gelähmten Vasomotoren weit mehr Lymphe producirt

wird als in einer Extremität, die zwar ebenfalls entzündet ist, aber deren Vasomotoren intact sind, und dass infolge dessen

2) die Combination von Entzündung und Vasomotorenlähmung ein sehr viel stärkeres Oedem hervorruft, als Entzündung allein bei unversehrten Gefässnerven. Dabei bildet sich das Oedem auf der gelähmten Seite nicht bloß stärker und schneller aus, sondern es hält auch viel länger an, der Art, dass es auf der gelähmten Seite noch zu einer Zeit im Wachsen sein kann, wo die Schwellung der Extremität mit erhaltenem Gefässnerven schon völlig rückgängig wird.

Dagegen hat 3) die Nervendurchschneidung auf die Gerinnbarkeit der Entzündungslympe, auf ihre Farbe und ihren Gehalt an festen Bestandtheilen augenscheinlich keinen bestimmten und constanten Einfluss, wie die nachfolgende Nebeneinanderstellung der festen Bestandtheile darthut.

Bei unversehrtem Ischiadicus.	Bei durchschnittenem Ischiadicus.
5,17 pCt.	5,39 pCt.
4,78 -	4,88 -
6,58 -	5,60 -
6,04 -	6,47 -
6,15 -	5,99 -

Indem wir jetzt zu unserer zweiten Aufgabe übergehen, so lässt sich auch hier nicht voraussagen, in welcher Weise Transsudation und Lymphstrom sich ändern, wenn in einem Körperteile zur Entzündung eine Stauung hinzutritt, oder wenn in einem gestauten Bezirk sich Entzündung etablirt. Denn die Blutbewegung ist bei diesen beiden Vorgängen zu verschiedenartig, als dass der Effect der gleichzeitigen Combination beider sich construiren und theoretisch berechnen liesse. Allenfalls darf man, da sowohl Entzündung als auch Stauung den Lymphstrom bedeutend verstärken von dem Zusammentreffen beider ein gleiches Resultat womöglich in noch erhöhtem Maasse erwarten. Vollends dürfte diese Voraussetzung gerechtfertigt sein, wenn zu jenen beiden Störungen noch eine

Vasomotorenlähmung hinzugefügt wird, da wir von dieser seit Ranvier wissen, dass sie das Stauungsödem, und durch unsere vorstehende Untersuchung gezeigt ist, dass sie das entzündliche Oedem beträchtlich steigert. Ueber die Beschaffenheit und Zusammensetzung der Lymphe unter diesen Umständen dürfte dagegen nicht einmal eine Vermuthung gestattet sein.

Bei meinen einschlägigen Versuchen habe ich die Stauung entweder nach der Methode von Sotnitschewsky<sup>1)</sup> mittelst Gypsinjection in die Venen oder durch Umschnürung der Extremität mittelst eines festen Strickes zu Wege gebracht, die Entzündung aber mittelst der in den Experimenten der ersten Kategorie angewandten Verfahren — Verbrühung oder subcutane Injection von Therpentinemulsion oder Aehnliches — hervorgerufen. Auch in allem Uebrigen bin ich genau so zu Werke gegangen, wie in diesen Versuchen.

Versuch VI. Bei einem grossen Hunde wird nach subcutaner Einspritzung von Morphium künstliches Oedem der beiden Hinterbeine nach der Methode von Sotnitschewsky hervorgebracht. Nach erfolgter Erstarrung der Gypsmaße wird die linke Extremität in heisses Wasser von 70° C. eingetaucht und verbleibt dort, ebenso wie in den früheren Versuchen, so lange, bis das Haar sich leicht von der Haut ablösen lässt. Nachdem die Erscheinungen der Entzündung hervorgetreten sind, wird zur Aufsammlung der Lymphe geschritten. Auf der Seite, wo zur Stauung die Entzündung hinzutreten war, erfolgte die Lymphabsonderung viel rascher: 10 ccm konnten schon in 20 Minuten aufgesammelt werden. Dagegen auf der anderen Seite, wo nur Stauung vorhanden war, nahm die Gewinnung derselben 10 ccm nicht weniger als 57 Minuten in Anspruch.

Der Gehalt an festen Bestandtheilen war:

in der Stauungs-entzündlichen Lymphe . . . 5,160

in der einfachen Stauunglymphe . . . . 4,370.

Das Thier wurde noch an demselben Tage getödtet.

Versuch VII. 22. Juli. Einem grossen Hund wird, nach vorheriger Narcotisirung durch subcutane Morphiuminjection, eine Gypsmaße in die Venen der beiden Hinterbeine eingespritzt. Die Lymphgefäße werden beiderseits freigelegt. Beiderseitige Ischiadicusdurchschneidung. Der linke Fuss wird in heisses Wasser von 70° C. eingetaucht und verbleibt dort 2 Minuten, was vollkommen genügt, um hier Entzündung hervorzurufen. Von der ausfliessenden Lymphe werden je 10 ccm aufgesammelt: auf der

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. 77. S. 85.



Seite mit Stauung und Entzündung in 25 Minuten, auf der anderen Seite, wo nur Stauung vorhanden ist, in 50 Minuten. Die Stauunglymphe zeigt eine röthliche Färbung.

An festen Bestandtheilen enthält:

die Stauungs-entzündliche Lymphe . .	4,405
die Stauunglymphe . . . . .	2,300.

Versuch VIII. 4. Juli 1882. Einem grossen Hund wird unter die Haut der vorderen und der Seitenflächen des linken Hinterfusses 5 g Therpentinemulsion eingespritzt.

5. Juli. Die Pfote ist angeschwollen, heiss und schmerzhaft bei der Berührung wie auch beim Gehen. Narkose durch subcutane Injection einer Morphiumlösung. Die Lymphgefässe werden nur auf der Seite der entzündeten Extremität präparirt. In das eine derselben wird eine Canüle eingebunden, die übrigen unterbunden. Während der Absonderung der Lymphe werden alle zehn Minuten passive Bewegungen 2 Minuten lang gemacht. Zur Aufsammlung von 20 ccm Lymphe war 1 Stunde 10 Minuten erforderlich.

Nachdem dieses Quantum erhalten war, wurde der N. ischiadicus durchschnitten. Dieselbe Lymphmenge (20 ccm) konnte jetzt in nur 49 Minuten gesammelt werden. Alsdann wurde zur Hervorbringung einer Stauung an der entzündeten Extremität oberhalb des Knies ein Gummischlauch fest, aber nicht bis zum Verschwinden des Pulses in der Cruralarterie angelegt. Nunmehr bedurfte es zur Lieferung von 20 ccm Lymphe nur noch 32 Minuten.

Die erste und zweite Lymphportion hatten eine gelbliche Färbung, die dritte hingegen war röthlich gefärbt. In der Geschwindigkeit der Coagulation zeigten sämtliche drei Portionen keine auffallenden Differenzen.

Der Gehalt an festen Bestandtheilen war:

in der entzündlichen Lymphe

vor der Ischiadicusdurchschneidung . . . 4,91 pCt.

nach der Ischiadicusdurchschneidung . . . 5,51 pCt.,

in der Stauungs-entzündlichen Lymphe

nach der Ischiadicusdurchschneidung . . . 4,11 pCt.

Gegen Abend ist am operirten Beine in der Nähe der Achillessehne eine ödematöse Schwellung zu bemerken.

6. Juli. Das Oedem oberhalb des Fersenbeines ist stark ausgeprägt. Das Thier wird getödtet.

Versuch IX. 13. Juli 1882. Eine Therpentinemulsion wird in die beiden Hinterbeine eines grossen Hundes eingespritzt.

14. Juli. Gleichmässige Schwellung beider Füsse. Die Lymphe wird in der gewöhnlichen Weise gesammelt. Keine Pumpbewegungen während der ganzen Dauer des Versuchs. Subcutane Morphiuminjection. Durchschneidung des N. ischiadicus sin. An der Extremität mit unversehrtem

Ischiadicus werden 10 ccm Lymphe in 1 Stunde 18 Minuten aufgesammelt, auf der anderen Seite dasselbe Quantum in 50 Minuten. Nun wurde beiderseits oberhalb des Knies ein Strick fest um die Extremität, jedoch mit Erhaltung des Arterienpulses, geschnürt. Unter diesen Bedingungen geschah die Absonderung von 10 ccm Lymphe: auf der Seite des gelähmten Beines in 37 Minuten, hingegen auf derjenigen des nichtgelähmten in 50 Minuten. Die Stauungs-entzündliche Lymphe ist mehr roth gefärbt als die frühere. Coagulation bei allen Portionen fast gleich rasch.

An festen Bestandtheilen enthielt:

die entzündliche Lymphe nach Ischiadicusdurchschneidung . . .	5,745
bei unversehrttem Ischiadicus . . .	5,345,
die Stauungs-entzündliche Lymphe nach Ischiadicusdurchschneidung	5,975
bei unversehrttem Ischiadicus .	5,413.

15. Juli. Das Oedem am paralyisirten Bein ist sehr hochgradig, während die Schwellung am rechten Bein nicht zugenommen hat. Das Thier wird getödtet.

Versuch X. 17. Juli. Grosser Hund; Narcose durch subcutane Morphinum-injection: Präparation der Lymphgefässe an beiden Hinterbeinen. Durchschneidung des Ischiadicus dexter. Darauf Umschnürung der Beine dicht über den Knöcheln mit einem Gummischlauch und Eintauchen der Pfoten in heisses Wasser von 67° C. Dieselben werden im heissen Wasser so lange gehalten, bis die Haare von der Haut sich mit Leichtigkeit ablösen lassen, d. i. beinahe 3 Minuten. Ungefähr nach einer halben Stunde treten Entzündungserscheinungen auf in Form von Schwellung und auch Blasenbildung zwischen den Zehen. Reichliche Absonderung einer fast durchsichtigen rasch coagulirenden Lymphe. 20 ccm werden auf der gelähmten Seite in 37 Minuten aufgefangen, auf der nicht paralyisirten in 50 Minuten. Beide Gliedmaassen werden nun an der Mitte der Oberschenkel mit elastischen Stricken fest zusammengeschnürt, jedoch nicht bis zur Unterbrechung des Pulses. Auf der rechten Seite stellt sich bald nach Anlegung des Bandes ein mässiges Oedem ein. Die Gewinnung von ferneren 20 ccm Lymphe auf beiden Seiten beanspruchte jetzt: auf der Seite des paralyisirten Beines 26 Minuten, auf der nicht paralyisirten 39 Minuten; letztere zwei Portionen sind intensiv roth gefärbt.

Gehalt an festen Bestandtheilen:

in der rein entzündlichen Lymphe:

ohne Ischiadicusdurchschneidung . . .	4,775
nach Ischiadicusdurchschneidung . . .	5,610,

in der Stauungs-entzündlichen Lymphe:

ohne Ischiadicusdurchschneidung . . .	4,743
nach Ischiadicusdurchschneidung . . .	5,095.

Abends ist rechts das subcutane Bindegewebe des ganzen Fusses und des unteren Theiles des Unterschenkels stark ödematös durchtränkt.

18. Juli. Am rechten Unterschenkel ist das Oedem handbreit gestiegen und erstreckt sich über den ganzen Umfang der betreffenden Extremität. Am linken nicht gelähmten Bein ist dagegen die Entzündung zurückgegangen und die Schwellung geringer geworden. Das Thier wird getödtet.

Somit hat sich in der That ergeben, dass durch die Combination von Stauung und Entzündung der Lymphstrom beträchtlich sowohl über das Maass gesteigert wird, das der reinen Entzündung, als auch über dasjenige, das der reinen Stauung zukommt. Denn der Effect hat sich in unseren Experimenten als ein annähernd gleicher herausgestellt, wenn das gestaute Bein hinterher in Entzündung versetzt oder wenn in einer entzündeten Extremität eine Stauung hervorgerufen wurde. Und auch darin hat sich unsere Vermuthung als richtig erwiesen, dass infolge der Nervendurchschneidung die Lymphabsonderung noch mehr zunimmt, so dass die ödematöse Schwellung auf der gelähmten Seite sehr bedeutende Grade erreicht und insbesondere zu einer Zeit noch anwächst, wo die Erscheinungen der combinirten Stauungsentzündung allein schon sich zurückzubilden beginnen.

Was den Gehalt an festen Bestandtheilen anbetrifft, so sind die bei den verschiedenen Versuchen dieser Gruppe gewonnenen Zahlen so inconstant und selbst widersprechend, dass es nicht möglich erscheint, dieselben zu irgend einer Schlussfolgerung zu verwerthen. Die Ursache dieser so differenten Daten in Bezug auf die festen Bestandtheile ist vermuthlich darin zu suchen, dass bei der Combination zweier Störungen, deren jede an sich in entgegengesetzter Weise den Gehalt der Lymphe an festen Bestandtheilen beeinflusst, wie dies bekanntlich Entzündung und Stauung thun, dass, sage ich, bei deren Combination das eine Mal der Effect der einen, das andere Mal der der anderen überwiegt. Festzustellen, dass die eine Zahl bei Vorwiegen der Stauung vor der Entzündung gewonnen war, während bei der anderen das umgekehrte Verhältniss bestanden hatte, scheint mir absolut unausführbar zu sein. Die Lähmung der Vasomotoren hat auch hier die Zusammensetzung der Lymphe nicht in bestimmt erkennbarer Weise beeinflusst.

---

Einer erneuten Untersuchung des Lymphstromes bei Hydrämie und hydrämischer Plethora bedarf es nicht, nachdem durch die Untersuchungen von Cohnheim und Lichtheim festgestellt worden ist, dass bei hydrämischer Blutbeschaffenheit die Lymphe zwar in verringerter Concentration, jedoch, wenigstens von den Extremitäten und der Haut, nicht in vermehrter Menge abgesondert wird, und es deshalb auch ein Oedem genannter Regionen dabei nicht giebt. Nicht minder aber haben eben diese Autoren festgestellt, dass durch die Hydrämie der Effect gewisser Kreislaufsstörungen auf die Lymphproduction bedeutend gesteigert wird; denn sie fanden, dass schon ganz leichte Entzündungen, und geringfügige Stauungen, wie sie sonst niemals von deutlichen Schwellungen gefolgt wurden, bei Hydrämischen genühten, um ein ansehnliches Oedem hervorzurufen<sup>1)</sup>. Es blieb noch übrig, in erster Linie zu prüfen, ob bei Hydrämischen etwa schon durch eine Erschwerung des Lymphabflusses Oedem bedingt werden kann — was bei normaler Blutbeschaffenheit bekanntlich nicht der Fall ist. Vor Allem aber musste im Experiment ermittelt werden, ob die Lymphabsonderung und der Lymphstrom bei hydrämischer Blutbeschaffenheit durch Nervendurchschneidung beeinflusst wird.

Bei den einschlägigen Versuchen wurden die Hunde dadurch hydrämisch gemacht, dass ich ihnen die Hälfte ihrer auf  $\frac{1}{3}$  des Körpergewichts geschätzten Blutmenge durch Kochsalzlösung von 0,6 pCt. ersetzte; erstere wurde dabei aus der Carotis entnommen, die Kochsalzlösung erwärmt unter geringem Druck in die V. jugularis einlaufen gelassen. Wurde bei den hydrämischen Thieren Lymphe gesammelt, so geschah dies in der Regel erst am dritten Tage, da ich aus den Experimenten Dr. von Ott's, die gleichzeitig mit den meinigen im Leipziger pathologischen Institut angestellt wurden, wusste, dass in den ersten Tagen nach dem Aderlass und Transfusion der Grad der Hydrämie sich nicht erheblich ändert. Die Durchschneidung des Ischiadicus vollführte ich erst einige Stunden vor der Lymphaufsammlung.

<sup>1)</sup> Vergl. auch Hehn, „zur Frage von der Entstehung der localen Oedeme als Folge der Unterbrechung des Blutstromes in den grösseren Venenstämmen“. 1874. (Russisch.)

Ich stelle das Experiment voran, in dem die Lymphstämme ligirt wurden, weil es gewissermaassen auch für die folgenden als Controlversuch angesehen werden darf.

Versuch XI. 8. Januar 1883. Hund von 21500 g. Berechnete Blutmenge 1652 g. Es wurden 826 ccm Blut abgezapft und durch ein gleiches Quantum Kochsalzlösung ersetzt.

9. Januar. Der Hund ist munter, frisst mit Appetit. Keinerlei Folgen der Operation zu erkennen.

11. Januar. Links werden an der äusseren Fläche des Unterschenkels die die V. saphena parva begleitenden und gewöhnlich bei Lymphversuchen benutzten Lymphgefässe freigelegt und unterbunden. Die Wunde wird sorgfältig desinficirt und mit Nähten geschlossen.

12. Januar. Unbedeutende Schwellung um den Hautschnitt, Schmerzhaftigkeit bei Druck. An anderen Stellen der Extremitäten kein Oedem.

13. Januar. Die ödematöse Schwellung hat etwas abgenommen. Im Uebrigen keine Veränderung. Der Hund wurde acht Tage hinter einander beobachtet. Während dieser ganzen Zeit stellte sich kein ferneres Oedem, auch nicht in geringem Grade, ein.

Hiernach hat die Erschwerung des Lymphabflusses, auch bei einem ausgesprochen hydrämischen Hunde, kein Oedem zur Folge. Dabei verkenne ich freilich nicht, dass die angebrachte Behinderung des Lymphstromes keine hochgradige ist, und ich möchte das Hauptinteresse dieses Versuches, darin erkennen, dass er die Unabhängigkeit der in den weiteren Experimenten etwa auftretenden Oedeme von der Verlegung der betreffenden Lymphstämme darthut.

Versuch XII. 10. November 1882. Hund von 24600 g Körpergewicht, berechnete Blutmenge 1892 g. Durch die Art. carotis comm. werden 946 g Blut entzogen, und in die V. jugularis ext. wird darauf eine gleiche Quantität auf 39,0° C. erwärmte 0,6procentige Kochsalzlösung eingeführt.

13. November. Rechtsseitige Ischiadicusdurchschneidung. Drei Stunden später in Morphinumnarcose Aufsammlung der Lymphe beiderseits wie in den früheren Versuchen.

Nachstehende Tabelle zeigt den Unterschied in der Lymphabsonderung auf beiden Seiten.

T a b e l l e V.

A. Ischiadicus unversehrt.					B. Ischiadicus durchschnitten.				
No.	Zeit in Minuten.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamt- menge.	No.	Zeit in Min.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamt- menge.
1.	1—5	1,0	Pumpbewegung	1,0	1.	1—5	2,4	Pumpbewegung	2,4
2.	5—10	0,5	Ruhe	1,5	2.	5—10	0,7	Ruhe	3,1
3.	10—15	0,5	Pumpbewegung	2,0	3.	10—15	1,6	Pumpbewegung	4,7
4.	15—20	0,2	Ruhe	2,2	4.	15—20	0,3	Ruhe	5,0
5.	20—25	0,3	Pumpbewegung	2,5	5.	20—25	1,0	Pumpbewegung	6,0
6.	25—30	0,3	Pumpbewegung	2,8	6.	25—30	1,5	Pumpbewegung	7,5
7.	30—35	0,2	Ruhe	3,0	7.	30—35	0,3	Ruhe	7,8
8.	35—40	0,0	Ruhe	3,0	8.	35—40	0,2	Ruhe	8,0
9.	40—45	0,2	Pumpbewegung	3,2	9.	40—45	0,6	Pumpbewegung	8,6
10.	45—50	0,1	Ruhe	3,3	10.	45—50	0,3	Ruhe	8,9
11.	50—55	0,1	Ruhe	3,4	11.	50—55	0,2	Ruhe	9,1
12.	55—60	0,2	Pumpbewegung	3,6	12.	55—60	1,0	Pumpbewegung	10,1
13.	60—65	0,0	Ruhe	3,6					
14.	65—70	0,3	Pumpbewegung	3,9					
15.	70—75	0,2	Pumpbewegung	4,1					
16.	75—80	0,0	Ruhe	4,1					
17.	80—85	0,2	Pumpbewegung	4,3					
18.	85—90	0,3	Pumpbewegung	4,6					
19.	90—95	0,0	Ruhe	4,6					
20.	95—100	0,2	Pumpbewegung	4,8					
21.	100—105	0,3	Pumpbewegung	5,1					

Die gesammelte Lymphe enthielt an festen

Bestandtheilen:

auf der nicht gelähmten Seite 2,160

auf der gelähmten Seite . . 1,956.

14. November. An der rechten Extremität constatirt man durch Bestastung in den Einsenkungen der Achillessehne Oedem. Linke Extremität ohne Veränderungen.

15. November. Das Oedem rechts hochgradig entwickelt, das linke Bein auch heute von ganz normalem Verhalten. Das Thier wird getödtet.

Versuch XIII. 26. November 1882. Hund von 18500 g Körpergewicht; berechnete Blutmenge 1423 g; die Hälfte der Blutmenge (712 g) wird entzogen und durch Kochsalzlösung von 0,6 pCt. ersetzt.

29. November. Ischiadicusdurchschneidung rechterseits. Drei Stunden darauf in Morphinumnarcoese Lymphaufsammlung aus den Lymphgefäßen beider Unterschenkel. Nachstehende Zahlen zeigen den Unterschied in der Absonderung auf beiden Seiten.

T a b e l l e VI.

Ischiadicus unversehrt.					Ischiadicus durchschnitten.				
No.	Zeit in Min.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamt- menge.	No.	Zeit in Min.	Menge in ccm.	Verhalten der Extremität.	Gesamt- menge.
1.	1—5	1,2	Pumpbewegung	1,2	1.	1—5	6,2	Pumpbewegung	6,2
2.	5—10	0,2	Ruhe	1,4	2.	5—10	0,4	Ruhe	6,6
3.	10—15	1,0	Pumpbewegung	2,4	3.	10—15	3,2	Pumpbewegung	9,8
4.	15—20	0,2	Ruhe	2,6	4.	15—20	0,3	Ruhe	10,1
5.	20—25	0,8	Pumpbewegung	3,4	5.	20—25	1,2	Pumpbewegung	11,3
6.	25—30	0,0	Ruhe	3,4	6.	25—30	0,1	Ruhe	11,4
7.	30—35	0,3	Pumpbewegung	3,7	7.	30—35	0,8	Pumpbewegung	12,2
8.	35—40	0,1	Ruhe	3,8	8.	35—40	0,2	Ruhe	12,4
9.	40—45	0,6	Pumpbewegung	4,4	9.	40—45	0,8	Pumpbewegung	13,2
10.	45—50	0,2	Ruhe	4,6					
11.	50—55	0,4	Pumpbewegung	5,0					

An festen Bestandtheilen enthielt die Lymphe:

bei unversehrttem Ischiadicus . . 3,120

nach Ischiadicusdurchschneidung 3,145.

30. November. Die rechte Extremität ist in der Gegend der Knöchel ödematös geschwollen, das linke Bein dagegen zeigt nichts Abnormes.

1. December. Das Oedem am gelähmten Bein ist noch stärker ausgeprägt, umfasst den ganzen Unterschenkel und ist auch am betreffenden Fuss deutlich zu erkennen. Das linke Bein ohne Veränderung.

Versuch XIV. 15. November 1882. Hund von 31850 g Gewicht, berechnete Blutmenge 2452 g. Durch die Art. carotis dextra 1226 g Blut entleert und durch Infusion eines gleichen Quantums von einer 0,6procentigen Kochsalzlösung in die V. jugularis d. ersetzt.

18. November. Durchschneidung des rechten Ischiadicus. Aufsammlung der Lymphe unterbleibt.

Am selben Abend kein Unterschied in dem Verhalten beider Extremitäten zu bemerken. Der Hund liegt und richtet sich nur dann auf, wenn er dazu genöthigt wird.

19. November. Auf der rechten Seite in der Gegend der Knöchel ist eine gewisse Pastosität und besonders bei Fingerdruck eine ödematöse Durchtränkung des Zellgewebes nicht zu verkennen, die indess gegen die Mitte des Unterschenkels und am Fuss selbst sich verliert.

20. November. Die rechte hintere Extremität, unterhalb des Knies angefangen bis hinab zu den Zehen, ist ödematös geschwollen. Das Oedem ist am stärksten am Unterschenkel, wo die Einsenkungen vor der Achillessehne fast ganz verschwunden sind. Das linke Bein ist dagegen ganz schlank, von durchaus normaler Form. Das Thier wird getödtet.

Versuch XV. 17. November. Kleiner Hund von 6750 g Gewicht, berechnete Blutmenge 519 g. Durch die Art. carotis comm. 260 g Blut entzogen und durch Einspritzung einer gleichen Menge einer 0,6 procentigen Kochsalzlösung in die V. jugularis ext. ersetzt.

20. November. Durchschneidung des Ischiadicus sin. und des Plexus brachialis dexter. Keine Lymphaufsammlung.

21. November. Extremitäten fast unverändert. Der Hund hält sich nur mit Mühe aufrecht und stützt sich auf die beiden vorderen und die rechte hintere Pfote. Nahrung verweigert er nicht.

22. November. Die linke hintere Extremität ist mässig ödematös, so dass die Einsenkungen vor der Achillessehne nicht ganz ausgefüllt sind. An der vorderen rechten Extremität bei Palpation kein Oedem zu fühlen. Der Hund ist munter.

23. November. Die Erscheinungen des Oedems fast ohne Veränderung, auch im Allgemeinen ist der Zustand derselbe.

24. November. Es wird eine zweite Transfusion mit Kochsalzlösung ausgeführt. Abgezapft 125 g Blut und ersetzt durch ein gleiches Quantum von Kochsalzlösung. Auch die zweite Operation wird vom Hunde gut getragen.

Gegen Abend hat das Oedem am gelähmten Bein etwas zugenommen.

25. November. Oedem an beiden Extremitäten, deren Nerven durchschnitten sind, sehr evident ausgeprägt. Die beiden anderen Extremitäten vollkommen normal. Das Thier wird getödtet.

Versuch XVI. 20. November 1882. Hund von 23500 g Gewicht; berechnete Blutmenge 1807 g. Es werden 904 g Blut entleert und durch ebensoviel Kochsalzlösung ersetzt.

23. November. Durchschneidung des N. ischiadicus rechts und des Plexus brachialis links.

24. November. Die gelähmten Gliedmaassen sind deutlich ödematös. Der Hund kann sich nicht gut aufrecht halten, frisst jedoch mit Appetit.

26. November. Oedem an der betreff. Hinterpfote stärker, als an der vorderen. Während der folgenden zwei Tage bedeutende Zunahme desselben an beiden Gliedern, während an den beiden gesunden Extremitäten keine Spur von Anschwellung wahrzunehmen ist.

In den letzten drei Versuchen ist die Ischiadicusdurchschneidung bei Gegenwart von hydrämischer Plethora ausgeführt worden.

Versuch XVII. 26. Juli 1882. Sehr junger Hund von 7000 g Körpergewicht, berechnete Blutmenge 538 g. Morphiumnarcose. Präparation der Lymphgefäße. Ischiadicusdurchschneidung rechts. Darauf werden in die rechte Vena jugularis ext. durch eine weite Glascanüle und bei niedrigem Druck zuerst 1700 ccm und nachträglich noch 300 ccm einer erwärmten Kochsalzlösung infundirt, im Ganzen also beinahe viermal mehr als die im



Organismus vorhandene Blutmenge. Während des Einlaufens scheidet das Thier eine grosse Menge von hellgefärbtem Urin und von äusserst flüssigen Fäces aus.

An der Extremität mit durchschnittenem Ischiadicus lassen sich 10 ccm Lymphe in 20 Minuten auffangen, während auf der entgegengesetzten Seite in 45 Minuten kaum  $1\frac{1}{2}$  ccm gewonnen werden. Beide Portionen sind fast durchscheinend.

Die Lymphe zeigt einen Gehalt von festen Bestandtheilen:

auf der nicht gelähmten Seite	1,410
auf der gelähmten Seite . .	1,890.

Das Thier wird getödtet.

In den beiden folgenden Versuchen XVIII und XIX wurde bei zwei jungen Hunden in ganz analoger Weise etwas mehr als die dreifache Blutmenge an erwärmter Kochsalzlösung von 0,6 pCt. in eine V. jugularis ext. infundirt und je ein Ischiadicus durchschnitten. Doch geschah keine unmittelbare Aufsammlung von Lymphe, sondern es sollten lediglich beide hintere Extremitäten vergleichend auf eine etwaige Entstehung von Oedem beobachtet werden. So prägnant, wie bei der einfachen Hydrämie, konnten diese Experimente freilich nicht ausfallen, weil beide Thiere, das eine schon am Versuchstage, das andere am nächstfolgenden verendeten. Indess ergaben beide doch ein positives Resultat, indem bei der Autopsie auf der Seite des unversehrten Ischiadicus bei beiden Thieren das Unterhautzellgewebe sich vollkommen trocken, auf der des durchschnittenen Nerven dagegen eine ausgesprochen seröse Durchtränkung desselben sich herausstellte.

Durch die Versuche der letzten Gruppe ist also auf der einen Seite es durchaus bestätigt, dass eine selbst recht hochgradige Hydrämie allein eine Steigerung der Lymphbildung und Oedem nicht herbeiführt, auf der anderen aber der schlagende Beweis geführt worden, dass die Vasomotorenlähmung bei hydrämischer Blutbeschaffenheit die Lymphproduction bedeutend erhöht und deshalb unter diesen Umständen ein sehr wirksames Mittel ist, Oedem zu erzeugen.

Die Verdünnung der hydrämischen Lymphe ist auch in vorstehenden Experimenten constatirt worden.

Die Ergebnisse der vorstehenden Untersuchung sind zum Theil unerwartet und überraschend, jedenfalls aber durch ihre Constanz recht bemerkenswerth. Denn es hat sich gezeigt, dass dieselbe Nervendurchschneidung, welche bei gesunden Thieren nicht den geringsten Einfluss auf die Lymphbildung hat, bei gleichzeitiger Combination mit anderen örtlichen Kreislaufs-

störungen, sowie mit Aenderungen der Blutbeschaffenheit, den erheblichsten Effect auf die Lymphproduction ausübt. Lediglich von der Stauung hat man schon früher gewusst, dass ihre Wirkung auf die Lymphabsonderung wächst, wenn die Vasomotoren der betreffenden Region gelähmt sind, und hier hat man, nachdem Sotnitschewsky bewiesen hat, dass schon die Stauung allein ohne gleichzeitige Nervendurchschneidung zur Erzeugung von Oedem ausreicht, kein Bedenken getragen, das Wirksame in der Steigerung der arteriellen Zufuhr zu erkennen. Jetzt wissen wir, dass auch die entzündliche Transsudation unter dem Einfluss der Vasomotorenlähmung zunimmt — was von Lassar auf Grund allerdings nur eines Versuchs direct bestritten war — und wir wissen ferner, dass bei hydrämischen Individuen in dem Bezirk, dessen Gefässnerven durchschnitten sind, ein ansehnliches Oedem sich einstellt. Dieses Verhältniss festzustellen ist allerdings leichter, als es zu erklären. Schon hinsichtlich der Entzündung dürfte es zweifelhaft genug sein, ob es auch hier die von der Nervendurchschneidung bewirkte Gefässerweiterung ist, der die Steigerung der Transsudation zuzuschreiben, angesichts des Umstandes, dass bei jeder heftigen Entzündung die Gefässe an sich schon sich bedeutend stärker zu erweitern pflegen, als dies jemals eine Lähmung der Vasomotoren zu Wege bringt<sup>1)</sup>. Für das Oedem bei Hydrämie vollends wird man sich zu solcher Annahme schwerlich entschliessen. Vielmehr muss die Vermuthung sich aufdrängen, ob nicht der Wegfall der Innervation die Blutgefässwandungen noch in einer bisher unbekannten Weise afficirt, durch welche die Transsudation mehr direct gesteigert wird. Und hiernach dürfte sogar umgekehrt die Frage aufgeworfen werden, ob auch bei der Stauung die Zunahme der Transsudation nach Nervendurchschneidung allein auf die Vergrösserung der arteriellen Zufuhr zurückgeführt werden darf.

Aber wenn auch die Erforschung des eigentlichen Causalzusammenhangs der Zukunft überlassen werden muss, so wollen wir uns deshalb nicht den Gewinn an thatsächlichen Kenntnissen, den unsere Versuchsreihe gebracht, verkümmern lassen. Nicht blos, dass es jetzt bewiesen ist, was bisher höchstens vermuthet worden, dass nemlich in einer Region, deren Gefässe entzünd-

<sup>1)</sup> Vergl. Cohnheim, Allg. Pathologie. 2. Aufl. I. S. 249.

lich verändert sind, leichte Kreislaufstörungen und einfache Congestionen zur Hervorrufung von ödematösen Schwellungen genügen, so ist es gelungen, einer Kategorie von Wassersucht, die zwar seit lange in der Pathologie einen Namen, indess in Wirklichkeit nur eine sehr hypothetische Existenz geführt hat, nemlich der kachektischen, eine gesicherte Daseinsberechtigung zu verschaffen. Allerdings bleibt es dabei, dass es ein allein auf Hydrämie beruhendes Oedem nicht giebt, aber wir haben jetzt erfahren, dass bei hydrämischen Individuen nicht blos geringfügige Stauungen und minimale Entzündungen, sondern schon das Spiel der Vasomotoren ausreicht, um typische Oedeme zu bewirken. Wie viel damit für die richtige Deutung der Hautödeme auch bei solchen Nierenkranken gewonnen ist, bei denen keine Hautkrankheit der Nephritis vorausgegangen ist, bedarf kaum der Andeutung. Aber auch die Oedeme bei Tuberculösen, Carcinomatösen etc. lassen sich ebenfalls unschwer aus unseren Erfahrungen ableiten.

Und selbst für viele Fälle von Erkrankungen des centralen Nervensystems mit Oedembildung, wo weder Thrombose der abführenden grösseren Gefässe, noch irgend eine andere genügende Ursache dafür nachgewiesen werden kann, dürfte die neugefundene Erklärung von Belang sein.

Endlich eröffnet sich jetzt auch eine neue Aussicht für das Verständniss der Urticaria und des Quincke'schen acuten Oedems. Freilich ist es gewiss nicht anzunehmen, dass alle Patienten, die diesen Leiden unterworfen sind, gleichzeitig hydrämisch seien. Dass indess auch hier die vasomotorischen Nerven in irgend einer Weise betheiligt sind, unterliegt ebenso wenig einem Zweifel, als dass es nicht völlig normale Individuen, die der Urticaria ausgesetzt sind: bekommen doch unter gleichen Einflüssen nur vereinzelte Menschen unter vielen ihre Quaddeln! Möglicherweise sind eben diese Individuen durch ein gewisses, wenn auch bisher noch nicht genauer gekanntes, pathologisches und jedenfalls abnormes Verhalten ihrer Blutgefässwandungen, resp. ihres Blutes, ausgezeichnet, ein Verhalten, dass zu den Zeiten, wenn, und an den Orten, wo die Gefässnerven eingreifen, Anlass zu rasch entstehendem und ansehnlichem Oedem wird.

---