

XXV.

Experimente über den Blutgehalt der menschlichen Extremitäten mit Rücksicht auf die Esmarch'sche Methode der künstlichen Blutleere.

Von Dr. Paul Bruns,

Privatdozenten der Chirurgie und erstem Assistenzarzte der chirurg. Klinik in Tübingen.

Durch die Esmarch'sche Methode der künstlichen Blutleere der Glieder hat die Frage über die Blutvertheilung im menschlichen Körper von Neuem in mehrfacher Hinsicht ein unmittelbar praktisches Interesse gewonnen. Zunächst ist die Kenntniss derselben unerlässlich, um den Werth der Anwendung des Esmarch'schen Verfahrens bei Amputationen genau feststellen zu können. Denn ein wesentlicher Vortheil derselben ist darin begründet, dass durch die vorgängige centripetale Einwickelung des Gliedes das in demselben kreisende Blut in den Rumpf zurückgedrängt und daher bei der Absetzung des Gliedes dem Organismus erhalten wird. Wollen wir also diese „Blutersparung“ als einen wesentlichen Factor in Rechnung ziehen, so müssen wir vorher die Frage beantworten, wie gross denn die Menge Blut ist, welche in einem gewissen Extremitätenabschnitte circulirt, resp. welche aus letzterem durch die Einwickelung entleert werden kann.

Ausserdem ist die Kenntniss des Blutgehaltes der Extremitäten noch in der Beziehung von praktischer Wichtigkeit, um den Werth und die Bedeutung gewisser Befürchtungen sowohl als therapeutischer Vorschläge beurtheilen zu können, welche an eine solche Verdrängung des Blutes aus den Gliedern geknüpft worden sind. Ich erinnere daran, dass wiederholt die ernstliche Befürchtung ausgesprochen worden ist, dass durch die elastische Einwickelung einer ganzen Extremität eine gefährliche Drucksteigerung im übrigen Gefäßsysteme hervorgebracht werden könnte; ich erinnere ferner an den Vorschlag von P. Müller¹⁾), bei Anämie durch acuten Blut-

¹⁾ Wien. med. Presse. 1874. No. 8.

verlust die 4 Extremitäten einzuwickeln, um der drohenden Gehirnanämie und Herzparalyse vorzubeugen (sogenannte Autotransfusion), und endlich an den Vorschlag von Esmarch¹⁾), bei Operationen am Rumpfe, Halse und Kopfe durch Absperrung des Blutes in sämtlichen oder einigen Extremitäten sich Reservedepots zu verschaffen, aus denen bei drohender Verblutung successive das Blut wieder dem allgemeinen Kreislaufe zugeführt werden könnte.

Leider gibt die Physiologie über jene Frage des Blutgehaltes der Extremitäten keinen genügenden Aufschluss. Es fehlen bis jetzt noch alle genaueren Anhaltspunkte über die Blutvertheilung im menschlichen Körper, über den relativen Blutgehalt der verschiedenen Organsysteme und namentlich über den prozentigen Blutgehalt der einzelnen Organe im Verhältnisse zu dem Organgewichte. „Die Bestimmung der Blutvertheilung in den einzelnen Organen lebender Thiere bleibt eines der hervorragendsten Desiderien der Physiologie des Blutes“²⁾) — diesen Satz stellt J. Ranke seiner Arbeit voran, welche meines Wissens die ausgedehntesten Versuche an Thieren über diese Frage enthält.

Immerhin mag es gerechtfertigt sein, die Ranke'schen Resultate seiner zahlreichen (nach der Welcker'schen Methode ausgeführten) Blutbestimmungen an Thieren vorläufig für unsere Zwecke in Betracht zu ziehen, um wenigstens ungefähre Anhaltspunkte über die Blutvertheilung im menschlichen Körper zu gewinnen. Ein Blick auf die von Ranke gefundenen Zahlenwerthe ergibt sofort eine erstaunliche Differenz in dem relativen Blutgehalte der einzelnen Organe und namentlich ein auffallend ungünstiges Verhältniss für den Bewegungsapparat. Die bei lebenden Fleischfressern gefundenen Mittelzahlen für den relativen Blutgehalt des Bewegungsapparates, verglichen mit dem der Eingeweide, stellen sich nehmlich folgendermaassen³⁾.

Die Gesamtblutmenge des Körpers beträgt im Mittel 5,6 pCt. des Körpergewichtes. Der Bewegungsapparat, dessen Gewicht 85,4 pCt. des Gesamtkörpergewichtes ausmacht, enthält 34,8 pCt. der Ge-

¹⁾ F. Esmarch, Ueber künstliche Blutleere bei Operationen. Sammlung klin. Vorträge. No. 58. S. 383.

²⁾ J. Ranke, Die Blutvertheilung und der Thätigkeitswechsel der Organe. Leipzig 1871. S. 55.

³⁾ Ranke l. c. S. 68.

sammtblutmenge; die Eingeweide dagegen, welche an Gewicht 14,6 pCt. des Gesammthieres ausmachen, enthalten 60,2 pCt. der Gesamtblutmenge. In Procenten des Organgewichtes beträgt somit die Blutmenge im Bewegungsapparate nur 2,5 pCt. (Maximum beim Hunde 3,8 pCt.), die in den Eingeweiden 20,9 pCt.

Für unsere Zwecke ziehen wir aus den angeführten Zahlenwerthen den Schluss, dass der Blutgehalt der Extremitäten in Procenten ihres Gewichtes (2,5) kaum halb so gross ist, als dem Procentverhältnisse der Gesamtblutmenge zum Gesamtkörpergewicht (5,6) entsprechen würde. Lassen wir daher einstweilen dieselben Zahlenverhältnisse für die Blutvertheilung im menschlichen Körper gelten, so berechnet sich, da die Blutmenge des Menschen 7,6 pCt. = $\frac{1}{13}$ des Körpergewichtes beträgt, der Blutgehalt eines Extremitätenabschnittes auf etwa 3,8 pCt. = $\frac{1}{6}$ seines Gewichtes. Beispielsweise würde demnach in einem Falle von Exarticulation im Kniegelenke die in dem abfallenden Theile enthaltene Blutmenge, wenn man das Gewicht des Unterschenkels und Fusses mit 3,5 Kilogr. berechnet, 133,5 Gramm betragen. Diese Blutmenge würde also bei jener Operation durch die vorgängige elastische Einwickelung erspart, vorausgesetzt nämlich, dass letztere alles in dem Theile circulirende Blut auszutreiben vermag.

Gewiss steht die Annahme einer so geringen Blutmenge in einem voluminösen Körpertheile mit unseren Anschauungen nicht ganz im Einklange. Hielt man doch sogar früher die Extremitäten, namentlich die unteren, gerade für besonders blutreich, so dass man bei der Absetzung einer grossen Gliedmaasse Gefahr von einer Ueberfüllung des Gefässsystems im übrigen Körper befürchtete.

Der Versuch einer experimentellen Lösung dieser Frage mit Rücksicht auf das Esmarch'sche Verfahren ist bis jetzt nur in sehr beschränkter und unvollständiger Weise in Angriff genommen worden. Von Versuchen am Menschen selbst ist mir nur ein Experiment von Gröbenschütz¹⁾ bekannt geworden. Derselbe schlägt folgende Methode vor, um die Menge des durch die elastische Einwickelung und Constriction verdrängten Blutes zu messen. „Man lässt eine Extremität bis zu einer bestimmten durch einen Kreide-

¹⁾ M. Gröbenschütz, Ueber Esmarch's künstliche Blutleere. Inaug.-Dissert. Berlin 1874. S. 12.

strich zu markirenden Stelle in ein genau bis zum Ueberfliessen gefülltes Gefäss tauchen und misst das Quantum, welches überfliesst. Daraufwickelt man das Glied mit der Esmarch'schen Binde ein, constringirt es, entfernt die Binde und taucht es noch einmal genau bis zum Strich in das wieder gefüllte Gefäss. Die Differenz der beide Male übergeflossenen Wassermengen ist gleich dem Volumen des conservirten Blutes (?)." Bei dem einzigen von Gröbenschütz angestellten derartigen Versuche am Vorderarme eines mittelgrossen ziemlich kräftigen jungen Mannes zeigte sich das Volum desselben bis 3 Cm. unterhalb der Condylen durch die Constriction um 120 Cem. vermindert.

Allerdings lässt sich das beschriebene Verfahren einfach und leicht ausführen, allein dasselbe ist eben insofern unvollkommen, als es natürlich nicht gestattet, die verdrängte Blutmenge allein zu bestimmen, sondern nur die verdrängte Sätemasse im Ganzen, also das Blut sammt Lymphe und Parenchymflüssigkeit.

Es erschien mir aus diesem Grunde wünschenswerth, die Lösung jener Frage auf einem anderen Wege am Menschen selbst bei Gelegenheit grösserer Amputationen zu versuchen. Ich legte mir hierbei zweierlei Fragen vor:

1. Wird durch die elastische Einwickelung alles Blut aus dem betreffenden Theile entleert oder wie viel bleibt in demselben noch zurück?
2. Wie gross ist die in einem gewissen Extremitätenabschnitte circulirende Blutmenge?

Zu den Versuchen wählte ich 5¹⁾) ziemlich gleichartige Fälle von Oberschenkelamputation, welche während der letzten 2 Semester in der hiesigen Klinik theils von meinem Vater, theils von mir ausgeführt worden sind. Die Operation wurde in allen Fällen so vorgenommen, dass zuerst mit Bildung eines vorderen Hautlappens die Exarticulation im Kniegelenke und hierauf die Resection der Oberschenkel-Condylen gemacht wurde. Um nun die gesammte im Unterschenkel und Fusse enthaltene Blutmenge zu gewinnen, wurde zunächst, nachdem einige leichte passive Bewegungen mit dem Gliede vorgenommen worden waren, ein Kautschukschlauch unmittelbar

¹⁾ Ein 6. Versuch lieferte wegen beträchtlicher Trübung der gewonnenen Blutlösungen kein sicheres Resultat und wurde daher ausgeschlossen.

oberhalb des Kniegelenkes plötzlich sehr fest herumgeschlungen. Während der nun folgenden Exarticulation im Kniegelenke wurde das abfließende Blut sorgfältig aufgefangen; dasselbe stammte immer allein aus dem Unterschenkel, da die Schnittfläche des Stumpfes stets vollkommen trocken war. Hierauf wurde der abgesetzte Unterschenkel und Fuss von den Zehen an sehr fest mit einer elastischen Binde eingewickelt und das hierdurch ausgedrückte Blut gleichfalls sorgfältig gesammelt. Dann wurden die Gefäße von der Arteria poplitea aus mit einer 2 prozentigen Kochsalzlösung ausgespritzt und hierdurch eine noch ziemlich stark gefärbte Blutlösung gewonnen. Schliesslich wurde noch das amputirte Glied fein zerkleinert und zerhackt und das Gehäcksel 1 bis 2 Tage hindurch mit derselben Kochsalzlösung extrahirt, bis nach wiederholtem Auspressen das Extract annähernd farblos wurde.

Auf diese Weise wurde die gesammte in dem abgesetzten Gliede enthaltene Blutmenge in einer Anzahl von Blutlösungen gewonnen, deren reeller Blutgehalt durch Messung der betreffenden Hämoglobulinmengen genau bestimmt werden konnte. Herr Prof. C. v. Vierordt hatte die Güte, diese Bestimmungen nach seiner Methode der quantitativen Spectralanalyse auszuführen, welche viel genauere Resultate giebt, als das gewöhnliche colorimetrische Verfahren. Der Gang jener Untersuchung ist kurz folgender¹⁾.

Zunächst muss unmittelbar vor der Operation der Hämoglobingehalt des Blutes des betreffenden Patienten bestimmt werden. Mittelst eines kleinen Einstiches in einen Finger erhielt ich einen Tropfen Blut, welcher alsbald in eine äusserst genau calibrirte Pipette von nur 0,0086 Ccm. aspirirt wurde. Der Pipetteninhalt wurde sofort entleert und mit einem vorher abgemessenen Volum destillirten Wassers vermischt; die Blutverdünnung betrug immer das 200fache. Eine solche Blutprobe genügt trotz ihres geringen Volumens zur Herstellung eines Absorptionsspectrums und zur sofortigen Messung des Hämoglobingehaltes. Die Messungen wurden

¹⁾ Bezüglich des weiteren Details verweise ich auf C. Vierordt. Die quantitative Spectralanalyse in ihrer Anwendung auf Physiologie, Physik, Chemie und Technologie. Tübingen 1876. S. 58. — Vrgl. auch C. Vierordt. Die Anwendung des Spectralapparates zur Photometrie der Absorptionsspectren. Tübingen 1873. S. 110.

in der sehr sensiblen Region des bekannten zweiten Absorptionsbandes des Oxyhämoglobin ausgeführt. Die am Spectralapparate beobachtete Lichtstärke, welche übrig bleibt, wenn das Licht durch eine 1 Cm. dicke Schichte der farbigen Lösung hindurchgegangen ist, resp. der entsprechende Extinctionscoefficient (d. h. der negative Logarithmus eben jener Lichtstärke) stellt unmittelbar, in relativen Werthen, den vergleichbaren Hämoglobulingehalt des Blutes dar. (Blutrotharmes Blut darf blos 100fach verdünnt werden, um ein zur Messung brauchbares Absorptionsspectrum zu erhalten. Um jedoch die relativen Hämoglobulingehalte an verschiedenen Individuen unmittelbar vergleichen zu können, müssen natürlich die Extinctionscoefficienten mit 2 multipliziert werden, wenn die Absorptionsspectren von 200fach verdünntem Blute photometrisch untersucht worden sind.)

In derselben Weise wie jene Blutprobe wurden die nach der Absetzung des Gliedes durch Ausspritzen der Gefäße und Extraction des Gehäcksels gewonnenen voluminösen Blutlösungen spectralanalytisch auf ihren Hämoglobulingehalt geprüft. Da nun der Hämoglobulingehalt der Blutprobe bekannt war, so konnten aus dem gemessenen Hämoglobulingehalte und dem Volumen der Blutlösungen die in den letzteren enthaltenen Volumantheile reinen Blutes exact bestimmt werden. Statt der ausführlichen Mittheilung der in jedem Einzelfalle gefundenen Specialwerthe soll, der Kürze wegen, als Beispiel nur ein derartiger Versuch im Detail hier aufgeführt werden; von den übrigen genügt die Mittheilung der Resultate.

Der Fall betraf eine 34jährige, gut genährte, übrigens vollkommen gesunde Frau, bei der wegen Caries des linken Kniegelenkes (ohne Aufbruch) die Oberschenkelamputation ausgeführt wurde. Die Extremität war seit einem Jahre wenig mehr gebraucht worden, der Unterschenkel etwas atrophirt. Vor der Operation wurde durch Einstich in den Finger eine Blutprobe entnommen und 100fach verdünnt. Bei der Spectraluntersuchung derselben war die in der Region des 2. Absorptionsbandes übrigbleibende Lichtstärke 8,2 pCt. (Extinctionscoefficient 1,0862); also relativer Hämoglobulingehalt des unverdünnten Blutes 108,6. Die Operation wurde von mir ausgeführt als Exarticulation im Kniegelenke mit nachträglicher Resection der Oberschenkelcondylen; unmittelbar vorher wurde ein Kautschuckschlauch plötzlich sehr fest dicht oberhalb des Kniegelenkes umgelegt. Das während der Exarticulation abfließende Blut, welches sorgfältig aufgefangen wurde, stammte allein aus dem Unterschenkel, da die Schnittfläche des Stumpfes vollkommen trocken war; die Menge derselben betrug 41,4 Ccm. Sofort wurde nun der abgesetzte Theil des

Gliedes von den Zehen an mit einer elastischen Binde fest eingewickelt und hierdurch 13,7 Cem. Blut aus demselben ausgedrückt. Nun wurden von der Arteria poplitea aus die Gefäße mit einer 2prozentigen Kochsalzlösung ausgespritzt, bis die austretende Lösung wenig mehr gefärbt war. Volum dieser Blutlösung 3720 Ccm. Bei der Spectraluntersuchung Lichtstärke 30 pCt.; Extinctionscoefficient 0,261; also Hämoglobulinmenge $3720 \times 0,261 = 970,9$, Blutmenge $\frac{970,9}{108,6} = 8,9$ Ccm. Schliesslich wurde der ganze Unterschenkel und Fuss fein zerschnitten und zerhackt, das Gehäcksel 36 Stunden hindurch mit einer 2prozentigen Kochsalzlösung extrahirt und wiederholt ausgepresst, bis die Lösung beinahe farblos war. Volum der Blutlösung 6000 Ccm. Bei der Spectraluntersuchung Lichtstärke 35 pCt.; Extinctionscoefficient 0,2279; also Hämoglobulinmenge $6000 \times 0,2279 = 1367,4$; Blutmenge $\frac{1367,4}{108,6} = 12,6$ Ccm. — Der Gesamtblutgehalt des Unterschenkels und Fusses setzt sich demnach zusammen aus den Zahlen 41,4; 13,7; 8,9; 12,6 und beträgt 76,6 Ccm. Hiervon nach der Einwickelung zurückgeblieben 21,5 Ccm. = 71,9 pCt. des gesamten Blutgehaltes. Gewicht des Unterschenkels und Fusses 4,019 Kilogr., also Blutgehalt 1,9 pCt. des Organgewichtes.

Die Ergebnisse dieser Versuche, welche mit Berücksichtigung aller Cautelen angestellt wurden, können wohl Anspruch auf möglichste Genauigkeit machen. Dieser Umstand mag einigermaassen als Ersatz ihrer geringen Anzahl in Anschlag gebracht werden, wenn mit der hierin begründeten Reserve allgemeinere Schlüsse aus den Versuchen gezogen werden sollen. Letztere bedürfen natürlich noch der Bestätigung durch zahlreiche weitere Versuche, und sofern ich dieselben aus diesem Grunde noch weiter fortsetzen werde, mag die Mittheilung der bisherigen Ergebnisse nur als eine vorläufige gelten, welche den Zweck hat, zur endgültigen Lösung unserer Fragen auf demselben oder einem ähnlichen Wege anzuregen. Die geringe Anzahl der überdies sehr zeitraubenden Versuche erklärt sich zur Gentige daraus, dass man eben von dem zufällig sich darbietenden Materiale abhängig ist.

Die Resultate der angestellten Versuche lassen sich in Kürze folgendermaassen zusammenfassen.

Zur Lösung unserer ersten Frage — „wird durch die elastische Einwickelung alles Blut aus dem betreffenden Theile entleert oder wie viel bleibt in demselben noch zurück?“ — wurden 5 Versuche angestellt. Die nach der Einwickelung in dem abgesetzten Gliede zurückgebliebene Blutmenge wurde erhalten durch Ausspritzen der Gefäße und Extrahiren des Gehäckses. Die aus diesen Lösungen bestimmten Blutmengen ergeben sich aus folgender Tabelle.

Tabelle I.

	Versuch No.	1.	2.	3.	4.	5.
Blutmenge durch Ausspritzen der Gefäße, in Ccm.	51,8	8,9	27,8	21,5	12,8	
Blutmenge durch Extrahiren des Gehäcksels . .	19,1	12,6	17,1	15,0	20,0	
Gesammtmenge des nach der Einwickelung zurückgebliebenen Blutes	70,9	21,5	44,9	36,5	32,8	

Die Tabelle ergibt, dass die Menge des im Unterschenkel und Fusse nach der Einwickelung zurückgebliebenen Blutes in 5 Fällen zwischen 21,5 und 70,9 Ccm. schwankt. Diese Differenzen, an und für sich nicht beträchtlich, gleichen sich, wie sich später (S. 383) ergeben wird, dann beinahe vollständig aus, wenn jene Blutmengen anstatt in absoluten Zahlen in Prozentwerthen des Gesammtblutgehaltes der betreffenden Extremitätenabschnitte ausgedrückt werden.

Zur Lösung der zweiten Aufgabe, der Bestimmung des gesammten Blutgehaltes des Unterschenkels und Fusses, wurden 4 Versuche angestellt und hierzu die ersten 4 der obigen 5 Fälle benutzt. Die Gesammtblutmenge wurde bei diesen Versuchen bestimmt: 1) aus dem während der Exarticulation abgeflossenen Blute, 2) aus dem durch die nachträgliche elastische Einwickelung ausgedrückten, 3) aus dem durch Ausspritzen der Gefäße und 4) aus dem durch Extrahiren des Gehäcksels gewonnenen Blute.

Die nachstehende Tabelle II. giebt eine Uebersicht über die Resultate dieser Versuche. Die so eben sub 1 und 2 gesonderten Blutmengen können füglich unter einer Rubrik: „durch Einwickelung entleerte Blutmenge“ zusammengerechnet werden, da ihre Sonderung lediglich in der technischen Ausführung der Versuche begründet ist. Die sub 3 und 4 erhaltenen Blutmengen werden unter der Rubrik: „nach der Einwickelung zurückgebliebene Blutmenge“ angeführt. Ausserdem findet sich noch in der Tabelle II. das Gewicht des Unterschenkels und Fusses zum Zwecke der Berechnung des Blutgehaltes in Procenten des Organgewichtes angegeben.

Tabelle II.

	Versuch No.	1.	2.	3.	4.
Gewicht des Unterschenkels und Fusses, in Kilogr.	4,319	4,019	2,87	3,58	
Blutmenge durch Einwickelung entleert, in Ccm.	194,6	55,1	60,0	102,0	
Blutmenge nach der Einwickelung zurückgeblieben	70,9	21,5	44,9	36,5	
Gesammtblutgehalt des Unterschenkels und Fusses	265,5	76,6	104,9	138,5	
Gesammtblutgehalt in Procenten des Organgewichtes	6,1	1,9	3,6	3,8	

Die vorstehende Tabelle zeigt sehr beträchtliche Differenzen im Blutgehalte des Unterschenkels und Fusses in den einzelnen Fällen. Dieselben schwanken zwischen 76,6 und 265,5 Cem; im Mittel beträgt der Blutgehalt 146,3 Cem. Jene Differenzen haben selbstverständlich ihren Grund in den mannigfach wechselnden individuellen Verhältnissen, namentlich in der verschiedenen Körpergrösse, dem Ernährungszustande, Alter, Geschlecht, der Beschäftigungsweise, der Natur der die Amputation indicirenden Krankheit u. s. w. Besonders auffallend erscheint der hohe Blutgehalt in dem ersten Falle gegenüber dem in den übrigen Versuchen. Derselbe betraf einen 27jährigen kräftigen Menschen, welcher bis zur Zeit der Operation die Extremität beständig gebraucht hatte und wegen eines umfangreichen chronischen Unterschenkelgeschwürs amputirt wurde. Der hohe Blutgehalt des Unterschenkels erklärt sich wohl aus der gleichzeitig vorhandenen starken varicösen Venenerweiterung und aus dem Umstande, dass das Geschwür mit luxurirenden ungemein blutreichen Granulationen bedeckt war, welche bei der leisesten Berührung stark bluteten. Der zweite Fall betraf eine 34jährige gut genährte Frau mit Caries des Kniegelenkes (ohne Aufbruch), welche seit einem Jahre die Extremität wenig mehr gebraucht hatte. Der dritte Fall betraf einen 29jährigen Weber mit beginnender Caries des Kniegelenkes, welcher noch bis einige Wochen vor der Amputation seine Arbeit fortgesetzt hatte; die Musculatur des Unterschenkels war in Folge der Beschäftigungsweise ausnehmend kräftig entwickelt. Der 4. Fall endlich betraf einen 49jährigen dürrtig genährten Mann mit fungöser Kniegelenksentzündung, welcher die letzten Monate vor der Amputation im Bettie zugebracht hatte.

Aus den Ergebnissen obiger Versuche lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen.

1. Die Versuche beweisen, dass durch die elastische Einwicklung der Glieder keine vollständige Blutleere derselben bewirkt wird, sondern dass nach der Einwickelung immer noch eine gewisse Blutmenge in dem betreffenden Theile zurückbleibt. In den obigen Versuchen betrug die im Unterschenkel und Fusse zurückgebliebene Blutmenge im Mittel 41 Cem. Die Versuche sind um so beweisender, als bei denselben die elastische Binde absichtlich sehr fest angelegt worden ist.

Dieses Resultat erledigt somit die in der Pariser Société de biologie (Sitzung vom 23. Mai 1874)¹⁾ discutirte Streitfrage, ob durch die elastische Compression die Venen vollständig entleert werden oder nicht. Laborde und Morel d'Arleux sprachen sich auf Grund von Thierexperimenten dahin aus, dass die Entleerung der Venen eine unvollständige sei; Krishaber dagegen liess diese Angaben nur für die Experimente an Thieren gelten, bei denen die anatomischen Verhältnisse eine exacte Compression verhindern, während bei der Application an menschlichen Gliedern eine absolute Blutleere der Gefäße bewirkt werde.

2. Vergleicht man die nach der Einwickelung zurückgebliebene Blutmenge mit dem gesamten Blutgehalte desselben Extremitätenabschnittes, so ergibt die Berechnung aus den obigen 4 Versuchen, dass im 1. Falle 73, im 2. 71,9, im 3. 57,1 und im 4. 73 pCt. des gesamten Blutgehaltes durch die Einwickelung entleert worden sind. Die Versuche ergeben somit, dass durch die elastische Einwickelung eines Gliedes etwa 70 pCt. seines Blutgehaltes verdrängt werden können, während etwa 30 pCt. noch in demselben zurückbleiben.

3. In Betreff der Frage über den Blutgehalt der menschlichen Extremitäten genügen die obigen Versuche noch keineswegs zu einer endgültigen Entscheidung, da dieselben noch zu wenig zahlreich und überdies nur an einem Theile der unteren Extremität und an pathologischen Fällen ausgeführt sind, in denen theils ein annähernd normaler, theils ein abnorm hoher oder niedriger Blutgehalt anzunehmen war. In diesen Fällen schwankte der Blutgehalt des Unterschenkels und Fusses, in Procenten des Organgewichtes berechnet, zwischen 1,9 und 6,1 Ccm. und betrug im Mittel 3,8. Soweit demnach jene Versuche ein Urtheil gestatten, sprechen ihre Resultate dafür, dass der Blutgehalt der Extremitäten bedeutend geringer ist, als ihnen im Verhältnisse zu ihrem Gewichte bei gleichmässiger Blutvertheilung zukommen würde. Stimmen diese Resultate mit denjenigen überein, welche Ranke bei seinen Experimenten an Thieren erhalten hat, so ist ihre Uebereinstimmung dann noch vollständiger, wenn wir vorläufig den von uns gefundenen mittleren Blutgehalt von 3,8 pCt. (= $\frac{1}{28}$)

¹⁾ Gaz. hebdomad. 1874. No. 22. p. 356.

des Organgewichtes als zutreffend acceptiren. Denn damit haben wir dasselbe Zahlenverhältniss erhalten, welches wir oben durch Uebertragung der Ranke'schen Resultate für den Blutgehalt der menschlichen Extremitäten berechnet hatten, d. h. letzterer ist nur etwa halb so gross, als dem Verhältnisse der Gesamtblutmenge des Körpers zum Gesamtkörpergewichte, welches 7,6 pCt. = $\frac{1}{13}$ beträgt, entsprechen würde.

Auf die practischen Consequenzen obiger Resultate in Bezug auf die Würdigung der Esmarch'schen Methode werde ich demnächst an einem anderen Orte näher eingehen.

XXVI.

Versuche über die locale Wirkung des schwefelsauren Atropins.

Von Albert Zeller, Cand. med.

Aus der pathologisch-anatomischen Anstalt zu Heidelberg.

Ueber die Wirkungen, welche das schwefelsaure Atropin nach seiner Aufnahme in die Säftemasse auf die nervösen Apparate, auf die verschiedenen Organe und insbesondere auch auf das Herz und den Blutdruck ausübt, sind von verschiedenen Seiten eingehende Versuchsreihen mitgetheilt worden, aber nur wenige Forscher haben seinen Einfluss auf die Blutgefässe und auf den Entzündungsvorgang bei directer localer Application untersucht. Zwar geben schon Fleming¹⁾, Hayden²⁾ und Lemattre³⁾ übereinstimmend an, dass das Atropin bei directer Application auf die Schwimmhaut des

¹⁾ A. Fleming, An inquiry into the action and uses of Atropia. Edinburgh med. Journ. 1863. p. 777—781. Ref. von Rosenthal im Centralblatt für med. Wissenschaften 1863. No. 19. S. 303.

²⁾ Th. Hayden, On poisoning with the berries of Atropa Belladonna; with observations on the mode of action of Belladonna. Dubl. quart. Journ. 1863. August 51—54. Ref. von Rosenthal im Centralblatt 1863. No. 45. S. 720.

³⁾ G. Lemattre, Recherches expérimentales et cliniques sur les alcaloïdes de la famille des Solanées. Archives générales de Médecine. 1865. Vol. II. p. 52.