

25. Tabes. Graue Degeneration der Hinterstränge von der Halsanschwellung an. Wurzeln unverändert.

26. Seit zwei Jahren Tabes, seit einem halben Amaurose. Vollkommene Anästhesie der unteren Extremitäten. Leichte graue Degeneration der Centraltheile der Hinterstränge, von der Halsanschwellung an, nach unten zu an Ausbreitung zunehmend. Tractus und Nervi optici platt, graulich-trübe.

28 bis 31. Vier Fälle von nach langem Liegen und Leiden bei Phthisikern entstandener Myelitis, deren Symptome erhöhte Reflexerregbarkeit und verminderte Sensibilität, deren Sectionsbefund eine bald grössere, bald geringere Menge von Körnchenzellen ist.

XXII.

Studien über den Einfluss der entfernten Unterbindung von Hauptarterienstämmen auf die entsprechende Capillar- und Venencirculation.

Von Dr. Pelechin,

der Zeit Assistent an der Hospitalklinik von Prof. v. Kieter zu St. Petersburg.

Die sogenannte Hunter'sche oder entfernte Unterbindung der Arterien hat vom Jahre 1785 bis zu unserer Zeit eine sehr ausbreitete Anwendung in der Chirurgie gefunden. Sie wurde schon sehr früh in Fällen von Blutungen angewandt, obgleich man für diese Anwendung die Hunter'schen Empfehlungsgründe ¹⁾ nicht anführen kann. Die ersten Einwürfe gegen die entfernte Unterbindung bei Blutungen wurden von Bell ²⁾ und Guthrie ³⁾ in England schon vor den zwanziger Jahren gemacht und von dem letzteren durch viele ausführlich beschriebene Fälle begründet. Sie wird aber noch jetzt zuweilen mit Erfolg angewandt und zwar nur deshalb, weil die Verhältnisse, unter denen die Operation ausgeführt wird, sehr verschieden sein können.

Nachdem die localen Erscheinungen beim Zuheilen der Arterien nach O. Weber's letzter Arbeit (von der Organisation des Throm-

¹⁾ Works ed. by Palmer. London 1837. Vol. III. p. 594.

²⁾ Macleod, Notes on the Surgery of the Crimean war. London 1858. p. 142.

³⁾ Guthrie, Commentaries on the Surgery of war. London 1855. p. 174-297.

bus) gründlich bearbeitet zu sein scheinen, ist meiner Ansicht nach zur definitiven Entscheidung dieser Frage die genaue Kenntniss des Blutkreislaufs nach der Unterbindung nothwendig. Die Kenntnisse, welche wir bis jetzt besitzen, verdanken wir der pathologischen Physiologie und Anatomie, wie sie in den letzten Decennien begründet worden ist. Virchow's Verdienst ist es, durch seine Lehre von den Embolien und Thrombosen, die von so vielen anderen Beobachtern bestätigt und weiter bearbeitet wurde, unsere Frage der Entscheidung näher geführt zu haben, insoweit nehmlich diese Lehre sich auch auf die Circulationsverhältnisse nach der Unterbindung anwenden lässt. Auf diesem angebahuten Wege hoffe auch ich, durch nachfolgende Arbeit einen kleinen Beitrag zur Lösung der vorliegenden Frage zu liefern. Unsere Studien haben mit der Beobachtung folgender zwei Fälle begonnen:

1. Fall. Averian Tarankov, Kanonier der St. Petersburger Festungs-Artillerie, ein 25jähriger, sehr stark gebauter Mann, aus dem Gouvernement Moskau, wurde am 4. resp. 16. August 1864 um $8\frac{1}{2}$ Uhr Morgens zu mir in mein Zimmer auf der chirurgischen Hauptabtheilung des 2. Kriegsspitals für Landtruppen in den von mir versehenen Krankensaal der chirurgischen Hospitalklinik gebracht. Vor $1\frac{1}{2}$ Stunden war bei Hinüberschieben einer schweren Kanone sein linker Unterschenkel plötzlich der Art gegen eine Mauer gepresst worden, dass er besinnungslos niederstürzte. Auf dem Wege zum Hospital war er wieder zu sich gekommen. Patient war blass, mit kaltem Schweiße bedeckt, zitterte am ganzen Körper und gab ungern, aber verständliche Antworten. Der linke Unterschenkel war in der oberen Hälfte etwas angeschwollen (2 Cm. Unterschied), weder an den Knochen, noch an der Haut war eine Verletzung nachzuweisen. 12 Cm. unter der Kniekehle an der Wade fühlt man eine abnorme Spannung und Wärme, hier ist auch ein deutliches Fluctuationsgefühl zu erzeugen. Die Anschwellung pulsirt nicht; man fühlt eine schwache Pulsation der Arteria tibialis postica hinter dem Malleolus. An der inneren Seite des Knies und Oberschenkels sieht man 3 bis 4 Epidermis-Excoriationen. Puls 140, Temperatur $37,9^{\circ}$ C. Der Kranke wird nach einiger Zeit sehr ängstlich und klagt über Uebelkeit und Schmerzen am linken Beine; erklärt dabei, er sei nie in seinem Leben krank gewesen. Das ganze Bein wurde unter den mässigen Druck einer Binde gesetzt. Innerlich Stückchen Eis, leichte Nahrung. Am 5. August hat die Anschwellung sich bis zum unteren Dritttheil des Oberschenkels ausgebreitet, der Unterschied zwischen beiden Waden beträgt 3 Cm. Die Haut ist hier sehr roth, heiss und schmerhaft, Fingerdruck hinterlässt keine dauernde Grube. Da diese Erscheinungen am inneren unteren Drittel des Oberschenkels besonders ausgesprochen waren und von mir für die Symptome einer einfachen, beginnenden, phlegmonösen Entzündung gehalten wurden, machte ich einen Schnitt von etwa 6 Cm. Länge durch die ganze Dicke der Haut an der bezeichneten Stelle mit dem Vorsatze, mehrere solcher auszuführen; aber anstatt

gewöhnlichen Blutes flossen aus der Schnittwunde einige Tropfen dunkler seröser Flüssigkeit und unter dem ziemlich fetten Hautpolster war auf der Fascie eine Schicht Blutcoagula etwa 3 Linien dick zu sehen. Die Resistenz der Anschwellung an der Wade hatte bedeutend zugenommen, doch war keine Pulsation weder hier noch an der Tibialis antica zu finden. Es wurde ein Aneurysma traumaticum diffusum diagnosticirt und sogleich zur Unterbindung der Femoralis (11 Uhr Morgens) geschritten. Die Operation wurde im unteren Theile des Triangulum scarpae, etwa 5 Cm. unter der Profunda nach Pirogoff's Methode (in 20 Minuten in Chloroformnarcose) ausgeführt. Abends war der Patient viel ruhiger, die Temperatur der linken Extremität schien im Vergleich zur rechten kaum etwas niedriger. Puls 110, Temperatur 37,8°. An der Wade wurde keine Veränderung durch die Binde bemerkt. Während des 6. und 7. August glich sich die Temperatur an beiden Extremitäten erst aus und wurde dann das linke Bein heißer. Der Unterschied der beiden Waden kam nur auf $\frac{1}{4}$ Cm. herunter, die Anschwellung fühlte sich aber weicher an und zeigte eine viel geringere Fluctuation. Der Schnitt über dem Knie ebenso wie die Operationswunde sahen trocken und gut aus. Puls 80, Temperatur 37,4°. Der Kranke klagt viel weniger über Schmerzen, geniesst seine Speisen und schläft gut. 8. August: Die Anschwellung der linken Wade hat sich wieder vergrössert bis zu 3 Cm. Unterschied und wird ebenso resistent und fluctuiren wie früher. Aus dem Schnitte fliessst tropfenweise eine dunkelbraune, seröse Flüssigkeit, die hauptsächlich aus Serum und Blutkörperchen besteht, aber auch Eiter enthält. In der Operationswunde zeigte sich ein Tropfen guten Eiters. Die Kräfte des Kranken sind auffallend gesunken, er klagt über Spannung und Schmerzen am Beine. Puls 95, Temperatur 37,8. Es wurde sehr ungern bei der vorhandenen Hitze zum Aufschneiden der Anschwellung an der Wade (11 Uhr Morgens) geschritten. Aus einem Schnitte, in der Mitte von oben nach unten geführt, etwa 10 Cm. lang, ergossen sich (die Art. femoralis wurde gut am Becken comprimirt) etwa 10 Unzen dunkelbrauner, seröser Flüssigkeit und wurden eben so viele schwarze Blutgerinnsel herausgenommen. Nach Reinigung der Höhle und Freilassen der Arterie am Becken wurde kein kleinstes, spritzendes Gefäss gefunden, aber im unteren Theile der Höhle zeigte sich allmählich schwarzes Blut; dieselbe bestand aus ganz zerrissenen Muskeln und wir überzeugten uns, dass beide Unterschenkelknochen ebenso wie die tiefere Muskelschicht intact waren. Die ganze Höhle wurde erst mit Eiswasser ausgespült und dann sorgfältig mit Charpie mit Aqua haemostatica Nelubini gesättigt ausgefüllt. Temperatur 38° C., Puls 108. Abends war das Blut bis zum äusseren Verbande durchgedrungen, weshalb die Höhle nach der Auswaschung mit Sesquichloreum ferri (50 pCt.) auf Charpie fest tamponirt wurde. Der Kranke nimmt keine Nahrung, trinkt aber viel. 9. August. Die ganze Haut an der oberen Hälfte des Unter- und dem unteren Drittel des Oberschenkels zeigt dunkelblaurothe Flecken, wird unelastisch und hat an Anschwellung zugenommen. Die allgemeine Temperatur der Extremität ist links bedeutend erhöht, jede Berührung ist schmerhaft. Der Verband ist wieder von Blut durchtränkt und die unter der Binde liegende Charpie ganz nass. Nach der Entfernung des Verbandmaterials kam eine Menge (über 2 Unzen) jauchigen Eiters untermischt mit viel ganz schwarzem, dünnflüssigem Blut hervor. Pulsation der

Tibialis postica in der Höhle war deutlich zu fühlen. Der Kranke ist noch schwächer geworden, gibt ungern Antwort und schläft wieder ein. Puls 120, sehr klein und unregelmässig. Temperatur 38,1°. Schon gestern Abend opponierte er gegen den Vorschlag einer Amputation und als ihm jetzt wieder dieser Vorschlag gemacht war, erklärte er in grosser Aufregung, er werde sich nicht einer Amputation unterziehen. Nach dieser Aufregung wurde sein Zustand noch bedenklicher. Die Tamponade mit Sesquichloreth. ferri (80 pCt.) hat nur dazu gedient, wieder eine colossale Menge schwarzgefärbter Jauche heranzubringen. Am 10. August hat sich erst die ganze Haut an der Wade, dem Knie und dem unteren Drittel des Oberschenkels als vollkommen gangränös erwiesen. Der Schnitt in die Höhle hat sich in ein rundes, faustgrosses Loch verwandelt und es gibt im Vergleich zu gestern Abend eine viel geringere Menge derselben Jauche. Der Kranke ist ganz apathisch, phantasirt bei geöffneten Augen und nimmt gar nichts. Puls etwa 165, kaum zu zählen und zu fühlen. Temperatur 38,2°. Atmen bis 26, sehr oberflächlich. Am Abend wurde der Kranke ganz still, comatos. und starb am nächsten Morgen den 11. August.

Die Section, bald nach dem Tode, zeigte eine ausgesprochene Todtentstarre. Die Schädelvenensinus waren mässig mit flüssigem, wenig coagulirtem Blut gefüllt. Die Gehirnsubstanz etwas hyperämisch und deutlich ödematos. Das Herz contrahirt, enthält Blutgerinnsel in beiden Vorhöfen. Alle anderen Organe zeigten nur eine auffallende Anämie. Die Aorta war blutleer. Die Arteria iliaca communis sinistra schien etwas breiter als die dextra, in der linken Femoralis befand sich ein düones, spitziges, schwach verklebtes Blutgerinnsel über der Unterbindungsstelle bis an die Profunda, welche bedeutend grösser als normal sich zeigte. Die Haut im unteren Drittel des Oberschenkels bis an die Mitte der Wade war meistens gangränös, die Unterhautvenen an der inneren Seite des Femur waren mit Gerinnseln gefüllt und an letzterer Stelle findet sich ebenso wie an der hinteren Seite bis zu der Wade im Unterhautzellgewebe eine 2 Linien dicke Schicht von Blutgerinnseln, hie und da mit Eiter bedeckt. Gleich über der Mitte des Unterschenkels ist die obere und untere Wandung der etwa apfeligrossen geöffneten Höhle von ganz zerrissenen Muskeln, Soleus, Gastrocnemius und Plantaris gebildet. Die tiefere Schicht der Muskel ist intact geblieben, die Haut ringsumher ist gangränös, aber ohne Verletzung; die Fascie ist zerrissen. Beim Verfolgen der Gefässe zeigt sich die V. femoralis und saphena interna oben durchgängig und nur wenig flüssiges Blut enthaltend. Die tieferen Venen scheinen durchweg etwas breiter, aber bis unten durchgängig. Die Saphena externa ist gleich unter ihrer Mündung mit einem festen Gerinnsel gefüllt und ist nur zu verfolgen bis an den oberen Theil der jauchig durchtränkten Höhlenwandungen. Von unten bis 12 Cm. über den Malleolus extern. war sie frei, weiter aber in dem jauchigen, zerstörten Gewebe nicht zu erkennen. Die Art. tibialis postica liegt in einer sehr verdickten und mit Jauche durchtränkten Scheide in der Höhle, ist aber ebenso wie die Tibialis antica überall durchgängig. Die Art. peronea ist mit einem Blutgerinnsel gefüllt, ihre Umgebung verhält sich in der Höhle ebenso wie die der Tibialis postica. In dem Kniegelenke Entzündungserscheinungen mit etwas gefärbtem Eiter.

2. Fall. Andreas Jurs, ein verabschiedeter Gemeiner, 52 Jahre alt, mit

röthlichgrauen Haaren und von starkem Bau, wurde im Juli 1864 wegen eines nach links sitzenden Cancroids der unteren Lippe durch zwei lineäre Schnitte operirt. Im März 1865 kam er zu mir mit einem Recidiv, das bis in den Unterkieferknochen reichte. Der ganze Körper des Unterkiefers wurde reseirt. Die Drüsen waren dabei noch gar nicht betheiligt. Im October desselben Jahres kam er mit einem grossen linksseitigen, in der Narbe selbst sitzenden Geschwüre, mit sehr übelriechendem Eiter bedeckt, öfteren kleinen Blutungen und starken Schmerzen. Sein Allgemeinzustand war aber noch gar nicht beeinträchtigt und er zeichnete sich durch starken Appetit fortwährend aus. Eine locale Operation war nicht möglich wegen des Eindringens der erhärteten Geschwürsgewebe bis tief unter den linken Unterkieferwinkel und der Beteiligung mehrerer tiefegelegener Lymphdrüsen. Wir schritten deswegen zur Befriedigung des Kranken zu Ligatur der linken Carotis communis (in der Hoffnung, diese Operation werde nach den amerikanischen Angaben hemmend auf das Geschwür und besonders auf die Schmerzen wirken). Am 20. October wurde diese Operation in wenigen Minuten unter Chloroformnarkose nach Pirogoff's Methode unterhalb des Omoplatohyoideus ausgeführt. Der Kranke zeigte keine Gehirnerscheinungen und war schon Abends ganz munter. Der Operationsschnitt heilte sofort und am 30. October löste sich die Ligatur. Die Schmerzen waren ganz verschwunden und es zeigte sich eine sichtbare Veränderung in dem Geschwür selbst, indem die ganze Oberfläche sich mit rothen, frischen Granulationen bedeckte. Der Eiter wurde viel sparsamer und geruchlos. In diesem Zustande wurde der Kranke nach dem Ausziehen zweier Zähne, die von der Narbe gedrückt wurden, am 3. November entlassen. Aber schon nach $3\frac{1}{2}$ Monaten kam er zurück, diesmal in einem sehr unglücklichen Zustande. Das Geschwür hatte sich besonders rechts auf den Hals weit ausgebreitet und erstreckte sich von einem Unterkieferwinkel bis zum anderen, das linke Knochenstück zeigte sich halb entblösst in einem nekrotischen Zustande. Die ganze Geschwürsoberfläche ist von einem dünnen, jauchigen Eiter bedeckt, untermischt mit beständig ausfließendem Speichel und etwas Blut. Der Kranke ist bedeutend abgemagert und klagt weinend über unerträgliche Schmerzen seit den letzten Wochen; er ist auch ungehauer reizbar in seinen Familienbeziehungen geworden. Die rechte Carotis, die schon äußerlich starke Pulsationen zeigte, wurde am 16. Februar nach 11 Uhr Morgens ganz so wie links unterbunden; eine Ligatur wurde aber zu stark zugezogen, und es war nöthig, zur Sicherheit eine zweite unter ihr anzulegen. Die Arterie wurde bedeutend vergrössert gefunden. Nach der Operation kam der Kranke nur langsam zu sich, hat aber noch geantwortet und genoss später etwas Suppe und Wein. Abends wurde er comatos gefunden und starb plötzlich ohne Convulsionen um 9 Uhr.

Section am 17. Februar. Die Venensinus der Dura sind mit Blut und Coagulis gefüllt. Die Gefäße der Pia sind meistens leer. Gehirnsubstanz anämisch, ödematos, die Ventrikel enthalten Flüssigkeit. Die Venae jugulares internae sind mit Blut gefüllt. Herz reichlich mit Fett bedeckt, Musculatur sehr weich; Valv. bicuspidalis verdickt. Der obere rechte Lungenlappen zeigt beginnende Hepatisation. Leber von normaler Grösse, etwas derb durch die Entwicklung jungen Bindegewebe rings um die Gefäße. Milz etwas vergrössert, derb. Mucosa der kleinen

Gedärme sehr blass. Nieren hyperämisch. Im linken Leistenkanal eine eingewachsene Omentumhernie. In Bezug auf das Geschwür kann ich bemerken, dass sich schon bis an den Kehlkopf alle Gewebe an demselben betheiligt hatten. Die Erkrankung ging aber nicht über die Halsdrüsen hinaus. Die linke Carotis ist verstopft von der Ligaturstelle bis zu ihrem ersten Zweige. Der Thrombus ist schon fest und verwachsen, aber nicht zusammengezogen. Die rechte Carotis zeigt kleine frische Gerinnsel. Vor der Section wurde die ganze Leiche erwärmt und mit einer Wachsmasse separativ die Anonyma, linke Carotis und Subclavia injicirt. Die Masse hat beide Vertebralis und den Circulus Willisii gefüllt, ebenso die Anfänge der Carotiden, aber alle Zweige derselben sind leer geblieben und links existirten keine arteriellen Anastomosen mit der Subclavia.

Ich habe vergebens in der Literatur nach Fällen, unserem ersten entsprechend, gesucht. Nach dem, was von Virchow und Anderen in Bezug auf die Verstopfung von Gefässen festgestellt worden ist, erkläre ich mir die vorliegenden Thatsachen folgendermaassen: Indem die Unterbindung der Femoralis zur Stillung der Blutung und zur dauerhaften Verstopfung der zerrissenen kleinen Arterienzweige in der Wade führte, ist in derselben Zeit eine Gerinnselbildung in dem Gebiete der Saphena interna an der inneren Seite des Knies und des Oberschenkels eingetreten, weil diese Vene schon über 20 Stunden von den Coagulis des in das Unterhaut-Zellgewebe eingepressten Blutes umgeben war und schon am zweiten Tage scharf ausgesprochene Entzündungsscheinungen vorlagen. Die Vena saphena externa und ihre zerrissenen Verbindungsäste wurden auch nothwendigerweise mit Gerinnseln verstopft, aber nachdem sich die Circulation allmäthlich wiederhergestellt, fand das Blut, das frei durch die Tibialis antica und postica in die an der unteren Hälfte des Unterschenkels intact gebliebenen Theile durchging, einen Rückweg nur in die Venae comites der beiden genannten Arterien. In Folge dessen ist der Druck bedeutend gestiegen und hat sich erst am 3. Tage allmäthlich durch die noch nicht festen Gerinnsel der zerrissenen Vena saphena externa und ihrer Aeste Bahn in die Höhle gebrochen, wo zu dieser Zeit schon theilweise Absorption und viel geringerer Druck auf die Wände stattgefunden hatte.

Was den zweiten Fall betrifft, so ist man gezwungen, anzunehmen, dass, nachdem eine Carotis unterbunden war, die andere die hauptsächlichste Blutzufuhr übernommen hat; als aber diese auch unterbunden war, bildete sich in einigen Stunden eine Stau-

ung in den Venen, welche nicht durch die vergrösserten (aber in Knochenkanäle eingeschlossenen) Vertebrales allein überwunden werden konnte. Wahrscheinlich hat die Herzschwäche auch etwas dazu beigetragen, den letalen, comatösen Zustand hervorzubringen.

Wenn wir die vielseitige, statistisch erschöpfende Arbeit von Pilz¹⁾ durchsehen, so finden wir nur vier Fälle, die mit unserem verglichen werden könnten ($\frac{350}{350a}$ $\frac{403}{404}$ $\frac{406}{407}$ $\frac{520}{521}$), aber es fehlen alle dazu nötigen Details, wie es leider so häufig in der Casuistik früherer Zeiten der Fall ist.

Um die localen Circulationserscheinungen bei der Unterbindung grosser Arterienstämme besser kennen zu lernen und die aus der Lehre von den Embolien und Thrombosen zu ziehenden, relativen Schlüsse zu verificiren, schien es mir zweckmässig, Schritt für Schritt die Circulationserscheinungen bei Thieren zu verfolgen, was meines Wissens bis jetzt noch nicht geschehen ist.

Am besten und sichersten dachte ich diese Beobachtungen an den Schwimmhäuten von Fröschen auszuführen und dann so weit wie möglich an warmblütigen Thieren controliren zu können. Die wichtigsten anatomischen und operativen Kenntnisse und Maassregeln bei diesen Untersuchungen sind kurz gefasst folgende:

Der Bulbus aortae bei Fröschen liegt rechts und communicirt durch eine ziemlich grosse Oeffnung (2—4 Mm. Diam.) mit dem Ventrikel. 8—15 Mm. weiter verengt er sich (die Canüle bei Injectionen darf nicht weiter geschoben werden) und geht in die zwei grossen Aortastämme über, die sich in der Bauchhöhle schon vereinigt finden. Nach dem Abgeben von der Coeliaca, vielen Mesentericae, Renales und einer Anzahl kleinerer Zweige theilt sich die Aorta im Becken in zwei Iliaca communes, in der Mitte ist eine ganz kleine Art. caudalis vorhanden. Nach Abgeben von zwei Aesten im Becken, von denen einer der Hypogastrica entspricht; verläuft jede Iliaca externa nach hinten und dringt zwischen Steissbein und Tuber ischii zusammen mit dem Nervus und der Vena ischiadica tief in die an der hinteren Seite des Oberschenkels liegenden Muskels ein. Hier entspringen zwei grössere Aeste, von

¹⁾ Pilz, Zur Ligatur der Arteria carotis communis. v. Langenbeck's Archiv Bd. IX. Hft. 2.

denen der eine der Circumflexa (dicht an dem Ligamentum ileo-coccygeum, wo auch viele ganz kleine Aeste entspringen), der andere der Profunda femoris (über der Hälfte des Femur) zu entsprechen scheint. Etwa 4—6 Mm. über der Kniekehle tritt die nach aussen liegende, bis jetzt durch eine dicke Muskelschicht getrennte Vene mit der Arterie zusammen und schon in der Kniekehle unter der Fascie erfolgt eine zahlreiche Theilung der Gefässen und der Nerven. Die Vene tritt von aussen in's Becken über dem Schambeine und vereinigt sich sogleich mit den an beiden Seiten der Wirbelsäule liegenden (2) Cavae inferiores, die mit Ausnahme der Femorales noch die Venae hypogastricae resp. ischiadicae aufnehmen und mit der Mittel-Bauchvene hierselbst in Verbindung stehen. An dieser Stelle, wo die Femoralis und Ischiadica zusammen kommen, gibt es auf jeder Seite eine starke von dem Herzen unabhängige Pulsation (Venen-Herz). Alle Gefässwandungen, besonders aber die der Venen, sind von zwei Arten Pigmentzellen umgeben; die einen scheinen einfaches Pigment, die anderen (sternförmige mit vielen in Verbindung stehenden Sprossen) pigmentirte Nervenzellen zu sein. An den grösseren Arterien sind diese letzteren in zwei an jeder Seite verlaufenden Reihen angeordnet. Die Venen der Unterextremitäten besitzen keine Klappen. Die Art. femoralis wurde einfach durch einen Hautschnitt unterbunden, die Iliacae externae und communes durch einen Schnitt durch Haut und Muskeln, zwischen Steiss- und Hüftbein. (Hier muss man sich hüten vor den Venae hypogastricae.) Um die Nerveneinflüsse auf die Circulation zu vermeiden, wurde immer erst die Operation ausgeführt, und nachdem die Ligatur schon durch einen losen Knoten gebunden war, sicherten wir erst in den entsprechenden Schwimmhäuten eine normale Circulation; dann zogen wir die Ligatur fest, aber sehr vorsichtig zusammen. Die nachfolgenden Beobachtungen wurden immer so ausgeführt, dass erst die Frösche in den nötigen Stellungen (durch nasse Läppchen) befestigt und dann erst nach 5—10 Minuten die Erscheinungen festgestellt wurden. Die Schwimmhäute wurden immer feucht gehalten. Weder Curare, noch narcotische Mittel wurden gebraucht. Die Frösche waren immer frisch und lebhaft. Die Injectionen wurden nach Abtragen der Herzspitze und Verblutung mit Berliner Blau gemacht.

Bei Kaninchen gelang es uns, die gewonnenen Hauptresultate zu bestätigen, theilweise mikroskopisch zwischen den mittleren Zehen, durch Ausschneiden eines runden Hautstückchens auf beiden Seiten und Blosselegen der kleinen hier verlaufenden Gefäße (zum Zwecke des Auseinanderziehens der oberen Phalangen wurde das Ligamentum interphalangeum durchschnitten), hauptsächlich aber durch die Beobachtung blossegelegter Gefäße und durch Experimente, welche auch an Hunden ausgeführt wurden. Die Schnitte bei der Unterbindung wurden hier meistens klein angelegt, die Arterien-Ligaturen kurz abgeschnitten, die Wunde gereinigt und die Haut und Faszie sorgfältig durch Hexennath zusammengebracht.

Wenn man bei Fröschen die Art. poplitea gleich unter dem ersten nach aussen verlaufenden Stamm unterbindet, so sieht man in einzelnen Gefässgebieten sogleich eine Verlangsamung der Circulation; manchmal stehen die an der Wand sich haltenden weissen Blutkörperchen ganz still, aber nach 3—4 Minuten schon wird die Circulation wieder schneller und nach 1 Stunde ist sie wieder ganz hergestellt. Die Blutmenge ist dabei kaum verändert, da die Gefäße dieselben Dimensionen zeigen. In anderen Gebieten tritt selbst nicht die geringste Veränderung ein.

Nach Unterbindung der Femoralis über allen in der Kniekehle abgehenden Aesten bis zur Mitte des Femur tritt nach 2—8 Sekunden eine allgemeine Verlangsamung der Circulation ein; einzelne kleine Arterien werden fast ganz leer oder zeigen eine mässige Anfüllung bei Stillstehen der Blutkörperchen. Dann füllen sich die entsprechenden Capillaren von anderen kleinen Arterien aus; sehr selten bemerkt man in einem Venen-Aestchen eine Rückwärtsbewegung des Blutes, obgleich sie allgemein breiter erscheinen. Die besprochene Stauung, welche nicht 0,004 Mm. Capillar-Messung überschreitet, verschwindet schon nach einer Stunde in allen Gebieten. Die Verlangsamung und der Blutmangel dauern aber noch bis 15 Stunden fort und dann erst sieht man eine vollständige Wiederherstellung der Circulation. Das Blut findet seinen Weg zunächst durch die Anastomosen der über der Hälfte des Femur abgehenden grossen Stämme, dann aber kommen auch alle kleinen Muskeläste in's Spiel und die unterbundene Arterie wird schon 4—8 Mm. unter der Ligatur blutführend.

Die Erscheinungen wurden erst mehr ausgesprochen nach Unterbindung der Art. femoralis über der Hälfte, zwischen dem genannten Stämme bis dicht an das Ligamentum ileo-coccygeum. Gleich nach dem Zuziehen der Ligatur tritt als allgemeine Erscheinung eine auffallende Anämie ein, die Capillaren zeigen sich hier und da mit Blutkörperchen gefüllt oder sind ganz leer und zusammengezogen, so dass man sie nicht mehr auf dem Gesichtsfelde unterscheiden kann. Nach 1—10 Minuten tritt eine langsame Bewegung der Blutkörperchen in einzelnen kleinen Arterien ein; die Capillaren und Venen werden gefüllt, es tritt darauf ein Stillstand ein, hier und da eine Rückwärtsbewegung in die Venen, diese werden breiter. Die Blutkörperchen werden in einzelnen Gebieten zusammengedrückt, sie erscheinen kuglig, dann aber ziehen sie sich fest zusammen und erscheinen in Reihen angeordnet. Die Capillaren sind ausgedehnt (von 0,002—0,005 Mm.). Hierauf bemerkt man eine Bewegung hin und her, welche besonders ausgesprochen ist in den directen, kürzesten Wegen zwischen den Arterien und Venen. Manchmal sieht man schon hier nach 20—40 Minuten eine rhythmische, pulsirende, aber sehr geringe Bewegung rückwärts in die ausgedehnten Venen. An einzelnen Stellen in den Capillaren bemerkt man ausnahmsweise, wie die an der Wand liegenden farbigen und farblosen Blutkörperchen aus den Gefässen heraustreten und entweder sich in Reihen längs der Gefäße selbst anordnen oder in das umliegende Bindegewebe eindringen und hier kleine Extravasate bilden. Nach einer Muskelcontraction geht das Blut in den Venen und Arterien entweder rasch rückwärts oder vorwärts. Dabei können andere ganz blutleere Capillar-Räume in den Schwimmhäutchen zum Vorschein kommen. Diese Erscheinungen von theilweiser Stauung, theilweiser Anämie, dauern 10—35 Stunden fort, ohne dass die Circulation in den Arterien allgemein überhand nimmt. Während dieser Zeit können zunächst ziemlich grosse Epidermishäufen der Schwimmhäute, dann aber Stückchen der ganzen Dicke des Schwimmhautgewebes selbst abfallen. Die partielle Gangrènescenz tritt gewöhnlich durch Stauung ein, indem an einer gewissen Stelle die zusammengedrückten Blutkörperchen vollkommen unbeweglich in den Capillaren bleiben; es haben hier und da sich ganz kleine Extravasate (aus einzelnen Blutkörperchen) gebildet, und endlich ist Gangrän des ganzen Gebietes eingetreten. Das

letztere fällt einfach aus, aber erst dann, wenn rings umher die Circulation sich mehr oder weniger hergestellt hat. Ich habe aber dieselbe Gangrän an Stellen sich bilden sehen, wo keine Stauung, sondern vielmehr eine ausgesprochene Anämie vorhanden war; an diesen Stellen sah ich von der Zeit der Unterbindung bis zum Abfallen keine Spur von Circulation.

Nach 10—35 Stunden erscheint erst in einzelnen Arterien eine dauernde, sehr langsame (1—4 Mm. in 1 Secunde) Blutbewegung, die Stauungserscheinungen bieten aber noch Hindernisse und sind hie und da noch deutlich zu beobachten, doch zeigt sich nirgends eine rückwärtsgehende, viel weniger pulsirende Bewegung in den Venen. Nach mehreren Stunden wird allmählich die Circulation schneller; es verschwinden die Reste der Stauungs-Erscheinungen und nach 3—4 Tagen hat sich die Circulation ganz wieder hergestellt. In dieser Zeit werden auch alle herbeigeführten Läsionen, wie gangraenöse Phalangen und Theile der Schwimmhäute durch die bekannten Prozesse von Hyperämie und Entzündung auf dem Reparaturwege geheilt. Die Frösche ertragen diese Operation ganz gut und niemals habe ich nach dieser Unterbindung Gangrän der Extremität gesehen. Die lange Dauer der Abwesenheit der Circulation in den Schwimmhäuten erklärt sich daraus, dass an dieser Unterbindungsstelle kein fertiger arterieller Collateralweg dem Blute zu Gebote steht. Die Collateralcirculation bildet sich erst durch Erweiterung von kleinen Muskelästen und es werden selbst ganz neue Narbengefässen in der zugeheilten Operationswunde für die Circulation über die unterbundene Stelle hinweg benutzt, wovon wir uns an gut injicirten Präparaten überzeugt haben.

Dieses Verhältniss des collateralen Kreislaufs wurde noch verständlicher durch die Erscheinungen nach der Unterbindung der Iliaca externa im Becken über dem Ligamentum ileo-coccygeum. Die Circulation dauert hier in vielen kleinen Arterien der Schwimmhäute ununterbrochen fort, während einzelne Gebiete nur Anämie oder eine geringe Stauung zeigen. Die blutführenden kleinen Arterien werden etwas schmäler (0,002 Mm.), die Schnelligkeit des Kreislaufs ist auch sehr wenig beeinträchtigt und nach 2—10 Stunden hat sich Alles wiederhergestellt. Hier aber mehr als irgendwo erweist sich die Wichtigkeit, die Operation mit jeder Sorgfalt auszuführen, indem durch Zerreissen der Arterie oder Verletzung der

unterhalb abgehenden Gefässen an der Stelle des genannten Bandes die Erscheinungen ganz und gar verändert werden. Die Frösche verbluten bekanntlich nicht, selbst nach Durchreissen der grössten Arterien und nach den genannten Verletzungen treten Erscheinungen von sehr ausgesprochener Anämie und darauf von Stauung in den Schwimmhäuten ein, welche in Gangrän der ganzen Extremität übergehen können, im Falle der Frosch 3—5 Tage am Leben bleibt.

Die Unterbindung der Iliaca communis macht keinen bedeutend grossen Unterschied in den beschriebenen Erscheinungen. Die Circulation dauert ununterbrochen in einzelnen kleinen Arterien fort. Die Anämie und Stauung in einzelnen Gebieten werden aber etwas grösser, das Blutquantum wird kleiner (0,006—0,010 Mm. Cap.-Mess.) und diese Vorgänge nehmen etwas mehr Zeit, 6 bis 15 Stunden in Anspruch. Die Schnelligkeit des Kreislaufs ist nur in den ersten Minuten bedeutend geringer. Bei dieser Unterbindung übernimmt hauptsächlich die andere Iliaca (vz. die Verbindung zwischen der Hypogastrica und anderen kleineren Arterien im Becken) die Blutzufuhr nach der unterbundenen Seite, und wenn man nach einigen Tagen auch die andere Iliaca communis unterbindet, so tritt ein vollständiges Aufhören der Circulation in beiden Extremitäten mit sehr ausgesprochenen Regurgitations- und Stauungserscheinungen in den Venen ein. Ich habe es einmal (unter fünf Fällen) zur theilweisen Wiederherstellung an der zuletzt unterbundenen Seite kommen sehen, aber meistens folgt Gangrän der beiden Extremitäten und rasch der Tod. Gangrän der Extremität characte-
risirt sich bei Fröschen durch eine Wasserdurchtränkung aller weichen Gewebe mit Stauung in den Venen, — sehr selten kommt es zur Gerinnungsbildung in der Hauptvene. Die Muskeln werden erst gelblich gefärbt, dann werden sie brüchig und schon wegen der eintretenden allgemeinen Anschwellung kommen Querrisse in dem Inhalte des Sarkolemma vor, während nur das letztere die Muskelfaser zusammenhält.

Es ist der Erwähnung werth, dass ich bei der einmal ausgeführten Unterbindung der Aorta gleich über den Iliacae keine Gangrän der Extremitäten folgen sah, sondern nach einer auffallenden Anämie an beiden Seiten und colossal ausgesprochenen Stauungserscheinungen (bei theilweiser Gangränescenz der Schwimmhäute) allmählich vom 4. Tage eine Wiederherstellung der Circu-

lation eintrat. Es bestand ein tagelanger Kampf zwischen der Vorwärtsbewegung in den Arterien und Rückwärtsbewegung in den Venen. Das Blutquantum blieb bis zum Tode (am 10. Tage) viel geringer als normal und bei der Section zeigten sich alle Arterien viel schmäler, die Venen aber breiter. Der Collateralkreislauf hat sich hier hauptsächlich durch die Mesentericae inferiores und dann viele kleinere Aortenäste gebildet. Eine Reihe von Messungen hat uns keine constanten Daten gegeben, aber jeder Unterschied zwischen den peripherischen Gefässen beider Seiten verschwindet in der Regel schon zwei Wochen nach der Unterbindung.

Die circa 30 ausgeführten Unterbindungen von grossen Arterien bei Kaninchen haben uns überzeugt, dass die Circulation ununterbrochen vorwärts geht nach jeder Unterbindung unterhalb des Ligamentum Poupartii an der unteren und unterhalb des inneren Randes der 1. Rippe an der oberen Extremität. Erst, wenn man noch höher die Operation ausführt, tritt eine Anämie in den kleinen Fussarterien und Stauungsscheinungen in den Venen ein, welche letzteren aber selbst dann nicht sehr ausgesprochen sind, wenn man die Arteria iliaca communis oder innominata unterbindet. Während bei Fröschen die grosse Vene bis 0,1—0,4 ihres Volumen zunahm, sieht man hier an den Venen kaum 0,05—0,2 Zunahme. Der eintretende Mangel der Circulation an der Peripherie ist dauerhaft nur nach den genannten hohen Unterbindungen, in den anderen Fällen dauert derselbe nicht über einige Minuten fort. Von Gangrän und Extravasaten haben wir niemals bei Unterbindung ausserhalb des Thorax oder der Bauchhöhle Spuren gesehen, vielmehr hatten wir 4 Kaninchen, bei denen alle Arterien: Axillares, Carotides und Femorales unterbunden waren, die ganz munter auf allen Füßen herumlaufen konnten. Die Unterbindung in den Visceralhöhlen ertragen sie gar nicht und konnten deshalb in diesen Fällen nur die directen Einflüsse beobachtet werden. Leider fanden wir in der von uns so viel gebrauchten Anatomie des Kaninchens von Krause keine Angabe über die Arterienanastomosen zur Erklärung dieser Erscheinungen.

Es wird kaum nöthig sein zu erwähnen, dass wir nach der Unterbindung beider Carotiden — unmittelbar oder mit Zwischenzeit von einigen Tagen — keine anderen Gehirnerscheinungen sahen,

als nur eine vorübergehende Unruhe. Die Jugulares internae waren nach der zweiten Unterbindung immer bedeutend (0,3 des Volumens) durch Blut ausgedehnt.

Beim Hunde sahen wir nach der Unterbindung der Subclavia tief in dem Brustkasten über den ersten 2 Aesten nur eine 2 Stunden dauernde Anämie in der Radialis und Ulnaris eintreten, die Circulation ging aber ununterbrochen vorwärts.

Ferner machten wir folgende 3 Experimente:

1. Einem mittelgrossen Fleischerhunde wurde die Arteria poplitea und femoralis dicht am Lig. Poupartii blossgelegt. Gleich unter der Profunda femoris wurde eine Ligatur angelegt und mit einem ganz losen Knoten gebunden. Sodann machten wir einen Einschnitt in die Art. tibialis antica 1 Cm. von der Poplitea entfernt, die Ligatur wurde sogleich fest zugezogen. Der Blutstrahl aus der Tibialis wurde sofort kleiner, dauerte aber ununterbrochen fort. Nachdem der Hund über 3 Unzen Blut verloren hatte, wurde die Art. tibialis auch unterbunden.

2. Einem kleinen schwarzen Kaninchen wurde die Femoralis blossgelegt und eine Ligatur gleich unterhalb des Abgangs der Profunda durchgeführt; die Vena femoralis wurde 3 Cm. über dem Kniegelenk blossgelegt und angeschnitten, die Ligatur sogleich zugezogen; die profuse Blutung nahm etwas ab, dauerte aber ununterbrochen fort (bis 6 Minuten). Die Vene war zwischen zwei Ligaturen gebunden, die Wunde geschlossen. Hier trat nach Eiterung in den Wunden Verstopfung der Venen und Gangrän (Mumificatio) bis an das Kniegelenk ein. (Wenn aber eine einfache Venenunterbindung bei Kaninchen ausgeführt wird, und wie gewöhnlich keine Eiterung eintritt, ertragen sie selbst Schließung der Vena iliaca communis ohne Spuren von Stauungerscheinungen.)

3. An einem mittelgrossen lebhaften Kaninchen wurde ganz dieselbe Operation wie in 2 ausgeführt, nur wurde statt der Unterbindung die Arterie fest zwischen einer Compressionspincette gehalten; es erfolgten dieselben Erscheinungen. Nach 4 Minute unterbanden wir die Iliaca externa und nahmen die Pincette ab. Die Blutung nahm noch etwas ab, dauerte aber ununterbrochen fort, bis zu 7 Minuten. Bildete sich ein Gerinnsel in der Wunde zwischen den Fascien und Muskeln, so wurde dies entfernt und die Blutung trat wieder ein.

Aus diesen Untersuchungen ziehen wir folgende Schlüsse:

1) Nach der Unterbindung von grossen gesunden Arterien steht die Circulation an der Peripherie nur in den Fällen still, wo kein fertiger, arterieller Weg für den Blutkreislauf vorhanden ist.

2) In allen Fällen, wo dieser Weg vorhanden ist, geht die Circulation ununterbrochen vorwärts und nur die Blutmenge und Kreislaufschnelligkeit werden für eine kurze Zeit geringer.

3) Die Stauungerscheinungen sind nur im ersteren Falle bedeutend ausgesprochen und treten bei warmblütigen Thieren in viel geringerem Maasse ein, wegen der nur in sehr kleinen Bahnen möglichen Regurgitationsvorgänge in den Venen, da die grösseren mit Klappen versehen sind.

4) Eine Unterbindung von zwei Arterienstämmen, die in directer Anastomose stehen, selbst wenn sie in grösserer Zwischenzeit ausgeführt wird, ist eine ebenso gefährliche Operation, als die gleichzeitige Unterbindung beider.

Fügen wir zu diesen Ergebnissen O. Weber's¹⁾ Resultate²⁾), die er bei Hunden erhielt, wo der Blutdruck in grossen Arterien gleich unter einer unterbundenen Stelle sofort nach der Unterbindung nicht unter die Hälfte sank und schon nach einer halben Stunde wieder bedeutend stieg, so sind wir berechtigt, den letzten Schluss folgendermaassen zu formuliren:

5) Die entfernte Unterbindung bei Blutungen auszuführen, ist man nicht berechtigt, wenn die lokalen Zustände der blutenden Gefässer und der Allgemeinzustand des Gefäßsystems noch nicht genau am Krankenbette festzustellen sind.

Mit Freude benutze ich die Gelegenheit, Herrn Professor Dr. Rindfleisch für seine freundliche Aufnahme im pathologischen Institute zu Bonn und besonders für sein liebeyvolles Zuvorkommen meinen herzlichen Dank auszusprechen.

¹⁾ Handbuch der allg. u. speciel. Chirurgie. Bd. I. S. 36.

²⁾ Ganz neulich ist bei uns an der Akademie eine Arbeit von Dr. Kolomnин vollendet (noch nicht im Druck erschienen), in welcher die Resultate O. Weber's auch für kleinere Arterien, wie Saphena interna (beim Hunde) nach entfernter Unterbindung sich bestätigt finden.

