

- a ar* der Ausläufer zum Arrector des zweiten Haares,
ar Arrector des zweiten Haares,
t Talgdrüse des zweiten Haares,
h₂ das zweite Haar,
j h₂ die epithelialen Elemente des jungen Haares im zweiten Balge,
b₂ der Balg des zweiten Haares.

Neben 24 sind 2 mm in der Grösse, wie sie sich mit der Camera für die Figuren ergab, gezeichnet.

Fig. 46 *b* zeigt die Fig. 46 *a* der Tafel XI bei stärkerer Vergrösserung. Der Maassstab ist mitgezeichnet und gilt auch für Fig. 54.

ep Epidermis,

a b₂ der Ausläufer zum Balge des zweiten Haares,

L Luftblasen (Emphysem) beim Abpräpariren der Haut entstanden.

46 *c*. Schematische vergrösserte Abbildung des Knotens der Figur 46 (*a*, beziehentlich *b*) auf Tafel XI und XII.

Bild des 54. Schnittes der Serie. Der Bezeichnungen wegen vergleiche man die Erklärungen oben.

XXIII.

Die Entstehung des Collateralkreislaufes.

Theil II. Der Rückfluss des Blutes aus ischämischen Körpertheilen.

(Aus der königlichen chirurgischen Klinik zu Kiel.)

Von Professor Dr. August Bier.

(Schluss.)

Versuche an Eingeweiden.

Die Folgen arterieller Kreislaufstörungen sind an den verschiedensten Eingeweiden auf das Genaueste untersucht. Ich will mit Rücksicht hierauf zunächst die Niere als Beispiel besprechen, und sie auch für meine eigenen Versuche verwenden, da dieselben an diesem Eingeweide sehr bequem anzustellen sind.

Ueber die Folgen arterieller Kreislaufstörungen in der Niere giebt es eine ganze Reihe vortrefflicher älterer Arbeiten

von Schulz, Blessig, Cohn, Cohnheim, v. Werra, Litten und Anderen. Ueber die uns hier besonders angehende Frage herrscht unter den Beobachtern eine erfreuliche Uebereinstimmung: Wird die Nierenarterie unterbunden oder vorübergehend abgeklemmt, so tritt schnell in diesem Eingeweide eine gewaltige Stauungshyperämie auf. Cohnheim rechnete bekanntlich die Nierenarterie zu den Endarterien und liess diese Anschoppung von venösem Blute dadurch entstehen, dass rückläufig aus den Venen Blut in die Gefässe der Niere hineinlief und sich dort staute, weil die arterielle Triebkraft fehlte. Aber Cohn, und später Litten, wiesen überzeugend nach, dass diese Ansicht irrig ist. Die Nierenarterie hat zahlreiche Anastomosen mit den Arteriae supernales, lumbales, spermatica interna und anderen. Die Collateralbahnen treten vor Allem von der Kapsel her in die Niere ein; Litten betont, dass sich dieselben sehr bald in Capillarnetze auflösen, so dass es sich hier im Wesentlichen um Capillar-Anastomosen handele.

Aus diesen spärlichen Zuflüssen füllen sich die Nierengefässe mit natürlich schnell venös werdendem Blute. Ich habe bereits weitläufig auseinandergesetzt, dass diese Blutstockung keiner Erklärung bedarf, sie ist das Natürliche und physikalisch Nothwendige; denn verminderter Zufluss bei gleichbleibendem Strombette muss eine Verlangsamung des Blutstromes nach sich ziehen, welche bei ganz spärlichem Zuflusse dem Stillstande nahe kommen muss.

Es fragt sich nur: woher kommt die gewaltige Hyperämie, die dieses Eingeweide schnell um das Doppelte anschwellen lässt? Ich würde sagen, auch diese ist nothwendig, wenn wirklich, wie das die allgemeine Ansicht ist, Erweiterung und Erschlaffung der Gefässe eine Folge der Unterbrechung des Blutstromes wäre. Aber ich habe schon auseinandergesetzt, dass diese Widerstandsverminderung nur an äusseren Körpertheilen und auch hier nur gegen arterielles Blut stattfindet. In der Niere aber tritt sie nicht einmal gegen letzteres, jedenfalls nicht im erheblichen Grade, ein, wie der Versuch 49 zeigt. Die dort aufgeführten Versuche gingen allerdings über eine 15 Minuten lang dauernde Unterbrechung des Blutstromes nicht

hinaus, und es ist nicht ausgemacht, ob nicht später doch eine Erschlaffung der Gefässe eintritt. Cohnheim half sich bekanntlich mit dieser Hypothese; er nahm an, dass die Gefässe bei länger dauernder Unterbrechung des arteriellen Zuflusses entarteten.

Wir werden gleich sehen, dass wir auch dieser Hypothese nicht bedürfen, und dass auch die gewaltige Hyperämie sich sehr natürlich erklärt. Hier will ich als wichtigste Thatsache an erster Stelle erwähnen, dass die kleinen Gefässe der Niere nicht die Fähigkeit haben, sich gegen venöses Blut zu wehren und dasselbe vorwärts zu bewegen. Folgender Versuch zeigt am einfachsten das verschiedene Verhalten der Gefässe der Eingeweide und der äusseren Körperteile:

Versuch 82.

Bei einem Hunde schnüre ich unter der Arterie hindurch ein Hinterbein mit dem Draht-Ecraseur ab. Ich lasse die Arterie 5 Minuten lang Blut in das Glied treiben und klemme sie alsdann ab. Nach 5 Minuten schneide ich die dick angeschwollene Vena femoralis auf. Sie entleert plötzlich einen Strahl dunklen Blutes, der schnell abnimmt, und das dunkelhyperämische Glied blässt sehr schnell ab.

An demselben Thiere klemme ich die Nierenvene ab und lasse die Arterie 2 Minuten lang Blut in die Niere führen. Letztere schwillt stark an und wird dunkelblau. Jetzt schliesse ich auch die Arterie und durchschneide nach 5 Minuten die Vene. Sie ergiesst eine mässige Menge venösen Blutes, aber die Niere bleibt dunkel und angeschwollen.

Erst bei 20–30 Minuten dauernder vollständiger Stauung hält auch das Bein des Hundes längere Zeit eine gewisse Menge des stark veränderten venösen Blutes. Auch jetzt spritzt noch sofort nach Eröffnung der Vene der grösste Theil des gestauten Blutes plötzlich heraus, aber es dauert längere Zeit, bis das Glied ganz abblässt. Häufig bleibt ein mässiger Grad der Hyperämie nach so langer schwerer Stauung überhaupt bestehen. Es ist klar, dass man bei solchen Versuchen dafür sorgen muss, dass nicht die Hauptvene durch zusammengeschnürte Weichtheile abgeklemmt wird.

Aehnliche Beobachtungen macht man öfter. Wie schon erwähnt, kommt es auch heute noch, wo man unter v. Esmarch'scher „Blutleere“ amputirt, zuweilen vor, dass das abgeschnürte Glied hyperämisch ist. Nach der Absetzung aber läuft das Blut schnell aus den Venen ab. Klemmt man dagegen den Gefässstiel einer hyperämischen Niere ab, schneidet sie dann aus und öffnet die Gefässe wieder, so hält sie lange

das Blut. So hielten eine Niere und eine Milz, welche durch kurzdauernde Abklemmung ihrer Vene hyperämisch gemacht, und auf das Doppelte ihres Inhalts angeschwollen waren, aus dem Körper ausgeschnitten, den grössten Theil des Blutes eine Stunde lang, obwohl die Venen wieder geöffnet waren.

Todte Menschen sind sehr blass, so dass man gerade für ausserordentliche Weisse der äusseren Theile das Wort „Leichenblässe“ anwendet. Dagegen findet sich das Blut, welches aus den äusseren Körpertheilen vertrieben wurde, in den Eingeweiden. Jene wehren sich gegen venöses Blut, diese nicht.

Das Umgekehrte tritt im folgenden Falle ein: Erstickt man ein rein weisses, in Aethernarkose befindliches Schwein, so nimmt seine Haut eine leicht bläuliche Blässe an. Ruft man es durch künstliche Athmung¹⁾ in's Leben zurück, so wird die ganze Haut nach den ersten selbständigen Athemzügen arteriell hyperämisch. Hier locken also die äusseren Körpertheile, nach vorübergehendem Mangel an arteriellem Blut, dieses an, welches innere natürlich hergeben müssen.

Man kann ja allerdings einwenden: die Blässe der Leiche könnte eine Wirkung des Centralnervensystems sein, welches beim Sterben eine Zusammenziehung der kleinen Gefässe auslöse. Dagegen spricht aber, dass die Leiche äusserlich noch Stunden lang blass bleibt, nachdem der Tod erfolgt ist. Es wäre sonst gar nicht einzusehen, warum nicht sofort das Blut, der Schwere folgend, in die abhängigsten äusseren Theile hineinfiel; denn die Venenklappen hindern es, wie wir sahen, keineswegs. Erst längere Zeit nach dem Tode stirbt die Fähigkeit des äusseren Körpertheiles, sich gegen venöses Blut zu wehren, ab, und dann entstehen die Todtenflecke an den abhängigen Theilen, welche eine beträchtliche venöse Hyperämie darstellen.

Vor allem spricht gegen die Ansicht, dass das Centralnervensystem das Erblassen hervorrufe, die schon erwähnte

¹⁾ Gemeint ist nicht die künstliche Athmung der Physiologen, wobei Luft eingeblasen wird, sondern die der Chirurgen, wobei die Lüftung der Lungen durch abwechselndes Heben und Senken des Brustkorbes geschieht.

Thatsache, dass auch abgeschnittene Glieder dasselbe Aussehen zeigen.

Dieser Unterschied zwischen Eingeweiden und äusseren Körpertheilen ist das Wichtigste. Erst in zweiter Linie wollen wir untersuchen, wie sich die Gefässe der Eingeweide gegen schwere venöse Stauung verhalten, die in ähnlicher Weise, wie ich das in den Versuchen 54 und den folgenden geschildert habe, hervorgerufen ist.

Versuch 83.

Ich präparire nach Ausführung eines grossen Bauchschnittes schnell die Nierenvene eines Hundes aus dem Nierenstiele heraus. Den übrigen Stiel (also auch den arteriellen Zufluss) schliesse ich durch eine gepolsterte Klemme. Die Niere selbst lasse ich möglichst durch Darmschlingen bedeckt halten und befeuchte die Gegend mit warmer physiologischer Kochsalzlösung. Nachdem die Vene mit dem Manometer in Verbindung gesetzt ist, löse ich die Klemme. Die Niere schwillt sofort an, und unter Pulsation steigt das Manometer schnell auf 80 mm. Jetzt klemme ich die Arterie wieder ab. Das Manometer fällt fast augenblicklich auf 45, langsamer auf 40 mm. Ich durchschneide die Arterie. Das Manometer fällt ganz jäh auf 18 mm, im Verlaufe einer weiteren Minute auf 12 mm. Von da bis zur Beendigung des Versuches (etwa 2 Minuten) fällt es nur um Bruchtheile eines Millimeters. Der ganze Versuch (d. h. die Druckmessung) hat etwa 4 Minuten gedauert.

Gegenüber dem entsprechenden Versuche am Hinterbeine des Hundes ergeben sich hier folgende Unterschiede: 1. In der Vene wird hier nicht die Höhe des Druckes erreicht, wie dort (nur 80 mm). 2. Verschluss der Arterie bringt ein viel schnelleres Fallen des Druckes hervor. 3. Durchschneidung der Arterie verursacht einen ganz jähen Fall. Trotzdem aber zeigt sich, dass Arterie und Vene nicht einfach communicirende Röhren darstellen; denn obwohl in der Arterie der Druck auf Null herabgesetzt ist, zeigt die Vene einen Druck von 12 mm.

In einem anderen unter denselben Bedingungen ausgeführten Versuche bei einem kleinen Thiere erhielt ich folgendes Ergebniss:

Versuch 84.

Bei Eröffnung der Arterie stieg der Druck schnell auf 50 mm. Die Niere scholl sofort an. Ich schloss die Arterie, worauf der Druck in reichlich $\frac{1}{4}$ Minute auf 37 mm sank. Ich durchschnitt die Arterie, sie ergoss dunkles Blut, und das Manometer fiel in $\frac{1}{2}$ Minute auf 8, in

2 Minuten auf 5 mm. Der Versuch wurde mit dem Ludwig'schen Kymographion angestellt.

In diesen beiden Versuchen hatte die Stauung nur kurze Zeit bestanden. Ferner ist keine vollständige Unterbrechung der Blutzufuhr eingetreten; denn die Anastomosen der Gefässe, welche von der Kapsel her in die Niere eintreten, sind noch vorhanden. Die Versuche ähneln also denjenigen an den Gliedmassen, bei welchen der Knochen nicht durchschnitten wurde. Der folgende Versuch dagegen entspricht den Versuchen an den Gliedmassen, bei welchen eine längere Stauung stattfand, und in Folge der Durchschneidung des Knochens alle Blutzufuhr und -abfuhr auf anderem Wege abgeschnitten war.

Versuch 85.

Bei einem sehr grossen Hunde löse ich die Niere aus ihren Kapselverbindungen mit anderen Gefässen. Einige schwach blutende Gefässe der Nierenoberfläche werden unterbunden. Die Vene präparire ich aus dem Nierenstiele heraus. Dann klemme ich den übrigen Nierenstiel ab und verbinde die Vene mit dem Manometer. Jetzt eröffne ich durch Lösen der Klemme den arteriellen Zufluss. Der Druck steigt schnell auf 67 mm. Die Curve zeigt nicht nur die Pulsationen, sondern auch die Athmungsschwankungen, welche man beim arteriellen Blutdruck wahrnimmt. Nach 5 Minuten beträgt der Druck nur noch 56 mm, obwohl die Arterie dauernd offen ist. Die Niere ist während dessen sehr stark angeschwollen und blau. Ich schliesse die Arterie mit einer Klemme und in $3\frac{1}{2}$ Minuten fällt der Druck auf 20 mm. Ich öffne die Arterie wieder, der Druck steigt auf 70 mm. Wieder zeigt die Curve Pulsationen und Athmungsschwankungen. Ich lasse die Arterie im Ganzen nochmals 4 Minuten Blut in die Niere führen und durchschneide sie dann, als das Manometer einen Druck von 60 mm anzeigt. Der Druck sinkt in 2 Minuten langsam auf 31 mm, d. h. also nicht schneller, als im vorhergehenden Theile der Curve, wo nur die Arterie verschlossen wurde.

Nach der Durchschneidung der Nierenvene und auch nach dem Ausschneiden der ganzen Niere aus dem Körper bleibt dieses Eingeweide sehr stark dunkel hyperämisch, obwohl dem Abfliessen des Blutes aus den offenen Adern keinerlei Hinderniss im Wege steht.

Dieser Versuch bietet schon ein wesentlich anderes Bild, als die beiden vorhergehenden. Er zeigt, dass bei länger dauernder Stauung das Zurückfliessen des Blutes aus der geöffneten Arterie nicht eintritt.

Wie in den schon beschriebenen Fällen bleibt auch hier die Niere nach Eröffnung der Vene hyperämisch.

Wir sehen also, dass schon bei völlig erhaltenem arteriellem Zuflusse in Folge länger dauernder Stauung eine bedeutende Stockung des Blutes in den Nierengefässen eintritt. Noch viel mehr aber tritt dies ein, wenn wir den arteriellen Blutzufluss zu der Niere erheblich beschränken. Dies lässt sich sehr einfach durch vollständiges Freipräpariren der Nierenarterie bewirken. Man bemerkt dabei, dass die ursprünglich dicke Arterie sich mehr und mehr zusammenzieht, bis sie schliesslich nur einen sehr dünnen Strang darstellt in welchem aber der Puls noch deutlich zu fühlen ist. Schneidet man eine solche durch die Präparation sich stark zusammenziehende Arterie durch, so spritzt sie häufig nur stossweise und im schwachen Strahle.

Versuch 86.

Bei einem grossen Kalbe, welches bereits seit 2 Stunden in Aethernarkose liegt und schon zu einem anderen Versuche benutzt ist, schäle ich stumpf die Niere aus ihren Kapselgefässverbindungen heraus, unterbinde jeden grösseren auf der Nierenoberfläche blutenden Ast und warte ab, bis die Blutung aus den kleineren Gefässen durch Gerinnung steht. Ferner präparire ich *arteria* und *vena renalis* frei aus dem Nierenstiele heraus und überzeuge mich, dass ausser diesen beiden Gefässen weder überzählige Arterien noch Venen der Niere vorhanden sind. Die Vene schliesse ich mit einem Schieber und lasse die Arterie 10 Minuten lang Blut in die Niere treiben. Die letztere wird blau und schwillt an. Dann lasse ich die Arterie durch Fingerdruck schliessen, schneide die Vene an, wobei sie venöses Blut ergiesst, ohne dass die Niere abschwilt, und bringe die Vene in Verbindung mit dem Manometer, dessen Leitung mit Sodalösung gefüllt ist. Jetzt öffne ich die Arterie wieder. Sie hat sich inzwischen in der oben geschilderten Weise stark verengt. Das Manometer steigt in einer Minute auf 22, in 4 Minuten auf 23 mm. Es zeigt keine Pulsationen. Nach 4 Minuten schliesse ich die Arterie mit einem Schieber, nach 5 Minuten schneide ich sie durch, ohne dass dies beiden Eingriffe die Höhe des Druckes beeinflussten. Die Niere ist dabei dunkelblau hyperämisch und stark angeschwollen und bleibt dies auch noch, nachdem ich sie herausgeschnitten habe.

Es ist also unter den hier obwaltenden Umständen eine vollkommene Verstopfung der kleinen Gefässe eingetreten, so dass nicht nur die Arterienpulsationen, welche sich sonst bei vollständiger Aufhebung des venösen Rückflusses in der Vene bemerkbar machen, sich nicht durch sie hindurch fortpflanzen,

sondern nicht einmal der arterielle Druck, welchen man hier annähernd dem Aortendruck entsprechend erwarten sollte.

Dass es sich in der That um regelrechte Verstopfung der kleinen Gefässe handelt, geht aus Folgendem hervor: 1. Wenn auch in Folge der Präparation sich die Hauptarterie sehr stark zusammenzieht, so dass sie beim Durchschneiden nur stossweise spritzt, so beweisen doch die bald eintretende dunkle Stauungshyperämie und die Schwellung der Niere, dass die Arterie das Blut bis in die kleinsten Gefässe hineinführt. 2. Es können keine umschriebene selbständige Zusammenziehungen der kleinen Gefässe sein, welche das Blut halten; denn sie sind alle prall gefüllt und weder aus der geöffneten Arterie noch aus der Vene läuft das Blut ab; man müsste denn schon die sehr unwahrscheinliche Annahme machen, dass vor und hinter den stark erweiterten Capillaren sich die Venen und Arterien schliessen, und nichts ablaufen liessen.

Ehe wir in der Untersuchung dieser Verhältnisse weiter gehen, wollen wir erst einmal sehen, was denn äussere Körpertheile unter ähnlichen Verhältnissen, d. h. bei spärlichem arteriellen Zuflusse, zeigen.

Versuch 87.

Ich präparire am Hinterbein eines Hundes in gewöhnlicher Weise Arteria und Vena femoralis frei und bringe, nachdem das Glied unter der Arterie und Vene hindurch durch einen Draht-Ecraseur abgeklemmt ist, die letztere in Verbindung mit dem Quecksilbermanometer, dessen Leitung mit Sodalösung gefüllt ist. Der Knochen ist vorher durchschnitten und verschlossen. Bei einem Drucke von 124 mm klemme ich die Arteria femoralis ab. Der Druck sinkt in gewohnter Weise. Als er auf 100,5 mm angelangt ist, drehe ich ganz langsam den Ecraseur auf, bis man in der Curve ein allmähliches Steigen bemerkt. Dabei ist das Glied noch so stark abgeklemmt, dass nur ein spärlicher arterieller Zufluss durch die Nebengefässe erfolgen kann. (Die Arteria femoralis bleibt natürlich während des ganzen Versuches verschlossen!) In $1\frac{3}{4}$ Minuten steigt der Druck auf 109 mm. Ich ziehe den Ecraseur wieder fester an, und das Sinken der Curve geht in gewohnter Weise vor sich. Sobald sie auf 84 mm angekommen ist, lockere ich noch einmal den Ecraseur ein wenig. In $2\frac{1}{4}$ Minuten steigt die Curve auf 92 mm. Um mich von der Stärke des arteriellen Zuflusses zu überzeugen, mache ich jetzt einen Zirkelschnitt durch die Weichtheile des Beines unterhalb der Abklemmung und überzeuge mich, dass einige kleine Collateralarterien stossweise und sehr spärlich spritzend die Blutzufuhr

in das Glied besorgt haben. Von Pulsationen zeigt die Curve auch hier nichts.

In einem anderen Versuche, welchen ich länger fortsetzte, konnte ich durch etwas reichlicheren, aber immer noch geringen arteriellen Zufluss den Druck annähernd wieder auf die Höhe bringen, welche vorher die Hauptarterie geliefert hatte.

Die Versuchsreihen sind unter ähnlichen Verhältnissen an- gestellt. In beiden besteht geringer arterieller Zufluss, welcher beim Versuch am Beine wohl noch geringer ist, als bei dem an der Niere, trotz der starken Verengerung ihrer Arterie. Bei beiden Versuchen sind ferner alle arteriellen Zuflüsse und venösen Abflüsse bis auf je einen vollständig ab- geschnitten. Denn in dem einen Falle ist auch der Knochen durchtrennt, im andern sind die Collateraläste der Kapsel unwegsam gemacht. Aber die Versuche zeigen einen höchst bemerkenswerthen Unterschied: Bei dem Eingeweide ver- stopfen sich bei länger dauernder Stauung, welche spärlicher arterieller Zufluss herbeiführte, sehr schnell die kleinen Ge- fässe und halten das verstopfende Blut fest, so dass es weder vor- noch rückwärts fliesst, und nicht einmal der hohe ar- terielle Druck sich durch sie fortpflanzt, wie man annehmen sollte. Denn es ist klar, dass bei vollen Gefässen und auf- gehobenem Abfluss nach einfachen hydraulischen Gesetzen, selbst ein spärlicher Zufluss den Druck ungefähr auf die Höhe treiben sollte, welche in der benachbarten Aorta besteht.

An der Milz angestellte Versuche führten zu denselben Ergebnissen, wie ich sie soeben für die Niere schilderte. Aehnlich verhält sich auch der Dünndarm. Nur ist hier etwas Besonderes zu berücksichtigen: die venöse Hyperämie ist ein sehr lebhafter Reiz für die Darmperistaltik. Darüber belehrt folgender Versuch.

Versuch 88.

Bei einem Kaninchen klemme ich die Vena mesaraica superior so lange ab, bis der zugehörige Darm dunkle Stauungshyperämie zeigt. Schon während der Abklemmung bewegt sich der Darm. Sobald ich aber den verschliessenden Schieber löse, tritt eine ungeheuer wogende Peristaltik auf, welche im Nu alles venöse Blut aus dem Darm vertrieben hat.

Dieses sieht man auch beim Darm des Hundes. Jedem, welcher bei diesem Thier Darmversuche gemacht hat, ist

wohl schon aufgefallen, wie ausserordentlich selten man hier Peristaltik wahrnimmt. Ich kenne kein besseres Mittel, um im trägen Darne des Hundes eine lebhaft Peristaltik hervorzubringen, als die venöse Hyperämie. Aber das hat seine Grenzen. Es tritt bald eine Lähmung des Darmes ein, und jetzt hält er das venöse Blut genau so, wie die oben geschilderten Eingeweide.

Ich bemerke beiläufig, dass ähnliche Vorgänge auch bei spärlichem arteriellem Zuflusse oder Stauung in äusseren Körpertheilen das venöse Blut aus dem Gliede austreiben könnten. Denn bei Ischämie der Glieder sieht man häufig Zittern und Zucken der Muskeln, sowie eine „Gänsehaut“, also Zusammenziehungen der Hautmuskeln, und dass bei venöser Stauung in den Beinen Muskelkrämpfe auftreten, besagt ja schon der deutsche Name Krampfadern für Varicen. Ich sah das Muskelspringen noch vor Kurzem sehr deutlich bei einem Manne, dessen eine Schenkelvene plötzlich thrombirt war. Aber diese Bewegungen können nur von geringer Bedeutung für die Weiterbeförderung des Blutes in äusseren Körpertheilen sein, denn sie sind unbedeutend und vorübergehender Natur.

Ich will nunmehr einige Stauungsversuche, welche ich am Dünndarme eines Hundes anstellte, schildern.

Versuch 89.

Bei einem sehr grossen Hunde präparire ich eine grössere Mesenterialvene, die vom Dünndarme herkommt, frei. Die begleitende Arterie trenne ich ebenfalls aus ihrer Umgebung, lasse sie aber überall von einer dicken Schicht des Mesenteriums bedeckt. Von dieser Stelle aus trenne ich nach beiden Seiten hin das durchsichtige Mesenterium des Dünndarms bis an die Gefässarkaden nahe am Darm stumpf durch. Letztere binde ich mit dem Darmrohre zusammen durch einen starken Seidenfaden nach beiden Seiten hin ab. Es führt jetzt eine einzige Arterie das Blut zu einem etwa 20 cm langen Dünndarmstücke und eine einzige Vene führt es zurück. Alle anderen Zu- und Abflüsse sind gesperrt. Die Arterie wird mit ihrer Umgebung durch einen Schieber abgekllemmt und die Vene mit dem Manometer verbunden. Beim Anschneiden der Vene fliesst Blut ab und der Darm wird ganz blass. Jetzt wird die Arterie geöffnet und führt drei Minuten lang Blut in das Darmstück. Dieses wird schnell dunkelblauschwarz. Das Manometer wird geöffnet und steigt in 5 Minuten auf 119 mm, ohne dass die Curve Pulsationen zeigt. Innerhalb dieser Zeit bemerkt man Folgendes: Der Darm zieht sich an verschiedenen Stellen zusammen, so dass er ringförmige Einschnürungen zeigt. Alle Gefässe, auch die früher unsichtbaren des durchsichtigen Mesenteriums, sind strotzend gefüllt. Es entstehen zahlreiche Blutungen. In den nächsten 5 Minuten steigt der Druck auf 122 mm. Nach weiteren 5 Minuten wird bei einem

Drucke von 121 mm die Arterie geschlossen. Er sinkt in den nächsten 5 Minuten auf 80 mm. Die wieder eröffnete Arterie bringt ihn in 5 Minuten auf 117 mm. Die Arterie wird wieder geschlossen und der Druck sinkt in abermals 5 Minuten auf 70 mm. Jetzt wird die Arterie durchgeschnitten. Sie ergiesst aus ihrem nach dem Darm zu gelegenen Ende nur wenig Blut und der Druck im Manometer bleibt durch die Eröffnung unbeeinflusst. Die Curve sinkt in gewöhnlicher Weise weiter und fällt in den nächsten 5 Minuten allmählich von 70 auf 50 mm. Nach Eröffnung der Vene bleibt der Darm dunkelblau hyperämisch. Er wird in die Bauchhöhle zurückgebracht und nach einer Stunde wieder betrachtet. Er zeigt noch dieselbe Farbe, obwohl Vene und Arterie offen sind.

Auch hier hält also der hyperämische Darm das Blut fest, obwohl die grossen Gefässe offen sind, und selbst ein Druck von 70 mm Quecksilber vermag, obgleich die Venen des Darms klappenlos sind, nicht das Blut rückläufig aus der geöffneten Arterie herauszutreiben, wenn nur die Stauung längere Zeit bestanden hat. Wir haben hier also dasselbe Verhältniss, wie bei der Niere.

Ebenso wie dieses Eingeweide verhält sich auch der Darm, wenn der arterielle Zufluss bedeutend beschränkt ist, wie ich in einer Reihe von Versuchen nachgewiesen habe.

Versuch 90.

Ich mache dieselben Voroperationen wie im vorigen Falle, nur präparire ich ausser der Vene auch die Arterie eines Dünndarmstückes eine längere Strecke weit frei. Auch hier mache ich die Beobachtung, dass die Ader sich eng zusammenzieht. Ich schliesse die Arterie und bringe die Vene in Verbindung mit dem Quecksilber-Manometer. Der Hahn des Manometers bleibt einstweilen geschlossen. Ueber diese Vorbereitungen ist eine Zeit von reichlich 15 Minuten verstrichen. Jetzt öffne ich die eng zusammengezogene Arterie. Es dauert $1\frac{1}{2}$ Minuten, ehe das vorher theils blasse, theils blaue Darmstück sich allmählich mit Blut füllt. Nach $2\frac{1}{4}$ Minuten ist es schwarzblau hyperämisch. Nun öffne ich den Hahn des Manometers, welches vorher auf 38 mm hochgetrieben war. Es fällt schnell auf 7 mm, in 5 Minuten auf 4 mm. Der Druck schwankt alsdann zwischen 4 und 3 mm.

Trotzdem hat die Arterie, welche während des ganzen Versuches offen blieb, Blut in das Darmstück geführt, wie dessen beträchtliche Stauungs-hyperämie zeigt, und die Untersuchung der mit dem Manometer in Verbindung stehenden Vene ergab, dass sie flüssiges Blut enthielt und nirgends Gerinnung eingetreten war.

Diese fast vollständige Verstopfung der kleinen Gefässe der Eingeweide bei venöser Stauung von längerer Dauer be-

darf der Erklärung. Hier haben wir uns zunächst der sehr vielfachen und bekannten Versuche und Erklärungen zu erinnern, welche frühere Beobachter bei der sogenannten Stase des Blutes gemacht haben, wie sie besonders nach Entzündungsreizen an äusseren wie an inneren Körpertheilen auftritt. Man weiss ja schon lange, dass bei offenen Venen und Arterien das Blut in den Capillaren still stehen kann.¹⁾ Man hat dies besonders auf zwei Vorgänge geschoben. Vor Allem soll ein schneller Wasserverlust das Blut eindicken. Dann haben schon ältere Beobachter auf das Verhalten der rothen Blutkörperchen bei der Stase, auf die Veränderung ihrer Form, ihrer Elasticität und auf ihr Klebrigwerden, das zu einem Zusammenbacken derselben führt, grosses Gewicht gelegt. Später machte C. A. Ewald²⁾ die wichtige Entdeckung, dass sogar durch todte und im Vergleich zu den feinsten Adern ausserordentlich grobe Capillarröhren mit Kohlensäure behandeltes faserstofffreies Blut langsamer fliesst, als sauerstoffhaltiges. Gleichzeitig wies er nach, dass zweifellos die Blutkörperchen hieran Schuld tragen müssten, da mit Kohlensäure behandeltes Serum diese Verlangsamung nicht zeigte. Neuere Untersucher haben diese Beobachtungen bestätigt und ergänzt. v. Limbeck³⁾ und Gürber⁴⁾ fanden gleichzeitig, dass das Volumen der rothen Blutkörperchen in faserstofffreiem Blute, welches mit Kohlensäure behandelt wurde, durch Quellung bedeutend zunimmt. Hamburger⁵⁾ kam mit Hilfe eines

¹⁾ Ich kann diese Vorgänge hier nur kurz berühren. Eine vortreffliche Zusammenstellung findet man in v. Recklinghausen, Handbuch der allgemeinen Pathologie des Kreislaufs, Kapitel III.

²⁾ C. A. Ewald: Ueber die Transpiration des Blutes. Du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie 1877.

³⁾ Ueber den Einfluss des respiratorischen Gaswechsels auf die rothen Blutkörperchen. Archiv für experimentelle Pathol. und Pharmacol. 35. Band.

⁴⁾ Ueber den Einfluss der Kohlensäure auf die Vertheilung der Basen und Säuren zwischen Serum und Blutkörperchen. Sitzungsberichte der med. physik. Ges. zu Würzburg 1895.

⁵⁾ Ueber den Einfluss des respiratorischen Gaswechsels auf das Volum und die Form der rothen Blutkörperchen. Zeitschrift für Biologie. 25. Band. 2. Heft.

anderen Versuchsverfahrens zu demselben Ergebnisse und fand, dass die rothen Blutkörperchen im kohlenensäurehaltigen Blute ihre Scheibenform verlieren und kugelig werden. Gleichzeitig führte er den wichtigen Nachweis, dass diese Veränderungen nicht nur unter künstlichen Bedingungen ausserhalb des Körpers, sondern auch unter natürlichen Verhältnissen innerhalb desselben stattfinden. Dies bewies die vergleichende Untersuchung von Blut aus der Arteria carotis und der Vena jugularis desselben Thieres.

Auch die weissen Blutkörperchen nach Hamburger im kohlenensäurehaltigen Blute.

Da nun aber das Blut in äusseren Körpertheilen ebenso wohl kohlenensäurehaltig wird, wie in den erwähnten Eingeweiden, so kann diese Formveränderung der Blutkörperchen allein unmöglich die Verstopfung der Gefässe in den letzteren hervorbringen, sondern es können nur zwei andere Umstände dafür verantwortlich gemacht werden: Entweder müssen die Adern der Eingeweide sehr viel schneller wässrige Blutbestandtheile durchlaufen lassen, und so zu einer schnelleren Eindickung des Blutes führen, oder besondere Eigenschaften der Capillaren, oder schliesslich beide Umstände zusammen müssen in den kleinen Gefässen der Eingeweide das Blut zurückhalten.

Nun habe ich mich zwar durch Versuche überzeugt, dass mittelgrosse Venen des Mesenteriums und der Milz Sodalösung sehr viel schneller durch ihre Wand laufen lassen, als gleich grosse Venen äusserer Körpertheile, aber ich konnte das nicht für wässrige Blutbestandtheile nachweisen. Zudem beweist das Verhalten der grösseren Venen durchaus nichts für die Durchlässigkeit der kleineren, und diese ist an Eingeweiden nicht leicht zu prüfen. Nach Versuch 83 und 84 scheint es ja, dass bei einer Stauung, welche nur kurze Zeit andauert hat, aus den Adern der Niere mit sehr grosser Schnelligkeit Blutwasser austritt. Doch lässt das schnelle Fallen des Druckes bei Verschluss der Arterie auch immerhin noch andere Erklärungen zu. Beim Darm (Versuch 89) ist jedenfalls der Wasserverlust des Blutes bei der Stauung nicht wesentlich grösser als bei äusseren Körpertheilen.

Dass die Eindickung des Blutes in der That eine Rolle bei der Verstopfung der Gefässe spielt, scheint mir deshalb wahrscheinlich, weil bei kurzdauernder Stauung in der Niere das Blut aus der geöffneten Arterie zurückfliesst, bei langdauernder dagegen nicht mehr.

Nach dieser Ansicht hätten wir uns die Verstopfung der Gefässe folgendermassen vorzustellen: Arteriellcs Blut und venöses Stauungsblut sind zwei ganz verschiedene Dinge: jenes eine leicht bewegliche Flüssigkeit, dieses eine zähe klebrige Masse. Den rein physikalischen Unterschied zwischen solchen Flüssigkeiten kann man sich leicht klar machen: Man verbinde zwei Glasröhren mit Zuhülfenahme von Gummischläuchen durch ein Stück eines Spanischrohr-Stockes, welches ja eine Anzahl parallel neben einander liegender capillarer Röhren darstellt. Mit den Körpercapillaren verglichen, haben diese noch obendrein riesig grosse Durchmesser. Dem Ganzen gebe man die Gestalt eines U-förmigen Rohres, dessen unterer wagerechter Theil durch die Capillaren des Spanischrohr-Stockes gebildet wird. Bringt man Wasser in die Vorrichtung, so zeigt sich, dass die beiden Schenkel trotz der Capillarverbindung sich durchaus als communicirende Röhren verhalten. Jede Druckschwankung setzt sich sofort durch die Capillaren fort. Nun nehme man statt Wasser Glycerin, und man wird sehen, dass die Capillaren des Stockes ein schweres Hinderniss für das Durchtreten dieser Flüssigkeit bilden. Erst bei sehr hohem Druck gelingt es, die zähe Flüssigkeit ganz allmählich durch die Capillaren in den zweiten Schenkel der U-förmigen Vorrichtung hineinzudrängen.

Da aber, wie schon öfter erwähnt, die Eindickung des Blutes in Folge der Stauung bei äusseren Körpertheilen ebenfalls auftritt, und man hier auch nach langdauernder Stauung niemals die völlige Verstopfung der kleinen Gefässe beobachtet, so müssen wir für die Erklärung dieses Unterschiedes wieder die Eigenschaft der Gefässe äusserer Körpertheile, sich gegen venöses Blut zu wehren, heranziehen. Diese sind nur mechanisch durch den hohen Blutdruck gedehnt. Sobald sich ein Ausweg für das Blut zeigt, folgen sie ihrer Neigung, sich zusammenzuziehen, und helfen so bei der Entleerung des gestauten Blutes beträchtlich mit.

Schliesslich ist es auch noch möglich, dass die anatomische Anordnung der Gefässe mit in's Gewicht fällt. Wahrscheinlich wirken alle diese Umstände zusammen, um die Verstopfung der kleinen Gefässe der Eingeweide hervorzubringen.

Gegen alle diese Versuche an Eingeweiden lässt sich nun ein sehr gewichtiger Einwand machen. Man kann mit Recht sagen: sobald der Bauch aufgeschnitten ist, haben wir in den Eingeweiden keine normalen Strömungsverhältnisse mehr. Schon die Aerzte, welche über Entzündung an den Baucheingeweiden arbeiteten, haben dies erkannt. Sie legten der Wasserverdunstung aus der Oberfläche derselben eine grosse Bedeutung für die bald eintretende Blutstockung bei. Deshalb benetzte man in solchen Fällen die Eingeweide mit physiologischer Kochsalzlösung. Das habe ich nun, wenn das Eingeweide an der Luft lag, in den meisten Versuchen so reichlich gethan, dass es förmlich in Kochsalzlösung schwamm, bemerke aber, dass es für den Ausfall der Versuche gleichgültig ist, ob man die Eingeweide benetzt oder nicht. Aber meiner Ansicht nach genügt auch das Benetzen noch lange nicht. Beweisender würden die Versuche sein, wenn wir sie, wie im ersten Theile dieser Arbeit geschildert, an Thieren ausgeführt hätten, welche ganz unter blutwarmer physiologische Kochsalzlösung untergetaucht sind. Das ist natürlich bei der theilweise sehr schwierigen Technik der Versuche ausgeschlossen.

Indessen zeigt ja die Erfahrung, dass auch unter den natürlichen Verhältnissen, wie sie bei der Verstopfung der Hauptarterie eines Eingeweides durch einen Embolus vorliegen, ganz dieselben Veränderungen eintreten, welche wir hier sehen. Ich glaube deshalb doch, dass die Versuche beweiskräftig sind.

Mag nun die Verstopfung auf die eine oder andere Weise zu Stande kommen, sobald sie da ist, ist auch die gewaltige Hyperämie, welche selbst der spärlichste Zufluss an diesen Eingeweiden hervorbringt, erklärt. Denn es ist klar, dass, sobald alle Gefässe gefüllt sind, sie selbst bei spärlichem Zuflusse unter dem vollen hydraulischen Druck der zuführenden Arterien stehen. (Vergleiche Versuch 87.) Dazu braucht man gar keine collateralen Drucksteigerungen anzu-

nehmen, wie viele Untersucher gethan haben. Es wird also fortwährend neues arterielles Blut in das Eingeweide hineingepresst, welches Blut dieselben Veränderungen wieder durchmacht, wie das schon darin befindliche, also weiter verstopft.

Damit sind auch die ferneren Veränderungen erklärt, welche bei einzelnen Eingeweiden (besonders Darm und Milz) ganz regelmässig auftreten, und welche man mit dem Namen des hämorrhagischen Infarktes bezeichnet hat. Das Wesentliche dieses Vorganges ist die Blutung in die Gewebe. Sie erfolgt wohl fast ausschliesslich per diapedesin, doch nehmen einzelne Beobachter auch Zerreissung der Gefässe, also Blutung per rhexin an. Zu beiden neigen die Gefässe der Eingeweide in viel höherem Grade, als die äusseren Körpertheile. So konnte ich an Nieren, deren Vene bei erhaltenem vollem arteriellem Zuflusse (ich hatte jede Reizung der Arterie vermieden) verschlossen war, schon in fünf Minuten ausgedehnte, vollkommen dem Infarkt entsprechende Blutungen in die Rinde hervorrufen, von denen einzelne ganz regelrechte Keilform zeigten. An äusseren Körpertheilen bringt man durch viel länger dauernde, vollkommene Stauungen, sobald sie nicht 15 bis 20 Minuten überschreiten, höchstens punktförmige Blutungen hervor. Und dass die Gefässe der Eingeweide viel mehr zerreissbar sind, als die äusseren Körpertheile, hat wohl Jeder erfahren, welcher sich mit der Präparation derselben beschäftigt hat.

In der Niere entwickelt sich nach Unterbindung der Hauptarterie die Störung in der Regel nicht bis zur Bildung des hämorrhagischen Infarktes, wie die genannten Beobachter festgestellt haben, sondern in der Regel verläuft der Vorgang folgendermassen: Niemals fehlt die gewaltige Stauungshyperämie. Sie lässt die Niere bis zum Zwei- und Dreifachen ihres normalen Rauminhaltes anschwellen. Am zweiten bis dritten Tage aber fängt die Hyperämie an, zu verschwinden, und die Niere, sich zu verkleinern. Nach einer Woche hat sie etwa die Grösse der anderen erreicht. Sie wird sehr blutarm. Die epithelialen Theile gehen bis auf geringe Reste zu Grunde, überall aber wuchert das Bindegewebe. Ich fasse diesen Vorgang, welcher mir bei allen Ernährungsstörungen an Eingeweiden vorzukommen scheint, wie ich bereits im

ersten Theile dieser Arbeit auseinandersetzte, nicht als eigentliche Hypertrophie, sondern als Ersatz des edlen Epithels durch gemeines Bindegewebe auf.

In diesem, dem gewöhnlichen, Endausgange der arteriellen Sperrung an der Niere ist die Stauung nicht schwer genug gewesen, um zu ihrer äussersten Folge, der Blutung, auf die eine oder andere Art zu führen. Dass wirklich bei der Unterbindung der Nierenarterie in den meisten Fällen eine, wenn auch ausserordentlich verlangsamte, Blutbewegung noch vor sich geht, beweist die Angabe mehrerer Untersucher, dass bei gleichzeitiger Unterbindung der Nierenvene die Stauungshyperämie noch stärker wird.

Wir sehen also: die Stauungshyperämie und der Infarkt, wie sie durch arterielle Kreislaufstörungen in den Eingeweiden vorkommen, sind durchaus nichts Auffallendes und bedürfen nicht besonderer Erklärungen, sondern vielmehr war es nöthig, zu erklären, warum derartige Erscheinungen unter gleichen Verhältnissen nicht an äusseren Körpertheilen auftreten. Das ist in der That nur verständlich durch jene eigenthümliche Lebensthätigkeit der Capillaren, welche das Einströmen venösen Blutes verhindert und in den Capillaren selbst venös werdendes Blut, wie ich auseinandersetzte, sogar nach den Venen hin weiter befördern kann.

Ich bemerkte schon, dass diese Capillarthätigkeit je nach den Verhältnissen wechselnder und zarter Art, und dass sie grösseren Kraftleistungen überhaupt nicht gewachsen ist. Da liegt es ja nahe, zu untersuchen, ob nicht in vielen Fällen — in allen denjenigen, wo ohne gröbere Störung des venösen Rückflusses venöse Hyperämie oder Stase entsteht — sie überhaupt versagt. Hier drängt sich vor Allem die Entzündung auf. Die Hyperämie ist eine ihrer hervorstechendsten Eigenschaften. Wohl kann dieselbe bei gewissen Formen und bei verhältnissmässig frischen Entzündungen äusserer Körpertheile noch ein vorwiegend arterielles Aussehen zeigen (z. B. helle Röthe bei der Wundrose), bei länger dauernder und schwerer Entzündung dagegen ist sie venöser Art, wie die Blauröthe der befallenen Körpertheile zeigt. In zahl-

reichen Arbeiten über diesen so äusserst häufig untersuchten Gegenstand ist ja auch nachgewiesen, dass in solchen Fällen in der That ein fast völliger Stillstand des Blutes eintritt. Das ist bei äusseren Körpertheilen höchst auffallend; denn die grösseren Arterien und Venen sind offen, die kleinen Gefässe aber stark erweitert. Das sollte nach Allem, was ich im ersten Theile dieser Arbeit auseinandergesetzt habe, ein schnelleres Strömen des Blutes durch das erweiterte Capillargebiet zur Folge haben, aber in Wirklichkeit ist das Gegentheil der Fall.

Ich werde auf alle hier in Betracht zu ziehenden Einzelheiten in einer späteren Arbeit zurückkommen, hier ist zunächst nur eine logische Folgerung von Wichtigkeit: Ein Capillargebiet äusserer Körpertheile, welches entzündliche Blutstockung erlauben soll, muss unter allen Umständen die Fähigkeit, sich gegen venöses Blut zu wehren, eingebüsst haben, sonst könnte diese Stockung bei erhaltenem Zufluss und Abfluss unmöglich eintreten. Und wirklich entspricht meine Erfahrung dieser Voraussetzung.

Versuch 91.

Ich machte den gleich zu beschreibenden Versuch an zahlreichen entzündeten Körpertheilen. Sobald nur die Entzündung nicht allzu frisch war, führte sie stets zu demselben Ergebnisse, in dem einen Falle im höheren, in dem anderen im geringeren Grade. Ich will für die dabei gemachten Beobachtungen zwei schlagende Beispiele sprechen lassen: Ein 70 Jahre alter Mann hatte sich vor 4 Wochen ein schweres Panaritium der Sehnenscheiden, der Gelenke, des Periosts und des Unterhautgewebes am rechten Zeigefinger zugezogen. Der Eiter war an den verschiedensten Stellen durchgebrochen und hatte Fisteln hinterlassen. Das acute Stadium war bereits überwunden. Der ganze Handrücken war sehr stark geröthet und ödematös geschwollen. Ich liess den Arm hochheben, strich nach Kräften das Blut heraus und legte in erhobener Stellung am Oberarm künstliche Blutleere an. Der ganze abgeschnürte Arm war leichenblass, nur die entzündete Stelle tief blau. Beim kräftigen Streichen nach dem Herzen zu verschwand die blaue Farbe, um mit grosser Schnelligkeit wiederzukehren, trotzdem das Glied hoch emporgehoben wurde. Man konnte das Streichen beliebig oft wiederholen, trotzdem trat mit Hartnäckigkeit immer wieder die Blaufärbung des entzündeten Theiles ein.

Ein Mann in mittleren Jahren litt seit langer Zeit an einer oft wiederkehrenden Osteomyelitis mit Nekrose des einen Oberschenkels. Er wurde häufig operirt. An der Aussenseite des Gliedes befand sich eine grosse Operationsnarbe mit zahlreichen Fisteln in der Gegend des Kniegelenkes,

welche auf den Knochen führten. Die Umgebung derselben war sehr stark entzündlich geröthet. Ich wickelte das Bein von den Zehen bis hoch auf den Oberschenkel sehr fest mit einer Gummibinde ein und trieb das Blut, soweit das überhaupt möglich ist, aus dem Gliede. Oberhalb dieser Binde legte ich am erhobenen Bein den v. Esmarch'schen Schnürgurt an und entfernte alsdann die das Blut austreibende Gummibinde. Wiederum war das ganze Glied leichenblass bis auf die entzündete Stelle, welche zuerst roth, dann bläulich, schliesslich tiefblau aussah. Ein Strich mit der Hand über diese Stelle liess sie sofort erblassen; aber kaum war die Hand entfernt, so erschien auch die alte Farbe wieder.

Es sieht wirklich aus, als ob irgend eine bedeutende Kraft im entzündeten Theile das Blut anzöge, während doch normale Capillaren äusserer Körpertheile dieses auspressen. Also muss das Entzündungsgift diese normale Capillarthätigkeit gelähmt haben. Alle normalen kleinen Gefässe wehren sich gegen das in ihnen venös gewordene Blut und suchen es auszupressen, nur die durch das Entzündungsgift „gelähmten“ nicht. Im Gegentheil, durch den Verlust ihrer Eigenbewegung kommt in diesen Capillaren die allgemeine Eigenschaft der sogenannten Capillarität zur Geltung, und sie saugen, wie ein Schwamm, sich voll von venösem Blute.

Auch bei verhältnissmässig frischen Entzündungen, deren Hyperämie noch mehr arterielles Aussehen zeigt, bemerkt man durchgehends, dass sie unter künstlicher Blutleere das venöse Blut halten, nur kehrt es nicht mit solcher Regelmässigkeit und Hartnäckigkeit trotz häufigen Ausstreichens wieder in den entzündeten Theil zurück.

Eine andere auffallende Beobachtung, welche man häufig macht, ist die blaue Farbe junger Narben, besonders wenn sie sehr breit sind und lange Zeit für ihre Heilung in Anspruch genommen haben. Diese Erscheinung ist schon bei normalem Blutkreislaufe sehr ausgesprochen, noch viel mehr aber sah ich sie bei ungenügendem arteriellem Zuflusse.

Beobachtung 92.

Ein Student mit einer breiten, noch ziemlich frischen Narbe der Wange, welche von einem Durchzieher herrührte, fiel mir bei einer Operation in Ohnmacht. In dem blassen Gesichte trat die dunkelblaue Narbe deutlich hervor.

Ein sehr vollblütiger College wurde auf einer Wasserjagd bei hohem Seegange schwer seekrank. Er bot ein komisches Bild dar, welches die

übrigen Theilnehmer zum Lachen veranlasste: Das Gesicht war todtentblass, seine zahlreichen von Schmissen herrührenden Narben darin waren blau.

Auch diese Erscheinung beobachtet man wieder am besten unter künstlicher Blutleere. Ich will hier von zahlreichen Versuchen nur einen anführen.

Versuch 93.

Eine junge Frau hatte an der Aussenseite eines Unterschenkels eine lange und breite Narbe, welche vom Fussgelenke bis in die Nähe des Wadenbeinköpfchens reichte. Sie rührte von der Spaltung eines heissen Abscesses her, welche vor reichlich einem Vierteljahre vorgenommen war. Die Wunde war seit 4 Wochen heil. Die Narbe sah schon bei normalem Kreislaufe blau aus. Ich legte bei erhobenem Bein am Oberschenkel den v. Esmarch'schen Schnürgurt an. Das Bein wurde blass, die Narbe blau. Obwohl ich mehrmals das Blut aus ihr herausstrich und herauswickelte, lief sie doch immer wieder voll von venösem Blute.

Im Gegensatze zu jungen Narben zeigen alte die Blaufärbung unter künstlicher Blutleere meist nicht. Es müssen also die neugebildeten Gefässe es erst lernen, sich gegen venöses Blut zu wehren.

Ich bemerke noch, dass man zu diesen Versuchen nicht pigmentirte junge Narben benutzen darf, wie man sie häufig sieht, besonders an den Beinen, wenn die Leute umhergegangen sind. Ein einfacher Versuch belehrt darüber: Sieht die Narbe nur von Blutstauung dunkel aus, so hinterlässt ein Fingerdruck für einen Augenblick einen weissen Fleck, enthält sie Pigment, so sieht man in diesem Fleck den Farbstoff, welcher eine Blutstauung vortäuschen kann.

Ich könnte leicht noch mehr Beispiele anführen, wo der Verlust der Capillareigenschaften, sich gegen Blutstauung zu wehren, eine viel bessere und weniger gezwungene Erklärung abgibt, als die heute übliche. Um nicht weitschweifig zu werden, will ich nur zwei anführen, welche hauptsächlich den Chirurgen angehen. Bekanntlich kommen nach langer Ruhigstellung der Glieder (besonders bei Knochenbrüchen), wenn die Glieder wieder gebraucht werden, bedeutende Blutstauungen und langdauernde Oedeme vor. Am ausgesprochensten sieht man das, wenn gleichzeitig Bettruhe und Hochlagerung der Glieder angewandt wurde. Ich nehme an, dass der lange Nichtgebrauch derselben und der ihnen durch Verband und

Ruhe gewährte Schutz vor allen möglichen Kreislaufstörungen zu einer Schwächung dieser Lebenseigenschaft durch Unthätigkeit führt, in demselben Sinne, wie das Aufhören der Muskelthätigkeit Muskelschwund, der Gelenkthätigkeit Gelenkversteifung zur Folge hat. Diese Erklärung scheint mir einleuchtender, als die allgemeine Redensart von „vasanotorischen Störungen“, worunter sich Jeder vorstellen kann, was er will.

Ebenso steht es mit der Stauungshyperämie und dem Oedem, welches bei frischen subkutanen Verletzungen, und zwar besonders bei Knochenbrüchen, welche zu Blutergüssen führen, in der Umgebung derselben vorkommt. Man sagt, das käme durch die Kreislaufstörungen, welche der Druck des Blutergusses auf die abführenden Venen ausübe. In Wirklichkeit aber sieht man doch sehr häufig, dass weit bedeutendere mechanische Kreislaufstörungen im Gebiete der Venen ganz ohne Einfluss auf diese Erscheinungen sind. Oder ist etwa die Unterbindung einer ganzen Vena jugularis am Halse mit sehr mannichfachen sonstigen Gefässverletzungen, während die Arteria carotis unbeschädigt blieb, nicht eine weit stärkere Störung für den venösen Rückfluss, als ein subkutaner Bluterguss, welcher durch einen Faustschlag auf die Glabella entsteht? Und doch habe ich mehrmals jene Operation bei Menschen ausgeführt und ausführen sehen, wo nach ganz kurzer, wenige Minuten dauernder leichter Blaufärbung nicht die geringste Kreislaufstörung an der gleichnamigen Gesichtshälfte zu sehen war, während jene kleine subkutane Verletzung zu tagelang andauernden Oedemen des benachbarten Gesichtes und besonders der Augenlider führt. Ich nehme — nicht nur auf Grund dieser, sondern auch anderer Beobachtungen — an, dass die Zersetzung des Blutergusses, welche seiner Aufsaugung vorangeht, ein Gift für jene in Rede stehende Lebenseigenschaft der Capillaren liefert, entsprechend dem oben abgehandelten Entzündungsgifte der Bakterien.

Diese Auffassung der Sachlage macht es uns auch ohne Weiteres klar, weshalb alle jene Theile, welche dauernd oder vorübergehend die Capillareigenschaft, sich gegen venöses Blut zu wehren, nicht haben, so ausserordentlich leicht dem Tode verfallen; sie ähneln hierin den unter gleichen Ver-

hältnissen stehenden empfindlichen Eingeweiden. Entzündete Theile werden leicht brandig, und die Neigung besonders der jungen Narben zum Zerfall ist ja bekannt genug. Die nähere Ausführung dieser Verhältnisse, ebenso wie die Bedeutung der im ersten und zweiten Theil dieser Arbeit geschilderten Lebenseigenschaften für den normalen Kreislauf spare ich für eine spätere Arbeit auf.

Umgekehrt ist in zahlreichen Fällen die Anfüllung der Gefässe mit venösem Blut das Zeichen des herannahenden Todes für äussere Körpertheile. In Fällen, wo der gewöhnliche schwarze Brand eintritt, geht dem Absterben Blaufärbung, Schwellung und Oedem voraus. Ich selbst sah dies zweimal in hervorragender Weise nach Unterbindung von Hauptarterien.

Beobachtung 94.

Bei einem syphilitischen Schiffer war ein Aneurysma der Arteria poplitea herausgeschält und die Ader oberhalb und unterhalb unterbunden. Er bekam eine gewaltige Nachblutung. Da das blutende Gefäss in der Wundhöhle nicht zu finden und bei dem stark abgebluteten Manne kein langes Nachsuchen möglich war, führte ich bei dem ohnmächtigen Kranken schnell die sehr einfache und glatte Operation, die Unterbindung der Arteria femoralis in der Mitte des Oberschenkels, aus. Die Blutung stand. Fuss und Unterschenkel waren anfangs leichenblass. Am anderen Tage war der Fuss bis zur Fusswurzel tief blau gefärbt, angeschwollen und ödematös. Das Oedem erstreckte sich bis auf den Unterschenkel. Der blaue Abschnitt wurde brandig.

Bei einer durch Blutverluste sehr geschwächten Frau musste ich beim Herausschneiden einer bösartigen Geschwulst in der Leistenbeuge Arteria und Vena femoralis in grosser Ausdehnung mitnehmen. Am Fusse und Unterschenkel traten nach einigen Stunden zahlreiche blaue Flecke auf, bald wurde der Fuss ganz blau und das Bein leicht ödematös. Die Frau lebte nicht lange genug, um den Brand zur vollen Ausbildung kommen zu lassen.

Häufiger und bekannter sind diese Vorgänge beim Altersbrande. In allen Fällen, wo dieser plötzlich grössere Strecken befällt, und sich nicht auf kleine Flecke an den Zehen beschränkt, gehen auch hier dem Absterben der befallenen Theile Blaufärbung, Oedem und Schwellung voraus. Der Umwandlung des Farbstoffes des massenhaft in ihnen befindlichen Blutes verdanken ja die brandigen Theile lediglich ihre schwarze Farbe.

Nichts kann besser die Richtigkeit der im Anfange dieses Theiles der Arbeit ausgesprochenen Behauptung bestätigen, dass nach physikalischen und physiologischen Gesetzen ein äusserer Körpertheil, dessen arterielle Zufuhr gesperrt ist, nicht weiss, sondern blau und angeschwollen aussehen müsste, als diese Erscheinungen, welche bei herannahendem Brande auftreten. Denn beim Aufhören der Ernährung eines Körpertheiles wird jene, wie wir sahen, zarte Capillarthätigkeit natürlich sehr bald zu Grunde gehen, und, sobald dies geschehen, hindert nichts mehr das Blut, aus anderen Gefässabschnitten in die Adern dieses Gebiets hineinzufallen.

Nun ist besonders unter pathologischen Anatomen die Ansicht verbreitet, dass das völlige Absterben dieser Theile dem Einlaufen des Blutes vorausgeht. Dass diese Ansicht irrig ist, kann man leicht beweisen; denn nicht selten sieht man äussere Körpertheile, deren Hauptarterie gesperrt ist, mit dem Tode ringen. Sie werden blau und leicht ödematös, erhalten sich aber wieder.

Schlussfolgerungen; Theorie des vorläufigen Collateralkreislaufs.

Wir erhalten auf Grund des im ersten und zweiten Theile dieser Arbeit Auseinandergesetzten folgende Anschauung von der Entstehung des vorläufigen Collateralkreislaufs in äusseren Körpertheilen: Sobald an irgend einem derselben eine Kreislaufstörung eintritt, entsteht daselbst in den kleinen Gefässen sofort eine gewaltige Herabsetzung der Widerstände für den arteriellen Blutstrom, welcher das Blut mit sehr grosser Schnelligkeit nach diesem Orte hinfliessen lässt. Ist die arterielle Zufuhr ganz aufgehoben, so wehren sich die kleinen Gefässe gegen das Einlaufen von venösem Blute; ist sie so spärlich, dass die Triebkraft zum Fortbewegen des Blutes in dem weiten Stromgebiete der kleinen Gefässe nicht ausreicht, so tritt keineswegs, wie man das nach physikalischen Gesetzen erwarten sollte, eine Blutstockung und venöse Hyperämie auf, sondern die kleinen Gefässe befördern durch eine selbständige Bewegung das Blut in der Richtung nach den Venen hin weiter.

Es ist klar, dass dieses die wirksamste Einrichtung ist,

welche sich überhaupt denken lässt, um einen geregelten Blutkreislauf bei schweren arteriellen Sperrungen zu unterhalten.

Ferner ist diese Einrichtung auch insofern die denkbar zweckmässigste, als sie mit den einfachsten Kräften das Grösstmögliche erreicht. Denn Drucksteigerungen, welche das Blut in bestimmte Theile hineintreiben sollen, stellen eine ungeheure Kraftverschwendung dar, weil in einem Röhrennetze sich eine irgendwo entstehende Drucksteigerung über das ganze Netz hindurch fortpflanzt. Soll deshalb eine Drucksteigerung in dem Adernetze des Körpers den vollen Erfolg für die Blutbewegung nach einer gewissen Stelle hin haben, so müssen gleichzeitig sämtliche Gefässe anderer Körpertheile sich zusammenziehen. Dazu müsste ein gewaltiger Apparat in Thätigkeit gesetzt werden; der Körper erreicht dasselbe in viel einfacherer Weise dadurch, dass er mittelst der geschilderten Lebenseigenschaften der kleinen Gefässe im Bedarfsfalle durch Herabsetzung der Widerstände in ihnen dieselbe Kraft für die Blutbewegung zur Entfaltung bringt. Denn der Unterschied des Druckes in verschiedenen Theilen eines Röhrennetzes lässt die Flüssigkeit strömen, nicht der Druck an sich.

Für die Richtigkeit dieser Ueberlegung geben uns ein treffliches Beispiel chronische Nierenkrankheiten, bei welchen ein Theil des Nierengewebes und mit ihm die Glomeruli zu Grunde gegangen sind. Hier kann einfache Widerstandsverminderung in den kleinen Gefässen nichts nützen; im Gegentheil, sie würde nur schaden; denn hier soll durch Filtrationsdruck Flüssigkeit durchgepresst werden, ein Vorgang, der eine gewisse Druckhöhe gebieterisch erfordert. Geht nun ein Theil des Filters verloren, so kann der Rest nur dann noch genügend arbeiten, wenn der Druck entsprechend erhöht wird. Deshalb entsteht in diesen Fällen eine starke Hypertrophie des Herzens und eine Erhöhung des Blutdrucks in sämtlichen Körperarterien. Beides ist ja für das Fortbestehen des Lebens nöthig, aber auch verbunden mit einer ganz gewaltigen dauernden Kraftleistung, unter welcher der Körper nach vielen Richtungen hin zu leiden hat.

Da unsere äusseren Körpertheile nicht nur durch Verletzungen, sondern auch durch Druck u. s. w. fortwährend vorübergehenden Kreislaufstörungen ausgesetzt sind, so ereignen sich die in Rede stehenden Lebensvorgänge in den kleinen Gefässen fortwährend. Deshalb sind sie in hohem Grade unabhängig vom Centralnervensystem und arbeiten selbstthätig. Dadurch wird dem Centralnervensystem eine bedeutende Arbeit gespart. Vor Allem aber ist diese Einrichtung noch aus dem Grunde höchst zweckmässig, weil mit Verletzungen der Gefässe auch sehr häufig solche der Nerven einhergehen. Hingen jene Lebens Eigenschaften, welche den Collateralkreislauf ermöglichen, vom Centralnervensystem ab, dann wären die so verletzten Körpertheile schutzlos dem Tode preisgegeben.

Die meisten inneren Körpertheile (Eingeweide, Gehirn, Rückenmark) besitzen die geschilderten wichtigen Lebens Eigenschaften der kleinen Gefässe, welche einen genügenden Collateralkreislauf ermöglichen, nicht, weil sie dieselben nicht nöthig haben; denn sie liegen, durch äussere Theile vor den gewöhnlichen täglichen Verletzungen und besonders vor Druckeinwirkungen geschützt, in der Tiefe.

Ich fasse also jene den Collateralkreislauf unter den ungünstigsten Umständen ermöglichenden Lebens Eigenschaften der kleinen Gefässe als eine Schutzvorrichtung auf, gerade wie die Schmerzempfindung. Die letztere lässt die äusseren Körpertheile Verletzungen und sonstige die Lebensfähigkeit schädigenden Einflüsse ängstlich vermeiden und ihnen ausweichen. Die ersteren erhalten ihnen das Leben, wenn sie trotzdem schwere Verletzungen, welche zu Kreislaufstörungen führten, erlitten haben.

Nun habe ich bereits im ersten Theile die merkwürdige Uebereinstimmung in dieser Beziehung hervorgehoben. Ich habe gezeigt, dass diejenigen Körpertheile, welche der einen Schutzvorrichtung entbehren, auch die andere nicht haben, und umgekehrt, aus dem einfachen Grunde, weil sie beide nicht benöthigen.

In Betreff der hier aufgestellten Regeln habe ich über einige Ausnahmen zu berichten, welche jene Regeln übrigens nur bestätigen. Es giebt ein Beispiel einer arteriellen Kreislauf-

störung, wobei der Körper den nothwendigen Druckunterschied für die Blutströmung nicht durch Herabsetzung der Widerstände im geschädigten Gebiete, sondern durch die viel verwickeltere und mit einem gewaltigen Kraftaufwand einhergehende allgemeine arterielle Drucksteigerung hervorbringt. Es geschieht dies bei Sperrung grosser zum Gehirn führender Arterien. Nawalichen¹⁾ hat gezeigt, dass Unterbindung der Carotiden den arteriellen Blutdruck um 60 pCt. steigert. Ich sehe in dieser bedeutenden und sofort eintretenden Blutdrucksteigerung nicht den Erfolg einer zufällig und zwecklos eintretenden „Gehirnreizung“, sondern eine wohlberechnete, ausserordentlich zweckmässige Einrichtung, um das Gehirn vor grösseren Kreislaufstörungen zu schützen. Allerdings zeigt sich dieser Körpertheil bei umschriebenen Kreislaufstörungen innerhalb der Schädelkapsel noch empfindlicher gegen Unterbrechungen der Blutzufuhr, als die Eingeweide, meiner Ansicht nach wegen des bedeutenden Schutzes, welchen ihm die knöchernen Umhüllungen gegen die fortwährend auf äussere Körpertheile einwirkenden Störungen des Kreislaufes durch Druck und Verletzungen gewährten. Aber seine grössten Leitungsbahnen für das Blut, die Carotiden, verlaufen frei und ungeschützt am Halse und sind allen Schädlichkeiten, wie äussere Körpertheile, ausgesetzt. Nun hat aber kein einziger Theil des Körpers eine wohlgeordnete Blutzufuhr so nothwendig, als dieser, sein vornehmster und edelster. Hier muss schnell Hülfe eintreten, sonst ist das Leben verloren, und in dieser verzweifelten Nothlage rafft der Körper sich zu einer beträchtlichen hydraulischen Kraftleistung auf, um das Hinderniss für den Blutstrom zu sprengen oder zu umgehen und sein unentbehrlichstes Organ vor dem drohenden Tode zu schützen. Natürlich setzt diese bedeutende Blutdrucksteigerung voraus, dass in allen anderen Körpertheilen sich die kleinen Adern gewaltig zusammenziehen, und ein Erfolg ist nur denkbar, wenn die Adern des gestörten Bezirkes selbst sich nicht an dieser Zusammenziehung betheiligen. Dass dies in der That der Fall ist, zeigt die Hyperämie, welche man bei der Section solcher Fälle in dem Gehirn gefunden hat.

¹⁾ Centralblatt für die med. Wissenschaften, 1870.

Eine Ausnahme nach der anderen Richtung hin bilden die Hoden. Miflet¹⁾ bewies durch Thierversuche, dass die ernährende Arterie des Hodens, die Arteria spermatica interna, eine „Endarterie“ im Sinne Cohnheim's darstellt, und dass Unterbindung oder Embolie derselben Nekrose des Hodens zur Folge hat. Am Menschen hat wohl jeder erfahrene Chirurg schon einmal die gleiche Beobachtung gemacht. Wir hätten also hiermit ein Beispiel, dass ein äusserer Körpertheil die Fähigkeit, Kreislaufstörungen auszugleichen, nicht besitzt. Aber die genauere Ueberlegung zeigt, dass doch auch dieses Organ im hohen Grade gegen die gewöhnlichen und alltäglichen Störungen des Blutumlaufs geschützt ist. Die zuführenden Arterien verlaufen zum grossen Theile innerhalb des Bauches, und die Hoden selbst hängen geschützt zwischen den Oberschenkeln. Vor Allem aber sind diese Organe mit einer so hochgradigen Schmerzempfindung begabt, dass ihr Träger schon alles aufbietet, um sie vor Verletzungen und Druckeinwirkungen zu schützen. Jedermann hütet sich ängstlich vor den geringsten Quetschungen des Hodens, weil wohl jeder ihre fürchterliche Wirkung einmal an sich selbst erfahren hat. Dem arglistigen Feinde ist diese empfindlichste Stelle des Körpers wohl bekannt, und er zieht Vortheil daraus. Wenn böse Buben im Kampfe zu unterliegen drohen, und sich nicht mehr zu helfen wissen, so suchen sie die Hoden des Gegners zu fassen und zu quetschen, und der findige Dachshund wirft sich, wenn er von einem grösseren Hunde angegriffen wird, auf den Rücken und fährt jenem in die Hoden hinein. Gelingt der hinterlistige Streich, so ist der Streit entschieden, der Gegner ist kampfunfähig. Man stelle sich einmal so, als ob man jemanden mit der Faust in die Hodengegend stossen wolle, und man wird sehen, welche lebhaften Abwehrbewegungen der so Gefährdete macht; der Hund, nach welchem man von hinten schlägt oder wirft, klemmt schleunigst den Schwanz zwischen die Beine.

Im gewissen Sinne geniessen auch die gegen Ernährungsstörungen so empfindlichen, nur durch weiche Bauchwände

¹⁾ Archiv für klinische Chirurgie. 24. Band. 3. Heft.

gedeckten Eingeweide diesen Schutz. Denn bekanntlich sind Stösse gegen den Bauch ähnlich empfindlich, wie das so eben für den Hoden geschildert ist. Aber dies ist nur ein allgemeiner Schutz, während, wie ich im ersten Theile dieser Arbeit auseinandersetzte, Quetschen, Brennen, Schneiden und Stechen am Darne keinerlei Schmerzempfindung hervorruft. Dass auch die übrigen Eingeweide und das Gehirn ähnlich unempfindlich gegen Schmerz sind, ist ja bekannt.

Noch einige Ausnahmen, welche Eingeweide betreffen, habe ich zu erwähnen. Bei der hohen Amputation des Mastdarmes wegen Krebs, einer heutzutage gemeinen Operation, hat man zuweilen nöthig, den oberen Theil des Mastdarmes weit von seinem Gekröse zu entblößen, um den Stumpf in die Wunde hineinziehen und an der Haut befestigen zu können. Das letztere gelingt zuweilen nur unter beträchtlicher Spannung. Trotzdem stirbt nach meinen Erfahrungen dieses in seinem Blutkreislauf schwer geschädigte Darmstück nicht ab, verhält sich also nicht wie die übrigen, höher gelegenen Darmabschnitte, sondern wie äussere Körpertheile. Sehr unempfindlich gegen arterielle Kreislaufstörungen sind auch die Blase und der untere Theil des Mastdarmes; denn ich habe bei mehreren Männern beide *Arteriae iliacae internae*, welche diese Eingeweide im Wesentlichen versorgen, unterbunden, ohne die geringste Schädigung an Blase und Mastdarm danach zu sehen. Auch die *Arteriae uterinae* hat man unterbunden, ohne dass der Uterus abgestorben wäre.

Dass diese Eingeweide die Lebesenseigenschaften der Gefässe, welche einen geregelten Kreislauf auch unter schwierigen Verhältnissen verbürgen, haben müssen, liegt auf der Hand. Denn sie sind eingeklemmt in dem knöchernen und unnachgiebigen Becken und müssen deshalb allen möglichen Druckeinwirkungen, welche den gewöhnlichen Kreislauf stören, angepasst sein, weil schon unter physiologischen Verhältnissen ihr Inhalt ausserordentlich wechselt, und beispielsweise der schwangere Uterus ein solches Kreislaufhinderniss werden kann, dass es sich an den Beinen unangenehm bemerkbar macht.

In ähnlicher Lage befindet sich wahrscheinlich die Leber;

denn sie ist nahe unter der Oberfläche des Körpers fest aufgehangen und ist, wie die bekannte Schnürfurche an den Lebern zahlreicher Menschen zeigt, Druckeinwirkungen von aussen im hohen Maasse ausgesetzt. Nun ist bekannt, dass die Unterbindung der Leberarterie dieses Eingeweide keineswegs zum Absterben bringt. Und doch bewiesen Cohnheim¹⁾ und Litten, dass die Arteria hepatica und nicht etwa die Pfortader das ernährende Gefäss der Leber ist; denn sie fanden, dass völlige Absperrung des arteriellen Blutstromes von der ganzen Leber oder einzelnen Lappen, Absterben dieser Theile zur Folge hatte. Immerhin sind die Gefäss-Anordnungen in der Leber so verwickelt, dass ich dieses Verhalten nur als wahrscheinlich hinstellen will.

Ich möchte auch glauben, dass das verschiedene Verhalten des Magens gegen Kreislaufstörungen beim Hunde und beim Kaninchen (Versuch 40—43) sich ähnlich erklärt. Denn jener frisst unter Anderem harte und spitze Knochen, welche Druck und Verletzungen ausüben können, dieses nur weiche Pflanzennahrung. Es kommt hinzu, dass der Hund seine Nahrung in grösseren Stücken verschlingt, das Kaninchen, wie alle Pflanzenfresser, sie im feingekauten Zustande in den Magen bringt.

Ich habe die selbstthätige Regelung des Kreislaufes im ganzen Verlaufe der Arbeit den Capillaren, beziehungsweise den kleinen Gefässen zugeschrieben. Nun weiss ich sehr wohl, dass an der Herabsetzung für die Widerstände nach vorübergehender Anämie alle arteriellen Bahnen, auch die grösseren, betheiligt sind. Denn welcher Chirurg hätte nicht schon unzählige Male gesehen, dass nach Anwendung der künstlichen Blutleere auch die mittelgrossen Arterien ganz ausserordentlich stärker und anhaltender bluten, als unter gewöhnlichen Verhältnissen. Aber bereits die einfachste Ueberlegung zeigt, dass zu einem wirklichen Nutzen für die Blutströmung derselbe Vorgang in noch viel höherem Grade in den Capillaren stattfinden muss, und zwar aus folgenden Gründen: 1. liegt der Hauptwiderstand für das strömende

¹⁾ Dieses Archiv. 67. Band. 2. Heft.

Blut in den kleinsten Gefässen; 2. würde bei sehr spärlichem Zuflusse eine Verringerung des Widerstandes in den Arterien, ohne Betheiligung der Capillaren, das Gegentheil von dem zur Folge haben, was die Natur erstrebt, nemlich eine Verlangsamung des Blutstromes. Denn eine Erweiterung des Strombettes bei vermindertem Druck von der einen und gleichbleibenden Widerständen auf der anderen Seite, muss dies selbstverständlich zur Folge haben. Ich kann aber den strengen Beweis liefern, dass in der That allein die Widerstandsherabsetzung in den Capillaren, ohne jede beträchtliche Betheiligung der Arterien, arterielle Hyperämie hervorbringen kann.

Beobachtung 95.

Ein Greis litt an Altersbrand des Vorderfusses, welcher Neigung zum Fortschreiten zeigte. Eine künstliche Blutleere von 10 Minuten Dauer rief eine beträchtliche Hyperämie des Beines bis an die brandigen Stellen hervor. Das reissend schnelle Fliessen des Blutes durch die Arterien gab sich kund durch laute, mit der Systole des Herzens zusammenfallende blasende Geräusche, welche man mit dem Hörrohr in der Arteria cruralis wahrnahm, und welche während der ganzen Dauer der Hyperämie anhielten. Wegen des Brandes führte ich dann unter künstlicher Blutleere die Amputation des Unterschenkels dicht unterhalb des Knies (sogenannte Amputation am Orte der Wahl) aus. Ich unterband nur die Hauptarterie, welche sich soeben in ihre beiden grossen Aeste (Arteria tibialis antica und postica) getheilt hatte, mit den zugehörigen Venen und löste dann den Schnürschlauch. Es spritzte nicht eine Arterie, so dass keine einzige weitere Unterbindung nöthig war. Die Untersuchung der Arterien des amputirten Gliedes ergab eine bis in die kleinen Aeste hinein verbreitete ausgedehnte Arteriosklerose.

Ebenso zeigen die Versuche 22 und 23, dass für kleinere Gebiete nicht einmal eine Erweiterung nur mittelgrosser Arterien zum Zustandekommen der sogenannten reaktiven Hyperämie nach vorübergehender Anämie nothwendig ist. Der grosse Druckunterschied, welcher nach Herabsetzung der Widerstände in den kleinen Gefässen des nothleidenden Gebietes zwischen diesen und den Gefässen des übrigen Körpers entsteht, lässt eben mit einer reissenden Schnelligkeit selbst durch spärliche Zuleitungsröhren arterielles Blut im Ueberfluss in den anämisch gewesenen Theil hineinströmen.

Dass die andere Eigenschaft der Gefässe, sich gegen venöses Blut zu wehren, in den kleinen Adern liegen muss, geht wohl ohne Weiteres aus den Versuchen 74 bis 76 hervor.

Uebrigens hat diese Auffassung von einer selbständigen Thätigkeit der Capillaren ja nichts Auffallendes mehr, seitdem Stricker die bekannte äusserst wichtige Entdeckung machte, dass die Wände der Capillaren Eigenbewegungen ausführen können.

Zum Schluss bemerke ich noch ausdrücklich, dass ich nicht in den Verdacht kommen möchte, als wollte ich irgendwie den Einfluss der Nerven und des Centralnervensystems auf die kleinen Gefässe anzweifeln oder gering anschlagen. Ich will nicht einmal leugnen, dass vielleicht auch beim Entstehen des Collateralkreislaufes die Nerven in der einen oder anderen Weise mitbetheiligt sind. Aber nöthig sind sie (ausser vielleicht in dem im ersten Theile dieser Arbeit auf S. 289 erwähnten Sinne) nicht. Dafür, dass wichtige und fortwährend wirkende Lebensvorgänge ohne Einfluss des Centralnervensystems, wie man sagt, automatisch, eintreten, liefert ja auch die Physiologie mehrfache Beispiele.

Nachtrag.

Im ersten Theile dieser Arbeit habe ich berichtet, dass ich eine Reihe von Magen- und Darm-Operationen ohne Narkose ausgeführt habe, ohne dass der Kranke etwas von den Eingriffen an Magen und Darm fühlte. Es waren dies drei Darm-Resectionen bei schon bestehenden Bauchwunden, eine Pylorus-Resection und eine Pyloroplastik und vor allem eine Anzahl von Fällen, wo ich wegen Undurchgängigkeit des Mastdarmes den Anus inguinalis an der Flexura sigmoides anlegte. Da es wegen der Natur der Krankheit in solchen Fällen häufig von äusserster Wichtigkeit ist, die Narkose zu vermeiden, habe ich in letzter Zeit noch häufig versucht, solche Operationen unter Schleich'scher Infiltrations-Anästhesie, welche nur die Bauchdecken betraf, auszuführen. Bei der Anlegung des Anus präternaturalis und Ausführung der Pyloroplastik bei nicht mit der Umgebung verwachsenem Pylorus hat das gar keine Schwierigkeiten. Indessen habe ich bei anderen Bauch-Operationen doch mehrfach solche Beschwerden beobachtet, dass ich nachträglich noch die Narkose einleiten

musste. So machte bei einem Versuche, den Processus vermiformis auszuschneiden, Zug am Coecum Brechreiz, Aufstossen, Leibschmerzen um den Nabel und Ohnmachts-Anwandlungen. Bei Magen-Resectionen macht das Abbinden des Gekröses ziehende Schmerzen. Auch beim Darm zeigten sich bei einer ausgedehnten Resection Schwierigkeiten. Ich will diesen Fall schildern.

Bei einer Frau war durch Brucheinklemmung eine Dünndarmschlinge brandig geworden. Dieselbe wurde vorläufig nach Hebung der Einklemmung in die Operationswunde eingenäht. Am andern Tage wurde die Darm-Resection ohne Narkose vorgenommen. Zug an der Darmschlinge wurde als Schmerz um den Nabel herum empfunden („wie eine kleine Wehe“). Abbinden des Mesenteriums war recht schmerzhaft. Dagegen wurde allmählich verstärktes Quetschen desselben mit einer Schieber-Pincette, Durchschneiden mit der Scheere oder dem Thermokauter überhaupt nicht empfunden. Am Darm selbst fühlte die Frau weder Quetschen, noch Schneiden, noch Brennen mit dem Thermokauter. Schleimhaut, Serosa und Wundfläche waren gleichmässig unempfindlich.

Ich muss also meine damaligen Behauptungen dahin berichtigen, dass Lösung von Verwachsungen stets, Abbinden der Gekröse meist recht empfindlich ist. Die eigentlichen Eingeweide, Magen und Darm selbst, sind indessen völlig unempfindlich, wie das übrigens längst bekannt ist.

Für unseren Zweck also ändert sich nichts in meinen früheren Ausführungen.

Ferner habe ich nachzutragen, dass ich den Namen „Blutgefühl“, welchen ich im ersten Theile der Arbeit für die selbstthätige Regelung der Blutzufuhr in den kleinen Gefässen gebrauchte, auf den brieflichen Rath eines hochgeschätzten Physiologen, dessen Einwände dagegen ich als berechtigt anerkennen muss, aufgegeben habe.

Schliesslich geht aus den in diesem Theile der Arbeit mitgetheilten Versuchen hervor, dass eine Vermehrung oder Verminderung der Spannung der Gewebe, deren Einfluss ich im ersten Theile noch als möglich hinstellte, für die Herstellung des vorläufigen Collateralkreislaufs nicht in Betracht kommt.