

## XXX.

# Untersuchungen über die Veränderungen der Blutgefässe bei der Entzündung.

Von Dr. Giovanni Saviotti aus Turin.

---

Da der Entzündungsprozess eine so grosse Wichtigkeit in der Pathologie hat, und noch so manche Fragen, die sich auf ihn beziehen, ungelöst geblieben sind, nahm ich mit Vergnügen den Vorschlag an, den mir Herr Prof. v. Recklinghausen machte, einige Untersuchungen darüber an der Schwimmbaut des Frosches vorzunehmen. Diese Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf die Veränderungen der Circulation.

Die Durchsichtigkeit und die Structur der Schwimmbaut gestatten es, durch directe mikroskopische Beobachtungen alle diejenigen Erscheinungen zu verfolgen, die in ihr nach künstlicher Reizung statt haben; in dieser Beziehung bietet sie grosse Vortheile im Vergleich mit anderen Theilen des Körpers. Ausserdem kann man dieselbe untersuchen ohne an ihr oder an dem Thier selbst bedeutende Verletzungen hervorzurufen, welche diejenigen Erscheinungen, die eine einfache Folge der localen Reizung sind, verändern oder wenigstens compliciren; im Hinblick darauf ist die Schwimmbaut dem Mesenterium und der Zunge des Frosches bei weitem vorzuziehen.

Bei meinen Untersuchungen habe ich immer die *Rana temporaria* verwendet, und zwar wählte ich Individuen mit breiter und besonders mit wenig pigmentirter Schwimmbaut; diese letzte Bedingung ist unerlässlich, um deutlich die Folgeerscheinungen der Reizung studiren zu können.

Die Frösche werden curarisirt; um die Paralyse zu erhalten, machte ich einen kleinen Einschnitt in die Haut an den vorderen oberen Theilen des Schenkels, und führte unter derselben ein Stückchen Curare in Substanz ein.

In Bezug auf die Wirkung des Curare muss ich eine leichte und eine starke unterscheiden; ich verstehe unter leichter Curari-

sation, wenn die Wirkung des Curare sich auf 24, 36 oder höchstens 48 Stunden erstreckt; eine starke Curarisirung, wenn dieselbe 3 bis 4 Tage dauert. Ich habe nie stärker curarisirt, weil dann die Circulation bedeutend verlangsamt wird, und endlich der Tod des Thieres eintritt. Die so curarisirten Frösche kommen wieder vollständig zu sich; bei einigen Fröschen konnte ich die Curarisirung mehrmals wiederholen, indem ich 2 oder 3 Tage zwischen der einen und der anderen Curarisirung verstreichen liess; an einem Frosch, dessen Schwimmbaut ich mit 2procentiger Schwefelsäure geätzt hatte, und an dem ich die Einwanderung der Pigmentkörper in die Blutgefässe beobachtete (Centralblatt für die medic. Wiss. No. 10—11. 1870.), nahm ich die Curarisirung gewiss mehr als 20 Mal nach einander vor. Die Frösche bewahrte ich in gläsernen Gefässen auf, in denen ich das Wasser täglich erneuerte.

Nach Einführung des Curare unter die Haut war der Frosch binnen 20 bis 30 Minuten vollständig paralysirt, und so zur mikroskopischen Untersuchung geeignet. Zu diesem Zwecke lege ich das Thier mit der Bauchseite auf eine grosse Glasplatte; ich breite die Zehen des Fusses aus einander, so dass die Schwimmbaut ausgedehnt ist, ohne sie jedoch zu stark zu spannen. Um sie in dieser Lage zu erhalten, lege ich auf die 2 Zehenspitzen ein befeuchtetes und zusammengelegtes Stückchen Löschpapier. Die Schwimmbaut liegt somit direct auf der Glasplatte. Um eine zu starke Austrocknung an der freien Oberfläche zu verhindern, bringe ich von Zeit zu Zeit einen Tropfen destillirtes Wasser darauf.

Ausserdem bedecke ich den Körper des Frosches mit in Wasser getränktem Löschpapier, das in einen Behälter mit Wasser reicht. Ueber das Löschpapier bringe ich noch ein Stück Guttaperchapapier, um die Verdampfung zu verhindern. In dieser Lage kann man den Frosch viele Stunden lang unverändert erhalten.

Zur Untersuchung der Schwimmbaut brauchte ich das Objectiv 4, mit Ocular 4 Hartnack; handelte es sich darum, eine stärkere Vergrösserung anzuwenden, so nahm ich das Mikroskop von Schick, Objectiv 4, Ocular 0, welches in Folge grösserer Brennweite die Beobachtung erleichtert.

Bevor man die reizende Substanz auf die Schwimmbaut anbringt, ist es zweckmässig, einen Ueberblick über die normale Circulation zu gewinnen, und eine für die Reizung passende Stelle

auszusuchen. Ich bemühte mich stets, die Aetzung an das Ende einer Arterie anzubringen, wo ich zugleich die Veränderungen an der gereizten Arterie, sowie an den Capillaren und kleinen Venen studiren konnte.

Ich möchte noch, ehe ich die Resultate meiner Beobachtungen mittheile, die Frage aufwerfen, ob nicht das Curare selbst einen Einfluss auf die Circulation hat. Aus meinen Versuchen geht hervor, dass im Anfang seiner Wirkung eine Verlangsamung der Circulation statt hat. War nemlich die Curarisirung noch nicht vollständig eingetreten, so fand ich häufig bei mikroskopischer Untersuchung die Circulation verlangsamt; die Verlangsamung jedoch dauert gewöhnlich nur 10—20 Minuten, und dann wird die Circulation lebhaft; später ist keine Veränderung bemerkbar. Wenn man übertrieben stark curarisirt, so wird die Circulation bedeutend verlangsamt, und hört auch ganz auf, worauf der Tod des Thieres erfolgt.

Noch auf einen Umstand muss ich die Aufmerksamkeit lenken, betreffend die Behandlung des Thieres; dasselbe muss sowohl beim Festhalten, als beim Curarisiren, überhaupt bei sämtlichen Manipulationen, geschont werden; gröbere Manöver können besonders nach dem Eintritt der Wirkung des Curare Veränderungen in der Circulation hervorrufen, Verlangsamung, Stasis u. s. w. Nicht selten genügt das Abziehen der Epidermis von der Schwimnhaut, oder das zu starke Dehnen der Schwimnhaut selbst, um eine Verlangsamung der Circulation in einigen Capillaren, sowie eine Anhäufung von weissen Blutkörperchen in denselben, und in den kleinen Venen hervorzurufen. Solche Veränderungen pflegen gewöhnlich bald zu vergehen. Aber es ist doch gut sie zu kennen, um Irrthümer zu vermeiden. Ferner ersieht man daraus, wie die Studien über die entzündlichen Circulationserscheinungen am Mesenterium und an der Zunge modificirt werden müssen. Dies vorausgeschickt, will ich vor Allem die Erscheinungen verzeichnen, die nach Anbringung einer reizenden Substanz auf eine Stelle der Schwimnhaut stattfinden.

Die von mir angewandten Substanzen will ich, hinsichtlich ihrer Wirkung, in 2 Reihen theilen; die erste charakterisirt sich dadurch, dass die erste Veränderung der Circulation in einer Erweiterung der Gefässe besteht, während in der zweiten Reihe umgekehrt die Alteration häufig mit einer Verengerung beginnt, Differenzen, welche

ich nach der Beschreibung der Experimente noch specieller zu besprechen habe.

#### Erste Reihe.

##### 1. Reizung mit 1procentigem und 2procentigem Natron causticum.

Bringt man ein Tröpfchen 1procentiger Lösung von Natron causticum auf die Schwimmhaut an, so beobachtet man Folgendes: eine geringe Erweiterung zuerst der Arterien, hierauf der Capillaren, und endlich der Venen; zugleich eine leichte Geschwindigkeitzunahme in der Circulation. Solche Veränderungen treten bald nach der Application des Reizes auf, und dauern nicht lange an; nach 20–30 Minuten folgt eine Contraction der Arterien, eine Verlangsamung der Circulation in den Capillaren und in den Venen, es erscheinen höchstens leichte Spuren von aus farblosen Blutkörperchen bestehenden „Randzonen“ in diesen letzteren. Stase findet nicht statt, oder tritt ganz vorübergehend in einzelnen Capillaren auf. Nach 24 bis 36 Stunden kehrt das Ganze zur Norm zurück.

Bringt man ein Tröpfchen 2procentige Lösung von Natron causticum an, so beobachtet man die Erweiterung der Gefäße und Beschleunigung der Circulation sofort und in bedeutendem Maasse. Ihre Dauer ist jedoch kurz und erstreckt sich auf 10–15 Minuten; zuweilen dauert die Erweiterung mit gleichzeitiger Füllung der Arterien nur wenige Augenblicke, und es folgt alsbald Verlangsamung der Circulation, Stase in den Capillaren und starke Zusammenziehung der Arterien. In Folge dessen kann dann nur eine geringe Blutmenge durch dieselbe zur gereizten Stelle gelangen.

Die aus Blutkörperchen gebildete Blutsäule findet sich nur im centralen Theile der gereizten Arterie, und ist von der Wandung derselben durch eine ausgesprochene helle Zone getrennt. In einzelnen Fällen findet eine vollständige Entleerung der Arterie statt; die Arterie, welche sich in der gereizten Stelle verzweigt, erscheint wie ein helles, durchsichtiges Rohr, in welchem kein Blut mehr fließt. Ein solcher Zustand der Arterie setzt sich in centripetaler Richtung ausserhalb der gereizten Stelle bis zur ersten collateralen Verzweigung fort; diese letztere dehnt sich alsdann ausserordentlich aus, um die ganze vom Hauptstamm zugeführte Blutmenge aufzunehmen. In derselben und deren weiteren Verästelungen nimmt die Circulation beträchtlich an Geschwindigkeit zu, so dass, während in die gereizte Stelle wenig oder gar kein Blut gelangt, und die Circulation daselbst verlangsamt oder sogar zum Theil aufgehoben ist, die in ihrer Umgebung befindlichen Gefäße eine grössere Blutmenge führen, und die Circulation in ihnen bedeutend beschleunigt ist.

Zuweilen sieht man, wenn die gereizte Arterie vollständig entleert ist, dass der Blutstrom mit einer beträchtlichen Geschwindigkeit gerade bis zu dem Punkte gelangt, wo ein Seitenast abgeht; er ergiesst sich alsdann ganz und gar in diesen letzteren, und erscheint gegen den gereizten Gefässstamm scharf abgegrenzt. Von Zeit zu Zeit beobachtet man noch, dass einige Blutkörperchen in dem Anfang der gereizten Arterie eine strudelartige Bewegung machen, und dann in die Blutmenge wieder eintreten, welche durch die collaterale Verzweigung hindurchgeht.

Diesen Zustand sah ich eine, zwei bis drei Minuten andauern. Alsdann beginnen von Neuem einzelne Blutkörperchen ihren Weg durch die gereizte Arterie

zu nehmen und in ihr einen centralen Blutstrom zu bilden, der zuerst unterbrochen, dann zusammenhängend, aber klein ist, und endlich grösser wird, ohne jedoch das ganze Lumen der Arterie zu füllen.

War die Reizung so heftig, um die beschriebenen Erscheinungen hervorzurufen, so füllte die Blutsäule das Lumen der Arterie erst nach zwei, drei oder mehr Tagen vollständig aus.

Die Capillaren erweitern sich anfangs; füllen sich stark mit Blut, und sobald die Erweiterung der Arterien abzunehmen beginnt, tritt in ihnen eine Verlangsamung der Circulation, und in vielen sehr bald eine vollständige Stase ein. Letztere hört gewöhnlich zum Theil auf im Verlauf einer oder zwei Stunden; noch ein Theil hört im Verlauf der ersten 24 Stunden auf; aber ein Theil bleibt bestehen, und dem entsprechend treten noch weitere Veränderungen auf, die ich später beschreiben werde.

Eine grosse Zahl der Capillaren in der gereizten Stelle, in denen die Stase nicht andauert, entleert ihr Blut; da sie alsdann nicht mehr in normaler Weise gespeist werden, so greift ein anämischer Zustand daselbst Platz.

Auch in den Venen findet anfangs eine Erweiterung mit gleichzeitiger Beschleunigung der Blutströmung statt, und dann eine Verlangsamung der Circulation, und in den kleinen auch Stase; diese letztere kann bald aufhören oder bestehen bleiben. Ausserdem bilden sich in den kleinen und auch in den grossen Venen, die in der Nähe der gereizten Stelle verlaufen, sehr ausgesprochene Randzonen aus. In einigen Venen entstehen die Randzonen sobald die Verlangsamung der Circulation beginnt; in anderen dagegen auch später, und zwar während der ersten 24 Stunden nach Anbringung des Reizes. Die Venen bleiben mehrere Tage lang erweitert.

Inzwischen beobachtet man neben diesen Veränderungen in der Blutcirculation weitere Veränderungen in dem Gewebe der Schwimmhaut selbst. Unter diesen will ich zuerst die Auswanderung der Blutkörperchen anführen; in den kleinen Venen und auch in den Capillaren, in denen sich Randzonen bildeten, konnte ich mit Sicherheit den Austritt von weissen und rothen Blutkörperchen nachweisen. Die weissen treten schneller als die rothen aus, und lassen sich in geringer Entfernung ausserhalb der Gefässe verfolgen; wegen der verschiedenen Form, die sie ausserhalb der Gefässe annehmen, erscheinen sie als unregelmässige glänzende Körper, die ihre Gestalt verändern; jedoch können sie mit ähnlichen Figuren, die man im Gewebe der Schwimmhaut antrifft, verwechselt werden, wenn man sie nicht genau auf ihrer Wanderung verfolgt. Wahrscheinlich dringen sie in die Lymphgefässe ein, welche in der Schwimmhaut reichlich vorhanden sind, und werden von diesen fortgeschafft. Die rothen Blutkörperchen treten aus den Gefässen sehr langsam aus, und bleiben lange in der unmittelbaren Nähe derselben.

Die Pigmentkörper in der gereizten Stelle suchen, welcher Art auch ihre Gestalt im Augenblicke der Reizung war, eine sternförmige Form anzunehmen; ich sah dieses ganz deutlich und mehrere Tage hindurch in der gereizten Stelle, in der die Circulation wieder vollständig hergestellt war, andauern; wegen dieser verzweigten Gestalt der Pigmentzellen bietet die gereizte Stelle schon dem blossen Auge eine dunkle Farbe dar, die von der helleren Farbe der Umgebung stark absteht, wenn in dieser letzteren die Pigmentkörper zusammengezogen sind. War

aber die Reizung sehr stark, so dass andauernde Stase mit nachfolgender Mortification des Gewebes bald eintritt, so behalten die Pigmentzellen die Gestalt bei, welche sie im Augenblicke der Reizung besaßen.

Die geätzte Stelle wird schon Anfangs trübe; und die Trübung pflegt an den Rändern, und überall wo die Circulation wieder eintritt, am ausgesprochensten zu sein; während das Gewebe da, wo die Stase andauert, hell bleibt, wie man mit blossen Auge schon unterscheiden kann; dieser Zustand kann 24—36 Stunden andauern, worauf weitere Veränderungen erscheinen. In einigen Fällen sieht man schon nach 24 Stunden die Epidermis anschwellen, und der Stelle entsprechend, in welcher Stase sich vorfindet, sich abheben, und zwar stets von der Peripherie gegen das Centrum hin. Es bildet sich so eine Blase, die zuerst am Centrum eingedrückt ist, und daher eine ringförmige Gestalt besitzt; hernach aber auch im Centrum sich abhebt. Diese Blase platzt, das enthaltene Serum entleert sich, und lässt einen Verlust an Epidermis zurück.

Inzwischen treten noch weitere Veränderungen im Gewebe selbst auf, wenn die Circulation im Verlauf von 2 oder 3 Tagen nicht wieder hergestellt ist. Die Gefäße, in denen Stase vorhanden ist, zerreißen, es finden Hämorrhagien statt; das Gewebe wird trüb, undurchsichtig und körnig; die Pigmentkörper zerfallen in kleinere Stückchen; diese Momente bezeichnen entschieden eine Mortification des Gewebes, in Folge deren sich ein Geschwür bildet. Das Gewebe wird dick und so undurchsichtig, dass es unmöglich ist, die feineren anatomischen Veränderungen, die daselbst vorgehen, zu verfolgen.

Ich konnte an einem Frosche alle diese Thatsachen genau constatiren, und dann die Vernarbung des Geschwürs während vier Monate verfolgen. Die Epidermis war schon nach wenigen Tagen vollständig reproducirt; das extravasirte Blut und die zerfallenen Pigmentkörper verschwanden; das körnige Aussehen nahm allmählich ab, und das Gewebe, obgleich noch immer verdickt und dunkel, nahm das normale Aussehen wieder an. Die Pigmentkörper erschienen im Verlauf des Vernarbungsprozesses überall da, wo Substanzverlust statt gehabt hatte, spindelförmig, mit kleinen Fortsätzen und dicht an einander gelagert; nur im Centrum bemerkte man 3 oder 4 sternförmige Pigmentzellen; dabei hatten sich jene spindelförmigen radiär nach dem Centrum des Substanzverlustes hin angeordnet.

In Folge der grossen Undurchsichtigkeit des Gewebes war es jetzt noch unmöglich, den Lauf der Blutgefäße zu verfolgen. Erst nach drei Monaten wurde das Gewebe durchsichtig genug, um endlich den Zustand desselben genau prüfen zu können. Die Pigmentkörper waren noch immer radiär angeordnet; das Centrum war hell und von einigen sternförmigen Pigmentzellen eingenommen. An den Blutgefäßen konnte ich jetzt constatiren, dass von der Peripherie der afficirten Stelle Capillaren ausgingen, die in die Nähe des Centrum gelangten, und dann, indem sie eine Schlinge bildeten, zurückkehrten; eine dieser Capillaren reichte bis zum Centrum, aber keine ging durch die afficirte Stelle von der einen bis zur anderen Seite hindurch. Diese Erscheinungen waren 20 Tage später noch deutlicher wahrzunehmen.

## 2. Reizung mit concentrirter Essigsäure.

Nach Application eines kleinen Tröpfchens concentrirter Essigsäure auf die

Schwimmbhaut eines Frosches hörte die Circulation an der gereizten Stelle fast plötzlich auf, und diese erschien dem blossen Auge von grau-weisslicher Farbe. In 3—4 Tagen löste sich das mortificirte Stück vom gesunden Gewebe ab, so dass die Schwimmbhaut durchlöchert war. In wenigen Tagen bedeckten sich die Ränder des Substanzverlustes mit normaler Epidermis; aber in ihrem Gewebe war extravasirtes Blut zu sehen, das innerhalb eines Monates aber verschwand; die Ränder, die zuerst trübe, undurchsichtig und dick waren, wurden allmählich dünn und hell, und gewannen endlich ein durchaus normales Aussehen.

Die Circulation blieb in diesen Rändern lange Zeit hindurch sehr langsam.

An diesem Frosche konnte ich in grosser Ausdehnung die Einwanderung der Pigmentkörper in die Blutgefässe constatiren. An den Rändern des Substanzverlustes so wie auch auf einer grossen länglichen Stelle der Schwimmbhaut zwischen der Durchlöcherung und dem Anfang der Zehen, sammelten sich die Pigmentkörper um die Blutgefässe herum an, und wanderten hierauf in dieselben ein, so dass binnen anderthalb Monaten die Schwimmbhaut schon mit blossen Auge da, wo die Pigmentkörper verschwunden waren, weiss aussah.

### 3. Reizung mit 2procentiger Schwefelsäure.

Unter der Einwirkung 2procentiger Schwefelsäure findet vor Allem Erweiterung der Gefässe statt, aber langsamer als bei 2procentiger Lösung von Natron causticum; gleichzeitig tritt eine Beschleunigung der Circulation ein, die sehr beträchtlich ist und 1—2 Stunden dauert.

Die weiteren Erscheinungen sind durchaus abhängig von der Menge der angewendeten Schwefelsäure, und ausserdem davon, ob ihre Wirkung auf eine bestimmte Stelle beschränkt geblieben und nicht von dem auf der Schwimmbhaut zufällig befindlichen Wasser verdünnt worden ist.

Applcirt man einen sehr kleinen Tropfen, so dauert die Dilatation der Gefässe ungefähr 2 Stunden, und es beginnt hierauf die Contraction der Arterien. Aber in den kleinen und grossen Venen bleibt die Circulation noch rege, und der Ueberfluss von zugeflosserem Blute entleert sich; die Verlangsamung der Circulation in den Venen kann sehr gering und braucht durchaus nicht von der Bildung von Randzonen begleitet zu sein. Es ist jedoch zu bemerken, dass in diesen Fällen die Contraction der Arterien nicht intensiv ist und überhaupt langsam von Statten geht. Auch hier sind die Capillaren und kleinen Venen mit Blut stark gefüllt. Je nach der Entwicklung der Hyperämie wird das Gewebe leicht trüb.

Wiederholt man mehrere Male hinter einander oder an zwei auf einander folgenden Tagen die Application von sehr kleinen Tropfen 2procentiger Schwefelsäure, so sieht man ausser den angegebenen Erscheinungen Randzonen in den kleinen und in den grossen Venen, und nicht selten Stase in verschiedenen Capillaren. Dieselben Thatsachen beobachtet man auch nach Einwirkung eines grösseren Tropfens.

Wenn in einer gewissen Zahl von Capillaren Stase sich vorfindet, bildet sich an der entsprechenden Stelle ein Bläschen, welches bei aufmerksamer Beobachtung erkennen lässt, dass es am Rande der Stelle, wo Stase vorhanden ist, sich zu bilden beginnt, so dass es Anfangs einen mehr oder weniger regelmässigen Ring darstellt, später vervollständigt sich das Bläschen und durchläuft alle die Phasen, die ich bei der Einwirkung von Natron causticum beschrieben habe. Ich will hier

nur hinzufügen, dass es, um dieses zu beobachten, unumgänglich nothwendig ist, die Schwefelsäure durchaus beschränkt wirken zu lassen.

In den Gefässen, welche an der Grenze der gereizten Stelle verlaufen, ist jetzt die Circulation verlangsamt. An der gereizten Stelle selbst ist in einigen Capillaren Stase, während in anderen fast gar kein Blut mehr circulirt, wodurch diese Stelle hell und anämisch erscheint.

In der Folge tritt die Circulation allmählich wieder ein; und zu gleicher Zeit lösen sich die Randzonen auf, und die Blutgefässe kehren zum normalen Caliber zurück.

Bleibt die Stase in einer gewissen Anzahl von Capillaren bestehen, so löst sich die Membran des Bläschens ab, und mit ihr auch ein Theil des übrigen Gewebes; wodurch ein Substanzverlust entsteht, und sich eine Ulceration bildet, welche längere Zeit zur Heilung erfordert.

An einem Frosche, an dem ich eine leichte, aber ausgebreitete Aetzung vorgenommen hatte, sah ich die Einwanderung der Pigmentkörper in die Blutgefässe sehr deutlich, deren Einzelheiten ich schon im Centralblatt (l. c.) mitgetheilt habe.

Endlich muss ich erwähnen, dass ich an kleinen Venen, in denen Randzonen vorhanden waren, den Austritt sowohl von weissen als von rothen Blutkörperchen constataren konnte.

Selbst bei starken Reizungen waren die Hämorrhagien stets sehr gering.

#### 4. Reizung mit Crotonöl.

Das Crotonöl gibt zu verschiedenen Erscheinungen Veranlassung je nach der Menge, die man anwendet, und je nachdem dasselbe an einer Stelle haften bleibt, oder sich über eine grössere Strecke der Schwimnhaut ausbreitet.

Die Arterien erweitern sich langsam und allmählich, aber bis zu einem bedeutenden Grade, was 2 oder 3 Stunden lang dauert. Auch ist die Erweiterung der Capillaren und der Venen zu bemerken, die sich stark mit Blut anfüllen. Die Circulation ist mit der Erweiterung der Gefässe stark beschleunigt. Später ziehen sich die Arterien zusammen, was in einigen Fällen 3—5 und mehr Tage andauerte. Mit der Contraction der Arterien tritt Verlangsamung der Circulation in den Capillaren und in den Venen auf. In den Capillaren ist stets eine mehr oder weniger ausgebreitete Stase vorhanden, und in den Venen bilden sich constant Randzonen, die häufig eine beträchtliche Stärke erreichen.

Wenn die Wirkung des Crotonöls auf eine kleine Stelle beschränkt bleibt, und nicht zu lange dauert, löst sich nach kurzer Zeit die Stase in den Capillaren zum Theil oder vollständig auf; aber auch in diesen leichten Fällen finden leicht Blutextravasate statt, und man sieht dann Anhäufungen von Blutkörperchen um die Capillaren, in denen die Circulation sich wieder vollständig herstellen kann. Nichtsdestoweniger beobachtet man an der gereizten Stelle mehr oder weniger ausgesprochen einen Zustand von Anämie, und die Circulation in den Gefässen, die im directen Zusammenhang mit der geätzten Stelle stehen, ist langsam; in dem umgebenden nicht gereizten Gewebe ist dagegen die Circulation sehr lebhaft.

In einem dieser Fälle leichter Reizung waren die Arterien erst sieben Tage nach Application der Reizung zum normalen Caliber zurückgekehrt; zugleich waren die am Tage nach der Reizung extravasirten Blutkörperchen fast vollständig ver-



schwunden; die capillare und venöse Circulation war noch etwas verlangsamt, und die Venen noch ein wenig erweitert.

Wirkt das Crotonöl stärker und längere Zeit, so treten dieselben Erscheinungen aber in stärkerer Intensität auf; die Stasen sind weiter ausgebreitet, und erstrecken sich auch bis auf grössere Venen; die Blutextravasate sind zahlreicher, und dann stirbt das Gewebe bald ab, wenn die Circulation nicht wieder eintritt.

Wirkt endlich das Crotonöl auf eine grosse Strecke der Schwimmbhaut, so bilden sich sehr ausgebreitete Stasen in vielen Gefässen, während andere blutleer werden; nur in den contrahirten Arterien circulirt eine geringe Menge Blut. Weitere Veränderungen bin ich nicht im Stande anzugeben, weil die Frösche unterliegen, wahrscheinlich in Folge der schädlichen Wirkung des absorbirten Oels; der Tod tritt gewöhnlich am dritten oder vierten Tage ein.

Da sämtliche Erscheinungen unter der Wirkung des Crotonöls langsam von Statten gehen, und lange dauern, so dient diese Substanz sehr gut zum Studiren der Veränderungen der Circulation.

Die Pigmentkörper bewahren in der gereizten Stelle die sternförmige Gestalt, wenn sie diese im Beginn der Reizung inne hatten; oder nehmen sie an, wenn sie contrahirt waren. Diese Gestalt behalten sie lange bei, trotzdem die Pigmentkörper, welche ausserhalb der gereizten Stelle vorhanden sind, sich zusammenziehen; die gereizte Stelle erscheint daher als dunkel gefärbter Flecken. Auch hier zerfallen, wenn Mortification des Gewebes eintritt, die Pigmentzellen, wie ich bei Natron causticum und Schwefelsäure schon erwähnt habe.

Im Augenblicke der Verlangsamung der Circulation sah ich verschiedene Male, dass in Capillaren und kleinen Venen, die fast blutleer waren, rothe Blutkörperchen durch die Gefässwand drangen, so dass ein Drittel, die Hälfte, oder zwei Drittel eines Körperchens ausserhalb, und der andere Theil noch innerhalb des Gefässes steckte. Die beiden Theile waren unter einander durch einen von der Gefässwand eingeschnürten Stiel verbunden. Es sind dieses verschiedene Abstufungen der Extravasation der rothen Blutkörperchen, die ich manchmal bis zum vollständigen Austritt derselben verfolgen konnte. Auswanderung von weissen Blutkörperchen unter Einwirkung des Crotonöls konnte ich nicht genau constatiren.

##### 5. Reizung mit Collodium.

Um mit Collodium zu reizen, brachte ich ein sehr kleines Tröpfchen davon auf die Schwimmbhaut, und liess es 1—2 Minuten darauf liegen; das Collodium verdichtet sich zu einem Häutchen; dieses entferne ich sodann mit der Pincette, ohne dabei die Schwimmbhaut zu verletzen. Die Veränderungen der Circulation folgen ziemlich rasch; Erweiterung der Gefässe und Beschleunigung der Circulation, die jedoch hier gering sind; hierauf Contraction der Arterien, Verlangsamung der Circulation; Anämie in einigen Capillaren und Stase in anderen; ausgesprochene Randzonen besonders in kleinen und zuweilen auch in grossen Venen; auch in den Arterien traten dieselben weniger entwickelt auf; und erstreckten sich im Arterienstamm weit über die Stelle der Reizung hinaus.

Die Stase der Capillaren hört zum Theil in einigen Minuten auf, zum Theil erst nach einigen Stunden, und nur in wenigen Capillaren ist die Circulation noch später, in 2—3 Tagen wieder hergestellt.

Ich beobachtete keine weiteren Veränderungen bei leichter Reizung mit Colloidum; die Arterien kehren im Verlauf von 4 — 5 Tagen zur Norm zurück; die Venen bleiben noch mehrere Tage erweitert.

Bei dieser Gelegenheit beobachtete ich an einem Frosche das Verschwinden der Pigmentkörper, das mich dazu brachte, die Einwanderung derselben in die Blutgefässe nachzuweisen. Deren Verschwinden fand entsprechend einem Capillarbezirk, in dem die Stase sich bis zum dritten und vierten Tage hinzog, statt; in diesen Capillaren war die wieder hergestellte Circulation noch mehrere Tage hindurch langsam. In Folge des Verschwindens der Pigmentkörper bekam die Schwimmbhaut eine weissliche Farbe; allmählich nahm die Ausbreitung dieses Fleckens ab, und nach  $2\frac{1}{2}$  Monaten war derselbe vollständig verschwunden, indem die Pigmentkörper allmählich von der Peripherie gegen das Centrum vorrückten.

Weitere Beobachtungen berechtigten mich zur Behauptung, dass die Stase in den Capillaren nothwendig einige Tage lang dauern muss, damit die von mir beschriebenen Erscheinungen der Einwanderung der Pigmentzellen in die Blutgefässe stattfinden. Diese Erscheinungen sah ich nie, wenn keine Stase in den Capillaren vorhanden, oder nur ganz vorübergehend war; in diesem letzteren Falle nahmen die Pigmentkörper eine ausgesprochene sternförmige Gestalt an, die sie mehrere Tage beibehalten.

Bringt man einen grösseren Tropfen Collodium an, und lässt ihn längere Zeit auf die Schwimmbhaut einwirken, so ist die Stase auf mehr Capillaren und auch auf Venen ausgebreitet, worauf Blutextravasate statthaben. In der gereizten Stelle bleibt dennoch die Circulation in einzelnen Gefässen bestehen; an der Grenze derselben bleibt die Circulation lange Zeit träge.

6. Reizung mit Aether, Collodium cantaridatum, stark verdünntem Aether, 1procentigem salpetersaurem Silberoxyd, Glycerin, 6procentiger Alaunlösung.

Bei Application dieser Substanzen bemerkt man gar keine Veränderung im Gewebe der Schwimmbhaut, sondern nur in der Circulation. Mehr oder weniger bald nach der Application beginnt die Erweiterung der Arterien und gleichzeitig die Beschleunigung der Circulation. Eine grössere Menge Blut sammelt sich in den Capillaren und in den kleinen Venen an, welche sich ebenfalls erweitern; sie erscheinen so mit Blut angefüllt, dass die seröse helle peripherische Zone verschwindet, was auch in den Arterien der Fall ist.

Nach einiger Zeit, 15 — 30 Minuten, 1 Stunde und noch mehr, fangen die Arterien an, sich zusammenzuziehen; die Circulation in den Capillaren und später in den Venen verlangsamt sich. Wegen der Contraction der Arterien nimmt der Zufluss an Blut ab, während die Ausfuhr offen bleibt. Auf diese Weise entleeren die Capillaren ihr Blut und erscheinen zum Theil blutleer; in vielen von ihnen ist kein continuirlicher Strom mehr vorhanden; die Blutsäule ist unterbrochen, und nur von Zeit zu Zeit sieht man Blutkörper vereinzelt vorübergehen. Auch die kleinen Venen werden blutarm; in den grossen ist nur ein gewisser Grad von Verlangsamung der Circulation zu bemerken.

In dieser Weise folgt auf die Hyperämie ein anämischer Zustand der gereizten Stelle, immer proportional der Contraction der Arterien, welche wiederum je nach der Stärke des angewendeten Reizes verschieden ist, aber stets im Verhältniss zur

primitiven Erweiterung steht. Die Dauer der Anämie hängt mit der Dauer der Contraction der Arterien zusammen, welche sich auf 24—36—48 Stunden erstreckt. Nach dieser Zeit kehren die Arterien zum normalen Zustand zurück, die Anämie verschwindet, und die Circulation stellt sich vollkommen physiologisch wieder her.

Alaun und Glycerin wirken schwächer als die übrigen erwähnten Substanzen in Bezug auf die Erweiterung der Gefässe.

Randzonen kamen nicht constant vor; traten sie auf, so war es in der Zeit der Verlangsamung der Circulation; fast keine Spur davon sah ich unter Einwirkung von Aether, Collodium cantaridatum und Alaun; sie waren leicht bei der Anwendung von salpetersaurem Silberoxyd; dagegen waren sie manchmal sehr ausgesprochen bei Application von Glycerin. In diesen letzten Fällen kamen die Randzonen in den kleinen Venen der gereizten Stelle vor, und erstreckten sich von da aus zuweilen bis in die grossen Venen.

Aether und Collodium cantaridatum bewirkten eine starke Contraction der Arterien, und daher eine bedeutende Anämie. In allen diesen Fällen bildeten sich keine Stasen.

#### 7. Reizung mit 1procentigem Goldchlorid.

Ein grosser Tropfen davon auf die ganze Schwimnhaut gebracht, gibt langsam Veranlassung zur Erweiterung der Gefässe und Beschleunigung der Circulation, die lange Zeit andauern. Sodann tritt Contraction der Arterien, Verlangsamung der Circulation und Stase auf. Am folgenden Tage war die Stase fast über die ganze Schwimnhaut ausgebreitet; die Gefässe sahen wie rothe Stränge aus; einige derselben waren angefüllt mit kleinen rundlichen, glänzenden Körperchen, die sich als Kerne der rothen Blutkörperchen erkennen liessen; im Verlaufe von 2—3 Tagen boten fast alle Blutgefässe diesen Anblick dar; der gefärbte Bestandtheil der rothen Blutkörperchen war verschwunden, und dadurch die Kerne deutlich sichtbar geworden.

Das Gewebe der Schwimnhaut erschien hell; die Pigmentzellen waren halb zusammengezogen; gegen die Ränder der Membran waren die Blutgefässe noch mit normalem Blut angefüllt, obgleich Stase darin vorhanden war.

In einem kleinen Stück der Schwimnhaut, in dem die Circulation wenn auch sehr langsam und bei bedeutender Erweiterung der Capillaren und kleinen Venen erhalten war, konnte ich constatiren, dass zwei Pigmentkörper in das Innere zweier Capillaren einen Fortsatz hineinschickten, der im Lumen des Gefässes ein rundliches Gebilde darstellte.

#### 8. Reizung mit Natron sulphuricum und phosphoricum, und Ammonium phosphoricum in Substanz.

Einige Minuten nach Application eines kleinen Stückchens dieser Substanzen erweitern sich die Arterien, und die Circulation wird beschleunigt; weder die Capillaren, noch die Venen erweitern sich bedeutend. Darauf erfolgt Contraction der Arterien und eine geringe Verlangsamung der Circulation in den Capillaren und kleinen Venen; jedoch keine Randzone und keine Stase.

Die Epidermis schwillt etwas an und wird trübe. Nach 8—12 Stunden kehrt Alles zur Norm zurück. Die Pigmentkörper boten mir keine bestimmten Veränderungen dar.

### 9. Reizung mit einfach kohlensaurem Natron in Substanz.

Nach einigen Minuten beginnt Dilatation der Arterien, sie wird rasch intensiv und die Circulation beschleunigt; diese Erscheinungen dauern 20—30 Minuten lang. Auf sie folgt Contraction der Arterien und Verlangsamung der Circulation; nach einigen Stunden tritt der normale Zustand vollständig wieder auf. Die Epidermis schwillt an und wird trübe.

In einem Falle wiederholte ich die Reizung mit einem kleinen Stückchen Natron carbonicum simplex an derselben Stelle, und beobachtete alsbald ziemlich ausgedehnte Stase, und hie und da Spuren von Randzonen. Während die Circulation in den Capillaren und kleinen Venen sich wieder herstellte, sah man in diesen weisse und rothe Blutkörperchen an der Gefässwand haften; ich konnte in der Folge ihren Austritt constatiren. Am Tage darauf war eine sehr ausgesprochene Randzone in einer grossen Vene vorhanden, und noch Stase in vielen Capillaren; ausserdem waren hie und da kleine Blutextravasate zu bemerken.

### 10. Reizung mit Natron nitricum in Substanz und gelöst.

Bei der Anwendung eines kleinen Stückchens Natron nitricum findet zunächst Dilatation der Arterien und Beschleunigung der Circulation statt. Auch in den direct gereizten Capillaren ist anfangs eine leichte Beschleunigung der Circulation vorhanden, aber bald verlangsamt sich diese, und es entwickelt sich in denselben vollständige Stase. Diese ist zuerst auf einige Capillaren beschränkt, die unmittelbar unter und neben der applicirten Substanz gelegen sind; später breitet sie sich weiter auf eine grosse Anzahl der Capillaren aus; die Arterie bleibt jedoch dilatirt, und nur in dem einen oder anderen ihrer Aeste ist die Circulation etwas verlangsamt. Entfernt man jetzt das Natron nitricum, welches noch unaufgelöst auf der Schwimmhaut sich findet, so hört die Stase allmählich auf. Die Circulation wird auf einige Stunden rascher, und schliesslich ganz normal, nachdem noch die Arterien sich leicht contrahirt haben.

Im Verlauf der Beobachtung sieht man in kleinen Venen Bildung von geringen Randzonen, die jedoch bald verschwinden.

Lässt man ein Stückchen der Substanz länger einwirken, so ist die Stase bei weitem ausgebreiteter, verschwindet erst nach längerer Zeit, und kann in einigen capillären Bezirken viele Stunden lang fort dauern.

Bei Anwendung von Natron nitricum in destillirtem Wasser gelöst, sah ich keine Stase in den Capillaren eintreten.

### 11. Reizung mit Kochsalz.

Kochsalz in Substanz veranlasst ganz ähnliche Veränderungen, wie Natron nitricum in Substanz; die Verlangsamung der Circulation in den Capillaren und die Stase sind sehr ausgesprochen.

### Zweite Reihe.

#### 1. Reizung mit Ammonium carbonicum in Substanz.

Nach 2—3 Minuten beginnt die gereizte Arterie sich zusammenzuziehen, und nach wenigen Secunden ist die Contraction der Art, dass die Arterie vollständig leer wird. Die Contraction schreitet in centripetaler Richtung an der Arterie immer von einem Seitenast zu dem nächstfolgenden fort. Jeder Seitenast, welcher vor der contrahirten Stelle der Arterie gelegen ist, erweitert sich, um das ganze von

dem Arterienstamm zugeführte Blut aufzunehmen, kann aber später, wenn die Contraction fortschreitet, ebenfalls in Zusammenziehung gerathen. In dieser Weise schiebt sich die Contraction der Arterie in grössere oder geringere Entfernung von der gereizten Stelle fort.

Zu gleicher Zeit mit dieser Contraction tritt eine plötzliche Verlangsamung der Circulation in den Capillaren und kleinen Venen ein; Randzonen kommen nicht vor; höchstens sieht man in einigen kleinen Venen weisse Blutkörperchen isolirt längs der inneren Fläche der Gefässwand circuliren, ohne jedoch stehen zu bleiben. Viele Capillaren werden leer und anämisch; hingegen sind diejenigen, welche in nächster Nähe der applicirten Substanz sich finden, bedeutend mit Blut angefüllt, und in einzelnen ist sogar Stase vorhanden.

Nach diesen Erscheinungen beginnt wieder die Circulation in der contrahirten Arterie und ihren Aesten; die Stase verschwindet bald, und es folgt Erweiterung der Arterie und Beschleunigung der Circulation. Diese letztere kann sehr lebhaft sein, während sämmtliche Gefässe nur wenig erweitert sind.

Später tritt wieder eine geringe Contraction der Arterie mit Verlangsamung der Circulation ein, bis endlich Alles normal wird.

Diese Thatsachen folgen rasch auf einander, und können binnen 3—5 Stunden vorüber sein.

## 2. Reizung mit Ammonium carbonicum in 10procentiger Lösung.

Applicirt man einen kleinen Tropfen dieser Lösung, so findet augenblicklich Contraction und Entleerung der Arterien statt, wie bereits oben erwähnt. In den Capillaren verlangsamt sich die Circulation und hört sehr bald auf; einige Capillaren werden und bleiben blutleer. Nach 10—20—30 Secunden beginnt das Blut wieder zu circuliren und in Kurzem ist die Circulation vollständig wieder hergestellt. Dann folgt mit mässiger Erweiterung der Arterie eine ganz bedeutende Beschleunigung der Circulation; in den Venen pflegt die Dilatation ausgesprochener zu sein. Man beobachtet keine Randzone oder nur ganz geringe Andeutungen davon in kleinen Venen. Auch hier folgt später eine geringe Contraction der Arterie auf die Erweiterung derselben. Diese Erscheinungen folgen einander äusserst rasch.

Im Allgemeinen ist die Circulation, nachdem sie wieder hergestellt ist, um so mehr beschleunigt, je stärker, ausgedehnter und andauernder die primitive Contraction der Arterie war. Eine solche Beschleunigung ist zuweilen von einer wahrhaft erstaunlichen Intensität. Die Capillaren erscheinen durchaus nicht erweitert.

## 3. Reizung mit 5 pCt. Kali carbonicum und 7,5 pCt. Natron carbonicum.

Diese Lösungen geben zu ähnlichen Erscheinungen Veranlassung, wie das Ammonium carbonicum. Zuweilen jedoch findet die primäre Contraction der Arterie nicht statt; höchstens erscheint eine geringe Verlangsamung der Circulation in einigen Capillaren, und hierauf Erweiterung der Gefässe und Beschleunigung der Circulation, und noch später leichte Contraction der Arterie sowie Verlangsamung der Circulation, und endlich Rückkehr zur Norm gewöhnlich im Verlauf von 2—4 Stunden.

In jedem Falle jedoch folgen alle diese Erscheinungen einander langsamer, als bei der Anwendung des kohlensauren Ammoniak. Ausserdem ist die Beschleunigung der Circulation nicht so ausgesprochen, dagegen sind die Randzonen gewöhnlich deutlicher.

Unter Einwirkung des *Natron carbonicum* sowohl in Substanz, als in Lösung, sah ich einige Male, dass von zwei, der gereizten Stelle benachbarten Arterien, die eine unmittelbar nach der Application sich beträchtlich erweiterte, während die andere entweder sofort sich zusammenzog, oder nachdem sie zuerst sich etwas erweitert hatte.

4. Reizung mit *Ammonium causticum*, 1 Tropfen auf 10 destillirten Wassers, gibt zu denselben Erscheinungen Veranlassung, wie das *Ammonium carbonicum*; jedoch folgen sie hier einander langsamer; nicht sehr intensive Randzonen sind in vielen Venen bemerkbar; ausserdem sind die Stasen ausgesprochener und verschwinden nicht so leicht, wie nach Anwendung von *Ammonium carbonicum*; in einigen Capillaren dauert die Stase noch fort, nachdem die Erweiterung der Arterien mit Beschleunigung der Circulation eingetreten ist.

5. Reizung mit *Ammonium nitricum* in Substanz.

Bei Anwendung eines ganz kleinen Stückchens dieser Substanz beobachtete ich sehr bald starke Contraction der gereizten Arterie, die sich vollkommen entleerte; dieselbe schritt, wie in den vorigen Versuchen, von einem Seitenast zum anderen; alle Verästelungen der Arterie, die in der gereizten Stelle sich verzweigten, waren stark contrahirt, und das Blut, das noch durch den Arterienstamm anlangte, ging nun durch die Verästelungen, die ausserhalb des Feldes der Reizung sich ausbreiteten. Zu gleicher Zeit fand Verlangsamung der Circulation in den Capillaren statt, in denen zum Theil vollständige Stase, in anderen Anämie sich entwickelte. Hierauf begann wieder die Circulation in der Arterie, und mit dem Regewerden derselben verschwand hier bald die Stase. Die Dilatation der Arterie und die Beschleunigung der Circulation wurden später bedeutend. Nach 2 Stunden trat wieder eine leichte Contraction der Arterie mit geringer Verlangsamung der Circulation ein, wonach Alles bald wieder normal wurde.

Eine eigenthümliche Erscheinung beobachtete ich in einem Falle an der gereizten Arterie; vor der Reizung pulsirte sie nicht; erst nach der primären heftigen Contraction, als sie sich zu erweitern begann, zeigte sie lebhafte Pulsationen, 49 in der Minute; mit der Abnahme der Beschleunigung der Circulation wurden die Pulsationen leichter, und deren Zahl fiel auf 44 und später 42 in der Minute; endlich hörte jede Pulsbewegung in ihr wieder auf.

In einigen Versuchen gab mir das *Ammonium nitricum* ganz ähnliche Erscheinungen, wie *Natron nitricum* und Kochsalz.

Am Ende der Schilderung dieser Experimente will ich noch hinzufügen, dass wiederholte Application von Eis keine auffallende Erscheinung hervorrief.

Fassen wir nun im Kurzen die Veränderungen zusammen, die sich an der Schwimnhaut des Frosches in Folge der Application von reizenden Substanzen entwickeln, so müssen wir vor Allem die Veränderungen der Circulation von denen unterscheiden, welche in dem Gewebe der Schwimnhaut selbst entstehen.

In Hinsicht auf die Veränderungen der Circulation müssen wir nach den beschriebenen Versuchen die reizenden Substanzen in zwei Reihen theilen.

Zu der einen gehört der grösste Theil derselben, und diese geben zu den folgenden Veränderungen Veranlassung: Erweiterung der Arterien und sodann der Capillaren und Venen; gleichzeitig Beschleunigung der Circulation, darauf Contraction der Arterien und Verlangsamung der Circulation, womit sich verbinden kann 1) Anämie in den Capillaren, 2) Bildung von Randzonen in den kleinen und grossen Venen, selten in den Arterien, und endlich 3) Stasen in den Capillaren und kleinen Venen, selten in grossen Venen, und fast nie in den Arterien.

Die zweite Reihe der von mir angewandten reizenden Substanzen begreift hauptsächlich das Ammoniak und einige seiner Salze, und diese Substanzen unterscheiden sich von den vorhergehenden dadurch, dass sie kaum applicirt meistens eine Contraction der Arterien, die ich primäre nennen will, erregen, mit Verlangsamung der Circulation; Erscheinungen, die einige Secunden, bis zu einer oder wenigen Minuten dauern. In ihren weiteren Veränderungen stimmen diese Substanzen im Wesentlichen mit der ersten Reihe überein, insofern sie auch zu Erweiterung der Gefässe mit Beschleunigung der Circulation, und dann zu Contraction der Arterien, die ich secundäre nennen will, mit Verlangsamung der Circulation Veranlassung geben.

Es wäre nun zu erforschen, in welcher Weise die beschriebenen Circulationsveränderungen zu Stande kommen; und in dieser Beziehung würde zuerst die primäre Contraction, dann die Erweiterung der Gefässe und endlich die secundäre Contraction in Betracht zu ziehen sein. Bevor ich jedoch in diese Erörterung eingehe, halte ich es für nöthig, noch andere Experimente mitzuthellen, die für die Erklärung der erwähnten Veränderungen von grosser Wichtigkeit sind.

Von dem Goltz'schen Versuche ausgehend, wollte ich mit directer Beobachtung an der Schwimnhaut die Circulationsveränderungen verfolgen, die in derselben durch das Klopfen des Bauches eintraten. Zu diesem Zwecke legte ich den curarisirten Frosch mit dem Rücken auf die Glasplatte.

Nach kurzem Klopfen auf dem Bauch des Thieres sah ich, dass die Arterien der Schwimnhaut sich zusammenzogen, viele Capillaren sich entleerten, und die Circulation langsam wurde. Hörte ich mit dem Klopfen nach einigen Secunden auf, so wurde die Circulation

bald wieder regelmässig. Häufig genug jedoch erlitten die Arterien ganz vorübergehend eine Erweiterung, die in ihrer Intensität gewöhnlich in einem solchen Verhältniss zur früheren Contraction stand, dass je stärker die Zusammenziehung, um so intensiver auch die Dilatation der Arterien war.

Was war der Grund und das Wesen dieser Contraction?

Wenn man statt den Klopffversuch zu machen, mit einer Präparirnadel die Bauchhaut sticht, so erhält man dieselben schon erwähnten Erscheinungen in den Gefässen der Schwimmhaut. Dasselbe endlich beobachtet man auch nach Stichen der Rückenhaut, oder wenn man mit der Pincette irgend welche sensible Theile des Körpers, die Finger z. B. zwickt; oder durch Application von chemischen Substanzen, Essigsäure, auf den Körper, oder endlich durch Anwendung des electricischen Stromes reizt.

Man weiss aus physiologischen Versuchen, dass die Reizung einer beliebigen sensiblen Körperstelle den Blutdruck vermehrt, und diese Vermehrung des Blutdruckes erklärte man durch eine Contraction der Arterien. Ich constatirte nun durch directe Beobachtung was physiologische Experimente bisher nur vermüthen liessen, dass nämlich eine Contraction der peripherischen Arterien wirklich erfolgt.

Solche Contraktionen der Arterien beobachtete ich am leichtesten an kleinen Fröschen, an Schwimmhautarterien von mittlerem Caliber, und an leicht curarisirten Fröschen; ist das Thier stark curarisirt, so bietet es undeutlich oder gar nicht diese Erscheinungen dar, vielleicht weil die starke Curarisirung auf die Muskelfaser der Arterienwände einen Einfluss übt.

Die hier angeführten Contraktionen treten entweder sogleich nach der mechanischen Reizung, oder nach Ablauf einiger Secunden ein; im ersten Falle sind sie gewöhnlich intensiver als im zweiten. Kommt die Contraction sofort zu Stande, so findet ein plötzliches Stillstehen der Circulation statt; und zweimal bemerkte ich, als ich auf die Bauchhaut stach, dass in einer grossen Arterie die Circulation augenblicklich inne hielt, und dass eine Blutwelle rückläufig wurde. Wenn die Contraction relativ langsam eintritt, so sieht man den Durchmesser der Arterie kürzer werden, und die Blutmenge im Verhältniss dazu abnehmen; auch in diesem Falle können sich die kleinen und mittleren Arterien vollständig entleeren; die Circulation wird dann sehr langsam, hört aber nicht auf.



Diese Contractionen dauern 10—20—30 Secunden, dann nimmt die Circulation wieder ihren früheren Gang an. Führt man mit der Reizung längere Zeit fort, so kann die Dauer dieser Erscheinung sich verlängern.

Ausser den Arterien beobachtete ich auch die Venen; in vielen Fällen war es mir unmöglich eine Veränderung des Durchmessers zu constatiren; einige Male jedoch konnte ich an Venen von mittlerem Caliber einen leichten Grad von Contraction deutlich nachweisen. Es ist allerdings die Frage, ob diese von derselben Art, wie die der Arterien, oder ob sie eine Folge des verminderten Blutzufusses ist, so dass bei Abnahme des Inhalts die Wände sich zu nähern suchen. Ich habe keine Thatsachen, um mit Sicherheit diese Frage zu entscheiden; ich glaube jedoch, dass ein gewisser Grad von Contraction der Venen unter demselben Einflusse stattfinden kann, wie bei den Arterien.

Endlich muss ich bemerken, dass während der Contraction der Arterien die Circulation in den Capillaren und Venen stets verlangsamt ist, und das Blut stossweise fortbewegt wird.

Sind nun diese eben besprochenen Contractionen der Arterien identisch mit den sogenannten rhythmischen Contractionen der Arterien, oder sind sie von der Veränderung der Herzaction abhängig, welche auf Reizung der sensiblen Nerven eintritt (Goltz und Mantegazza, s. u.), oder sind sie endlich durch nervöse Bahnen den Arterien zugeleitete, also eigentliche Reflexcontractionen?

Rhythmische Contractionen haben zuerst Schiff und später andere Forscher im normalen Zustande an den Arterien des Ohres des Kaninchens beobachtet. Ich sah diese auch an den Arterien der Schwimmhaut des Frosches; meistens bemerkte ich sie an mittleren und kleinen Arterien. Derartige Contractionen bieten wohl einen gewissen Grad von Regelmässigkeit dar, sind aber von der Regelmässigkeit der Pulsationen weit entfernt. Gewöhnlich folgen sie sich in Zwischenräumen von 1—1½—2 Minuten; einige Male sah ich starke Contractionen in Zwischenräumen von 4—6—8 Minuten auf einander folgen, während welcher Zeit ganz leichte Veränderungen in der Blutfülle der Arterie zu bemerken waren. Nicht selten folgen zwei Contractionen einander schon nach 5—10—20 Secunden. Im Allgemeinen kann man daher sagen, dass diese rhythmischen Contractionen bemerkenswerthe Verschiedenheiten darbieten.

In der Absicht, den Einfluss einer Reizung auf solche rhythmischen Contractionen zu studiren, applicirte ich auf den Verlauf solcher Arterien reizende Substanzen; und da konnte ich constataren, dass sobald die Dilatation der Arterien begann, die rhythmischen Contractionen aufhörten. Ist die Wirkung der applicirten Substanz eine leichte, so beginnen sie, mit der Rückkehr der Circulation zum normalen Zustande, von Neuem. In Bezug hierauf theile ich folgende Beobachtung mit:

In einem grossen Ast einer Arterie beobachtete ich die rhythmischen Contractionen in folgender Ordnung: h 9 45', 46' 30'', 46' 45'', 47' 10'', 48', 49' 30'', 50', 51', 51' 15'', 51' 30'', 52' 30'', 53' 45'', 54' 35'', 55' 10'', 56' 30'', 57' 45'', 58' 5'', 58' 30'', 59' 10'', h 10 0' 30'', 1'. Ich applicirte alsdann ein Stückchen Natron carbonicum simplex auf den Verlauf des Arterienastes; und da boten sich mir auf der Strecke desselben zwischen der Stelle der Application und dem Ausgangspunkt von dem Hauptstamme drei deutliche Contractionen im Verlauf von 5 Minuten; nach dieser Zeit begann die Arterie sich zu erweitern, und die rhythmischen Contractionen fanden nicht mehr statt. Die Dilatation der Arterie sowie die Beschleunigung der Circulation dauerten etwa 20 Minuten; um 10 $\frac{3}{4}$  Uhr begann die Arterie an Caliber abzunehmen, und um 11 $\frac{1}{4}$  Uhr war sie zu ihrem primitiven Durchmesser zurückgekehrt. Nach 11 $\frac{1}{2}$  Uhr traten die rhythmischen Contractionen in folgender Ordnung wieder auf: h 11 38' 30'', 40' 15'', 42' 10'', 44' 20'', 46' 15'', 48' 5'', 50' 30'', 52' 15'', 52' 40'', 54' 45''. In dieser zweiten Reihe folgten nun die Contractionen in längeren Zwischenräumen, aber mit grösserer Regelmässigkeit, als in der ersten Reihe.

Andererseits war es interessant zu erfahren, ob diese rhythmischen Contractionen unter nervösem Einfluss standen, oder ob sie Folge von durchaus localen Umständen waren; zu diesem Zwecke beobachtete ich in einer Arterie von mittlerer Grösse diese Contractionen, die in folgender Ordnung statt hatten: h 10 13' 30'', 15', 16' 20'', 17' 30'', 19' 20'', 21', 22', 23' 20'', 24' 30''. Darauf durchschnitt ich den Nervus ischiadicus, und sofort hörten die rhythmischen Contractionen auf; die Arterie erweiterte sich ein wenig. Ich untersuchte 2 Tage hindurch die Arterie, und konnte keine rhythmischen Contractionen mehr bemerken. Dieselbe Arterie bot ausserdem 40 Pulsationen in der Minute dar; nach Durchschneidung des Nervus ischiadicus wurde ihre Zahl nicht verändert.

Dieser Versuch beweist somit, dass die Innervation auf die Erzeugung der rhythmischen Contractionen einen entschiedenen Einfluss hat. Ich muss hier jedoch hinzufügen, dass Vulpian und Roever<sup>1)</sup> in den Ohrarterien des Kaninchens nach Durchschneidung des Halssympathicus die rhythmischen Contractionen verschwinden, aber nach einigen Tagen wieder eintreten sahen.

<sup>1)</sup> Gustav Roever, Kritische und experimentelle Untersuchung des Nerveninflusses auf die Erweiterung und Verengerung der Blutgefässe. Rostock 1869.

Haben wir hiermit die Eigenthümlichkeiten dieser normalen rhythmischen Contractionen festgestellt, so gelingt es nun leicht, die übrigen durch Reizung sensibler Nerven hervorgerufenen Contractionen von jenen zu unterscheiden. Die Unterscheidung beruht hauptsächlich darauf, dass die durch mechanische Reizung hervorgerufenen Contractionen immer unmittelbar nach der Reizung eintreten, länger bestehen, und gewöhnlich auch energischer sind, wie die rhythmischen Contractionen.

Weiter konnte man nun die uns interessirenden Contractionen ansehen als bedingt durch die Veränderung der Herzaction; da Goltz <sup>1)</sup> und später Mantegazza <sup>2)</sup> feststellten, dass die Herzkraft abnimmt, die Zahl und die Kraft der Pulswellen sich vermindert nach Reizung sensibler Nerven, so strömte den peripherischen Arterien weniger Blut zu, und es wäre daher denkbar, dass sie erst in Folge dieser Blutverminderung sich zusammenziehen. Um diese Ansicht von der Natur dieser Contractionen zu widerlegen, wiederholte ich die obigen Experimente, indem ich gleichzeitig den Nervus ischiadicus durchschnitt. Diese Durchschneidung durfte die Contractionen nicht verändern, wenn sie von der Herzaction abhängig waren, mussten sie dagegen aufheben, wenn sie in den Arterienwänden auf nervösem, wirklich reflectorischem Wege erregt wurden. Es ergab sich das Resultat, dass nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus die erwähnten Contractionen nicht mehr hervorzurufen waren, und wir kommen damit zu dem Schlusse, dass sie als wirkliche Reflexcontractionen anzusehen sind.

Bei dieser Untersuchung constatirte ich zuerst durch mechanische Reizung, die entweder im Klopfen oder im Zwicken der Finger oder der Haut mit der Pincette bestand, Contractionen in den Arterien der Schwimmhaut, die ich kurz reflexe nennen will. Darauf durchschnitt ich den Nervus ischiadicus, und die Reflexcontractionen traten in allen meinen Untersuchungen nicht mehr auf; erschienen aber noch in den Schwimmhäuten der Extremität, deren Nervus ischiadicus unversehrt war. In diesen traten noch immer Reflexcontractionen auf, sowohl durch Zwicken der Finger der vorderen Extremitäten, als durch Zwicken desselben Fusses, den ich be-

<sup>1)</sup> Goltz, Vagus und Herz. Dieses Archiv Bd. XXVI. 1. u. 2. Hft.

<sup>2)</sup> Paolo Mantegazza, Dell' azione del dolore sulla calorificazione e sui moti del more. Gazzetta medica italiana di Lombardia. tomo 5<sup>o</sup>. Milano 1866.

obachtete; sie traten dagegen nicht mehr auf, wenn ich die Finger der Extremität zwickte, deren Nervus ischiadicus ich durchschnitten hatte.

Ich muss endlich hinzufügen, dass es mir nicht gelang, deutliche Reflexcontractionen in Arterien, die durch Einwirkung von reizenden Substanzen erweitert waren, zu erhalten, obwohl Reflexcontractionen an nicht gereizten Arterien statt hatten.

Bei dieser Gelegenheit konnte ich auch den Einfluss studiren, den die einfache Durchschneidung des Nervus ischiadicus auf die Circulation hat.

Hebt man den blossgelegten Nerven leicht mit einer Nadel, in der Weise, dass man jede Compression auf die Arteria femoralis vermeidet, und zwickt man ihn stark mit einer Pincette, so beobachtet man in den Schwimmhäuten des entsprechenden Fusses eine Verlangsamung, oder selbst ein plötzliches Stillstehen der Circulation, welche Erscheinungen mit der Entfernung der Pincette sogleich verschwinden. Indem ich den Nerven wieder zwickte, konnte ich zuweilen ein zweites und auch ein drittes Mal die Erscheinungen wiederholen. In zwei Fällen gelang es mir dieselben Thatsachen durch Zwicken des peripheren Endes des Nerven zwei Mal auf einander hervorzurufen, den ich vorher mit einer Scheere durchgeschnitten hatte.

Auf die Durchschneidung des Nervus ischiadicus folgt eine gewisse Erweiterung zuerst der Arterien, und dann der anderen Gefässe. Diese Erscheinung ist an kräftigen Fröschen gewöhnlich sehr gering; während sie an schwächlichen Thieren ausgesprochener zu sein pflegt. An einem schwachen Frösch war die Dilatation sehr bedeutend, dauerte etwa 36 Stunden, und dann kehrten die Arterien wieder zu ihrem normalen Caliber zurück. Mit der Dilatation der Gefässe ist eine verhältnissmässige Beschleunigung der Circulation verbunden.

Nachdem ich die Dilatation der Gefässe nach der einfachen Durchschneidung des Nervus ischiadicus constatirt hatte, unternahm ich einige Versuche, um die Wirkungen dieses Eingriffes verbunden mit der Application von reizenden Substanzen zu sehen. Jedesmal, wenn ich Reizmittel anwendete, und unter diesen bediente ich mich vorzüglich des Crotonöls und der 2procentigen Schwefelsäure, sah ich, dass die Erweiterung, welche in Folge der Durchschneidung des Nervus vorhanden war, unter Einwirkung der applicirten Sub-

stanz deutlich zunahm. Ich musste daraus zu dem Schluss kommen, dass die Dilatation, die bei unversehrtem Nervus ischiadicus durch Application dieser selben Substanzen eintritt, wenigstens zum Theil rein localen Ursprungs, jedenfalls nicht ausschliesslich einer durch die Centralorgane des Nervensystems vermittelten Paralyse zuzuschreiben ist.

An dem Frosche, bei welchem, wie schon oben erwähnt, die in Folge der Durchschneidung des Nervus ischiadicus eingetretene Dilatation erst nach 36 Stunden verschwunden war, applicirte ich ein Tröpfchen 2procentiger Schwefelsäure, und erhielt so schöne Resultate, dass ich sie hier ausführlich mittheilen will.

Drei Tage nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus reizte ich die Schwimmhaut durch Application eines Tröpfchens 2procentiger Schwefelsäure auf die Endäste einer grossen Arterie. Wenige Minuten darauf begann Erweiterung der Arterien mit gleichzeitiger Beschleunigung der Circulation, welche Erscheinungen eine bedeutende Intensität erreichten, und auf die gereizte Stelle scharf beschränkt blieben. Hierauf folgte starke Füllung der Capillaren und Erweiterung der Venen; dann Stase in einigen Capillaren und geringe Verlangsamung der Circulation in grösseren Venen, mit Bildung von Randzonen, die sich weithin über den entzündeten Heerd erstreckten; zwischen den still stehenden weissen Blutkörperchen waren in den Randzonen hie und da auch rothe Blutkörperchen zu sehen. Die Stase in einigen Capillaren und ein gewisser Grad von Verlangsamung in der venösen Blutströmung hatten schon angefangen, bevor die Contraction der Arterie stattfand.

Bemerkenswerthe Erscheinungen bot mir die Arterie in ihrer Contraction dar. Der Theil derselben, welcher ausserhalb des gereizten Heerdes lag, zog sich stark zusammen, so dass sein Lumen dem einer Capillare gleich kam, und fast kein Blut mehr durchströmen liess. Der direct gereizte Theil hingegen folgte nicht dem oben erwähnten in seiner Zusammenziehung, sondern blieb erweitert, und zwar genau bis an die Grenze, wo die reizende Substanz hinreichte; in ihm entwickelte sich alsbald eine ziemlich starke Randzone. Da in Folge der starken Contraction des nicht gereizten Theiles kein Blut mehr hineinlangte, so bildete er und einige gereizte Seitenäste weissliche, helle Stränge, an deren Innenfläche weisse Blutkörperchen angehäuft lagen. Nach etwa 12 Minuten fing die Circulation von Neuem an; es drang jedoch nur eine kleine Blutmasse, und auch diese nur stossweise hinein. Während dieser Vorgänge entwickelte sich in den Capillaren, wo keine Stase vorhanden war, ein beträchtlicher Zustand von Anämie; die vorher entstandene Stase löste sich indess an vielen Capillaren wieder auf.

Die Pigmentkörper nahmen in der gereizten Stelle eine verzweigte Gestalt an. Das gereizte Gewebe trübte sich und wurde undurchsichtig. Am folgenden Tage erschien die früher stark erweiterte Arterie etwas contrahirt, an ihrer Innenfläche waren indess noch immer weisse Blutkörperchen angesammelt. Der von der Aetzung nicht berührte Theil war schon ziemlich erweitert; nichtsdestoweniger ging ein grosser Theil des Blutes, den die beobachtete Arterie führte, durch einen Seitenast ab, während eine relativ kleine Menge in den gereizten Theil der Arterie überging.

Aus der hier berichteten Reihe von Untersuchungen geht also hervor:

1) Dass die Arterien der Schwimmbäute, namentlich die kleineren, im normalen Zustand Contractionen zeigen, die sich in mehr oder weniger regelmässigen Zwischenräumen wiederholen, dass diese Contractionen durch die Bahn des Nervus ischiadicus beeinflusst werden, und endlich dass sie nicht statthaben, wenn die Arterien in Folge von localer Reizung dilatirt sind: sogenannte rhythmische Contractionen.

2) Dass eine auf irgend eine Stelle des Körpers gebrachte Irritation eine Reflexcontraction der Arterien hervorruft. Diese steht unter directem Einfluss des Nervensystems, und ist nicht von den Herzcontractionen abhängig: Reflexcontractionen. Sie treten in den durch locale Reizung dilatirten Arterien deutlich wenigstens nicht mehr auf.

3) Dass auf die Durchschneidung des Nervus ischiadicus Dilatation der Arterien und der anderen Gefässe folgt, die später verschwinden kann, dass dagegen das Zwicken des peripheren Endes des durchschnittenen Nervus ischiadicus Veranlassung gibt zu einer plötzlichen Verlangsamung oder selbst zum Stillstehen der Circulation.

4) Dass die Application einer reizenden Substanz auf die Arterien im Augenblicke ihrer grössten in Folge der Durchschneidung des Nervus ischiadicus eingetretenen Erweiterung, diese letztere erhöht. War die paralytische Dilatation schon verschwunden, so veranlasst die Application einer reizenden Substanz alle früher erwähnten Erscheinungen in unveränderter Deutlichkeit.

Kehren wir jetzt zu der Betrachtung der Circulationsveränderungen zurück, die durch Application von reizenden Substanzen hervortreten, so wollen wir zuerst mit der primären Contraction anfangen.

In Rücksicht auf dieselbe muss ich vor Allem hervorheben, dass sie nicht immer statt hat; im Allgemeinen beobachtet man sie, wenn man zum ersten Male einen Frosch reizt; wiederholt man die Reizung, oder macht man dieselbe an Fröschen, die schon zu anderen Versuchen gedient haben, deren Schwimmbhautgewebe jedoch unverändert blieb, so findet diese gewöhnlich nicht statt.

Die primäre Contraction tritt gewöhnlich rasch ein, ist durchaus vorübergehend und dauert einige Secunden bis eine oder einige

Minuten. Eine solche habe ich, selbst ganz vorübergehend, unter Einwirkung der Substanzen der ersten Reihe niemals eintreten sehen.

Was die Natur der primären Contraction anbelangt, so bin ich nicht vollständig in's Klare gekommen. Die nächstliegende Deutung derselben wäre vielleicht, dass es sich hier um Reflexcontraction, welche identisch oder ähnlich der oben beschriebenen, durch Reizung sensibler Nerven hervorgerufenen sei, handelte. Ich kann jedoch eine solche Meinung nicht zulassen, und zwar aus folgenden Gründen: die primäre Contraction bietet die Eigenthümlichkeit dar, dass sie nur die direct gereizten Arterien betrifft; wodurch sie sich von den beschriebenen Reflexcontractionen unterscheidet, die an sämmtlichen zu beobachtenden Arterien gleichzeitig vorkommen. Ausserdem ist noch zu bemerken, dass, während die Reflexcontractionen gleichzeitig auf der ganzen Länge der Arterien auftreten, die primären Contractionen dagegen in centripetaler Richtung von der Abgangsstelle eines Seitenastes zu dem anderen successive sich fortpflanzen. Es handelt sich also wahrscheinlich nur um einen localen Vorgang, nicht um reflectorische Uebertragung des Reizungsvorganges mittelst des centralen Nervensystems.

Dieser Satz würde als bewiesen zu betrachten sein, wenn sich zeigen lässt, dass die Durchschneidung des Nervus ischiadicus das Zustandekommen der primären Contraction in keiner Weise beeinflusst. Ich habe bis jetzt zu wenig Experimente in dieser Richtung angestellt, um mich hierüber bestimmt aussprechen zu können. Nur in einem Falle sah ich auch nach Durchschneidung des Nervus ischiadicus unter Einwirkung des Ammonium carbonicum die primäre Contraction noch eintreten.

Ist die primäre Contraction ein locales Phänomen, so bleibt nun noch die Frage aufzuwerfen, ob sie von einer directen Einwirkung der reizenden Substanzen auf die Musculatur der Arterien und überhaupt auf die Wandungen der Gefässe abhängt, oder ob sie eine locale nervöse Erscheinung ist; wenn man an die Schnelligkeit denkt, mit welcher die primäre Contraction entsteht, so erscheint diese zweite Möglichkeit als die wahrscheinlichste.

Was nun die (primäre) Dilatation betrifft, die man unter Einwirkung der Substanzen der ersten Reihe beobachtet, so könnte man sie auch als nervöses Phänomen betrachten. Wir haben gesehen, dass die Durchschneidung des Nervus ischiadicus eine Er-

weiterung der Gefäße veranlasst; aber wir sehen auch andererseits, dass eine derartige Erweiterung durch die nachherige Wirkung der reizenden Substanzen noch vermehrt wird; darum müssen ganz locale Vorgänge vorhanden sein. Es handelt sich also darum, zu wissen, ob diese localen Vorgänge in einer directen Wirkung der angewandten Substanzen auf die Gefässwandungen, und zwar hauptsächlich auf die Muskelfasern derselben bestehen, oder ob sie eine locale nervöse Erscheinung sind. Es erscheint auch hier wahrscheinlich, dass man es mit localen nervösen Phänomenen zu thun hat.

Jedenfalls bleibt es schwierig zu erklären, warum die Substanzen der ersten Reihe eine Dilatation, jene der zweiten eine Contraction der Gefäße hervorrufen. Man könnte daran denken, dass die Dilatation eine Paralyse (paralytische Theorie der entzündlichen Hyperämie), die Contraction einen Spasmus (spasmodische Theorie) darstellt, und dass letztere den ersten Grad der Einwirkung, erstere einen höheren Grad, d. i. eine Ueberreizung darstellt.

Wäre dies richtig, so musste indess auch in der ersten Reihe bei schwacher Wirkung des Reizes zuerst eine primäre Contraction erscheinen, was aber nicht der Fall ist.

Andererseits wäre es auch nicht erklärt, warum die Substanzen der ersten Reihe eine Hemmung, jene der zweiten eine Reizung veranlassen.

Um in allen diesen Schwierigkeiten eine Lösung zu finden, scheint es mir nöthig, die primäre Contraction noch genauer zu studiren, namentlich auch die Verschiedenheiten in der Wirkung der verschiedenen Agentien, je nachdem sie schneller oder langsamer einwirken.

Auf die Erweiterung der Gefäße folgt Zusammenziehung derselben, secundäre Contraction; diese entsteht, wenn die Wirkung der angewendeten Substanzen intensiv wird, das Agens tiefer eindringt, die Gewebe, vielleicht auch die Gefässwandungen selbst in ihrer Zusammensetzung verändert werden. In letzteren Beziehungen sind Verschiedenheiten bei den verschiedenen Agentien vorhanden, jedenfalls complicirte Vorgänge, welche noch einer genaueren Analyse bedürfen.

Trotz der ungelöst gebliebenen Fragen zeigen jedoch die obigen Experimente, dass bei der durch örtliche Reizung hervorgerufenen, also auch bei der entzündlichen Hyperämie nach einander verschie-



dene Zustände an den Gefässen vorkommen. In Bezug auf dieselben muss ich noch einmal betonen, dass sie immer an den direct gereizten Gefässen auftreten. Diese Zustände sind bald von spasmodischer, bald von paralytischer Natur; daher erhellt, dass sowohl die spasmodische, als die paralytische Theorie der entzündlichen Hyperämie eine thatsächliche Begründung haben, dass beide aber unrichtig sind, insofern sie exclusiv gestellt wurden.

Jetzt bleibt es mir noch übrig, die Nebenerscheinungen in Betracht zu ziehen, welche die erwähnten Hauptphänomene begleiten.

Zuerst will ich bemerken, dass einige Substanzen, und zwar einige Salze, Kochsalz, manchmal die Ammoniaksalze, wenn sie zur primären Contraction nicht Veranlassung geben, schon Anfangs eine Verlangsamung der Circulation in einzelnen Capillarbezirken mit starker Anfüllung derselben, auf welche eine vollständige Stase folgen kann, verursachen, während die Arterien erweitert oder fast unverändert bleiben. Dies tritt besonders bei Application der genannten Salze in Substanz auf. Wenn das applicirte Stück der Substanz vollkommen gelöst ist, oder wenn dasselbe entfernt wird, nachdem es die erwähnte Verlangsamung und Stase bewirkt hat, so verschwinden diese bald wieder, um einer mehr oder weniger beträchtlichen Beschleunigung der Circulation Platz zu machen. In einzelnen Fällen jedoch, wenn die Stase sehr ausgebreitet ist und lange andauert, löst sie sich sehr langsam oder nicht mehr vollständig auf.

Da in diesen Fällen die Stase und die Verlangsamung in den Capillaren eintreten ohne eine Verengung der Arterien, also ohne eine Verminderung der arteriellen Blutzufuhr, so ist es sehr wahrscheinlich, dass sie wenigstens zum Theil, einer directen Wirkung des Reizes auf das Gewebe und die Gefässwandungen, vielleicht auch auf das Blut selbst zuzuschreiben sind.

Da unter Einwirkung der Substanzen der ersten Reihe zuerst Erweiterung, später Contraction der Gefässe statt hat, so geschieht es, dass Anfangs in der gereizten Stelle ein grösserer Blutzufluss stattfindet, eine wahre active Hyperämie. Aber auf die Hyperämie folgt ein anämischer Zustand mit Aufhebung der Strömung in mehreren Gefässen oft gleichzeitig.

Mit diesen letzten Bedingungen tritt nothwendig Verlangsamung der Strömung auch in den Capillaren und Venen ein, die an der Peripherie der gereizten Stelle verlaufen, oder die sich, indem sie

diese verlassen, mit Gefässen verbinden, die ausserhalb derselben liegen. Weiterhin entwickelt sich allerdings in Folge der Contraction der gereizten Arterie, wenn diese sich ausserhalb des gereizten Heerdes in centripetaler Richtung nicht weiter als bis zum ersten oder zweiten Seitenast erstreckt, ein grösserer Blutzufuss in den Gefässen, die in der näheren Umgebung der gereizten Stelle verlaufen.

Drei Dinge sind namhaft zu machen, welche sich in Folge jeder Contraction der Arterien und der damit gegebenen Verlangsamung der Blutströmung einstellen, zuweilen sogar gleichzeitig erscheinen.

Erstens eine Abnahme der normalen Blutmenge in vielen Capillaren, und hierdurch fast constant eine mehr oder weniger ausgesprochene Anämie der ganzen gereizten Stelle.

Zweitens die Stase in den Capillaren und kleinen Venen, selten in den grossen Venen, welche sich besonders entwickelt, wenn diese Gefässe stark mit Blut gefüllt sind. Sie entsteht, weil durch die Contraction der Arterie, die vis a tergo abnimmt. Ausserdem kann aber auch eine directe Veränderung der Capillarwände an und für sich Ursache der Stase sein. Eine ziemlich ausgedehnte und lang andauernde Stase veranlasst Zerreissung der Gefässwände und Extravasate im Gewebe der Schwimnhaut; verschwindet die Stase nicht, so folgt Mortification des Gewebes. Keine der angewandten Substanzen bewirkt so leicht Blutextravasate, als das Crotonöl.

Drittens endlich die Bildung von Randzonen; auch diese findet nicht nach Einwirkung aller von mir gebrauchten Substanzen statt, und wenn Randzonen auftreten, so variirt ihre Intensität und Ausdehnung ganz bedeutend. Die Ansammlung der weissen Blutkörperchen an der inneren Fläche der Gefässwand beginnt mit dem Eintreten der Contraction der Arterien und mit der Verlangsamung der Circulation, und nimmt allmählich an Intensität zu; in den Arterien beobachtet man dieselben nur selten, und zwar nur in den dilatirten Theilen derselben. Ich habe sie nie an den Stellen der Arterien gesehen, die wirklich contrahirt waren, und wenn die Contraction der Arterie auf die dilatirte Stelle übergrieff, so verschwinden die hier bestehenden Randzonen.

Gewöhnlich entwickeln sich die Randzonen in den kleinen Venen, zuweilen auch in den grossen Venen, welche in directem Zusammenhang mit der entzündeten Stelle stehen. In diesen

setzen sie sich zuweilen in grosser Entfernung von dem gereizten Heerde fort.

In Bezug auf die Venen ist hervorzuheben, dass in etwa bestehenden Anastomosen zwischen zwei grossen Venen, die Randzonen sehr bald auftreten, und eine bedeutende Intensität erreichen.

Die Venen sind zuweilen fast vollständig mit weissen Blutkörperchen angefüllt, durch welche hindurch eine schmale Säule von rothen Blutkörperchen einen geschlängelten Weg nimmt.

Die Randzonen verschwinden mit dem Wiedereintreten der normalen Circulation. In den Venen, wie in den Arterien, entwickeln sie sich fast nur dann, wenn gleichzeitig Dilatation und Stromverlangsamung eingetreten ist.

Auch in den Capillaren sieht man nicht selten an der Innenfläche ihrer Wände weisse Blutkörperchen haften oder langsam längs derselben wandeln. Der Durchmesser der Capillaren gestattet nicht die Bildung von wahren Randzonen; häuft sich eine grössere Zahl von weissen Blutkörperchen im Lumen eines Capillargefässes an, so verstopfen sie es und verhindern die Circulation in demselben.

Die Randzonen liefern eine sehr günstige Bedingung zur Auswanderung der Blutkörperchen, und besonders der weissen; oft sieht man indess in kleinen Venen und Capillaren, in denen die Circulation verlangsamt ist, auch rothe Blutkörperchen durch die Gefässwand durchdringen und endlich austreten. War Stase in den Capillaren vorhanden, so kann man nicht selten beobachten, dass nach der Lösung derselben nicht alle im Capillargefäss enthaltenen Blutkörperchen sich in Bewegung setzen, sondern dass viele von ihnen, weisse und rothe, an der Innenfläche der Gefässwand haften bleiben, in diese zum Theil schon eingedrungen sein können, und später ganz durchtreten.

Die Auswanderung von weissen Blutkörperchen konnte ich genau nachweisen unter der Einwirkung des Natron causticum und der Schwefelsäure; das Austreten der rothen unter Einwirkung derselben Substanzen, sowie des Crotonöls, Natron carbonicum und noch anderer.

Die allgemeine Verlangsamung der Circulation allein ohne weitere Veränderung in der Lichtung der Gefässe ist zum Entstehen von ordentlichen Randzonen nicht hinreichend; höchstens entwickeln sie sich in ganz geringer Stärke und verschwinden mit dem Wieder-

eintreten einer regen Circulation sehr rasch, wie wir weiter unten noch klarer sehen werden.

Die Veränderungen des eigentlichen Gewebes der Schwimmbhaut variiren sehr je nach Verschiedenheit der Reizmittel. Bei der Anwendung vieler von ihnen sahen wir keine anatomischen Störungen eintreten; höchstens war eine Schwellung und Trübung der Epidermiszellen zu bemerken.

Besondere Erscheinungen bieten uns die Pigmentkörper dar; im Allgemeinen nehmen diese an der gereizten Stelle eine stark verzweigte Gestalt an, wenn der Reiz mit einer gewissen Intensität wirkt. Wenn die eintretende Stase sich hernach im Verlaufe von einigen oder höchstens 24 Stunden auflöst, so behalten sie die erwähnte Gestalt mehrere Tage lang bei. Ist aber die Stase ausgebreiteter und längere Zeit anhaltend, so bewahren sie zuerst die Form, die sie beim Eintreten der Stase besaßen, welche jedoch gewöhnlich in einen Zustand von Semicontraction übergeht; kommt endlich eine partielle Mortification des Gewebes zu Stande, so zerfallen die Pigmentzellen in kleine Stückchen, die dazu beitragen, der afficirten Stelle ein granulirtes Aussehen zu geben; dasselbe findet auch meist an jenen Stellen statt, wo beträchtliche Blutextravasate sich entwickelten.

Unter Einwirkung gewisser Substanzen, Collodium, Schwefelsäure, Essigsäure u. s. w. wandern unter bestimmten Bedingungen Pigmentzellen in die Blutgefäße ein. Näheres darüber habe ich bereits im Centralblatte l. c. mitgetheilt. Ich muss hier hinzufügen, dass bei der Anwendung oben erwähnter Ammoniaksalze, obwohl diese eben keine andauernde Stase hervorriefen, dennoch manchmal Pigmentzellen alle Einwanderungserscheinungen darboten. Dasselbe konnte ich bei frischen nicht gereizten Fröschen mit Bestimmtheit constatiren.

In Bezug auf die Einwanderung der Pigmentkörper erlaube ich mir noch folgende eigenthümliche Beobachtung mitzutheilen. An einem mit Zinnober injicirten Frosche sah ich ein weisses mit Zinnoberkörnern beladenes Blutkörperchen, welches, langsam an der Innenfläche einer Capillare fortschreitend, an einer Stelle ankam, wo ausserhalb der Gefässwand eine zusammengezogene Pigmentzelle sich vorfand. Hier blieb es stehen; nach etwa 20 Minuten fing es wieder an fortzuschreiten; stand jedoch jetzt mit der Pigmentzelle

mittelst eines Stieles in Verbindung, der allmählich sehr dünn wurde und die Länge von 1,2 Mm. erreichte. Nach  $2\frac{1}{2}$  Stunden löste sich das Blutkörperchen ab und ging mit dem Blutstrom fort; zurückblieb der Stiel, der augenfällig aus dem schwarzen Protoplasma der Pigmentzelle bestand; er machte im Gefäßlumen ganz deutliche pendelnde Schwingungen; später zog er sich langsam in sich selbst zurück und erzeugte dadurch an seiner Eintrittsstelle ein rundliches Gebilde. Das Zurückziehen des Stieles fand in 2 Stunden statt. Am nächsten Morgen, 16 Stunden darauf, war von dem Gebilde im Gefäßlumen keine Spur mehr zu sehen; die Pigmentzelle hatte aber die Lage und Gestalt vollständig angenommen, welche sie vor der Ankunft des Blutkörperchens inne hatte. Sowohl der Stiel als auch das später entstandene rundliche Gebilde waren noch durch einen von der Gefäßwand eingeschnürten Strang mit dem Körper der Zelle in Verbindung geblieben.

Die weiteren Veränderungen des Schwimmhautgewebes wurden schon bei der Besprechung über die Wirkung der stärksten angewandten Reizmittel hinlänglich beschrieben, ich werde mich daher darauf beschränken, sie in Kurzem noch einmal aufzuzählen.

Erstens ist die Bläschenbildung zu erwähnen, bei welcher daran zu erinnern ist, dass sie der Stase entsprechend und von der Peripherie nach dem Centrum hin sich entwickelt. Diese Entstehungsart beweist, dass die seröse Exsudation nicht an der Stelle eintritt, in welcher Blutstockung vorhanden ist, sondern an der Peripherie derselben, wo der Blutdruck vermehrt ist. In dieser Beziehung stimme ich mit den Untersuchungen von Samuel vollständig überein.

Zweitens die Bildung von Blutextravasaten.

Drittens die partielle Mortification des Gewebes mit Substanzverlust und Geschwürsbildung; endlich gänzliche Mortification der Schwimmhaut an der gereizten Stelle mit consecutiver Perforation derselben.

Als letzten Theil dieser Arbeit habe ich noch einige Untersuchungen mitzuthellen, die in der Absicht gemacht wurden, die Veränderungen zu beobachten, die in der Circulation durch den Verschluss der Arteria femoralis ohne oder mit Application reizender Substanzen eintraten.

Zu diesem Zwecke legte ich die Arteria femoralis bloss und verschloss dieselbe mit einer Serrefine. Gleich darauf verlangsamte

sich die Circulation in der Schwimmbaut; weder in den Arterien noch in den Venen unterschied ich eine centrale Säule von Blutkörperchen und eine seröse Zone an der Peripherie; das Lumen der Gefässe erschien vielmehr gleichmässig von einer Masse gefüllt, die aus isolirten, in der serösen Masse herumflottirenden Blutkörperchen bestand. In den Capillaren und kleinen Venen wird das Lumen stark gefüllt, und die Verlangsamung der Circulation ist in ihnen intensiver, als in den grossen Gefässen, und zuweilen der Art, dass das Blut mit äusserster Trägheit sich fortbewegt. Verlangsamung der Circulation kann einige Minuten lang nach Verschluss der Arterie zunehmen, nimmt aber in der Folge allmählich wieder ab; die Circulation wird immer schneller, und in zwei Fällen, wo ich die Arteria femoralis unterband, sah ich nach 36 Stunden die Circulation ebenso thätig, wie in der anderen unversehrten Extremität. Eine wahre dauernde Stase sah ich nie sich ausbilden, und wenn zuweilen das Blut in einigen Capillaren stillstand, so war dies ganz vorübergehend.

Was noch speciell zu bemerken ist, ist das Fehlen von Randzonen, trotz der grossen Trägheit, welche die Circulation darbot; nur wenige Male sah ich einige weisse Blutkörperchen langsamer, als die übrige Blutmasse, längs der inneren Fläche, sowohl der Arterien, als der grossen Venen fortschreiten. Dies bestätigt meine frühere Behauptung, dass nemlich die Verlangsamung der Circulation allein zur Bildung von Randzonen nicht ausreicht.

Entfernt man alsdann die Serrefine, so wird die Circulation sogleich wieder normal.

Bei diesen Versuchen bilden sich oft in der Arteria femoralis Thromben, die hauptsächlich aus weissen Blutkörperchen und aus Fibrinmassen bestehen, welche bei der Entfernung der Serrefine durch die Strömung in die Arterien der Schwimmbaut gelangen. Sind die Emboli klein, so zerfallen sie; sind sie gross, so verstopfen sie die Arterie. Der Embolus kann an der Stelle, an der er zuerst sich aufhält, stehen bleiben, oder er kann unter dem Einfluss der vis a tergo, und wenn die Arterie auf einer längeren Strecke fast dasselbe Caliber hat, in dieser vorwärts gehen; in einem Falle fand dies in der Weise statt, dass der Embolus im Stamme der Arterie hinter jedem Abgang eines Seitenastes eine Zeit lang stehen blieb. Immer stellte sich die Circulation auf der Strecke des Arterien-

stammes, die durch den Embolus vom Centrum getrennt war, in umgekehrter Richtung wieder her.

Reizt man nach Verschluss der Arteria femoralis die Schwimmhaut, oder verschliesst man die Arterie nach Reizung der Schwimmhaut, so hat man dieselben Erscheinungen, wie unter der Einwirkung der reizenden Substanzen ohne Verschluss der Arteria femoralis. Bei diesem Versuche benutzte ich 2procentige Schwefelsäure und Crotonöl, weil sie zu Veränderungen der Circulation Veranlassung geben, die langsam auf einander folgen und darum bequemer in allen ihren Phasen beobachtet werden konnten.

In Folge ihrer Wirkung entsteht Dilatation der Arterien und gleichzeitige Beschleunigung der Circulation, diese letztere natürlich im Verhältniss zu der allgemeinen Verlangsamung der Blutströmung. Darauf folgt Contraction der Arterien, Verlangsamung der Circulation an der gereizten Stelle, und damit Bildung von Randzonen und Stase, die zuweilen auf einige grosse Arterien übergreifen können.

Aus meinen Versuchen ist ersichtlich, dass auch bei starker Verlangsamung der Circulation nach Verschluss der Arteria femoralis die in Folge der Reizung eingetretenen Circulationsstörungen ausschliesslich auf die geätzte Stelle beschränkt sind. Ich muss indess hinzufügen, dass die Circulation in der ganzen Schwimmhaut, an welcher ich den Reiz angebracht hatte, im Allgemeinen beschleunigter war, als in den anderen Schwimmhäuten desselben Fusses.

Ausserdem muss ich bemerken, dass ich bei einem Versuche die Bildung von wahren Thromben in der gereizten Arterie und Stase in grösseren Verästelungen derselben sah, was ich unter anderen Bedingungen nie so ausgesprochen beobachtet habe. Es ist vielleicht nicht unwahrscheinlich, dass die Stase und die Thrombose der Arterien durch die starke Verlangsamung der Circulation wesentlich begünstigt war.

Aus allen bisher beschriebenen Untersuchungen geht hervor, dass die sowohl von nervösen Einflüssen, als von abnormen Zuständen der Arteria femoralis herrührenden Circulationsstörungen in gleicher Weise in allen Gefässen der Schwimmhäute des entsprechenden Fusses auftreten. Hingegen bleiben die durch Application von reizenden Substanzen hervorgerufenen Circulationsveränderungen auf die Stelle der Reizung beschränkt. Nur die grossen Gefässe,

und besonders die Arterien zeigen Störungen, die in centripetaler Richtung mehr oder weniger weit sich fortpflanzen.

Die den Arterien eigenthümlichen Veränderungen, sowie die Bildung von Randzonen und Stasen, traten in meinen Beobachtungen zwar scharf auf die entzündete Stelle beschränkt, aber in intensiverer Weise nach Durchschneidung des Nervus ischiadicus, und bei Verschluss der Arteria femoralis auf, als beim Fehlen dieser Bedingungen.

---

## XXXI.

### Kleinere Mittheilungen.

---

#### 1.

#### Zur Casuistik der Embolie der A. mesenterica superior.

Von Dr. Ponfick,

Assistenten am pathologischen Institut in Berlin.

(Hierzu Taf. XIII. Fig. 3.)

---

I. Chronische recurrirende Endocarditis ulcerosa der Mitralis. Dilatation und Hypertrophie des linken Ventrikels. — Multiple Hämorrhagien im Gewebe des Herzbeutels, des Endo- und des Myocards, der Pleuren, der Lungen, des Mediastinum, des tiefen Halsbindegewebes, der Rumpfmusculatur, der äusseren Haut und der Conjunctiva; ferner des Bauchfells, der Nieren und ihrer Kapsel, der Harnblase und des ganzen Verdauungstractus von der Zunge bis zum Rectum. — Frischer Milztumor. Parenchymatöse Nephritis und Hepatitis. — Multiple Infarcte der Milz (Embolie eines mittleren Astes der Art. lienalis), der Nieren und der Leber (Embolie mehrerer kleiner Aeste der Art. hepatica). Rundes Geschwür an der kleinen Curvatur des Magens und multiple hämorrhagische Erosionen desselben, sowie des Duodenum und Ileum. Multiple miliare Infarcte im unteren Theil des Ileum. — Frisches Hämatom der Dura mater. Multiple Hämorrhagien in der Pia und der grauen Substanz des Gehirns und Rückenmarks.

Wilhelm T., 43 Jahre alt, wurde mit hohem Fieber und im Delirium in die Charité gebracht und starb kurze Zeit nach seiner Aufnahme.