(Aus dem histologischen Laboratorium des Prof. C. Arnstein in Kasan.)

Ueber ein die Lymphgefässe umspinnendes Netz von Blutcapillaren.

Von

Alexander Dogiel.

Hierzu Tafel XXXIII.

Bei Gelegenheit einer Untersuchung über die Beziehungen zwischen Blut- und Lymphgefässen stiess ich auf folgendes interessante Factum. Im äusseren Ohre der Ratte, dessen Blutgefässe mit gefärbtem Leim injicirt und dessen Lymphgefässe durch Silber kenntlich gemacht waren, konnte man schon bei schwacher Vergrösserung um die grösseren abführenden Lymphgefässe ein Netz von injicirten Blutcapillaren unterscheiden. Dieses Netz war so engmaschig und folgte so genau dem Verlauf der Lymphgefässe, dass letztere auch an den Stellen verfolgt werden konnten, wo das Silber zufällig versagt hatte (Fig. 4).

Da ich in den Handbüchern und in der mir zugänglichen Literatur keine Andeutungen der in Rede stehenden Verhältnisse fand, so entschloss ich mich auf den Rath von Prof. Arnstein, die Sache näher zu untersuchen. Als Objecte dienten mir das äussere Ohr und die hinteren Extremitäten der Ratte, so wie das Mesenterium des Hundes, der Katze und der Ratte.

a) Das äussere Ohr der Ratte besteht, wie bekannt, aus zwei Hautlamellen, zwischen welchen eine dünne Knorpelscheibe eingeschaltet ist. In dem lockeren Bindegewebe, welches die Knorpelscheibe mit der Haut verbindet, liegen die grösseren Nervenstämme, die Blut- und Lymphgefässe. — Schneidet man das Ohr an der Basis ab, so können die beiden Hautlamellen mittelst einer Pincette von dem Knorpel getrennt und in toto mikroskopisch untersucht werden. Um die Blut- und Lymphgefässe auf grösseren

Strecken sichtbar zu machen, verfuhr ich folgendermassen. Einer durch Chloroform getödteten Ratte wurde der Brustkorb geöffnet, in die vorsichtig abpräparirte Aorta thoracica eine Canüle eingebunden und die Vena cava ascendens nebst Oesophagus en bloc unterbunden. Darauf wurden die Gefässe mit blauem Leim injicirt. Die Injection wurde unterbrochen, sobald die Ohren eine gesättigte blaue Farbe angenommen hatten. Nachdem das Thier 30—40 Minuten in einem Gefässe mit Schnee gelegen hatte, wurde mittelst einer Luer'schen Spritze von dem freien Rande des Ohres aus eine $\frac{1}{4}$ % Silberlösung zwischen die Hautlamellen eingespritzt. Die ziemlich gleichmässig gequollenen Ohren wurden darauf an ihrer Basis abgeschnitten und in verdünnten etwas angesäuerten Alkohol gelegt. Nach 24 Stunden wurden die Hautlamellen vorsichtig ¹⁾ von dem Zwischenknorpel getrennt, in absoluten Alkohol gelegt und dem directen Sonnenlichte ausgesetzt. Nach weiteren 24 St. war gewöhnlich die Reduction des Silbers eine genügende und konnte das entwässerte Präparat in Nelkenöl aufgehellt und in Damarlack eingeschlossen werden.

An solchen Präparaten sieht man zunächst in dem basalen Theile des Ohres zwei grössere Lymphgefässe, welche nach aussen von den Blutgefässen und Nerven liegen. Diese Lymphgefässstämmchen nehmen also die Nerven, so wie die Arterien und Venen zwischen sich. Im weiteren Verlauf geben sie Aeste ab, die sich wiederum theilen und unter einander anastomosiren, so dass ein sehr weitmaschiges Lymphgefässnetz zu Stande kommt (Fig. 1). Diese Lymphgefässe besitzen sowohl Klappen als Muskeln; an den Stellen, wo Klappen sitzen, sind die Gefässe bauchig aufgetrieben. An den äusseren Stämmchen ist die Muskulatur eine vollständige, näher an die Peripherie, d. h. an den kleineren Gefässen, wird sie lückenhaft und die Muskelfasern lagern sich nicht ausschliesslich circulär, sondern z. Th. schief zur Gefässaxe. An guten Silberpräparaten treten diese Details sehr scharf hervor. Gewöhnlich sind jedoch nur die Endothelien scharf

1) Bei der Trennung der Hautlamellen muss man sehr vorsichtig zu Werke gehen. Die den Knorpel durchsetzenden Gefässe und Nerven müssen mit der Scheere getrennt werden, um die im lockeren Bindegewebe verlaufenden Lymphgefässe in situ zu erhalten, sonst bekommt man nur verworrene und nichtssagende Bilder zu Gesicht.

gezeichnet und manchmal sind die Lymphgefäße nur durch eine diffuse braune Färbung kenntlich. Aber auch im letzteren Fall schützt die charakteristische Anordnung der Lymphgefäße, so wie die vollständige Injection der Blutgefäße vor Verwechslung. Sind die Blutgefäße vollständig injicirt, was für den Erfolg der Untersuchung unumgänglich ist, so sieht man ein Capillarnetz, das sich der Lymphgefäßwand eng anschliesst, dem Verlauf der Lymphgefäße genau folgt und durch eigenthümliche Maschenbildung von dem übrigen Capillarsystem sich sehr wesentlich unterscheidet. Es ist sowohl an den basalen, als an den kleineren dem freien Rande des Ohres näher liegenden Lymphgefässen vorhanden, scheint aber an den grösseren Stämmen engmaschiger zu sein.

Das in Rede stehende Capillarnetz entsteht dadurch, dass von den benachbarten Arterien und Venen dünne Zweige von dem Charakter der Uebergangsgefäße abgehen und sich an die Wand des nächsten Lymphgefässes legen. Sie laufen dem letzteren entlang und geben auf diesem Wege eine Masse kleinster Capillaren ab, die das Lymphgefäss circulär umfassen und untereinander anastomosiren (Fig. 2 und 3). Häufig findet man die erwähnten Uebergangsgefäße zu beiden Seiten des Lymphgefässes. Die Anastomosen zwischen den ersteren vermitteln die quer- resp. circulär verlaufenden Capillaren (Fig. 8). Bei vollständiger Injection und starker Vergrößerung kann man mit wechselnder Einstellung die circulär verlaufenden Capillaren von der oberen bis zur unteren Wand verfolgen (Fig. 2). Fixirt man nun einzelne Lymphgefäße, die durch die Präparation von ihrer Unterlage verschoben sind oder trennt ein solches vorsichtig mit der Scheere und legt es unter das Mikroskop, so überzeugt man sich, dass das umspinnende Capillarnetz dem Lymphgefäße folgt. Beide Gebilde sind somit als ein anatomisches Ganzes zu betrachten.

Es muss jedoch bemerkt werden, dass die nahen Beziehungen des umspinnenden Capillarnetzes zu den Lymphgefässen nur dann deutlich hervortreten, wenn letztere nicht zusammengefallen oder gar gefaltet sind. Im letzteren Fall ist das Capillarnetz mehr oder weniger verschoben oder zerrissen, steht aber jedenfalls von der Wand des Lymphgefässes mehr oder weniger ab und die Zugehörigkeit beider ist nicht mehr zu demonstrieren. Wir haben daher versucht mit Oedempräparaten zu arbeiten, ohne dass jedoch daraus ein nennenswerther Vorthail entsprungen wäre.

b) **Mesenterium.** Nachdem wir uns von der Gegenwart eines umspinnenden Capillarnetzes an den Lymphgefässen des äusseren Ohres überzeugt hatten, kam es darauf an zu untersuchen, ob dieses Strukturverhältniss auch den Lymphgefässen anderer Localitäten zukommt. Das war um so nothwendiger, als am äusseren Ohre besondere Einrichtungen des Blutgefässsystems existiren. Wir meinen den von Hoyer constatirten directen Uebergang kleiner Arterien in Venen. Im Folgenden werden wir jedoch sehen, dass das umspinnende Capillarnetz auch anderen Organen zukommt, wenngleich der Nachweis schwieriger ist.

Wir wählten zunächst das Mesenterium in der Voraussetzung, dass in dem dünnen, flächenhaft ausgebreiteten Organ die Lymphgefässe, die z. Th. schon mit blossen Auge sichtbar sind, auch unter dem Mikroskop auf weiten Strecken ohne Präparation zu verfolgen sein würden. Ausserdem konnte voraussichtlich eine vollständige Injection der Blutgefässe leicht erzielt werden durch Isolation gewisser Abschnitte des Darms mit zugehörigem Mesenterium. Letztgenannter Zweck konnte durch Anlegen von Ligaturen oberhalb und unterhalb der zu injicirenden Partie leicht erreicht werden. Die Thiere (Hund, Katze) wurden durch Verblutung getödtet, die Bauchhöhle eröffnet und die Injectionscantile in der Art. mesent. super. befestigt ¹⁾. Nun wurde eine Darmschlinge mit zugehörigem Mesenterium ausgebreitet, doppelt unterbunden, das Endothelium von dem Mesenterium mit dem Pinsel entfernt und die Blutgefässe mit blauem Leim injicirt. Nach dem Erkalten der Injectionsmasse wurde das Mesenterium mit zugehörigem Darmstück auf 4—5 Minuten in eine $\frac{1}{4}\%$ Silberlösung gelegt, dann in destillirtem Wasser abgespült, in einem flachen Gefässe ausgespannt und in verdünntem Alkohol der Sonne ausgesetzt. Die Präparate wurden schliesslich trocken eingeschlossen.

Die grösseren Lymphgefässe des Mesenteriums verlaufen paarweise gemeinschaftlich mit den Blutgefässen und Nerven und zwar wie im äusseren Ohre, das eine Lymphgefäss zu äusserst von der Arterie, das andere zu äusserst von der Vene. Kleine Lymphgefässstämmchen vermitteln die Anastomosen zwischen den grösseren und liegen gewöhnlich zwischen einer kleinen Arterie und einer

1) Wurden Ratten zu dem Versuche benutzt, so injicirte ich von der Aorta abdominalis aus.

Vene. Diese kleineren anastomotischen Lymphgefäße eignen sich besonders zum Nachweis des umspinnenden Capillarnetzes, weil das umgebende Gewebe weniger und manchmal gar kein Fett enthält (Fig. 5). An gelungenen Silberpräparaten kann man auch hier an den Lymphgefäßen sowohl Klappen, als Muskulatur nachweisen und zwar liegen in den grösseren Gefäßen die circulären Muskelfasern sehr nahe an einander, während die kleineren Stämmchen eine discontinuirliche Muskelschicht besitzen.

Hat man eine vollständige Injection der Blutgefäße erzielt, so überzeugt man sich, dass sowohl die grösseren, als die kleineren Lymphgefäße von einem enganliegenden Capillarnetz umgeben sind. Schwieriger ist es schon die Uebergangsgefäße, aus denen letzteres entspringt, nachzuweisen. Zu beiden Seiten des Lymphgefäßes liegt gewöhnlich Fettgewebe, dessen Capillaren kleine rundliche Maschen bilden und sich von dem die Lymphgefäße umspinnenden Capillarnetz sehr wohl unterscheiden, während die herantretenden Uebergangsgefäße häufig verdeckt werden. In den Fällen endlich, wo das Lymphgefäß von dem Fettgewebe vollständig umgeben ist, kann man durch die dicke Fettschicht auch das umspinnende Capillarnetz als distinctes Gebilde nicht wahrnehmen. An fettarmen Stellen schwindet ein grosser Theil dieser Schwierigkeiten und man sieht dann die dünnen Uebergangsgefäße von den nächsten Arterien und Venen sich abzweigen und zu den Lymphgefäßen hinziehen. Auf diesem Wege geben sie Capillaren ab, die quer über das Lymphgefäß laufen, um hier zu anastomosiren (Fig. 5). An den Stellen, wo an den Lymphgefäßen Klappen liegen, schien das Capillarnetz dichter zu sein, eine Erscheinung, die mir am äusseren Ohre nicht aufgefallen ist. An den Uebergangsstellen der Lymphgefäße in Lymphcapillaren schwand wie am äusseren Ohre das Netz der Blutcapillaren ¹⁾.

c) Die hinteren Extremitäten der Ratte. Die grösseren Lymphgefäße des Unterhautzellgewebes der Ratte verlaufen

1) Es muss hervorgehoben werden, dass an guten Silberpräparaten die Muskulatur der Lymph- und Blutgefäße häufig nicht zu demonstrieren ist, während die Endothelien scharf hervortreten. Das kommt sowohl an grösseren Lymphgefäßen, wie an kleineren mit unvollständiger Muskulatur vor. (Conf. Flemming, Dieses Archiv Bd. XII und Ranvier Traité technique p. 648.) Bei der von uns geübten Methode bekommt man also häufig Lymphgefäße zu Gesicht mit umspinnendem Capillarnetz und scheinbar ohne Muskulatur.

gewöhnlich zwischen zwei kleinen Blutgefässen, von denen aus sich Capillaren in der Richtung zum Lymphgefäss abzweigen und durch Anastomosen ein mehr oder weniger dichtes Capillarnetz herstellen (Fig. 6). Doch scheint es, als ob hier das umspinnende Capillarnetz der Lymphgefässwand nicht so unmittelbar anliege, wie es im äusseren Ohre der Fall ist. Andererseits ist der Füllungsgrad der Lymphgefässe für die gegenseitige Lagerung beider Gebilde von Bedeutung und ist es wohl möglich, dass intra vitam bei praller Füllung der Lymphgefässe und des Capillarnetzes eine unmittelbare Berührung beider zu Stande kommt.

Die Blutgefässe der hinteren Extremitäten wurden von der Aorta abdominalis aus injicirt und die Lymphgefässe durch subcutane Silberinjection kenntlich gemacht.

Wir haben auch an anderen Lokalitäten nach dem umspinnenden Capillarnetz gesucht, die Präparate waren aber nicht demonstrativ genug, um positive Angaben zu gestatten. An den grösseren abführenden Lymphgefässen der Leber und des Hodens stellten sich der Versilberung Hindernisse in den Weg, während an den serösen Häuten die vollständige Injection der Blutgefässe einiges zu wünschen übrig liess.

Hingegen muss erwähnt werden, dass an den netzförmig verbundenen, der Muskulatur entbehrenden Lymphgefässen (Lymphcapillaren) im Centrum tendineum des Zwerchfells ein umspinnendes Netz von Blutcapillaren fehlt.

Es fragt sich nun, welche Bedeutung ¹⁾ dem umspinnenden Capillarnetz zukommt? — Es ist vorläufig unmöglich eine striete Antwort zu geben, aber denkbar wäre es, dass bei praller Füllung das Capillarnetz einen Druck auf das Lymphgefäss ausübt und dadurch eine Fortbewegung der Lymphe in der Richtung des geringeren Widerstandes begünstigt.

1) Da den Blutgefässen von entsprechendem Caliber die umspinnenden Capillaren fehlen, so ist es unstatthaft letztere einfach als vasa vasorum aufzufassen. Andererseits muss auf das eigenthümliche Factum hingewiesen werden, dass dem Bluthertz des Frosches die Blutcapillaren fehlen, während

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XXXIII.

- Fig. 1. Aeusseres Ohr der Ratte. Netzförmig verbundene Lymphgefäße (a) mit unvollständig injicirtem, umspinnendem Capillarnetz. Die Uebergangsgefäße (b) richten sich in ihrem Verlaufe genau nach den Lymphgefässen. Hartn. S. 4. Oc. 3.
- Fig. 2. Lymphgefäß aus dem äusseren Ohr der Ratte mit engmaschigen dem Lymphgefäß unmittelbar anliegenden Capillaren. Hartn. S. 7. Oc. 3.
- Fig. 3. Zwei anastomosirende Lymphgefäße (a) aus dem äusseren Ohr der Ratte. Verlauf und Verästelung der Uebergangsgefäße (b) sehr charakteristisch. Die Musculatur der Lymphgefäße ist durch braune Schraffirung (c) streckweise angedeutet. Hartn. S. 4. Oc. 3.
- Fig. 4. Lymphgefäße (a), dessen Wandung nur auf einer kleinen Strecke durch das Silber kenntlich gemacht ist, dessen weiterer Verlauf aber durch das vollständig injicirte Capillarnetz (b) zu verfolgen ist. Hartn. S. 4. Oc. 3.
- Fig. 5. Klappenhaltiges Lymphgefäß (b) aus dem Mesenterium des Hundes. Beiderseits Arterien und Venen, von denen aus Uebergangsgefäße zum Lymphgefäße ziehen und in ein umspinnendes Capillarnetz übergehen. An den Endothelien sieht man Stomata. Hartn. S. 4. Oc. 3.
- Fig. 6. Klappenhaltiges Lymphgefäß (a) aus dem Unterhautzellgewebe der hinteren Extremität einer Ratte. Die zu beiden Seiten des Lymphgefässes verlaufenden Blutgefäße senden anastomosirende Capillaren ab, die das Lymphgefäß umgeben. Hartn. S. 4. Oc. 3.

die Lymphherzen von einem Capillarsystem versorgt werden. Berücksichtigt man weiter, dass die Lymphherzen, bei Gegenwart von Lymphsäcken die Musculatur entbehren, als Substitute der musculösen Lymphgefäße anzusehen sind, so scheint es auf den ersten Blick, als ob die in Rede stehenden Capillaren an die Gegenwart der Musculatur in dem Lymphgefässsystem gebunden sind. Diese Vermuthung erhält noch eine Stütze in dem Umstande, dass die dünne und der musculösen Elemente entbehrende Wand der Cysterna chyli, beim Frosch in den centralen Partien gefässlos ist.

Nur an der Peripherie in der Nähe des Anheftungsrandes verlaufen Blutgefäße. Jedenfalls ist es eine beachtenswerthe Thatsache, dass ein von Blut durchflossener Muskelschlauch (Blutherz des Frosches) der Capillaren entbehren kann, während ein von Lymphe durchströmter Muskelschlauch (Lymphherz) desselben Thieres ein Capillarsystem besitzt. Dasselbe Verhalten wiederholt sich, wie wir eben gesehen, an den peripheren Blut- und Lymphgefässen der Säuger. (Arnstein.)