

# Über das Centrum tendineum des Zwerchfelles.

Von

**C. Ludwig und F. Schweigger-Seidel.**

---

Für die Frage nach dem Zusammenhange der Lymphgefäße mit den serösen Höhlen des Körpers ist durch die bekannte Arbeit v. Recklinghausen's \*) das Zwerchfell von Bedeutung geworden. Wir haben desshalb im Anschluss an anderweitige Beobachtungen das Centr. tendin. einer genaueren Untersuchung unterworfen, müssen uns aber mit unserer Beschreibung vorläufig auf Kaninchen beschränken.

Die Bindegewebsmassen, welche die Grundlage des Centr. tendin. bilden, sind in verschiedene Schichten angeordnet. Schon mit blossen Augen kann man eine radiäre Lage von einer circulären trennen. Erstere liegt auf der unteren oder Bauch-Seite und zeigt die radiäre Streifung desshalb so deutlich, weil zwischen den unter sich ziemlich gleich breiten Sehnenbündeln spaltförmige Lücken vorhanden sind, welche sich besonders bei Spannung der Haut bemerkbar machen. Die nach oben gelegene circuläre Faserschicht ist mehr gleichmässig entwickelt oder nur durch einzelne im Bogen verlaufende Verstärkungszüge auffallend markirt. Zu diesen beiden Schichten kommen alsdann noch zwei andere, allerdings viel zartere, hinzu, welche von der Pleura und dem Peritoneum gebildet werden; in ihnen haben die Fasern eine mehr transversale Richtung.

Die genannten vier Schichten sind nicht innig verschmolzen, sondern können durch einfache Präparation von einander getrennt werden. Besonders von der pleuralen Seite her vermag man an der ausgespannten Sehnenhaut die circuläre

---

\*) Zur Fettresorption. *Virchow's Archiv.* Bd. 26.

Schicht von der radiären und diese hinwiederum von dem Grundhäutchen des Peritoneum ganz glatt abzulösen, so dass man letzteres auf grössere Streifen isolirt erhalten kann, sowohl frisch, als nach vorhergegangener Erhärtung. — Der Schnitt durch das Centr. tendin., welcher in Fig. 1 bei etwa 150facher Vergrösserung abgebildet wurde, ist so geführt, dass die radiären Sehnenbündel quer getroffen sind (*b*). *c* ist die circuläre Faserschicht, *a* das Peritoneum und *d* die Pleura. Zwischen den radiären Sehnenbündeln bemerkt man die Spalten von wechselnder Breite je nach dem Spannungsgrade der ganzen Membran. Sie messen 0,06—0,12 Mm. im natürlich erweiterten Zustande, wie nach vorhergegangener Injection, oder wenn die Peritonealüberbrückung straff gespannt ist (*e*), da dieselbe sich stets in die Spalten hineingebuchtet findet (*f*), wenn man das Zwerchfell ohne vorhergegangene Ausdehnung erhärtet und zu Schnitten verwendet.

Der Verlauf der Blutgefässe im Centr. tendin. ist kein ganz regelmässiger, wenigstens findet man die stärkeren Stämmchen bald auf der Brustfläche, bald auf der Bauchseite. Ersteres ist der regelmässiger Befund. Von den unter der Serosa gelegenen Hauptästen (Fig. 1 *g*) dringen die feineren Zweige zwischen die einzelnen Schichten der Sehnenhaut ein und gelangen auf diesem Wege auch zwischen die radiären Bündel in die Spalten, liegen hier den Rändern desselben an, oder ziehen schräg von einer Seite zur anderen, so dass es den Anschein gewinnt, als ob die Gefässe ganz frei in die Spalten eingelagert seien. Beachtet man jedoch das Verhalten der Gefässe an Schnitten, so muss man als constant ansehen, dass dieselben an die Wände der Spalten angeheftet sind, aber, wie es scheint, nicht einfach durch die Adventitia, sondern durch ein über sie hinwegziehendes feines Häutchen, welches mitunter nur als zarte Contur wahrgenommen werden kann (Fig. 1 *h*). Die Adventitia der Gefässe findet sich zuweilen von einer kleinzelligen Wucherung infiltrirt, so dass gleichmässige oder locale Verdickungen entstehen, wie sie von anderen Stellen des Körpers her als sogenannte Lymphscheiden bekannt sind. Die Capillaren bilden weitmaschige Netze, sind eng und lassen sich namentlich von der Arterie aus schwer injiciren.

Die Injection der Lymphgefässe des Zwerchfells ist sehr leicht. Das einfache Verfahren gründet sich auf den Befund

*v. Recklinghausen's*, dass feine körperliche Bestandtheile, auf die Bauchseite des Zwerchfells gebracht, ohne Weiteres in die Lymphgefässe übertreten können. — Man halbire ein Kaninchen in der Mitte des Bauches, nachdem man vor der Hinnahme von Magen und Darm den Oesophagus und die grossen Gefässe durch eine die Wirbelsäule umgreifende Ligatur zusammengeschnürt hat. Das Bruststück des Thieres wird an verschiedenen durch die Bauchdecken gezogenen Bindfäden mit dem Kopfe nach abwärts senkrecht aufgehängt, und nun die Injectionsmasse einfach in die Concavität des Zwerchfells geschüttet, wobei man die Leber entweder ganz ruhig liegen lässt oder vermittelt eines um die Gallenblase geschlungenen Fadens etwas nach oben zieht. So findet man nach einiger Zeit selbst bei vollkommener Ruhelage auf der convexen Seite des Zwerchfelles eine reinliche Injection von Lymphgefässnetzen, indess gelingt dieselbe bei Weitem besser, wenn man das Diaphragma rhythmische Bewegungen ausführen lässt, und zwar dadurch, dass man die Lungen durch eine in die Trachea gebundene Röhre wechselweise aufbläst.

Hat man eine recht gute Injectionsmasse, z. B. blauen Leim von gehöriger Intensität der Farbe, so kann man Präparate erhalten, denen bezüglich der Vollkommenheit der Injection nicht leicht etwas gleich zu setzen ist. — In der etwa um die Hälfte vergrösserten Abbildung Fig. 2 ist ein solches Object mit der pleuralen Seite nach oben gezeichnet. Da aber die eigentlichen Lymphnetze, sowie die klappenführenden Gefässe nur auf dieser Seite liegen, so sind erstere zum Theil weggelassen, um auch die Verhältnisse übersehen zu können, welche sich auf der Bauchfläche darbieten. Hier nämlich fehlen die Netze und stärkeren Stämmchen vollständig, und finden wir nur blaue Streifen (in der Figur, als durchscheinend, blasser gehalten), entsprechend den früher erwähnten spaltförmigen Lücken zwischen den radiären Sehnenbündeln. Sie füllen sich stets zuerst mit Masse.

Von einer genaueren Beschreibung der Verzweigung der Stämmchen und der Formation der Lymphnetze kann unter Hinweis auf unsere Abbildung wohl Abstand genommen werden; nur Folgendes mag noch Erwähnung finden. Die ergibigste Entwicklung besitzen die Netze mehr im hinteren Theile des Centr. tendin. neben der Wirbelsäule, an der Stelle der

höchsten Wölbung, während gerade in der Mitte, da wo sich das Pericardium innig anlegt, Lymphgefässe fehlen. Die Stämmchen mit Klappen wenden sich theils nach vorn, resp. unten, um in Gefässe überzugehen, welche neben den Vasa mammaria verlaufen, theils senken sie sich nach hinten zu direct in den Ductus thoracicus ein. Der doppelte Verlauf ist in unserer Abbildung angegeben.

Fertigt man sich von einem injicirten Centr. tendin. Schnitte an, so zeigen sich die Spalten zwischen den radiären Bündeln mehr oder weniger stark mit Masse gefüllt, ihnen gegenüber liegen zwischen circulärer Schicht und Pleura die quer oder schräg durchschnittenen Netzgefässe, und beide sieht man verbunden durch senkrecht oder schief zwischen den circulären Sehnenfasern durchtretende Zweige. Die Injectionsmasse hält sich stets in glatt conturirten Bahnen, es erfolgt kein unregelmässiger Austritt zwischen die einzelnen Gewebsschichten, und nie, selbst bei der prallsten Füllung, treten irgend welche feinere Abzweigungen hervor, die als Bindegewebsinterstitien oder als »Saftkanälchen« gedeutet werden könnten. Es ergibt sich hieraus sowohl für die eigentlichen Lymphgefässe, als auch für die Spalten, dass sie eine besondere Auskleidung besitzen müssen. Man kann dieselbe nach Spaltung der Sehnenhaut in einzelne Schichten oder an Schnitten als abgehobenes zartes Häutchen wahrnehmen, namentlich nach Behandlung des Zwerchfelles mit Kal. bichrom. Bei Erwähnung der Gefässe in den Spalten wurde das Verhältniss bereits angedeutet. (Fig. 1 h).

Schliesslich darf hier die Bemerkung nicht übergangen werden, dass sich auch die Versilberungsmethode recht gut für das Studium der uns beschäftigenden Lymphgefässe eignet. Gelungene Präparate der Art zeigen uns manche Eigenthümlichkeiten der Vertheilung besser, als nach einfacher Injection, weil bei dem geringen Drucke, unter welchem dieselbe erfolgt, die Gefässe nicht immer mit der nöthigen Prallheit gefüllt sind. Die Form der Netze und die Ungleichheit des Calibers ist charakteristisch. Nach Anwendung der Silberlösung treten in allen Räumen, welche sich mit Injectionsmasse füllen können, die bekannten schwarzen Liniennetze hervor, und zwar in den Spalten der Peritonealfäche, sowie in den von ihnen abgehenden feineren Zweigen die eigenthümliche Form mit stark ge-

wundenem Verlaufe, in den eigentlichen Lymphgefässen der Pleurafläche dagegen die Netze mit ausgesprochenen spindelförmigen Maschen. Durch Beachtung der Silberzeichnungen kann man sich einen vollständigen Überblick über den Verlauf der Lymphgefässe verschaffen.

Der Übertritt von körperlichen Bestandtheilen aus der Bauchhöhle in die Lymphgefässe, welcher unzweifelhaft ohne Verletzung der Peritonealbekleidung des Zwerchfelles, auch beim lebenden Thiere, erfolgt, lässt natürlich das Vorhandensein besonderer Einrichtungen voraussetzen. In Bezug hierauf beachte man folgende feinere Structurverhältnisse, welche an der Peritonealfläche zur Geltung kommen und deren Eigenthümlichkeiten im Zusammenhange stehen mit der radiären Anordnung der Sehnenbündel und der Spalten zwischen ihnen.

Halten wir uns zuyörderst an die bindegewebige Grundlage, an das Grundhäutchen des Peritoneum, so sehen wir, dass sie wechselnd bald dichter, bald lockerer gewebt ist. Ihre dichteren Abschnitte mit gleichmässiger Faserlage bedecken die radiären Bündel, die lockeren dagegen, in denen feine und feinste Bindegewebsbündel zu zierlichen Netzen angeordnet sind, überbrücken die Spalten. Einen vollständigen Überblick gewinnt man nur nach Isolation der Serosa mittelst des angegebenen Verfahrens, während man bei Betrachtung des Zwerchfelles im Ganzen über den Spalten nur einzelne querverlaufende und sich verzweigende Bündel wahrnehmen kann. Fig 3, bei 300facher Vergrösserung gezeichnet, erspart uns auch hier eine genauere Beschreibung. Die Kerne gehören dem Bindegewebe, zum grösseren Theile aber dem Epithel an.

Diesem mit der grössten Regelmässigkeit wiederkehrenden Verhalten des Grundhäutchens entsprechen die Besonderheiten der Epithelschicht. Behandelt man die Bauchseite eines Centr. tendin. mit Silberlösung, so werden bei schwacher Vergrösserung regelmässige Streifen von wechselnder Breite sichtbar, welche wiederum den Spalten entsprechen. Da wir aber sahen, dass der Peritonealüberzug häufig in die Spalten eingebuchtet wird, so ist es zur Auffindung der Streifen nothwendig, das ausgespannte Zwerchfell der Versilberung zu unterwerfen. Die Verschiedenheit der Streifen wird dadurch bedingt, dass die Zellen innerhalb derselben, also die Epithelien über den Spalten bedeutend kleiner und sehr gewöhnlich durch unregelmässige



Anschwellungen der schwarzen Conturlinien getrennt sind (Fig. 4. Vergröss. 150).

Sehr zu empfehlen ist auch hier die Isolation der Zellen nach Behandlung mit Jodserum. Fig. 5 stellt bei 300facher Vergrösserung einen Epithelfetzen dar, an dem man die Unterschiede der Elemente deutlich wahrnehmen kann. Die im Mittel 0,032 Mm. grossen Zellen liegen über den Sehnenbündeln und hängen durch Zwischenstufen zusammen mit solchen von 0,012 Mm. Durchmesser, welche der Decke einer Spalte angehören. Die Zellgrenzen sind durch leichte Versilberung deutlicher gemacht.

Sehr eingehend haben wir uns mit den Öffnungen zwischen den Epithelzellen beschäftigt und die verschiedensten Methoden angewendet, um die zelligen Elemente sowohl in der fixirten Lage als im isolirten Zustande zu Gesicht zu bringen. Stets haftet an dem Ergebniss der Untersuchungen eine nicht zu beseitigende Unsicherheit. Denn vor allem fehlt in unserem Objecte eine ähnliche Anordnung der Zellen um die Öffnungen, wie sie am Bauchfelle des Frosches vorkommt, jede Öffnung, die man beobachtet, erhält dadurch den Charakter des Zufälligen. — Dies Letztere ist aber um so stärker zu betonen, weil man ohne Änderung in der normalen Lage die Öffnungen nicht sehen kann. Die Spalten sind, wie schon früher bemerkt wurde, bald eng, bald weit, die Epithelhaut über ihnen kommt also bald gefaltet, bald ausgespannt zur Untersuchung. Im ersten Falle können der Natur der Sache nach die vorhandenen Öffnungen nicht gut erkannt werden, und im zweiten wird der Einwurf gerechtfertigt sein, dass die Spannung selbst eine künstliche Trennung der Zellen bewirkt habe. Derselbe Einwurf kann gegen die Öffnungen erhoben werden, die man im isolirten Epithel gewahrt; an ihm sieht man allerdings mitunter Bilder (Fig. 5a), die um so unzweifelhafter auf Öffnungen deuten, als alle Täuschungen, die uns das unterliegende Gewebe bereiten kann, hier beseitigt sind.

Nach unserer Meinung kann auf diesem Wege ein Beweis nicht geliefert werden, genug, dass die Thatsache durch die Erfahrungen der Filtration gesichert ist und dass die bindegewebige Grundlage, auf welcher die Epithellage ruht, aus Maschen gebildet ist. Denn es leuchtet ein, dass Öffnungen im Epithel nur dann eine Bedeutung haben können, wenn die

Grundhaut gleichfalls durchgängig gefunden wird. Desshalb muss auch bei anderweitigen Untersuchungen der Art vor allem dieser Punkt beachtet werden.

Noch haben wir eines Verhaltens der Epithelzellen zu gedenken, welches eine noch eingehendere Berücksichtigung verdient, als wir ihm jetzt zu Theil werden lassen konnten. — Die gleichmässige Lage der kleinen Zellen über den Spalten findet sich häufig unterbrochen durch Gruppen noch kleinerer Zellen, welche den mehr indifferenten Charakter der Lymphkörperchen haben und, wie sich mit ziemlicher Sicherheit behaupten lässt, aus den Zellen der Serosa selbst durch Theilung entstehen. Das Präparat, nach welchem Fig. 6 angefertigt wurde, war wiederum ganz schwach versilbert und dann der Carminisirung ausgesetzt. In Folge dessen sind die Kerne in den Maschen der äusserst feinen Silberlinien sehr gut sichtbar und lassen alle Stadien der Theilung erkennen. Mit der Theilung der Kerne geht Hand in Hand eine Vermehrung der Zellen, die sich zu kuglichen Häufchen an einander lagern. Der Process erstreckt sich nie über die Spalten hinaus.

Ist der Vorgang, wie wir zu vermuthen allen Grund haben, ein physiologischer, so ist ein Ort gefunden, an welchem sich die Entstehung der Lymphzellen mit Sicherheit beobachten lässt; wir würden die in den Lymphgefässen des Zwerchfelles wirklich vorhandenen zelligen Elemente von dem Epithel des Peritoneums herleiten müssen. Allerdings ist hier noch die Möglichkeit ins Auge zu fassen, dass die kleinen Zellen, welche in der Adventitia der Gefässe vorkommen, gleichfalls einen Weg in die Lymphgefässe finden können.

---

Betrachten wir die geschilderten Einrichtungen des Centr. tendin. im Zusammenhange, so können wir darin unschwer einen vollkommenen Apparat zur Aufsaugung und Fortführung von Flüssigkeitsmengen aus der Bauchhöhle erkennen. Eine äusserst wichtige Rolle spielen die Bewegungen des Zwerchfelles, weil durch sie bedingt wird ein regelmässiger Wechsel in dem Zustande der einzelnen Schichten, durch welchen allein eine ununterbrochene Resorption ermöglicht werden kann.

In der Expirationsstellung des Zwerchfelles, in welcher das Centr. tendin. durch die Leber nach oben gedrängt stark gewölbt, sind die Spalten zwischen den radiären Bündeln erwei-

tert und die Überbrückung der Serosa gespannt. Desgleichen befinden sich die nach der Brusthöhle zu gelegenen Schichten, die circuläre Faserlage und die Pleura, im Zustande der Spannung, und werden in Folge die zwischen denselben liegenden Lymphcapillaren zusammengefallen sein. In der Inspirationsstellung dagegen ist die Wölbung abgeflacht, die Spalten sind eng und ihr Peritonealüberzug hat sich in sie eingebuchtet. Die circulären Schichten sind erschlafft und die Lymphcapillaren durch den Gegenzug der Lungen erweitert. Beim Übergang aus der einen Stellung in die andere werden sich die Spalten bald mit Flüssigkeit füllen können, bald wird das in ihnen Enthaltene verdrängt werden, um nach der Seite des geringeren Druckes, das ist in die Lymphcapillaren abzufließen.

---

### Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Schnitt durch das Centrum tendin. eines Zwerchfelles vom Kaninchen. Radiäre Sehnenbündel (*b*) quer durchschnitten. Das Nähere im Text.

Fig. 2. Zwerchfell v. Kaninchen mit von der Bauchhöhle aus injicirten Lymphgefässen.

Fig. 3. Grundhäutchen der Peritoneal-Serosa. Partie über den Spalten mit netzförmiger Anordnung der Bindegewebsbündel.

Fig. 4. Epithel der Peritonealseite des Centr. tendin. Verschiedenheit der Epithelzellen.

Fig. 5. Isolirte Epithelzellen ebendaher, *a* Öffnungen zwischen den zusammenhängenden Zellen über den Spalten.

Fig. 6. Epithel von derselben Stelle. Theilung der Kerne, Vermehrung der zelligen Elemente.

---