

Ueber die Struktur der *Elastica externa* und ihre Verbindung mit der *Media* der muskulösen Arterien, sowie über die Verteilung der elastischen Elemente in der Arterienwand.

Von

Tomomasa Sato.

Aus dem anatomischen Institut zu Okayama, Japan.

(Direktor Prof. Dr. K. Kosaka).

Eingegangen am 16. August 1926.

I. Teil.

Von alters her wurde von zahlreichen Autoren die Struktur der Arterienwand des Menschen studiert. Besonders wurden die *Elastica interna* und *externa* als ein Merkmal der Grenzlinie jeder Wandschicht geachtet. Die erstere wurde von Bonnet, Dürk, Evensen u. a. genau, die letztere von Ranvier, Kölliker, Bahrach u. a. vielfach beschrieben. Aber die *Elastica externa* zeigt je nach den Stellen eine sehr abweichende Entwicklung. In folge dessen haben die Autoren hinsichtlich ihrer mikroskopischen histologischen Struktur und besonders ihrer Verbindung mit der *Media* nur wenige Angabe gemacht. Daher machte ich eine genaue systematische Untersuchung über die *Elastica externa* der Arterien an jedem Typus, doch will ich mich diesmal auf die Beschreibung der *Elastica externa* muskulöser Arterien beschränken.

Bevor ich auf die Schilderung meiner Befunde eingehe, möchte ich noch eine Beschreibung über die Untersuchungsmethode kurz vorausschicken. Das Stück des Gefäßes wurde in einer 10 proz. Formalinlösung fixiert. Von jedem Stück wurden alsdann Zelloidin- oder Paraffinschnitte angefertigt und mit Hämatoxylin-Eosin oder Weigertscher Elastinfärbung sowie nach van Gieson gefärbt. Ferner kam eine Kombination der Weigertschen Elastinfärbung mit der van Giesonschen Färbung vielfach in Betracht, ebenso solche der Hämatoxylin-Eosinfärbung mit der van Giesonschen Färbung.

Mikroskopische Bilder.

1. Die Arterien vom elastischen Typus wie die Aorta, A. pulmonalis, anonyma u. a. haben keine *Elastica externa* (Ranvier, Aschoff, Bonnet u. a.).

2. An den subelastischen Arterien wie der *A. iliaca communis* u. a. welche die elastischen Lamellen in der *Media* noch reichlich besitzen, ist die *Elastica externa* noch nicht gut entwickelt. Sie besteht aus einem sehr schwachen und lockeren Netzwerk mit longitudinal verlaufenden elastischen Fasern oder Bündelchen. Zwischen denselben vermischen sich eine geringe Anzahl elastischer Ringsfasern. Bisweilen sind feine Längsmuskelfasern wenn auch in geringes Anzahl vorhanden.

3. In den muskulösen und submuskulösen Arterien (z. B. in der *Bauchhöhle* und den *Extremitäten*) ist die *Elastica externa* dagegen sehr gut entwickelt. Sie hat eine eigentümliche Kontur und ist sehr kompliziert gebaut. Man kann ohne weiters erkennen, dass sie nicht so einfach wie *Elastica interna* gebaut ist.

A. In den *Elastica externa* der grossen muskulösen Arterien (z. B. der *A. coeliaca*, *mesenterica sup.*, *renalis*, *femoralis* u. a.) liegen die ca. 3–6 Lagen der elastischen Lamellen zugrunde. Diese gehen gegenseitig über oder werden durch Verbindungsfasern miteinander verbunden, um ein Netzwerk zu bilden. Zwischen den Lamellen sind zirculär und longitudinal verlaufende elastische Fasern oder Faserbündelbündel vorhanden, so dass das ganze eine starke besondere elastische Schicht ausmacht.

Was die einzelne Lamelle anbetrifft, so ist die innereste dicht an der *Media* anliegende meistens am stärksten entwickelt. Bisweilen erscheint sie als eine selbständige Lamelle oder eine besondere Schicht der *Elastica externa*. Alle elastische Lamellen bestehen hauptsächlich aus den longitudinalen elastischen Fasern.

Die Grenze der *Media* und *Elastica externa* ist sehr deutlich. Dagegen geht die letztere ohne scharfe Grenze allmählich zur *Adventitia* über, sodass die *Elastica externa* von mehreren Autoren zur *Adventitia* gerechnet wird. Auch der Verfasser ist der Meinung, dass die *Elastica externa* keine selbständige, sondern eine innereste besondere Schicht der *Adventitia* darstellt.

Bisweilen ist sie aber teilweise von der *Media* und *Adventitia* sehr deutlich abgegrenzt, so dass es den Anschein hat, als ob eine selbständige elastische Schicht zustande komme. An den nach van Gieson gefärbten Präparaten findet man zuweilen eine aus elastischen Elementen, Bindegewebe und Muskelfasern bestehende Lage zwischen der *Elastica externa* und der *Media*. In diesem Fall sind die Längsmuskeln relativ reichlich vorhanden. Diese Form trifft man häufig an der Arterien vom muskulösen Typus, welche die durchströmende Blutmenge oft wechseln müssen.

Was die Verbindung der *Media* und *Elastica externa* anbelangt, so ist Folgendes

bemerkbar: Die elastischen Elemente der *Elastica externa* dringen in die *Media* als einzelne Fasern oder dünne oder dicke Bündel bildend ein, und verlaufen in der *Media* in radiärer und schräger Richtung oder einen Bogen schlagend. Ueber die Radiär- und Bogenfasern schrieb ich schon in meiner 1. Abhandlung. Die Art und Grösse der Schrägefaser ist sehr verschieden. In den grossen muskulösen Arterien sind sie sehr stark entwickelt. Stellenweise von der *Elastica externa* sich abtrennend dringen sie oder ihre Bündel in die *Media* in einer Schrägerichtung ein, um nach einem längeren Verlauf sich in einzelnen feineren elastischen Fasern aufzulösen und endlich zu den Kreisfasern der *Media* über zugehen. Häufig erreicht die Länge der letzteren einen halben Umfang der *Media* oder darüber. Die Schrägefaserbündel pflegen unweit der *Elastica externa* zu verlaufen. Zuweilen dringen sie aber bis zur Mitte der *Media* ein. Sie verbinden sich hier und dort miteinander und bilden ein Netzwerk mit einfachen Maschen. An diesen Stellen ist die Grenze der *Media* und *Elastica externa* etwas undeutlich. Diese elastische Elemente begleiten immer Bindegewebsfasern. Auf diese Weise werden die *Media* und *Elastica externa* miteinander gebunden.

B. An den mittelgrossen Arterien vom muskulösen Typus (z. B. an der *A. tibialis, lienalis* u. a.) besteht die *Elastica externa* hauptsächlich aus den schwachen und starken longitudinalen elastischen Faserbündeln. Sie liegen so dicht zusammen, dass man sie im Querschnitt bei schwächerer Vergrösserung als eine Membran betrachten mag, die sich allerdings bei stärkerer Vergrösserung in einzelnen Faserbündeln auflösen lässt. Die Grenze der *Media* und *Elastica externa* ist sehr deutlich. Die Radiäl-, Bogen- und Schrägefaser, welche sich von der *Elastica externa* abtrennend in die *Media* eindringen, sind feiner und spärlicher als an den grossen muskulösen Arterien. Dagegen sind die Bindegewebsfasern, die von der *Elastica externa* in die *Media* eindringen und die Verbindung der *Media* mit der *Adventitia* vermitteln, immer bedeutender als an den grossen Arterien.

Je kleiner die Arterien werden, um so schwächer wird die *Elastica externa*, um endlich ganz zu verschwinden. Dagegen sind die Bindegewebsfasern der *Adventitia* selbst in den Arterien des kleinen Kalibers reichlich vorhanden. Ebenso kann man die *Elastica interna* bis zu den kleinen Arterien gut verfolgen.

Ergebniss.

1. An den grossen muskulösen Arterien zeigt sich die *Elastica externa* als eine besondere Schicht der *Adventitia*. Sie besteht hauptsächlich aus den elastischen

Lamellen und longitudinalen Faserbündeln. Die *Media* und die *Elastica externa* sind miteinander durch die Radial-, Bogen- und Schrägefaserbündel verbunden, die von der *Elastica externa* sich trennen und in die *Media* eindringen.

2. An der mittelgrossen muskulösen Arterien (z. B. *A. tibialis*, *liensis* u. a.) bilden die dicht aneinander liegenden longitudinalen elastischen Faserbündel die Grundlage der *Elastica externa*. Die *Media* und die *Elastica externa* sind durch feine Radial-, Bogen- und Schrägefaser sowie durch die Bindegewebsfasern miteinander verbunden.

3. Je kleiner die Arterie, desto schwächer wird die *Elastica externa*, um allmählich zu verschwinden. In diesem Falle sind die *Media* und die *Adventitia* durch die Bindegewebsfasern miteinander verbunden.

II. Teil.

Der Verfasser hat von der Struktur der elastischen Elemente der Arterienwand vielfach in seinen anderen Arbeiten gesprochen. Hier möchte ich auf ihr Mengenverhältnis aufmerksam machen, obwohl diese Sache auch von anderen Forschern untersucht worden ist.

Auf Grund meiner Untersuchungen und mit Rücksicht auf die einschlägige Literatur will ich die Verteilung der elastischen Elemente in der Arterienwand kurz wie folgt schildern: An den Arterien des elastischen Typus von Ranvier (z. B. *Aorta*, *A. pulmonalis*, *anonyma* u. a.) sind in der *Media* konzentrische elastische Lamellen vorhanden. An den Arterien des muskulösen Typus von Ranvier (z. B. Eingeweide- und Extremitätsarterien) sind dagegen in der *Adventitia*, besonders in der *Elastica externa* konzentrische elastische Lamellen oder Faserbündel vorhanden (Ausnahme die Gehirn- und kleinen Arterien). Zwischen beiden Typus befinden sich verschiedene Uebergangsformen.

Ueber diese Verteilung der elastischen Elemente der Arterienwand sagt Kölliker in seinem Handbuch: Die Ausbildung des elastischen Gewebes in der *T. media* stärkerer Arterien steht oft in einer Korrelation mit der stärkeren oder geringeren Ausbildung der elastischen Faserschicht (*Elastica externa*) der äusseren Arterienhülle. Doch gibt es auch Arterien, wie namentlich im inneren des Schädels, die trotz einer an elastischen Elementen armen *Media* keine eigentliche *Elastica externa* mit Längsfasern besitzen.

Ueber diese verschiedene Ausbildung der elastischen Elemente in der Arterienwand sagt Bonnet: "Der Bau der Accessoria ist bedingt durch funktionelle Anpassung an den von innen wirkenden Blutdruck und die das Arterienrohr von aussen her beeinflussenden mechanischen Bedingungen. Arterien, welche durch sich kontrahierende, in ihrer Nähe gelegene Muskeln Widerstand in der Diastole erleiden (Extremitätsarterien) können, oder solche, die durch wechselnd gefüllte oder verschiebliche Organe belastet und komprimiert werden (Eingeweidearterien), oder in Organen verlaufen, die ihre Form wesentlich ändern (z. B. A. dorsalis penis, coronalis cordis, uterina, lingualis), enthalten fast ausnahmslos in ihrer Accessoria eine besonders kräftig entwickelte Muskulatur und eine sehr verwickelte Anordnung des gelben Bindegewebes (Arterien des muskulösen Typus von Ranvier). Dagegen zeigen die grossen und grössten Arterienstämme, deren Diastole durch den in der Brusthöhle herrschenden negativen Druck bei der Einatmung begünstigt wird, vorwiegend einfachere Anordnung ihres reichlichen gelben Bindegewebes in Form von konzentrischen Platten und zwischen diesen gelegenen Fasergittern (Aorta, Pulmonalis, Anonyma, Subclavia, Carotis, Vertebralis), eine Anordnung, die sie als Arterien von elastischeu Typus Ranvier oder als gelbe Arterien zu bezeichnen erlaubt."

Der Verfasser ist der Meinung, dass die oben erwähnte Behauptung von Kölliker und der Gedanke von Bonnet zu Recht bestehen, und beabsichtige die oben erwähnte Verteilung der elastischen Elemente von der physiologischen Seite zu betrachten.

Triepel sagt: "Die sogenannte" elastische "Substanz ist bekanntlich viel weniger durch hohe und vollkommene Elastizität im streng physikalischen Sinne, als vielmehr durch leichte und bedeutende Dehnbarkeit und Elastizitätsbreite ausgezeichnet". Ferner sagt er in seiner anderer Abhandlung: "In der Gefässwand beispielweise sind Gewebselemente vorhanden, die eine grössere Zugelastizität besitzen als das gelbe Bindegewebe, nämlich die collagenen Fasern, und andere, die eine geringere Elastizität oder, wenn man will, eine grössere Dehnbarkeit besitzen, nämlich die glatten Muskeln."

Der Verfasser glaubt, dass, wenn die elastischen Fasern sich zu Bündeln oder Lamellen vereinigen oder sogar Lamellennetz bilden, so sie an Elastizitätskraft zu, aber an Elastizitätsbreite abnehmen. An den Arterien des elastischen Typus bilden die elastischen Elemente in der Media das elastischen Lamellennetz, welches gegen die intra- und extravasculäre Wirkungen einen starken Widerstand leistet. Daher verengern sich solche Arterien nur schwach, und für ihre Kontraktion kommt aus-

schliesslich die Intima zur Geltung. Auf diese Weise lassen sie das Blut immer durchpassieren, ohne den Blutdruck der peripherischen Teile stark zu vermindern. Wenn diese Arterien sich stärker kontrahieren oder verengern als die muskulösen Arterien, so würden die peripherischen Teile einer starken Anämie anheimfallen und infolge dessen mannigfache Störungen stattfinden.

Ganz anders ist es bei den muskulösen Arterien, wo sich die Media ohne Widerstand kontrahieren kann. Dank dieser freien Kontraktion können sie der physiologischen Erforderung der von ihnen versorgten Gebiete entsprechend die durchpassierende Blutmenge beliebig regulieren.

Rücksichtlich der oben genannten Funktionsdifferenz möchte ich die Arterien des elastischen Typus als "Leitungsarterien" und die des muskulösen Typus als "Regulierungsarterien" bezeichnen.

Literaturverzeichnis.

1897. **Triepel**, Das elastische Gewebe in der Wand der Arterien des Schädelhöle. *Anatomische Hefte*. Bd. 7. S. 187. 1898—1899. **Triepel**, Ueber gelbes Bindegewebe. *Anatomische Anzeiger*. Bd. 15. S. 300. 1898—1899. **His**, Ueber Elasticität und elastisches Gewebe. *Anatomische Anzeiger*. Bd. 15. S. 380. 1900. **Triepel**, Die Elasticität des gelbenbindegewebes und der quergestreiften Muskulatur. *Anatomische Hefte*. Bd. 14. Bd. 14. S. 315. 1874. **Ranvier**, zit nach Kölliker. 1902. **Kölliker**, *Handbuch der Gewebeslehre des Menschen*. 11. 1905. **Gilbert**, Wilhelm. Untersuchungen über den Bau der Intima der Aorta unter (normalen und pathologischen Verhältnissen. Diss. Med. Bonn. 1903.) *Jahresber. über die Fortschr. d. Anato. und entwick.* Bd. 9. 1907. **Düick**, Ueber eine neue Art von Fasern im Bindegewebe und in der Gefässwand. *Virchow Archiv* Bd. 189. 1908. **Bonnet**, Ueber den Bau der Arterienwand. *Jahresber. über d. Fortschr. d. Anato. und Entwick.* Bd. 13 b. 1909. **Evenson**, Beiträge zu der normalen Anatomie der Hirngefässe. *Jahresber. über d. Fortschr. d. Anato. und Entwick.* Bd. 14 b. 1909. **Achoff**, Ueber die Entwicklungs-, Wachstum- und Altersvorgänge an den Gefässen von elastischen und muskulösen Typus. *Jahresber. über d. Fortsch. d. Anato. u. Entwick.* Bd. 14. 1911. **Bahrach**, Ueber das Vorkommen von Dürkschen Fasern in der Gefässwand und deren Funktion und Veränderungen bei Arteriosklerose. *Ziegeler Beiträge* Bd. 50. 1912. **Bonnet**,Bau der Arterienwand. *Verhand. d. Anatomischen Gesellschaft auf d. 26. Versamm. in München.*

Erklärung der Abbildungen.

Die beigegebenen Figuren sind alle Mikrophotographien.

Fig. 1. Querschnitt der A. lienalis des 27 j. Mannes. Elastinfärbung nach Weigert.

Fig. 2. Querschnitt der A. haemorrhialis d. 35 j. Mannes. Elastinfärbung nach Weigert.

Fig. 3. Querschnitt einer kleiner Arterie am Nierenbecken. Elastinfärbung nach Weigert.

Fig. 4. Längsschnitt der A. radialis des 25 j. Mannes. Elastinfärbung nach Weigert.

Verzeichnis der Abkürzungen.

Elast. int. = *Elastica interna*.

Schläge F. = Schläge Faser.

Elast. ext. = *Elastica externa*.

Bogen F. = Bogen Faser.

内 容 大 意

筋性型動脈ノ外彈性膜ノ構造及ビ中膜トノ結合
竝ニ一般動脈壁ニ於ケル彈性組織ノ分布ニ就テ

岡山醫科大學解剖學教室（主任上坂教授）

佐 藤 俱 正

從來動脈ノ内外彈性膜ハ動脈壁各壁各層ノ限界目標トシテ注目サレタリ。然ルニ外彈性膜ハ部位ニヨリ其ノ構造ヲ異ニシ特ニ其中膜トノ連鎖ノ状態等ニ關シテハ詳キ記載アルヲ見ズ故ニ余ハ從來全身各部ノ動脈壁ノ微細構造ヲ檢索シ之ヲ觀察、綜合シ次ノ所見ヲ得タリ。

1. 大ナル筋性型動脈ニ於テハ外彈性膜ハ單ナル彈性膜ニアラズシテ主トシテ數層ノ彈性層板ト其ノ間ニ混在セル縱走彈性纖維束ヨリ成レル外膜ニ屬スル特別ノ彈性層ヲ成ス。此ノ外彈性層ヨリ起レル弓狀、放線狀、斜行纖維或ハ纖維束ハ中膜ニ深ク侵入シ互ノ連鎖ヲ保持ス。

2. 筋性型中等大ノ動脈ニ於テハ外單性膜ハ主トシテ密在セル縱走ノ彈性纖維束ヨリ成レル彈性纖維層ヲ成ス之ヨリ起レル弓狀、放線狀、斜行纖維ハ前者ニ比シ甚ク纖細ニシテ結締組織纖維ヲ伴ヒ中膜ニ侵入シ以テ中膜トノ結合ヲ司ル。

3. 動脈ガ末梢ニ及ブニ從ヒ外彈性膜ハ漸次微弱トナリ終ニハ消失ス。斯ル場合ニ於テハ中膜及ビ外膜ハ全ク結締組織纖維ノミニ依テ結合セラル。

余ハ從來主トシテ動脈壁ノ彈性組織ノ構造ニ關シテ檢索ヲ遂ゲタリ。然ルニ其ノ量ノ差違ニ關シテハ既ニ多數ノ學者ニ依テ觀察サレ記載サレタル所ナリ。余ハ更ニ此ノ彈性組織ノ量ノ差違竝ニ構造的差違ニ基ク生理的機能ヲ考察シ次ノ考按ヲ得タリ、

Ranvier 氏ノ所謂彈性型動脈(例之大動脈ノ如シ)ハ中膜ニ多量ノ彈性組織ヲ有シ其ノ構造ヨリ考ヘ其ノ壁ノ伸縮自在ナラズ故ニ心臟ヨリノ血壓ヲ成ル可ク減少セシムル事ナク血液ヲ通ゼシム。然ルニ筋性型動脈ニ在リテハ中膜ハ主トシテ筋纖維ヨリ成リ其ノ伸縮又自在ニシテ其ノ配下器官ノ生理的要求ニ應ジ通過血量ヲ種々ニ調節シ得故ニ動脈ヲ其ノ機能ニ依テ前者(彈性型)ヲ導血性動脈ト言ヒ後者(筋性型)ヲ調節性動脈ト呼ブヲ得ベシ。



Fig. 1.

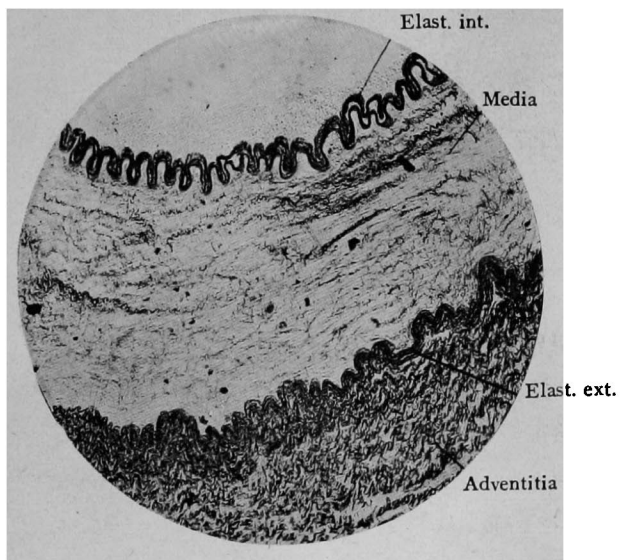


Fig. 2.

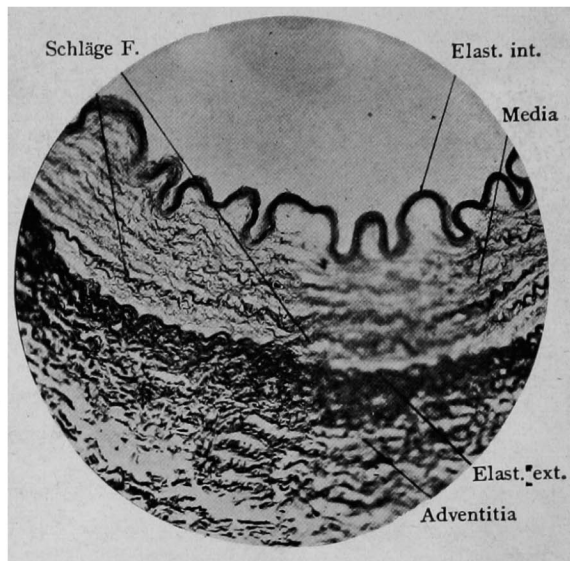


Fig. 3.

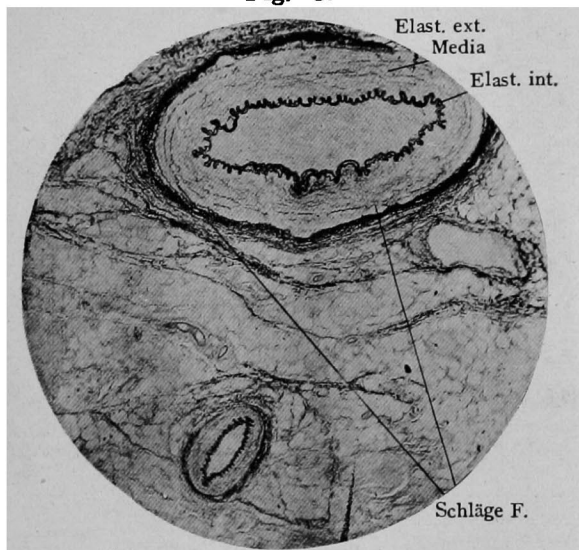


Fig. 4.

