

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Berlin.
Direktor: Geh.-Rat *Lubarsch*.)

Elastica und Pseudoelastica der großen Arterien.

Ein Beitrag zur Frage der Neubildung elastischer Membranen.

Von
Prof. Dr. E. K. Wolff.

Mit 10 Textabbildungen.

(Eingegangen am 4. Juni 1928.)

Das zunehmende Interesse für die physikalisch-mathematische zu behandelnde Frage der *Elastizität* des Gefäßrohres hat die pathologisch-anatomischen Erörterungen über die Träger dieser Funktion, die sogenannten elastischen Membranen und Fasern, ein wenig in den Hintergrund treten lassen. In welchem Umfange die Beziehungen zwischen Elastizität und elastischen Membranen bzw. Fasern einer Durchsicht bedürfen, ist eine besondere, unlängst erneut angeschnittene Frage, die später zu streifen sein wird. Bis auf weiteres soll für die folgenden Ausführungen nach der üblichen histologisch-pathologischen Nomenklatur derjenige Bestandteil der Gefäßwand, der mit den Elastica-Färbungen darstellbar ist, als elastisch bezeichnet werden. Es wird auszuführen sein, inwieweit die histologisch-färberische Analyse Unterschiede erkennen läßt, die vielleicht auch für die Bewertung nach funktionellen Gesichtspunkten nicht ohne Bedeutung ist und die uns vorläufig rein histologisch zur Abtrennung von „*Elastica*“ und „*Pseudoelastica*“ geführt hat.

Den Anstoß zu den Untersuchungen über die Entwicklung und weitere Ausbildung der — vorläufig allein berücksichtigten — elastischen Lagen der Intima der großen Arterien vom muskulären Typus gab die große Schwierigkeit, in bestimmten Fällen Art und Umfang der als pathologisch anzusprechenden Veränderungen zu beurteilen. Es bedarf keiner Erörterung, daß diese Schwierigkeit in der Eigenart der Entwicklung der Gefäße vom Kindesalter bis zum Greisenalter mit ihren physiologischen Aufbau- und Abbauvorgängen begründet liegt, die zwar in großen Zügen bekannt sind, aber sowohl in den verschiedenen Gefäßbezirken wie bei den einzelnen Personen so außerordentlich stark schwanken, daß jeder Sonderfall einer gesonderten Betrachtung bedarf.

Lägen die Verhältnisse nicht so verwickelt, so hätte doch längst über so grundlegende Fragen, wie z. B. die Gefäßveränderungen bei einzelnen Infektionskrankheiten, bei Hochdruck, chron. Nephritis usw. Übereinstimmung erzielt sein müssen.

An dem Reifungs- und Alternsvorgang der Gefäßwände nehmen die elastischen Bestandteile bekanntlich den regsten Anteil und wir haben bei ihnen sowohl mit Wachstumsvorgängen wie mit rückschrittlichen Veränderungen zu rechnen. Diese sog. hyperplastischen Vorgänge haben uns in erster Linie beschäftigt; sie wurden im wesentlichen an der A. Iliaca externa untersucht, einen im ganzen Verlauf nach dem muskulären Typus gebauten Gefäß. Der Übergang vom elastischen zum muskulären Bau findet oberhalb der Mitte der A. Iliaca communis statt, was bereits in den alten Untersuchungen von *Grünstein*¹ genau beschrieben, aber wohl noch nicht völlig in die allgemeine Vorstellung übergegangen ist: es nimmt dies nicht wunder, da man in verbreiteten Lehrbüchern der Anatomie und Histologie ohne nähere Ausführungen die A. Iliaca unter den Arterien vom elastischen Bau angeführt findet.

Nach *Grünstein* besteht die *Elastica interna* der A. Iliaca externa aus 2 Blättern, einen inneren und einen äußeren, die durch das Stratum interlamellare voneinander getrennt sind. Bei einem Neugeborenen seiner Untersuchungsreihe wurde diese Verdoppelung vermißt, bei einem 16jährigen Knaben war die „Spaltung“ in die beiden Blätter vollzogen, desgleichen bei einem Erwachsenen in der Mitte der 30er Jahre, während bei einem 50jährigen Manne „die *Elastica interna* in 3—4 Lamellen aufgelöst“ war. Bei einer 70jährigen Frau war die interlamelläre Schicht sehr schmal, so daß an manchen Stellen die beiden Lamellen der *Elastica interna* ganz nahe aneinander kamen. Die Vorstellung einer *Spaltung* als grundlegenden Vorgang bei Auftreten einer Mehrschichtigkeit der *Elastica* wird stillschweigend als selbstverständlich angenommen und nicht weiter erörtert. Dies geschieht aber sehr eingehend in den bekannten Untersuchungen von *Jores* über Wesen und Entwicklung der Arteriosklerose im Jahre 1903², wo er für die physiologische (und typisch-arteriosklerotische) Dickenzunahme der Intima, seiner hyperplastischen Intimawucherung entsprechend, die Bildung der neuen Lamellen durch Abspaltung aus der *Membrana elastica interna* erklärt. „Die Bildung mehrfacher elastischer Lamellen durch Spaltung der *Membrana elastica interna* ist im geringen Grade ein beim Menschen nahezu regelmäßig vorkommender Prozeß, der sich in seinen Anfängen bis in das Kindesalter zurückverfolgen läßt.“ Auch bei der anderen Form der Intimaverdickung, die von *Jores* als regenerative Bindegewebswucherung der Intima bezeichnet wird und bei allen Formen der Endarteritis oblite-

¹ Arch. mikrosk. Anat. 47, 1896.

² J. F. Bergmann, Wiesbaden 1903.

rans auftritt, nimmt nach *Jores* das neugebildete elastische Gewebe seinen Ursprung aus bereits bestehendem elastischem Gewebe, da mit einer metaplastischen Bildung elastischen Gewebes aus kollagenem Gewebe nicht zu rechnen ist. Da die Membrana elastica interna als Ausgangspunkt nur zum geringsten Teil in Betracht kommt, wird das elastische Gewebe der Media als Quelle der elastischen Fasern der verdickten Intima betrachtet. *Jores* bestreitet die *Heubnersche* Annahme, daß das Endothel die Fähigkeit haben soll, elastisches Gewebe zu bilden. Die vielen Erörterungen, die sich an diese Untersuchungen anschlossen (*Aschoff* und seine Schüler, *Arne Faber* usw.) und die vor allem die Beziehungen dieser Intimaveränderungen zur Arteriosklerose betrafen, müssen hier übergangen werden. In seiner neuesten Darstellung im Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie (*Henke-Lubarsch*, 2), hat *Jores* das Wichtigste berichtet und seinen Standpunkt erneut klargelegt (S. 697 und 719). An der Vorstellung der Abspaltung oder Absplitterung (*Binswanger* und *Schaxel*) wird im allgemeinen festgehalten, wenngleich — wohl unter dem Eindruck der Arbeiten von *Ranke* und *Hueck* — das Wort „Abspaltung“ an einer Stelle in Anführungsstrichen erscheint. Hier sei nur noch erwähnt, daß *Schaffer* in seinem Lehrbuch der Histologie bei Besprechung der mittelgroßen Arterien ohne weitere Erörterung davon spricht, daß die elastische Innenhaut auch manchmal „gespalten“ sein kann, so daß sie stellenweise verdoppelt erscheint. — *Arne Faber* spricht in seinem Buch über die Arteriosklerose ebenfalls von „Abspaltung“ und „Aufblätterung“ mit folgender Begründung: „Am natürlichsten ist die vorläufige Anwendung der möglichst neutralen Ausdrücke, also Bezeichnungen, die nur das histologische Bild decken und nicht auf eine vermutete Entstehungsweise hinweisen. Eine Bezeichnung wie „abgespaltete“ („aufgeblätterte“) elastische Lamellen oder Fasern ist hingegen sicher erlaubt, da der Prozeß unzweifelhaft so erscheint.“ Hier scheint der zweite Satz doch in starkem Gegensatz zum ersten zu stehen!

Unsere Untersuchungen wurden an insgesamt 96 Fällen angestellt, davon 21 Neugeborene bzw. Säuglinge im 1. Lebensjahr, 2 zwischen 1. und 5. Jahr, 9 zwischen 5. und 20. Jahr, 25 zwischen 20. und 40. Jahr, 23 zwischen 50. und 60. Jahr und 16 zwischen 60. und 84. Jahr.

Bei sämtlichen *Neugeborenen* und *Säuglingen* der ersten Monate ließ sich die allgemeine Beobachtung bestätigen, daß es in diesem Lebensabschnitt nur eine *einzig* innere elastische Schicht gibt, die außen an die Media anstößt und nach der Gefäßlichtung zu im wesentlichen nur den dünnen Endothelbelag aufweist. Das Elasticaband, das stets sehr stark geschlängelt ist, erscheint überall gleichmäßig breit, homogen, gleichmäßig durchgefärbt und zeigt nur stellenweise eine Art Segmentierung die durch die Fensterung bedingt ist. Die Weigert-Elasticafärbung

pfllegt im allgemeinen die dicken Fasern zu stark zu durchtränken, läßt sie dadurch plumper erscheinen, als sie tatsächlich sind und verdeckt zweifellos Feinheiten des Baues. Diese treten hingegen außerordentlich gut bei der *Mallory-Färbung* (Säurefuchsin — Anilinblau — Orange) hervor, die sowohl bei Alkohol wie auch — besonders gut — bei Formalinfixierung und Paraffineinbettung gelingt. Die *Elastica* erscheint bei dieser Färbung als ein leuchtend karmoisin-rotes homogenes, fast durchscheinend aussehendes Band, beiderseits von einer zarten blau gefärbten Haut bedeckt¹. (*Schwalbesche Scheide*). Zur Dar-

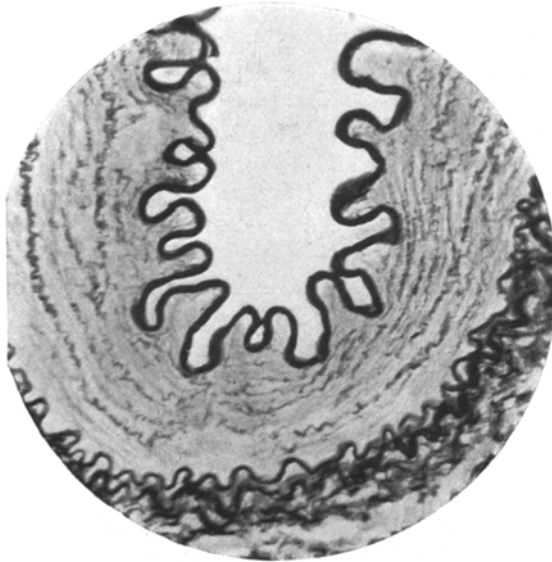


Abb. 1. Ausschnitt aus dem Querschnitt durch A. iliaca ext. eines 3 Wochen alten an Sepsis verstorbenen Kindes (*Weigerts Elasticafärbung*). *Elastica interna* als einfache zusammenhängende scheinbar die Lichtung begrenzende Membran (*Endothel* nicht erkennbar).

stellung der zarten in der *Media* gelegenen elastischen Fasern sind hingegen die eigentlichen *Elasticafärbungen* (*Weigert*, *Orzëin* usw.) überlegen. Hier sind bei *Mallory* die Gegensätze gegenüber der gelblich-rot gefärbten Muskulatur nicht stark genug. Die breiten elastischen Lagen außerhalb der *Media* sind wiederum im allgemeinen mit *Mallory-Färbung* wieder gut darstellbar.

¹ Gegenüber der guten Verwendbarkeit der *Mallory-Methode* bei isolierten Gefäßen, stößt die Färbung von Organschnitten (*Niere*, *Milz*) auf gewisse Schwierigkeiten. Hier beeinflußt der Saftgehalt anstoßender Abschnitte die Differenzierbarkeit der Färbung, besonders auch der elastischen Bestandteile. Als uns diese Fehlerhuelle noch nicht bekannt war, wurde eine jetzt als irrtümlich erkannte Auffassung der *Elasticafärbung* in der *Milz* nach *Mallory* im entsprechenden Kapitel des Handbuches der speziellen pathologischen Anatomie vertreten.

Das Auftreten neuer elastischer Membranen der Intima neben der einen bei der Geburt vorhandenen fällt mit der Ausbildung einer eigentlichen Intima zusammen, die wahrscheinlich schon bald nach der Geburt einsetzt, jedenfalls gegen Ende des ersten Lebensjahres in der Regel schon erfolgt ist. Wir finden dann einwärts der ursprünglichen *Elastica interna* kernarme Züge faserigen Bindegewebes, nach innen vom Endothel begrenzt; unter dem Endothel, also in der innersten Schicht der jungen Intima, liegen bei *Elastica-Färbung* deutlich hervortretend neue

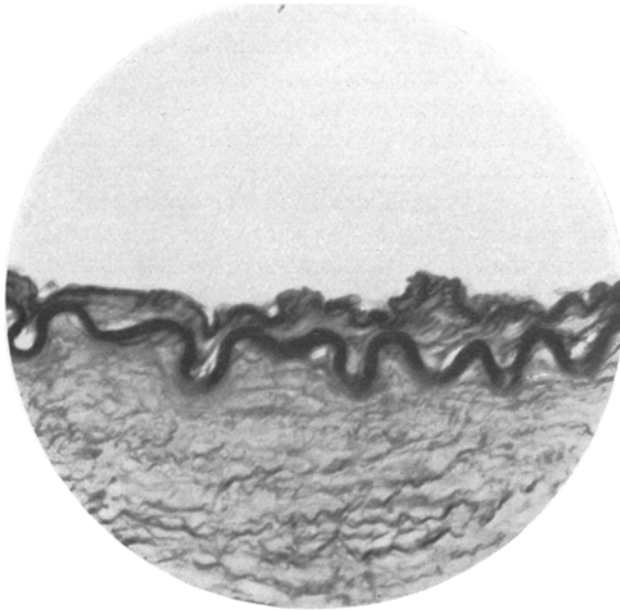


Abb. 2. Ausschnitt aus dem Querschnitt der *A. iliaca ext.* eines 10 Monate alten an Miliartuberkulose verstorbenen Kindes. *Weigerts* Elasticafärbung. Beginnende Verdopplung der *Membrana elastica interna*. Die neu gebildete Intima wird durch die neue elastische Schicht (*Pseudoelastica*) innen begrenzt.

elastische Schichten, als zusammenhängende Membranen durch Vergleich von Quer- und Längsschnitten erkennbar. Hat sich, wie im abgebildeten Fall (Abb. 2) die Intimaentwicklung erst auf einen kleinen Teil des Gefäßumfanges erstreckt, so berühren sich die beiden elastischen Membranen an den Enden dieses Intimapolsters; solche Bilder haben wohl Veranlassung gegeben, echte Abspaltungsvorgänge anzunehmen. Hiergegen läßt sich schon bei Betrachtung der *Elastica-Färbungen* vieles einwenden. An den Berührungsstellen erscheint die eigentliche *Membrana elastica interna* um die angelagerte Menge elastischer Substanzen verdickt; nach der „Abspaltung“ hat sie ihre normale Dicke

und ist nirgends um den „abgespaltenen“ Teil an Umfang vermindert. Die „abgespaltene“ Lage erreicht, wie an späteren Beispielen gezeigt wird, oft einen erheblich größeren Umfang als die alte E. i. je besaß, so daß zum mindesten eine nachträgliche Zunahme angenommen werden müßte. Rechnet man aber mit einem solchen selbständigen Wachstum nach einer angenommenen Loslösung von der elastischen Stammschicht, so ist es doch nur noch ein Schritt, auch eine ganz selbständige Entstehung dieser neuen Schichten, ganz unabhängig von der Stammschicht, anzunehmen. Dieser Schritt, ist ja auch bereits getan worden, wenngleich die Auffassung sich noch nicht überall hat durchsetzen können. Die stets eindeutige Beziehung der ersten neugebildeten Schicht zu der inneren Grenzfläche der Gefäße, also die Lage unmittelbar unter dem Endothel — wo auch die erste Membran gelegen war —, die auch bei weiterer Verbreiterung der Intima stets von neuem in Erscheinung tritt, nötigt zu der Annahme funktioneller Strukturen und bringt die alten *Heubner*-schen Vorstellungen, wonach das Endothel der Ausgangspunkt dieser funktionell bedingten Neubildung elastischer Membranen sein soll, in Erinnerung, ohne daß wir heute diese entstehungsgeschichtliche Vorstellung zu teilen brauchten. Gegen unmittelbare Ursprungsbeziehungen zwischen den alten und neuen Membranen, insoweit die neuen als Abkömmlinge der alten aufgefaßt werden, spricht noch nachdrücklicher der Unterschied des *Baues* und der *stofflichen Zusammensetzung*. Strukturelle Unterschiede zeigen sich besonders deutlich bei den Anfängen der Verdopplung im jungen Kindesalter. Ganz im Gegensatz zu dem homogenen Aussehen der gleichmäßig durchgefärbten *Membrana Elastica interna* setzen sich die jungen Schichten aus kleinen Bruchstücken zusammen, die sich auffasern, Lücken aufweisen, fleckweise gekörnt erscheinen können, jedenfalls ganz unregelmäßig gebaut und ganz ungleichmäßig gefärbt sind. Die Vorstellung der „Imprägnation“ ursprünglich nicht „elastischer“ Fasern mit demjenigen Stoff, der die Elasticafärbung gibt, drängt sich hier eindringlich auf. Verstärkt wird diese Vorstellung durch den Vergleich des nach *Weigert* (bzw. *Unna-Tänzer*) gefärbten Schnittes mit dem *Mallory*schnitt des gleichen Stückes. (Abb. 3). Bei dem 10 Monate alten Kinde zeigen die neuen Schichten eine einwandfreie Elasticafärbung, sind hingegen nach der *Mallory*-Methode überhaupt nicht darstellbar. Man findet wohl mit starker Vergrößerung die entsprechende Schicht wieder, sie hat aber im Gegensatz zu der leuchtend rot gefärbten eigentlichen *Elastica* keinen gelben oder roten Farbenton angenommen, sondern ist wie die kollagenen Fasern blau gefärbt. Diesen Unterschieden der Färbbarkeit begegnen wir regelmäßig im weiteren Verlauf der Entwicklung. Die weiteren Beispiele sollen zur Erläuterung und Ausführung dieser Beobachtung dienen.

In der Regel bleibt es in den ersten Lebensjahren bei der Verdoppelung der elastischen Membran. Man hat den Eindruck, daß die neu gebildete innere Lage sich verfestigt, etwas homogener wird, wächst und dann bald die Dicke der ersten Lage erreicht, ja selbst überschreitet. Abb. 4 zeigt bei einem $5\frac{1}{2}$ Jahre alten an Diphtherie verstorbenen Kinde diese gleichmäßige Ausbildung zweier Lagen. Die Intima ist noch nicht sehr breit, insbesondere hat sich innerhalb der zweiten elastischen Schicht keine neue Bindegewebsslage gebildet. Die Verwandtschaft zu den Elasticafarbstoffen ist sehr groß, oft bei der neuen

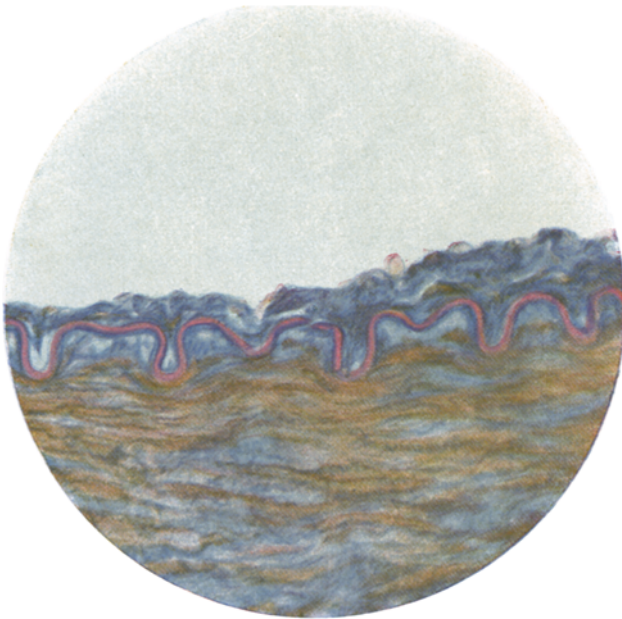


Abb. 3. Schnitt der gleichen Reihe wie Abb. 2. Mallory-Färbung. Nur *eine* Membrana elastica interna durch carmoisinrote Färbung kenntlich. Die „Pseudoelastica“ nicht darstellbar.

Lage größer als bei alten. Die Malloryfärbung läßt uns hier wieder starke Unterschiede erkennen. (Abb. 5). An der abgebildeten Stelle ist eine ziemlich gleichmäßige gelbliche Durchfärbung der inneren Schicht eingetreten, die in starkem Gegensatz zur leuchtenden Rotfärbung der alten elastischen Membran steht. An anderen Stellen erscheint die Gelbfärbung der inneren Schicht stärker aufgelockert, weniger zusammenhängend, oft von bläulich gefärbten Abschnitten unterbrochen. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei Kindern etwas höheren Lebensalters. Im allgemeinen durchwegs Verdopplung; nur an Stellen zunehmender Intimaverbreiterung, Verdreifachung der elastischen Schichten — stets mit den gleichen färberischen Unterschieden bei der Malloryfärbung.

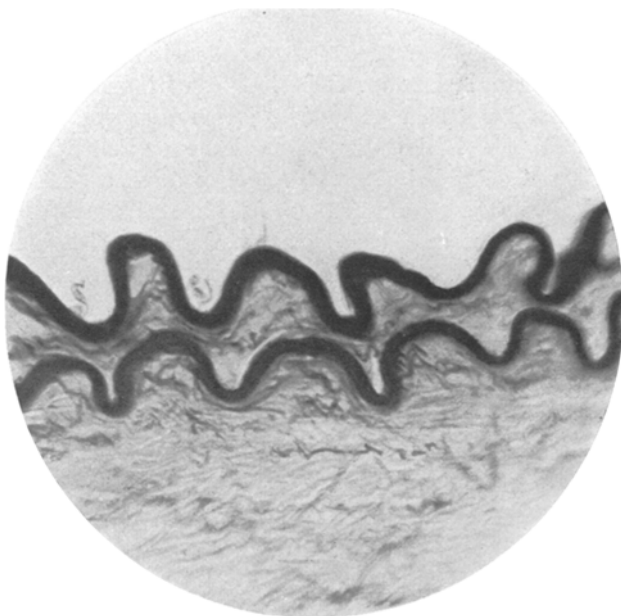


Abb. 4. Ausschnitt aus einem Querschnitt durch A. iliaca externa eines 5½-jährigen an Diphtherie verstorbenen Kindes. Weigerts Elasticafärbung. Gleichmäßige Verdopplung der elastischen Membran. Die innere (jüngere) Schicht stellenweise breiter und stärker gefärbt als die äußere (ältere).

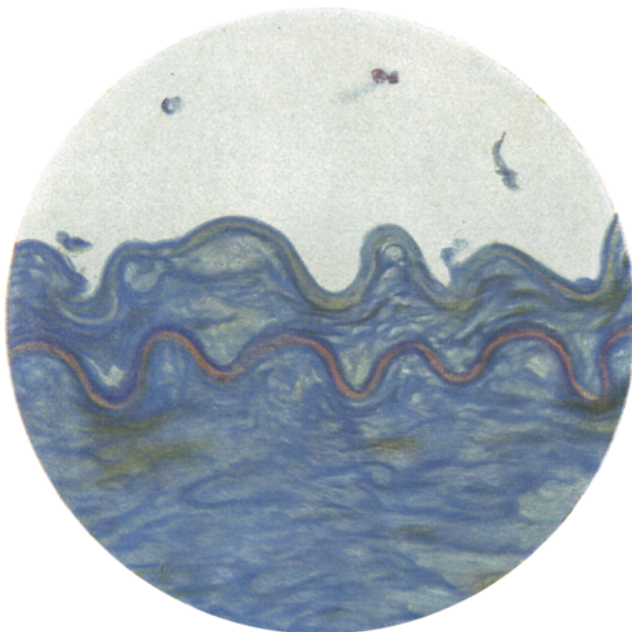


Abb. 5. Schnitt der gleichen Reihe wie Abb. 4. Mallory-Färbung. Deutlicher Unterschied der Färbbarkeit der beiden elastischen Membranen, sowie Unterschied ihrer Struktur. Die äußere (echte) Membran carmoisinrot und homogen, die innere (pseudo) teils blau, teils gelb nicht homogen.

Ein Beispiel für den Umfang, den die Neubildung der elastischen Schichten annehmen kann, zeigt Abb. 6 (Fall 476) von einem 30jährigen an Tuberkulose verstorbenen Manne. Derartige Bilder trifft man bekanntlich gar nicht selten, wir haben sie auch schon zu Anfang des 3. Jahrzehnt beobachtet. Der Fall ist ausgezeichnet durch die gute Erhaltung sämtlicher Schichten und die größere Breite einzelner neugebildeter Schichten, im Vergleich zur alten Schicht. Besonders kräftig erscheint die äußerste, als älteste der neugebildeten Schichten



Abb. 6. Ausschnitt aus dem Querschnitt der A. iliaca externa eines 30jährigen an Tuberkulose verstorbenen Mannes. Weigerts Elasticafärbung. Vervielfachung der elastischen Membranen. Die äußere älteste Lage isoliert, zarter und schwächer gefärbt als die inneren, die stellenweise zusammenfließen und sich wieder trennen.

aufzufassende Membran. Eine Homogenisierung nach Art der alten Schicht ist aber noch nirgends völlig erreicht, wensschon teilweise weit vorgeschritten. Eine Verbindung oder Berührung der alten und der neuen Schichten besteht nirgends, hingegen verbinden sich die neuen Schichten wiederholt miteinander, fließen zusammen und trennen sich wieder. Die Malloryfärbung (nicht abgebildet) zeigt deutlich den Grad der „Reifung“ der neuen Schichten. Die äußerste, älteste Schicht ist am weitesten der alten Schicht angenähert; sie ist wenigstens zum Teil gelblich-rot durchgefärbt, zum Teil allerdings noch blau und ihre Durchfärbung ist lückenhaft, wolzig; die jüngeren Lagen sind hingegen

zunehmend schwächer gefärbt, bis schließlich ganz ungefärbt, d. h. ganz blau ohne jeden gelblich-roten Einschlag.

Abb. 7 und 8 soll ein weiteres Beispiel geben für die starke strukturelle und färberische Verschiedenheit der als „Elastica“ und „Pseudoelastica“ bezeichneten Schichten. Gleichzeitig zeigt dieser Fall (59jährige an Pneumonie verstorbene Frau) als erster unserer Reihe eine ausgesprochene *Intimawucherung*, im Gegensatz zur *Intimaentwicklung* der früheren Beispiele. Die ursprüngliche elastische Membran ist verhältnismäßig zart, ziemlich gleichmäßig, mit gerader beiderseitiger Be-

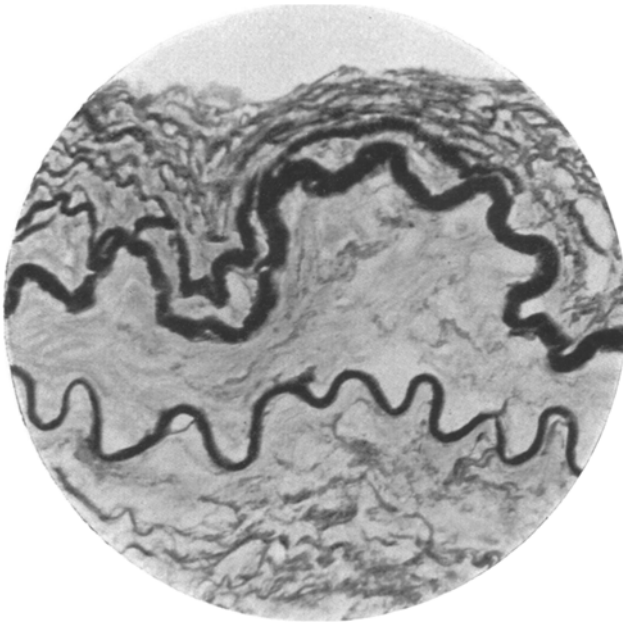


Abb. 7. Ausschnitt aus dem Querschnitt der A. iliaca externa einer 59jährigen an Lungenentzündung verstorbenen Frau. Die zarte homogene äußere Membran durch breite interlamelläre Schicht von der starken nicht homogenen Pseudoelastica getrennt. Innerhalb der Intimawucherung feinere und gröbere elastische Fasern.

grenzung, während die nächstinnere (pseudoelastische) Membran wesentlich dicker, unregelmäßig, wie gestückelt und rauh begrenzt erscheint. Außer dieser findet sich nur noch eine wenigstens teilweise zusammenhängende neugebildete Lage, während die elastischen Fasern der gewucherten Intima ungeordnet, unscharf voneinander getrennt erscheinen. Von diesen läßt die *Mallory*färbung nichts erkennen; die echte Elastica ist rot gefärbt, die breite Pseudoelastica gelb mit blau untermischt, fleckig.

Besonders wichtig erscheint die Trennung in alte und neue Schichten, wenn rückläufige Veränderungen eingesetzt haben und es zum Schwund einzelner Lagen oder Teile von ihnen gekommen ist. Die eigentliche

Elastica interna scheint als die älteste elastische Lage auch am ehesten die Folgen der Beanspruchung aufzuweisen, zu zerreißen oder auch im ganzen atrophisch zu werden. Es hat mitunter den Anschein, daß an den Stellen des Schwundes der Elastica interna die „Pseudoelastica“ besonders kräftig entwickelt ist und hier auch die größte „Reife“ aufweist. Da wahrscheinlich echte Regenerationen in Verlust geratenen elastischen Gewebes der Membrana elastica interna nicht eintreten, wird ein scheinbar sehr unvollständiger Ersatz in Form der Pseudoelastica geschaffen. Die Atrophien der E. i. können einen sehr großen Umfang annehmen;

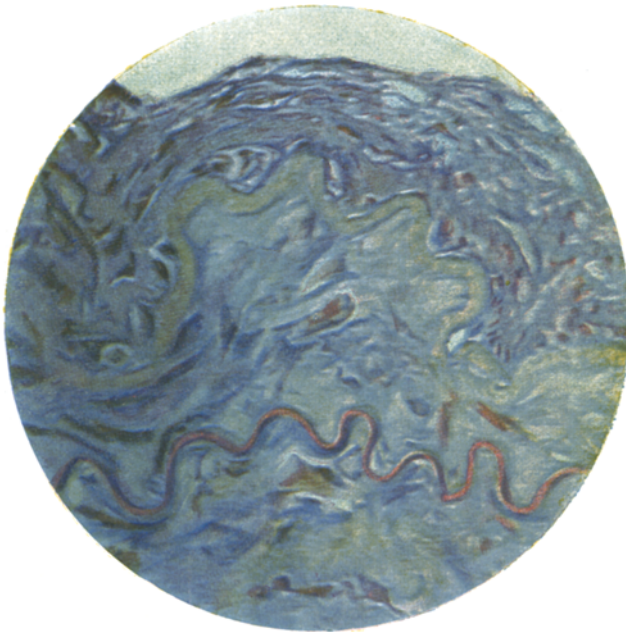


Abb. 8. Schnitt der gleichen Serie wie Abb. 7. Mallory-Färbung. Deutlicher Unterschied in Farbe und Struktur zwischen „Elastica“ und „Pseudoelastica“. Die elastischen Fasern der Intimawucherung nicht darstellbar.

wir beobachteten an Stellen stärkerer Bildung von Intimapolstern bei einem 5jährigen Kinde eine große Lücke, zugleich mit Atrophie der der Media, wobei dahingestellt sein mag, in welcher Reihenfolge diese Veränderungen sich entwickelt haben. Hier stoßen wir auf neuerdings viel erörterte Fragen der Arteriosklerose, auf die einzugehen nicht im Rahmen unserer Untersuchungen liegt. Jedenfalls erleichtert uns die Mallorymethode gerade in solchen Fällen von weit vorgeschrittenem Umbau der Gefäßwand die einwandfreie Erkennung der eigentlichen E. i. Zweifel können nur gelegentlich dann entstehen, wenn die interlamelläre Schicht sehr breit geworden ist, wie das in den mittleren Jahren der Fall sein kann

und sich dann die beiden sie begrenzenden elastischen Lagen sehr ähnlich werden können, während die weiter nach innen gelegenen Schichten, die durch ganz anders gebaute Bindegewebsschichten weniger vollständig getrennt sind, im Bau und färberisch stark abweichen. Wird nun die äußere Schicht zunehmend atrophisch und lückenhaft, während die innere annähernd erhalten bleibt, so kann auf den ersten Blick eine Umkehr vorgetäuscht werden, doch finden sich auch dann noch bei genauerer Betrachtung Unterschiede der Stärke der Färbbarkeit und Homogenität.

Sehr lehrreich in dieser Hinsicht ist die Betrachtung der Gefäße bei zunehmendem Alter. Bei den Gefäßen mit Alterserweiterung und Schwund der Elastizität findet sich an der Grenze der in der Regel verbreiterten Intima und atrophischen Media die stets doppelte Elasticalage durch eine im allgemeinen schmale Lage interlamellären Bindegewebes getrennt. Die Lagen verlaufen oft fast völlig gestreckt, ein Zeichen für die mangelhafte Zusammenziehbarkeit der Gefäßwand auf Grund der Atrophie der Muskulatur; gewöhnlich ist die innere Lage stärker als die äußere, die auch häufiger Lücken aufweist. Bei der M.-Färbung finden sich auch hier wieder die gleichen Unterschiede. Der Bestand der elastischen Längsfasern an der Grenze der Media und Adventitia ist in der Regel bei diesen Arterien der alten Leute stark gelichtet, so daß u. E. das gesamte Elasticabild hinreichend die Abnahme der Elastizität verständlich macht. Dies tritt auch deutlich im abgebildeten Beispiel hervor (Abb. 9). Hier finden sich drei elastische Schichten (die innerste mit einigen Lücken), die zusammen infolge der starken Intimawucherung weit in die Tiefe gerückt sind. Ihre Entwicklung ist demnach in ein wesentlich früheres Alter zu verlegen. Innerhalb der Intimawucherung zeigt der Schnitt keine elastischen Fasern — wie überhaupt ganz allgemein das Verhalten der elastischen Fasern in diesen Bildungen sehr schwankend ist. Wir wollen diesen Punkt der Neubildung elastischer Fasern hier nur erwähnen, ihn aber im einzelnen einer weiteren eingehenderen Besprechung vorbehalten.

Ganz allgemein bestätigt uns die Betrachtung des elastischen Bestandes der Gefäße alter Personen — insbesondere auch das Verhalten der *Elastica externa* — die wohl unberechtigtterweise verlassene Annahme der unmittelbaren Beziehungen zwischen *Elastizität* und färberisch darstellbarem elastischem Gewebe. Fraglich erscheint uns nur, in welchem Umfange diese Beziehungen auch zur „*Pseudoelastica*“ bestehen. Was wir unter diesem Ausdruck verstehen, geht aus der Darstellung klar hervor; es handelt sich um die *Weigert*-positiven Fasern und Schichten der Gefäßwand, die ihrer Entstehung, Bau und färberischem Verhalten nach sich vom eigentlichen elastischen Gewebe, das uns in der Intima nur in der einen embryonal angelegten Schicht entgegentritt unterscheiden; sie sind zwar mit den Methoden der Elasticafärbung nach *Weigert*, *Unna-Tänzer* usw. (färberisch) nicht immer voneinander zu trennen, weisen aber bei anderen Färbungen (*Mal-*

lory) so beträchtliche Unterschiede auf, daß wir auf Unterschiede ihrer stofflichen Zusammensetzung schließen müssen. Bei Entwicklung dieser Pseudoelastica lehnen wir entstehungsgeschichtliche Zusammenhänge mit den vorgebildeten elastischen Schichten — sowohl der E. i. wie der Lagen der Media — ab und übernehmen die Vorstellung der Durchtränkung kollagener Fasern, jeweils an der dem Lumen zugewandten Seite der postembryonal gebildeten Intima, derart, daß die weitere Anbildung von Intima innerhalb der zuletzt gebildeten pseudoelastischen Schicht von erneuter Bildung von Pseudoelastica gefolgt ist und

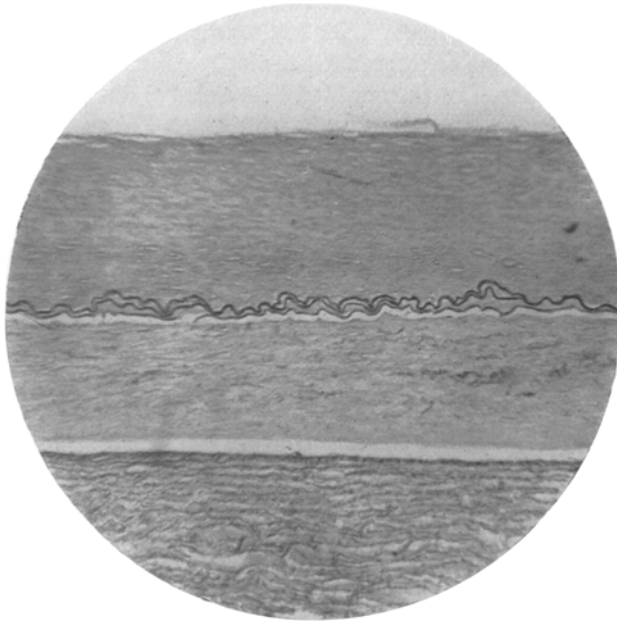


Abb. 9. Ausschnitt aus dem Querschnitt der A. iliaca externa einer 64jährigen Frau mit schwerer Arteriosklerose. Weigerts Elasticafärbung. Starke Intimawucherung mit sehr geringer Bildung elastischer Fasern. An der Intima-Media-Grenze mehrfache Schicht elastischer Membranen, die äußerste verschiedene Lücken aufweisend. Starke Lichtung der elastischen Bestandteile an der Media-Adventitia-Grenze.

die älteren Schichten dementsprechend in die Tiefe rücken. Die Annäherung der Pseudoelastica an die echte Elastica, ihre „Reifung“, macht mit dem Alter zunehmende Fortschritte und ist am stärksten bei der zutiefst liegenden, also zuerst — und oft allein — gebildeten Lage, die im Gegensatz zu den weiteren unregelmäßig auftretenden Lagen, sich stets ausbildet und vom Ende des 1. Lebensjahres bis zum Greisenalter — von der ursprünglichen Lage durch die wechselnd breite interlamelläre Schicht getrennt — nachweisbar bleibt. Die Bildung weiterer pseudoelastischen Membranen scheint auf gewisse Lebensalter und möglicherweise gewisse Formen der Intimaverdickung beschränkt.

Es bleiben noch 2 Fragen kurz zu erörtern: 1. die Beziehungen der sog. Pseudoelastica zum Elacin und 2. die Beziehungen der eben entwickelten Vorstellungen zu bereits bekannten. Die 1. Frage ist schnell erledigt. Es handelt sich bei den neugebildeten Schichten im Sinne der *Unnaschen* Namengebung um echtes Elastin, d. h. nicht um das Degenerationsprodukt des Elastins, das von *Unna* als Elacin bezeichnet wird, und dort auftreten soll, wo elastisches Gewebe altert oder geschädigt wird. Das Elacin unterscheidet sich vom Elastin durch Verwandtschaft zu den Elastinfarbstoffen, die sich beim Vergleich der echten *Elastica* und *Pseudoelastica* unserer Bezeichnung nicht wiederfinden, sondern eher umgekehrt auftreten. Die neuimprägnierten Fasern haben z. B. Orzëin gegenüber eine außerordentlich starke Affinität, sind auch leicht damit durchfärbbar. Der Unterschied läßt sich bei der Weigert-Färbung sehr deutlich zeigen, wenn man mit verkürzten Zeiten färbt: dann ist von der echten E. i. nur der Grenzsau beiderseits gefärbt, während die *Pseudoelastica* bereits stark durchgefärbt erscheint. Auch die positiven Zeichen der starken Basophilie der Elacinstoffe sind bei den Stoffen, die die *Pseudoelastica* durchtränken, nicht vorhanden.

Was die Beziehungen zu bekannten Vorstellungen betrifft, so wurde die *Heubnersche* Annahme einerseits, und die *Ranke-Hueckschen* Annahme andererseits kurz erwähnt. Diese, die ausführlich in der Arbeit über das Mesenchym niedergelegt ist, machen wir uns, was die Imprägnationslehre betrifft, im weitesten Sinne zu eigen, nur mit dem Unterschied, daß wir noch losere Beziehungen zur eigentlichen E. i. annehmen. Nach der *Hueckschen* Darstellung bilden sich die neuen elastischen Schichten durch Anlagerung der neu imprägnierten Massen an die alten, um dann erst durch Dazwischenwachsen von Bindegewebe voneinander abgehoben zu werden. Uns scheint es wahrscheinlicher, daß die Imprägnation ganz unabhängig von der ersten elastischen Schicht, nachdem das Endothel durch Bindegewebslager von dieser *Elastica* getrennt worden ist, jeweils in der obersten subendothelialen Schicht stattfindet.

Welche Schlüsse auf die stoffliche Zusammensetzung der *Pseudoelastica* im Gegensatz zur *Elastica* auf Grund des unterschiedlichen Verhaltens gegenüber der Mallory-Färbung zu ziehen sind — diese Frage muß vorläufig unbeantwortet bleiben. Die Mallory-Färbung ist derartig verwickelt zusammengesetzt und im einzelnen so unüberschaubar, daß histochemisch-analytische Schlußfolgerungen kaum möglich sind. Durch ganz allgemeine Angaben ist doch nichts gewonnen, zumal neben rein chemischen Einflüssen auch physikalisch chemische für den Ausfall der Färbung von Bedeutung sein können. Vielleicht gelingt es, auch mit einfacheren Methoden die Unterschiede zu erkennen und der Histochemo-Analyse zuzuführen.
