

(Aus der Pathologisch-Anatomischen Abteilung des Instituts für experimentelle Medizin zu St. Petersburg. [Vorstand: Prof. Dr. N. Anitschkow].)

## Über die histologische Struktur der Coronararterien des menschlichen Herzens.

Von

Dr. Kapitoline Wolkoff.

Mit 7 Textabbildungen.

(Eingegangen am 27. Juli 1922.)

Bis vor kurzem gab es in der Literatur keine genaueren Angaben über die histologische Struktur der Kranzarterien des Menschenherzens, und erst im Jahre 1912 beschrieb *Edholm* die Struktur dieser Gefäße bei einem Hingerichteten, die er als normal ansah, doch, wie aus folgendem zu ersehen ist, kam er zu unrichtigen Schlüssen. Im selben Jahr führt auch *Faber* in seiner Monographie über Arteriosklerose einige Angaben über die normale Struktur der Coronararterien an, doch sind seine Beschreibungen sehr kurz gefaßt und können keine genaue Vorstellung über den histologischen Bau dieser Gefäße geben.

Die Bedeutung der Kranzarterien für die Herzpathologie ist bekanntlich eine sehr große, und ihre atherosklerotischen Veränderungen, worauf z. B. *Mönckeberg* hinwies, werden häufiger als in allen anderen Gefäßen beobachtet. Daher erscheint eine genauere Erforschung der Struktur der Coronararterien am Platze.

Für meine Untersuchungen wählte ich Herzen von Leichen im Alter von 8 Monaten bis 50 Jahren mit anscheinend normalen Kranzarterien. Im ganzen wurden von mir neun Herzen untersucht.

Die Technik der Untersuchung bestand in folgendem: Es wurden an dem Herzen die beiden Kranzarterien in ihrem ganzen Verlaufe bis zu den kleinsten Verzweigungen, die unter dem Epikard verlaufen, abpräpariert und im frischen Zustande an der äußeren Wand eröffnet; hierauf wurde ihre innere Oberfläche sorgfältig beschaut, um etwaige pathologische Veränderungen auszuschließen, und erst dann wurden die Herzen mitsamt den Gefäßen in 10 proz. Formollösung fixiert. Dann wurden Stückchen aus der Gefäßwand ausgeschnitten, sowohl aus der rechten wie aus der linken Coronararterie, und zwar in der Längs- und Querrichtung schrittweise in gewissen Abständen voneinander, von den kleinsten Zweigen beginnend und allmählich zu den größeren Zweigen und den Hauptgefäßstämmen übergehend. Außerdem wurden zwecks Untersuchung der kleinsten Muskelzweige, die im Myokard selbst verlaufen, im Verhältnis zur Oberfläche des Herzens perpendicular und längs verlaufende Scheiben aus der linken Ventrikelwand entnommen.

Demgemäß sind im weiteren folgende Bezeichnungen angewandt: 1. kleine Muskelzweige aus dem Myokard selbst, 2. kleine Zweige, die unter dem Epikard liegen; sie wurden mitsamt der Ventrikelwand in Querrichtung geschnitten, 3. Zweige mittlerer Größe, d. h. die Zweige erster und zweiter Ordnung und die Hauptstämme der Coronararterien, nachdem diese 1—2 größere Zweige abgegeben hatten, 4. die Hauptstämme, welche unmittelbar an ihrer Abzweigungsstelle und im weiteren Verlauf bis zur Abgabe größerer Seitenäste untersucht wurden.

Im ganzen wurden aus jedem Herzen bis zu 12 Stückchen excidiert. Die Schnitte wurden mittels des Gefriermikrotoms angefertigt und nach Weigert auf Elastica, mit Sudan-Hämatoxylin und nach van Gieson gefärbt.

*Fall 1. Mädchen von 8 $\frac{1}{2}$  Monaten.* Todesursache: Septicämie.

*Fall 2. 7jähriger Knabe.* Todesursache: Scharlach.

Da das histologische Bild beider Fälle in den entsprechenden Gefäßen einander sehr ähnlich ist, so erfolgt deren Beschreibung gemeinsam.

1. *Die kleinen Muskelzweige* wiesen die folgende Struktur auf: Die äußere Schicht besteht aus lockeren bindegewebigen Bündeln, die in verschiedenen Richtungen verlaufen, und aus elastischen Fasern, die an der Mediagrenze sehr eng aneinander gelegen sind, aber nirgends eine L. el. ext. bilden. An Breite übertrifft die äußere Haut die mittlere.

Die Media besteht aus zirkulär verlaufenden Muskelfasern und einer bedeutenden Menge elastischer Fasern; letztere verlaufen wie auch die Muskelfasern zirkulär.

Die Media ist nach innen von einer inneren elastischen Lamelle begrenzt; nach innen von dieser liegt das Endothel. Die L. el. int. stellt sich auf den Längsschnitten in Form einer geraden homogenen Linie, auf den Querschnitten in Form einer welligen ebenfalls homogenen Linie dar. Bei stärkerer Vergrößerung sieht man aber an Querschnitten, daß sie aus einer Reihe von Schollen besteht, die die Form von unregelmäßigen, an den Seiten abgeplatteten, Ovalen zeigen, zwischen denen kleinere Körner liegen. Vergleicht man hiermit die Längs- und Flächenschnitte, so kann man sich davon überzeugen, daß diese Körner oder Schollen nichts anderes als Querschnitte längsgelegener grober elastischer Fasern sind, aus welchen die L. el. int. besteht. Diese Fasern verlaufen parallel und anastomosieren miteinander.

2. *Kleine subepikardiale Äste.* Die Adventitia besteht aus lockeren elastischen Bündeln, die aber größer sind als in den kleinen Muskelästen und enger aneinander liegen.

Die Media besteht aus zirkulären Muskelfasern und einer bedeutenden Menge elastischer Fasern und ist nach innen von einer dicken, nirgends zerspalteten, inneren elastischen Lamelle begrenzt. Nach innen von ihr liegt die Endothelschicht.

3. *Äste mittlerer Größe.* Die Adventitia besteht aus lockeren elastischen Bündeln, eine deutliche L. el. ext. ist nicht vorhanden. In den äußersten Schichten der Media befinden sich größere elastische Fasern als in den inneren. Die L. el. int. hat stellenweise die oben beschriebene einfache Struktur und ist von einer Endothelschicht bekleidet. In den anderen Teilen der Gefäßwand sind aber auf der L. el. int. kleine Verdickungen zu sehen, welche die Form von Körnern oder kleinen Streifen besitzen. Bisweilen sieht man, daß diese Streifen aus ebensolchen Schollen bestehen wie die innere elastische Lamelle selbst. An anderen Stellen sieht man zwischen solchen Verdickungen und der L. el. int. einen hellen Spalt; an den Stellen, wo diese Spalten etwas breiter sind, gelingt es, eine Zelle oder eine Reihe von Zellen in ihnen zu sehen, die immer in der Längsrichtung gelegen sind. Bisweilen hat die Verdickung der L. el. int. das Aussehen eines bogenförmigen Streifens

aus elastischem Gewebe, und solche bogenförmige Erhebungen liegen in 2—3 Reihen übereinander. Zwischen ihnen sieht man überall längliche Zellen oder ganze Zellstränge. Stellenweise teilt sich die L. el. int. in zwei Lamellen, welche sich dann wieder vereinigen. Zwischen den beiden Lamellen sind immer in der Längsrichtung gelegene Zellen zu sehen. Die eben beschriebenen Bilder sind als verschiedene Stadien der Zerspaltung der L. el. int. anzusehen. Diese letztere wird stellenweise unterbrochen, und durch die in ihr vorhandenen Spalten ziehen einzelne Muskelfasern aus der mittleren Haut in die innere hinein.

4. *Die Hauptstämme.* Die Adventitia besteht aus groben zirkulären elastischen Fasern und teilweise auch aus längsverlaufenden Fasern. An der Grenze der Media liegen sie enger aneinander, bilden aber nirgends eine homogene L. el. ext.

Die Media zeigt, mit den Ästen mittlerer Größe verglichen, eine größere Menge dünner zirkulärer elastischer Fasern, welche in der linken Kranzarterie eine besondere Dicke erreichen.

Die L. el. int. besteht nur an sehr kleinen Stellen des Gefäßumfanges aus einer homogenen nicht zerspaltenen elastischen Membran, welche nach innen zu mit einer Endothelschicht bedeckt ist.

Meistenteils erreicht die Intima eine gewisse Dicke, stellenweise bis zu  $\frac{1}{3}$  der Media. Die L. el. int. bildet an diesen Stellen die oben beschriebenen bogenförmigen Abspaltungen oder Streifen, die parallel der L. el. int. verlaufen und ihrerseits Abspaltungen in mehrere Schichten bilden. Zwischen den abgespaltenen elastischen Lamellen liegen überall einzelne Spindelzellen oder Zellstränge, stets in der Längsrichtung verlaufend. An den Stellen, wo sich einige Reihen längsverlaufender elastischer Fasern befinden, verliert die L. el. int. ihren fortlaufenden Charakter, nimmt an Querschnitten das Aussehen einer unterbrochenen Linie an und verschwindet stellenweise ganz, so daß sich hier keine deutliche Grenze zwischen der Intima und Media ziehen läßt. Stellenweise ist die L. el. int. in zwei sekundäre Lamellen, eine äußere und eine innere, gespalten. Zwischen diesen beiden Lamellen liegen spindelförmige Zellen. Stellenweise zerspaltet sich die innere Lamelle ihrerseits in eine Reihe längsverlaufender elastischer Fasern. Besonders bezieht sich das auf die linke Art. coronaria, wo an einigen Stellen die Intima die Breite der Media erreicht oder sogar diese übertrifft.

Somit kann man schon im Kindesalter eine allmähliche Zunahme der Dicke aller Schichten der Gefäßwand der Kranzarterien in der Richtung von den kleinsten zu den großen Gefäßen wahrnehmen. In der Intima ist außerdem diese Dickenzunahme mit Erscheinungen einer Abspaltung der inneren elastischen Lamelle verbunden und dem Auftreten langgezogener, in der Längsrichtung gelegener spindelförmiger Zellen zwischen den abgespaltenen Lamellen.

*Fall 3.* 15jähriges Mädchen. Todesursache: Bronchopneumonie.

1. *Die Muskeläste und*

2. *die kleinen subepikardialen Äste* haben die Struktur wie im Fall 1 und 2.

3. *Äste mittleren Kalibers.* Die Adventitia besteht aus unregelmäßig angeordneten bindegewebigen und elastischen Fasern; letztere nehmen hart an der Media eine mehr zirkuläre Richtung an; eine deutliche L. el. ext. ist nicht vorhanden.

Die Struktur der Media ist die gleiche wie in den oben beschriebenen Fällen; in ihren äußeren Schichten sieht man eine ziemlich bedeutende Menge elastischer Fasern.

Die L. el. int. ist nur in einem kleinen Teile des Gefäßumfanges der untersuchten Arterien ungespalten; meist besteht sie aus zwei parallelen Lamellen,

zwischen denen sich eine Schicht längsverlaufender spindelförmiger Zellen und dünner elastischer Fasern befindet.

Die innere Lamelle der gespaltenen L. el. int., — die sog. *Grenzlamelle* der Autoren (*Jores, Torhorst*), — ist stellenweise in eine ganze Reihe längsverlaufender elastischer Fasern gespalten, zwischen denen langgezogene Zellen liegen. Nach innen zu ist diese Schicht (elastisch-hyperplastische Schicht von *Jores*) durch die Endothelschicht ausgekleidet.

Stellenweise, besonders in der rechten Kranzarterie, befindet sich zwischen dem Endothel und der Schicht der längsverlaufenden elastischen Fasern eine Schicht, die aus bindegewebigen und dünnen elastischen Fasern besteht. Die elastischen Fasern sind hier größtenteils zirkulär angeordnet, wellenförmig, dünn und stehen nicht unmittelbar mit den längsverlaufenden elastischen Fasern der hyperplastischen Schicht in Verbindung. Zwischen denselben befinden sich Zellkerne, die den Fibroblastenkerne sehr ähnlich sind.

4. *Hauptäste*. Die Adventitia bildet nirgends eine deutliche homogene L. el. ext. und besteht aus groben zirkulären und längsverlaufenden elastischen Fasern. In der linken Kranzarterie gehen die zirkulären Fasern der Adventitia ohne scharfe Grenze in diejenigen der Media über und erreichen in den äußeren Schichten der letzteren fast dieselbe Dicke wie in der Adventitia.

Die Media enthält eine große Anzahl elastischer Fasern, in der linken Kranzarterie mehr als in der rechten.

Die Intima erreicht eine bedeutende Dicke, stellenweise ist sie halb so dick wie die Media. Auf Querschnitten sieht man, daß die L. el. int. in ihrem ganzen Umfange in zwei Lamellen gespalten ist und nur an vereinzelten Stellen der Gefäßwand sich diese wieder zu einer einzigen Lamelle vereinigen. Zwischen den beiden Lamellen befindet sich eine Schicht langgezogener Zellen, die ihrem Aussehen nach den glatten Muskelfasern entsprechen. Zwischen den Muskelfasern dieser Schicht sieht man auch elastische Fasern, die bald in Längsrichtung, bald in schräger Richtung verlaufen. Diese Schicht ist von beiden Seiten durch elastische Lamellen abgegrenzt und entspricht der elastisch-muskulösen Schicht anderer Arterien.

Die äußere Lamelle der L. el. int. bildet bisweilen Unterbrechungen, und man sieht an diesen Stellen glatte Muskelzellen der Media in die Intima hineinragen. Die innere abgespaltene Lamelle (die innere Grenzlamelle von *Jores*) verläuft entweder in Form eines homogenen ununterbrochenen Streifens, der nach innen die elastisch-muskulöse Schicht abgrenzt, oder stellt verschiedene Streifen der Abspaltung dar, d. h. es bilden sich auf ihrer Oberfläche Schollen, Streifen, bogenförmige Erhöhungen oder auch parallel zu ihr verlaufende Fasern. In diesem letzteren Falle, wenn die abgespaltenen Fasern eine Menge längsverlaufender Reihen bilden, erscheint die Grenzlamelle selbst unterbrochen oder löst sich in einzelne Fasern ganz auf. Die innere Grenze der elastisch-muskulösen Schicht bildet dann die Schicht längsverlaufender elastischer Fasern. Diese letztere, sog. elastisch-hyperplastische Schicht enthält, wie schon erwähnt, zwischen den Fasern noch zellige Elemente. In den äußeren Schichten liegen diese Zellen in der Längsrichtung und sind den glatten Muskelfasern sehr ähnlich. Dagegen in den inneren Schichten liegen sie in verschiedenen Richtungen, ihre Kerne färben sich schwächer und erinnern mehr an die Fibroblastenkerne. Diese Schicht erreicht bisweilen eine bedeutende Breite und nimmt einen großen Teil der Intima ein.

Nach innen von dieser elastisch-hyperplastischen Schicht sieht man besonders in der rechten Kranzarterie eine bindegewebige Schicht, die auch dünne zirkulär verlaufende elastische Fasern enthält. Nur an einzelnen Stellen liegt diese bindegewebige Schicht der einfachen L. el. int. an, wo sie noch nicht gespalten ist.

An einer der untersuchten Stellen ist die ganze L. el. int. in eine Schicht längsverlaufender elastischer Fasern zerlegt, und die deutliche Grenze zwischen der Intima und Media ist verschwunden.

In diesem Falle ist im Vergleich mit den vorhergehenden Fällen eine weitere Verdickung der Gefäßwände zu konstatieren. In der Adventitia sind die elastischen Fasern größer als im Kindesalter, die Media ist reicher an elastischen Fasern, besonders in der linken Kranzarterie. Die Intima ist dicker als die anderen Schichten. Diese Verdickung ist abhängig von der Zerspaltung der L. el. int. in zwei Lamellen, vom Auftreten zwischen diesen beiden Lamellen der elastisch-muskulösen Schicht, von einer weiteren Abspaltung der inneren Grenzlamelle mit Bildung einer hyperplastischen Schicht und endlich stellenweise auch von einer selbständigen Entwicklung einer bindegewebigen Schicht.

*Fall 4.* 18jähriges Mädchen. Todesursache: Typhus recurrens, kompliziert durch fibrinöse Pneumonie.

1. *Kleine Muskeläste* zeigen dieselbe Struktur wie in den vorigen Fällen.

2. *Kleine subepikardiale Äste*. Die Struktur der Adventitia ist dieselbe wie in den entsprechenden Gefäßen der vorigen Fälle.

Die Media enthält eine bedeutende Menge dünner zirkulärer elastischer Fasern.

Die L. el. int. ist eine einfache, nicht gespaltene und ist mit einer Endothelschicht bedeckt. Nur in einem der untersuchten Äste der linken Kranzarterie sieht man an einer Stelle die Anfangsstadien der Zerspaltung dieser Lamelle, und zwar in Form fest an ihr haftender knopfförmiger Verdickungen, Schollen und Streifen. Stellenweise bildet sich zwischen diesen Verdickungen und der L. el. int. selbst ein Spalt, in welchem bisweilen einzelne glatte Muskelzellen zu sehen sind. An einer Stelle sieht man eine Spaltung der ganzen L. el. int. in zwei Lamellen.

3. *Äste mittleren Kalibers*. Die Struktur ihrer Adventitia ist dieselbe wie in den vorhergehenden Fällen. Die Media ist reich an elastischen Fasern, besonders in der linken Kranzarterie.

Die Intima ist von beträchtlicher Dicke, die L. el. int. ist im ganzen Gefäßumfange in zwei Lamellen geteilt, zwischen denen die elastisch-muskulöse Schicht deutlich zu erkennen ist. Die äußere Lamelle ist stellenweise unterbrochen, und durch den hierdurch entstandenen Spalt dringen die Muskelfasern der Media in die Intima hinein. Stellenweise ist sie in eine Reihe längsverlaufender elastischer Fasern zerlegt, und die Grenze zwischen der Intima und Media erscheint dann weniger deutlich ausgeprägt.

Die innere Grenzlamelle ist gespalten und verliert sich stellenweise vollständig. An diesen Stellen geht die elastisch-muskulöse Schicht allmählich in die elastisch-hyperplastische über, die ziemlich dick und gleichmäßig erscheint.

In den Ästen der rechten Kranzarterie liegt an einzelnen Stellen nach innen von der hyperplastischen Schicht eine mäßig breite bindegewebige Schicht. In der linken Kranzarterie ist diese kaum bemerkbar.

4. *Die Hauptstämme*. Die Adventitia besteht aus groben elastischen, zirkulär- und längsverlaufenden Fasern.

Die Media ist sehr reich an elastischen Fasern.

Die Intima erreicht an einzelnen Stellen die Dicke der Media, doch ist sie größtenteils 2—3 mal dünner als diese letztere.

Die L. el. int. erscheint im ganzen Gefäßumfange sowohl auf den Quer- wie auf den Längsschnitten stets in zwei Lamellen geteilt mit einer elastisch-muskulösen

Schicht zwischen den letzteren. An Querschnitten sieht man, daß die äußere dieser Lamellen nur an einer Stelle das Aussehen einer unterbrochenen Linie hat. Dagegen ist die innere Grenzlamelle nur stellenweise als eine ununterbrochene Linie erhalten; im ganzen Gefäßumfange ist sie gespalten und bildet eine elastisch-hyperplastische Schicht von unbedeutender Breite. Nach innen von letzterer liegt eine bindegewebige Schicht, die stellenweise an Dicke die hyperplastische Schicht übertrifft.

*Fall 5.* 23jährige Frau. Todesursache: Eitrige Peritonitis.

1. *Kleine Muskeläste* und
2. *kleine Äste unter dem Epikard* — haben die Struktur wie im Fall 4.
3. *Äste mittleren Kalibers:* Die Struktur ihrer Adventitia und Media ist dieselbe wie in den entsprechenden Gefäßen im Fall 4.

Die L. el. int. behält nur in einem kleinen Teil des Gefäßumfanges die einfache Struktur. In der Regel ist sie in zwei Lamellen geteilt; die elastisch-muskulöse und elastisch-hyperplastische Schicht sind zwar vorhanden, aber nur schwach ausgeprägt.

4. *Die Hauptstämme.* Die Adventitia besteht aus groben zirkulären und längsverlaufenden elastischen Fasern. In der linken Kranzarterie geht das elastische System der Adventitia ohne scharfe Grenze in die äußere Schicht der Media über.

Die Intima ist dick, erreicht stellenweise die Breite der Media. Die L. el. int. ist überall in zwei Lamellen geteilt, zwischen denen eine elastisch-muskulöse Schicht liegt. Die äußere Lamelle zieht sich wie im Fall 4, mit Ausnahme eines kleinen Bezirkes der untersuchten Gefäße, überall in einer ununterbrochenen wellenförmigen Linie hin. Die innere Grenzlamelle ist nur stellenweise in Form einer unterbrochenen Linie erkennbar, in den übrigen Teilen der Gefäßwand fehlt sie und ist zur Bildung einer breiten elastisch-hyperplastischen Schicht verbraucht, die aus längsverlaufenden elastischen Fasern besteht. Diese elastisch hyperplastische Schicht ist stellenweise enger und geht nach innen ohne scharfe Grenze in eine Schicht mehr bindegewebigen Charakters über.

Die beiden letzten Fälle sind im allgemeinen dem oben beschriebenen Fall 3 ähnlich. Während aber in diesem letzten Falle die L. el. int. kleinerer subepikardialer Äste eine einfache Struktur aufwies, war sie in den Fällen 4 und 5 zerspalten, wodurch die elastisch-muskulöse und die elastisch-hyperplastischen Schichten entstanden waren. Außerdem ist die Intima der Hauptstämme in den Fällen 4 und 5, im Vergleich zu Fall 3, breiter. Sie erreicht stellenweise die Dicke der Media und weist alle drei Schichten auf: eine muskulös-elastische, eine elastisch-hyperplastische und eine bindegewebige.

*Fall 6.* 25jährige Frau. Todesursache: Fibrinös-eitrige Peritonitis nach Uterusruptur post partum.

1. *Muskeläste,*
2. *kleine subepikardiale Äste* und
3. *Äste mittleren Kalibers* zeigen dieselbe Struktur wie in den Fällen 4 und 5.
4. *Die Hauptstämme* haben ebenfalls im allgemeinen dieselbe histologische Struktur wie im Fall 4 und 5. Nur läßt sich an einer der untersuchten Stellen in der Intima der linken Kranzarterie weder die L. el. int. selbst noch die innere Grenzlamelle noch die muskulös-elastische Schicht deutlich erkennen. Der Media liegt unmittelbar eine breite Schicht längsverlaufender elastischer Fasern an, so daß die Intima scheinbar nur aus einer elastisch-hyperplastischen Schicht

besteht. In den übrigen Teilen des Gefäßumfanges sind sowohl die L. el. int. als auch alle übrigen oben erwähnten Schichten der Intima deutlich ausgeprägt.

*Fall 7.* 32jährige Frau. Todesursache: Septicämie post partum und eitrige Meningitis.

1. *Muskeläste*,
2. *kleine subepikardiale Äste* haben dieselbe histologische Struktur wie in den Fällen 4, 5 und 6.
3. *Äste mittleren Kalibers*. Die Struktur ihrer Adventitia und Media ist dieselbe wie in den vorhergehenden Fällen.

Die Intima erreicht in der Mehrzahl der Gefäße die Breite der Media. Die L. el. int. ist im ganzen Gefäßumfange in zwei Lamellen gespalten. Die innere von ihnen ist zerspalten und nur stellenweise deutlich sichtbar; die muskulöselastische Schicht geht somit ohne scharfe Grenze in die elastisch-hyperplastische Schicht über. Nach innen von der hyperplastischen Schicht liegt stellenweise eine bindegewebige Schicht. Alle diese Schichten haben dieselbe Struktur wie in den Hauptstämmen der Coronararterien bei Individuen jüngeren Alters (siehe Fall 3, 4 und 5).

4. *Die Hauptstämme*. Die Adventitia besteht aus groben längsverlaufenden und zirkulären elastischen Fasern.

Die Struktur der Media ist dieselbe wie in den Fällen 3, 4 5, und 6. In den äußeren Schichten der Media der linken Kranzarterie findet sich eine große Anzahl grober elastischer Fasern.

Die Intima hat stellenweise die gleiche Dicke wie die Media; meistenteils ist sie sogar breiter als diese. Die L. el. int. (ihre äußere Lamelle) ist in der rechten Kranzarterie in einem großen Teile des Gefäßumfanges erhalten, bisweilen nur in Form einer unterbrochenen Linie; stellenweise ist sie ganz zerspaltet, und an diesen Stellen ist die Grenze zwischen der Media und der Intima nicht deutlich ausgeprägt. Dagegen ist die innere Grenzlamelle nur stellenweise deutlich sichtbar; in einem großen Teile des Gefäßumfanges fehlt sie, und die elastisch-muskulöse Schicht geht ohne jegliche Grenze in die elastisch-hyperplastische über. Letztere erreicht eine bedeutende Dicke und geht nach innen ohne scharfe Grenze in die Bindegewebsschicht über.

In der linken Kranzarterie ist die L. el. int. nur stellenweise erhalten, und die Grenze zwischen der elastisch-muskulösen Schicht und der Media ist undeutlich. Die letztere lässt sich nur nach der Richtung der muskulären und elastischen Fasern bestimmen: Dieselben liegen zirkulär in der Media und in der Längsrichtung in der Intima. Nach innen zu ist die elastisch-muskulöse Schicht von der hyperplastisch-elastischen ebenfalls nicht scharf abgegrenzt infolge des vollständigen Fehlens der Grenzlamelle und geht allmählich ohne scharfe Grenze in die letztere über. Nach innen von der hyperplastischen Schicht befindet sich eine bindegewebige Schicht mit feinen zirkulären elastischen Fasern.

In diesem Fall erreicht die Intima die Breite der Media schon in den Gefäßen mittleren Kalibers, und man sieht in ihr zugleich mit der elastisch-muskulösen und elastisch-hyperplastischen Schicht stellenweise auch eine stark ausgesprochene bindegewebige Schicht.

*Fall 8.* 36jähriger Mann. Todesursache: Septicämie nach eitriger Prostatitis.

1. *Kleine Muskeläste* haben dieselbe Struktur wie in den vorhergehenden Fällen.
2. *Kleine subepikardiale Äste*. Die Struktur der Adventitia und der Media ist dieselbe wie in den vorhergehenden Fällen.

Die Struktur der Intima erinnert an die der Äste mittleren Kalibers der Fälle 6 und 7. Die L. el. int. ist im ganzen Umfang der untersuchten Gefäße in zwei Lamellen zerspaltet, zwischen denen eine elastisch-muskulöse Schicht liegt. Die innere Grenzlamelle ist deutlich ausgeprägt, mit Ausnahme einer Stelle, wo ein Seitenast abgeht: Hier ist sie ganz aufgespalten, und die elastisch-hyperplastische Schicht ist 2—3 mal dicker als in den übrigen Teilen der Gefäßwand.

3. *Äste mittleren Kalibers.* Ihre Struktur ist dieselbe wie im Fall 7. Die Intima erreicht eine bedeutende Dicke auf Kosten der stark entwickelten hyperplastischen Schicht.

4. *Hauptstämme.* Die Struktur der Adventitia ist die gleiche wie in den früheren Fällen.

Die Media enthält eine große Menge elastischer Fasern.

Die Intima übertrifft die Dicke der Media um das  $1\frac{1}{2}$ —2fache. Charakteristisch für diesen Fall erscheint der Umstand, daß die L. el. int. nur stellenweise in Form einer unterbrochenen Linie sichtbar ist. In den übrigen Abschnitten der Arterien ist die Grenze zwischen der Intima und Media verwischt. Die innere Grenzlamelle fehlt, und die elastisch-muskulöse Schicht ist nicht deutlich abgrenzbar. Eine Grenze zwischen der Intima und der Media läßt sich nur durch die Richtung der muskulären und elastischen Fasern verfolgen, die in der Media zirkulär, in der Intima in der Längsrichtung verlaufen. Es scheint, als ob die ganze Intima aus einer hyperplastisch-elastischen Schicht besteht, die ihre ganze Breite einnimmt. Das bezieht sich besonders auf die linke Kranzarterie. In der rechten Kranzarterie liegt nach dem Lumen des Gefäßes hin noch eine Schicht, die aus Bindegewebe besteht und dünne elastische Fasern enthält.

Bemerkenswert erscheint in diesem Falle die weitere Verdickung der Intima. In den Arterien kleinen und mittleren Kalibers ist die Intima ihrer Dicke und Struktur nach derjenigen der Hauptstämme der Coronararterien im jugendlichen Alter ähnlich.

Verfolgt man in diesem Fall die Struktur der Intima in der Richtung von den kleinen zu den großen Arterien, so sieht man in den ersten Gefäßen noch deutlich die Zerspaltung der L. el. int. in 2 Lamellen mit einer dazwischenliegenden elastisch-muskulösen Schicht. In den Gefäßen mittleren Kalibers stellt die innere Grenzlamelle einen höheren Grad der Abspaltung dar und verschwindet stellenweise ganz oder bleibt in Form einer unterbrochenen Linie bestehen. In den größeren Ästen verschwindet die innere Grenzlamelle ganz, und die elastisch-muskulöse Schicht geht nach innen unmittelbar in die hyperplastisch-elastische Schicht über. In den Gefäßen noch größeren Kalibers ist auch die äußere Lamelle der L. el. int. unterbrochen und verschwindet schließlich ganz, so daß zwischen der Intima und Media keine scharfe Grenze mehr wahrnehmbar ist.

*Fall 9. 50jähriger Mann. Todesursache: Lungengangrän.*

1. *Kleine Muskelzweige* haben die gleiche Struktur wie in den Fällen 3, 4, 5, 6 und 7.

2. *In den Ästen mittleren Kalibers* ist die Struktur der Adventitia und Media dieselbe wie in den vorhergehenden Fällen.

Die Intima ist von der Media durch die L. el. int. deutlich abgegrenzt; letztere ist überall in zwei Lamellen gespalten; zwischen ihnen liegt eine elastisch-muskulöse

Schicht. Beide Lamellen erscheinen nur hier und da unterbrochen und haben das Aussehen von körnigen Linien; an diesen Stellen wird auch die Grenze zwischen den einzelnen Schichten undeutlich. Nach innen von der inneren Grenzlamelle liegt eine elastisch-hyperplastische Schicht von geringer Dicke.

3. Die *Hauptstämme* haben dieselbe Struktur wie im Fall 8. Die Intima ist infolge der Abwesenheit der L. el. int. nicht scharf von der Media getrennt und läßt sich nur durch den verschiedenen Verlauf der elastischen und muskulären Fasern unterscheiden. Die elastisch-muskulöse Schicht ist nicht deutlich wahrnehmbar, und die ganze Intima scheint aus einer einzigen Schicht längsverlaufender elastischer Fasern zu bestehen.

Vergleicht man die beiden letzten Fälle (8 und 9) miteinander, so sieht man, daß zwischen ihnen kein wesentlicher Unterschied besteht. Was speziell die Intima der Coronararterien betrifft, so ist sie in diesen beiden Fällen gleich gebaut. Es kann daher solch eine Struktur der Intima als eine vollentwickelte Struktur dieser Schicht gelten.

Die Untersuchung der oben beschriebenen Fälle zeigt folgende Eigentümlichkeiten der Struktur der Coronararterien:

1. Einen Unterschied der Struktur ihrer Hauptstämme und Äste verschieden Kalibers,
2. gesetzmäßige Veränderungen der Struktur in Abhängigkeit vom Alter und
3. einen deutlichen Unterschied in der Struktur der Hauptstämme der rechten und linken Kranzarterie.

Diese Besonderheiten der Struktur der Coronararterien können folgendermaßen zusammengefaßt werden:

I. Die *Adventitia* der Coronararterien besteht aus bindegewebigen Fasern, die in verschiedenen Richtungen verlaufen, und aus einer großen Menge elastischer Fasern. In den kleinen Muskelästen liegen die elastischen Fasern der Adventitia in lockeren Bündeln, die aus sehr dünnen Fasern bestehen. Sie bilden nirgends eine L. el. ext. und gehen allmählich in die elastische Schicht des Myokardinterstitiums über. In den Ästen mittleren Kalibers werden die Fasern der Adventitia größer und nehmen eine zirkuläre Anordnung an. Eine ausgesprochene L. el. ext. ist nirgends wahrzunehmen. In den Hauptstämmen (bisweilen auch in den Gefäßen mittleren Kalibers) mengen sich den zirkulären Fasern grobe, längsverlaufende elastische Fasern bei. Sie liegen entweder unmittelbar an der Mediagrenze oder nach außen von den zirkulären Fasern und prävalieren bisweilen über diese letzteren in ihrer Menge.

Besondere Altersveränderungen in der Adventitia sind nicht zu konstatieren. Jedoch ist ihre Dicke im Kindesalter größer als diejenige der übrigen Schichten der Gefäßwand; in den folgenden Lebensperioden wird sie dicker, doch bleibt ihr Wachstum hinter dem der Media zurück. Analoge Resultate bezüglich der Adventitia sind von Alb. Aschoff für die Art. brachialis und die Aorta verzeichnet.

Ein Unterschied in der Struktur der Adventitia der rechten und linken Kranzarterien besteht nicht. Nur in den Hauptstämmen und größeren Ästen der linken Kranzarterie ist bisweilen keine deutliche Abgrenzung der Adventitia von der mittleren Haut zu erkennen. Die groben elastischen Fasern der Adventitia gehen in diesen Arterien allmählich ohne scharfe Grenze in die Media über und bilden ihre äußeren, an elastischen Fasern reichen Schichten.

II. Die Struktur der *mittleren Haut* ist im allgemeinen die gleiche wie in allen Arterien vom muskulären Typus, jedoch mit dem wesentlichen Unterschiede, daß sogar in den feinsten Muskelästen zugleich mit den zirkulären Muskelfasern eine große Menge von zirkulären elastischen Fasern vorhanden ist. In den Hauptstämmen, in den größeren Ästen und bisweilen sogar in den Ästen mittleren Kalibers zeichnen sich die elastischen Fasern durch ihre größere Dicke aus; in den äußeren Schichten der Media erreichen sie fast die Dicke der groben elastischen Fasern der Adventitia. Bisweilen trifft man grobe Fasern auch in den mittleren Schichten der Media an. In den inneren Schichten der mittleren Haut werden die elastischen Fasern allmählich dünner.

Was den Unterschied in der Struktur der Media der beiden Kranzarterien betrifft, so ist die Menge der elastischen Fasern in der Media der linken Kranzarterie größer als in der rechten. Außerdem sind die elastischen Fasern in der Media der linken Koronararterie größer als in der rechten.

Der Unterschied in der Struktur der Media von kleineren Ästen und Hauptstämmen bzw. ihrer Hauptäste besteht darin, daß die Menge der elastischen Fasern in der Media der Arterien größeren Kalibers größer ist als in den kleineren Gefäßen.

Die Veränderungen der Media je nach dem Alter bestehen in einer allgemeinen Dickenzunahme, wobei die Menge der elastischen Fasern beträchtlich größer wird.

III. *Die innere Haut*. Die Differenz in der Struktur der Hauptstämme der Coronararterien und ihrer Äste äußert sich hauptsächlich in der Struktur der Intima; dasselbe gilt auch für die Altersveränderungen der Coronararterien. Sowohl die Altersveränderungen der Intima wie auch die allmähliche Modifikation der Struktur dieser Schicht in der Richtung von den kleinen zu den großen Ästen sind die gleichen.

Im allgemeinen äußern sich diese Veränderungen der Intima in ihrer Verdickung, die durch Entwicklung neuer Gewebsschichten verursacht wird. Die Verdickung der Intima ist keine diffuse und entwickelt sich nicht gleichzeitig im ganzen Gefäßumfange, sondern herdwweise.

Nach innen von der L. el. int. befindet sich in den Arterien mit einfacher Struktur der Intima die Endothelschicht. Solch eine Struktur

wurde im ganzen Gefäßumfange der kleinen Muskeläste in allen untersuchten Fällen (von 8 Monaten bis zu 50 Jahren) und auch in den kleinen Ästen unter dem Epikard bis zum 15. Lebensjahr beobachtet. Im späteren Alter ist auch in diesen letzteren Arterien solch eine einfache Intima zu beobachten, doch nur in einem Teile des Gefäßumfanges, während in anderen Teilen eine komplizierte Struktur der Intima mit deutlicher Spaltung der L. el. int. vorkommt.

Die komplizierte Intima besteht aus zwei Schichten: einer elastisch-muskulösen und einer elastisch-hyperplastischen und stellt die Vollendung einer ganzen Reihe von Veränderungen dar, die stets an der L. el. int. beginnen. Es erscheinen nämlich auf der L. el. int. knopfförmige Verdickungen, Streifen und bogenförmige Erhöhungen, die die Anfangsstadien der Abspaltung darstellen (Abb. 1 und 2)\*).

Als Resultat dieser Abspaltung bildet sich in einer bestimmten Entfernung von der L. el. int. eine zweite elastische Lamelle oder innere Grenzlamelle (*Jores, Torhorst*) (Abb. 4 igr.). Zwischen beiden liegen längsverlaufende glatte Muskel- und dünne elastische Fasern (Abb. 5 *El. m.*).



Abb. 2 (Fall 3). Querschnitt eines Astes mittleren Kalibers der linken Coronararterie v. einem 15jährigen Mädchen. Anfangsstadien der Spaltung der Lam. elastica int. in 2 Lamellen.

Abb. 1 (Fall 1). Querschnitt im Anfangsteile der rechten Kranzarterie bei einem 8½ monatigen Kinde; Anfangsstadien der Abspaltung der L. el. int.: bogenförmige Erhöhungen von elastischen Fasern auf der L. el. int. Dazwischen Kerne von glatten Muskelfasern im Querschnitt.

Muskelzellen der Media keinem Zweifel. Nämlich ausnahmslos in allen Fällen, wo die L. el. int. auf einer gewissen Stufe der Abspaltung eine unterbrochene Lamelle darstellt, sieht man, wie Muskelzellen der Media in die Intima eindringen, die Längsrichtung annehmen und eine elastisch-

Auf welche Weise die Muskelfasern in die Intima hineindringen, bleibt unaufgeklärt, doch unterliegt ihr Zusammenhang mit den

\* ) Sämtliche Abbildungen wurden unter Benutzung des *Abbeschen Zeichenapparats* und des *Zeisschen Immersionsobjektivs 1/12"*, Ok. 3 (Abb. 1, 2 u. 3), oder Obj. D, Ok. 5 (Abb. 4), Obj. D, Ok. 2 (Abb. 3 u. 7) und Obj. A, Ok. 5 (Abb. 6) entworfen. Färbung der abgebildeten Präparate nach *Weigert-Hart*. — Für alle Abbildungen geltende Bezeichnungen: I = Intima, M = Media, A = Adventitia, L. int. = Lam. elastica interna, El. h. = elastisch-hyperplastische Schicht, IGr = innere Grenzlamelle, El. m = elastisch-muskulöse Schicht, Bg = Bindegewebsschicht.

muskulöse Schicht bilden (Abb. 3). Es ist schwer zu sagen, auf welche Weise die glatten Muskelfasern, in die Intima eindringend, sich in der Längsrichtung lagern. Es ist möglich, daß sie bei der Längsspaltung der *L. el. int.* in die Intima hineingezogen werden und rein mechanisch die Längsrichtung annehmen.

Schon in früheren Stadien der Abspaltung der *L. el. int.* beginnen sich auch von der inneren Grenzlamelle einzelne grobe elastische Fasern abzu-



Abb. 3 (Fall 4). 28jährige Frau. Querschnitt eines Astes mittleren Kalibers der rechten Kranzarterie. Eindringen von glatten Muskelfasern in die Intima.

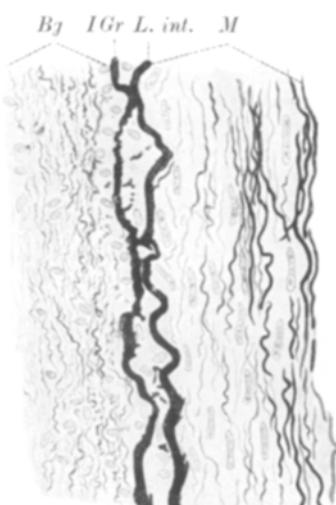


Abb. 4 (Fall 3, 15jähriges Mädchen). Querschnitt des Anfangsteils der rechten Kranzarterie. Die Bindegewebschicht liegt auf der inneren Grenzlamelle bei Abwesenheit der hyperplastischen Schicht.

spalten. Indem diese längsverlaufenden elastischen Fasern sich stufenweise Schicht nach Schicht abspalten, bilden sie eine elastisch-hyperplastische Schicht (*Jores*, Abb. 5 und 7 *El. h.*). Wenn man die häufig bedeutende Breite dieser Schicht in Betracht zieht, dürfte man annehmen, daß die sich abspaltenden elastischen Fasern auch eine selbständige Fähigkeit zum weiteren Wachstum besitzen. Zwischen den elastischen Fasern der elastisch-hyperplastischen Schicht liegen Zellformen, die in den äußeren Zonen dieser Schicht ihren morphologischen Eigenschaften nach den glatten Muskelfasern entsprechen und in der Längsrichtung liegen; in den inneren Zonen liegen sie dagegen in verschiedenen Richtungen und erinnern ihrer Form nach eher an Fibroblasten. Die Breite der hyperplastisch-elastischen Schicht erreicht häufig die Breite der Media und übertrifft diese bisweilen sogar um das Doppelte; innen von ihr liegt die Endothelschicht.

Das ist die Struktur der aus einer elastisch-muskulösen und einer elastisch-hyperplastischen Schicht bestehenden Intima. Solch eine Intima wurde im ganzen Gefäßumfang in allen untersuchten Fällen von 18—50 Jahren in den Ästen mittleren Kalibers beobachtet und auch in den kleineren Ästen nach dem 30. Lebensjahr. Die gleiche Struktur findet sich, wenn auch nur in einigen Abschnitten der Gefäßwandungen, auch im Kindesalter, und zwar nur in den Hauptstämmen beider Coronararterien, jedoch mit dem Unterschied, daß die hyperpla-

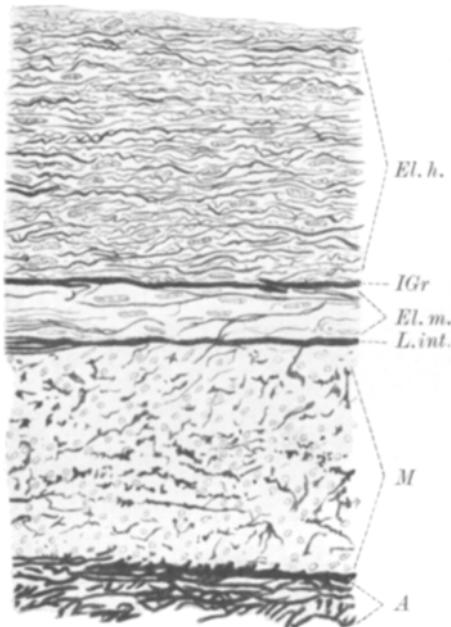


Abb. 5 (Fall 7, 32 jährige Frau). Längsschnitt des Anfangsteils der rechten Kranzarterie. Die einzelnen Intimaschichten sind gut voneinander abzugrenzen.

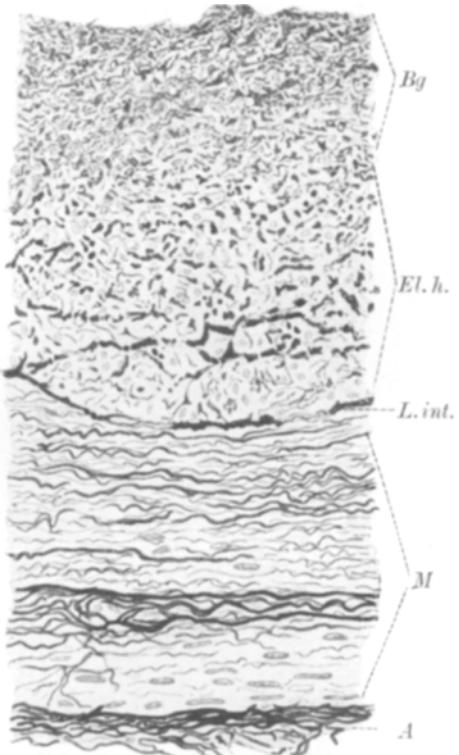


Abb. 7 (Fall 8). Querschnitt durch den Anfangsteil der rechten Kranzarterie. Vollständig entwickelte Intima. Die bindegewebige Schicht der Intima geht in die hyperplastische, diese letztere in die elastisch-muskulöse ohne scharfe Grenze über.

stische Schicht keine so erhebliche Breite wie bei den Erwachsenen erreicht.

Die noch kompliziertere Intima besteht aus drei Schichten: 1. einer elastisch-muskulösen, 2. einer elastisch-hyperplastischen und 3. einer bindegewebigen (Abb. 7).

Diese Form der Intima findet sich als Regel vom jugendlichen Alter angefangen, nur in den Hauptstämmen der Coronararterien. Bisweilen trifft man sie auch in den Ästen mittleren Kalibers im reifen Alter, wenn

die Intima stark entwickelte, elastisch-muskulöse und hyperplastische Schichten besitzt. Die bindegewebige Schicht nimmt nicht immer gleichmäßig den ganzen Gefäßumfang ein, sondern ist häufig nur an einzelnen Stellen entwickelt.

Die Bindegewebsschicht besteht aus lockeren bindegewebigen und dünnen elastischen Fasern. Infolge der Anwesenheit der letzteren ist es häufig schwer, diese Schicht von der elastisch-hyperplastischen abzugrenzen, und oft besteht zwischen ihnen ein allmählicher Übergang. Auf diese Weise können wir nur von Schichten mehr bindegewebigen oder mehr elastischen Charakters reden. Die Abgrenzung dieser Schichten wird durch den Charakter der elastischen Fasern ermöglicht. Diese sind in der Bindegewebsschicht im Gegensatz zur hyperplastischen Schicht sehr dünn, verlaufen nicht in Längs-, sondern in zirkulärer Richtung, wobei sie nicht unmittelbar mit den elastischen Fasern der hyperplastischen Schicht verbunden sind und scheinbar sich selbstständig entwickeln.

Am untersuchten Material wurden von mir drei Arten der Anordnung der Bindegewebsschicht in der Intima beobachtet: a) Sie liegt bei Abwesenheit der hyperplastischen Schicht unmittelbar auf der ungespaltenen L. el. int., b) sie liegt bei Abwesenheit der hyperplastischen Schicht unmittelbar auf der muskulös-elastischen Schicht bzw. auf der inneren Grenzlamelle (Abb. 4), c) sie liegt auf der hyperplastischen Schicht, wobei die Intima ihre maximale Dicke erreicht (Abb. 7).

Die vollständig entwickelte Intima (Abb. 6) wird im Anfangsteile der Coronararterien und in ihren Hauptstämmen im höheren Alter (nach dem 30. Lebensjahr) beobachtet und dadurch charakterisiert, daß weder die L. el. int. noch die innere Grenzlamelle sichtbar sind und infolgedessen die Intima nicht deutlich von der Media abzugrenzen ist. Diese Schichten lassen sich, wie schon erwähnt, nur durch die Richtung der elastischen und muskulösen Fasern voneinander unterscheiden.

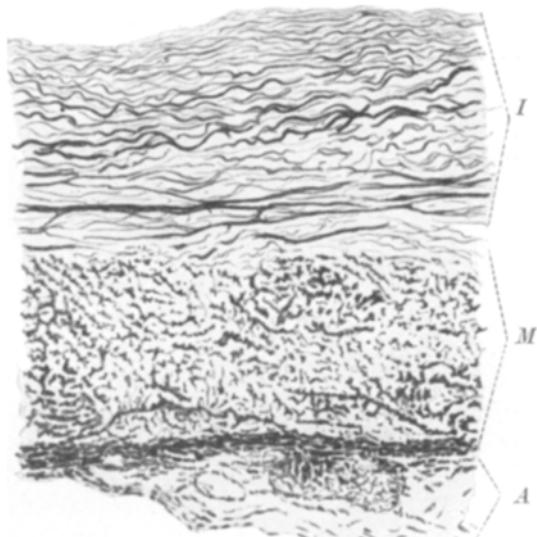


Abb. 6 (Fall 8, 36-jähriger Mann). Längschnitt des Hauptstammes der linken Kranzarterie. Vollständig entwickelte Intima.

Infolge der Abwesenheit der inneren Grenzlamelle ist in diesen Fällen keine deutliche Grenze zwischen der elastisch-muskulösen und der hyperplastischen Schicht vorhanden, und sie gehen allmählich ineinander über. Deshalb bekommt man bei Untersuchung solcher Arterien den Eindruck, daß die innere Gefäßhaut nur aus einer einzigen dicken Schicht längsverlaufender elastischer Fasern besteht, und nur die vergleichende Untersuchung der verschiedenen Stadien der postembryonalen Entwicklung der Intima kann zur richtigen Deutung ihrer Struktur führen.

Auf Grund der angeführten Beobachtungen kann man sich diese Entwicklung der Intima der Coronararterien folgendermaßen vorstellen: *Zunächst spaltet sich die L. el. int., und es bilden sich die elastisch-muskulöse Schicht und die innere Grenzlamelle; dann spaltet sich die letztere unter Bildung einer hyperplastischen Schicht; bei weiterer Zerspaltung der inneren Grenzlamelle erschöpft sie sich ganz, und dann wird die Grenze zwischen der hyperplastischen und elastisch-muskulösen Schicht undeutlich. Beim weiteren Fortschreiten des Abspaltungsprozesses wird schließlich auch die L. elast. interna selbst zur Bildung neuer elastischer Lamellen und Fasern verbraucht. Sie wird stellenweise in ihrem Verlauf unterbrochen und ist schließlich nicht mehr als solche vorhanden.*

*Den Beginn solch einer völligen Zerspaltung der L. el. int. mit Verschluß der Grenze zwischen den einzelnen Schichten der Intima kann man schon im jugendlichen Alter wahrnehmen*, namentlich in einzelnen kleinen Bezirken der Hauptstämme der Coronararterien schon im 15jährigen Alter (Fall 3), aber erst später, z. B. nach dem 30. Lebensjahr, ergreift dieser Prozeß den ganzen Gefäßumfang. *Solch eine vollentwickelte Intima enthält bisweilen, wie oben angeführt, noch eine schmale innere Bindegewebsschicht*, die sich selbstständig und unabhängig von der L. el. int. entwickelt.

Es ist noch zu bemerken, daß an Abgangsstellen der Seitenzweige die Intima immer auf Kosten der hyperplastischen Schicht am stärksten verdickt ist.

Was den Unterschied der Intimastruktur in der rechten und linken Kranzarterie anbelangt, so ist dieser nur in den Anfangsteilen dieser Arterien ausgeprägt und besteht darin, daß *die bindegeweibige Schicht in der linken Coronararterie im Verhältnis zur rechten sehr schwach entwickelt ist. Dagegen sind die elastisch-muskulösen und hyperplastischen Schichten in der linken Coronararterie stets stärker als in der rechten ausgebildet.*

Die von *Edholm* beschriebene histologische Struktur der Coronararterien entspricht keinesfalls den von mir beobachteten Bildern. Nach *Edholm* ist die Struktur der Intima der Coronararterien dieselbe wie in den anderen Arterien gleichen Kalibers. Sie besteht aus längsverlaufenden elastischen Fasern und ist nur unweit der Einmündung der

Gefäße sichtbar. Dagegen fehlt sie in den peripheren Zweigen der Coronararterien vollständig. Das ist alles, was *Edholm* über die Struktur der Intima der Coronararterien anführt. Die mittlere Haut dieser Arterien besteht nach *Edholm* aus zwei elastischen Schichten: einer äußeren zirkulären und einer inneren Längsschicht. Die äußere Schicht besteht aus zirkulären muskulösen und elastischen Fasern, die innere aus längsverlaufenden Fasern. Zwischen beiden Schichten befindet sich eine elastische Lamelle, die stellenweise unterbrochen erscheint.

Nun läßt sich auf Grund meiner Untersuchungen in Übereinstimmung mit der Beschreibung von *Faber* der Schluß ziehen, daß die *Media* der Coronararterien nur aus einer zirkulären Schicht muskulärer und elastischer Fasern besteht. Das was *Edholm* als Längsschicht der mittleren Haut bezeichnet, ist nichts anderes als eine hyperplastische Schicht der Intima, die von der Media durch eine unterbrochene L. el. int. abgegrenzt ist, d. h. eine Intima, die in den oben beschriebenen Fällen einem Alter von über 30 Jahren entspricht.

Diejenige Schicht, welche *Edholm* als *Intima* bezeichnet, stellt nur die bindegewebige Schicht derselben dar. Hiervon überzeugen uns auch die Abbildungen dieses Autors.

*Edholm* untersuchte die Coronararterien nur bei einem einzigen Herzen und gibt das Alter des betreffenden Menschen nicht an. Es ist also verständlich, daß er die Altersveränderungen der Intima nicht in Betracht ziehen konnte und daher zu unrichtigen Schlüssen kam.

Was die äußere Haut anbelangt, so gehen meine Untersuchungen ebenfalls mit den Resultaten *Edholms* auseinander. Im Gegensatz zu ihm habe ich gefunden, daß die elastischen Fasern in der Adventitia der kleinen Gefäße mehr locker, in der Adventitia der Hauptstämme dagegen enger aneinander liegen, aber nicht umgekehrt, wie es *Edholm* annimmt.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die Struktur der Intima der Coronararterien finden eine gewisse Analogie in den Angaben einiger Autoren, welche die Intimastruktur anderer Arterien studiert hatten.

So nimmt *Jores* auch für die Intima der Aorta und der größeren Gefäße das Vorhandensein der drei obenerwähnten Schichten an. In der Art. fossae Sylviae eines dreijährigen Kindes beschreibt er an der Abgangsstelle eines Seitenastes den Prozeß der Spaltung der L. el. int. in zwei Lamellen und die Bildung einer elastisch-muskulösen Schicht.

*Torhorst* beschreibt die normale Struktur der Intima der Lungenarterie im mittleren Alter und unterscheidet ebenfalls eine elastisch-muskulöse und eine hyperplastische Schicht.

Ganz analoge Beobachtungen findet man auch z. B. bei *Alb. Aschoff*, welcher die Bildung einer hyperplastischen Schicht in den Arterien vom

muskulösen Typus (Art. brachialis) im Verlaufe des dritten Jahrzehntes und eine elastisch-muskulöse Schicht an der Abgangsstelle der Seitenäste dieser Arterien beschreibt. In der Aorta eines 3jährigen Kindes findet er schon alle 3 *Jores*schen Schichten vorhanden. Dabei weist er darauf hin, daß die hyperplastische Schicht schon im Alter vor dem 30. Jahre die bindegewebige, aber erst später ihre volle Entwicklung erreicht.

Endlich beschreibt auch *Stumpf* die Erscheinungen der Hypertrophie der Intima in den kindlichen Aorten und die Entwicklung der 3 *Jores*schen Schichten.

In meinen Fällen wurde die stärkste Entwicklung der hyperplastischen Schicht schon im Alter von 32—36 Jahren beobachtet; die bindegewebige Schicht war teilweise schon im 15. Lebensjahre in den Hauptstämmen der Coronararterien ausgebildet.

Alle diese drei Schichten, worauf auch *Alb. Aschoff* hinweist, entwickeln sich in solchen Fällen, wo von pathologischen Veränderungen in den Gefäßwänden noch keine Rede sein kann. Somit entspricht die oben beschriebene Struktur der Intima der Kranzarterien der Struktur dieser Gefäßhaut in anderen Arterien.

*Zum Unterschied von den anderen Arterien*, deren Altersveränderungen in der Literatur beschrieben sind, *ist aber in den Coronararterien der Prozeß der Intimaverdickung viel schärfer ausgeprägt. Er beginnt schon im frühesten Kindesalter (im 1. Lebensjahr) und schreitet allmählich vorwärts, sich von den Hauptstämmen auf ihre Äste und sogar auf die kleinsten Verzweigungen derselben erstreckend.*

*Dem Grade ihrer Entwicklung nach übertrifft die Altersverdickung der Intima in den Coronararterien die analogen Intimaverdickungen, die im entsprechenden Alter in anderen Arterien beschrieben wurden.* In den Coronararterien kann die je nach dem Alter verdickte Intima die Media um einige Male an Breite übertreffen.

Es ist wohl anzunehmen, daß die von mir festgestellte außerordentlich frühe Entwicklung und starke Ausbildung von Altersveränderungen der Coronararterien des Herzens nicht ohne Einfluß auf die Funktion dieser Gefäße bleibt, wie auch auf die Möglichkeit der Entwicklung pathologischer Veränderungen in der Gefäßwand.

#### Literaturverzeichnis.

- 1) *Aschoff, Alb.*, Entwicklung-, Wachstums- und Altersvorgänge an den Gefäßen. Jena 1908. — 2) *Edholm*, Arteria coronaria cordis des Menschen. Anat. Anz. **42**. 1912. — 3) *Jores*, Wesen und Entwicklung der Arteriosklerose. Wiesbaden 1903. — 4) *Mönckeberg*, Zentralbl. f. Herz- u. Gefäßkrankh. 1916, Nr. 1. — 5) *Stumpf*, Über die Entartungsvorgänge in der Aorta des Kindes. Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **59**. 1914. — 6) *Torhorst*, Sklerose der Pulmonalarterien. Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **36**. 1904. — 7) *Faber, A.*, Die Arteriosklerose. Jena, 1912.