

(Aus dem Pathologischen Institut des Robert Koch-Krankenhauses Berlin  
[Direktor: Doz. Dr. R. Neumann].)

## Die Cardiaorta als Organ und ihr Verhalten bei Coronarsklerose.

Von  
Dozent Dr. R. Neumann.

Mit 14 zum Teil farbigen Abbildungen und 1 Tabelle im Text.

(Eingegangen am 7. Juni 1938.)

Eine glücklich abgrenzende und allgemeingültige Einteilung der verschiedenen Arterien des menschlichen Organismus begegnet großen Schwierigkeiten; wenn auch eine solche nicht mit Genauigkeit durchgeführt werden kann, so besteht doch an der Tatsache kein Zweifel, daß bei jeder Einteilung in verschiedene Gruppen mehr oder weniger zahlreiche Arterien einbezogen werden können.

Eine der einfachsten und weitumfassendsten Einteilung ist die auf Grund des Vorherrschens der muskulären und elastischen Systeme. Die beiden Haupttypen — der Typ der muskulären und der Typ der elastischen Arterien — sind einander untergeordnet und sind als blutleitende Röhren in das System eingeschaltet, an dessen Anfang das Herz steht.

Das Herz wird als eigenes Organ dem arteriellen System gegenübergestellt; dieses jedoch kann nicht als Einheit — nämlich als „arterielles Organ“ — aufgefaßt werden, sondern es gibt innerhalb des arteriellen Systems gegeneinander abgrenzbare regionäre Verschiedenheiten. Darüber hinaus nun gibt es einen arteriellen Abschnitt, der wohl schon als Blutleiter dient, aber vielmehr noch im Gegensatz zu dem gesamten übrigen arteriellen System ganz besondere Eigentümlichkeiten in normal-anatomischer als auch pathologischer Hinsicht aufweist: dies ist der herznahe Teil der Aorta.

Es ist doch auffallend, daß — um einige pathologische Punkte herauszugreifen — die Spontanrupturen weitaus am häufigsten den herznahen Aortenteil betreffen, ja daß sie hier sogar an bestimmten Stellen auftreten; sehr widersprechend sind dabei die Angaben, die die bevorzugte Lokalisation an dem herznahen Aortenteil erklären wollen: und gibt es für die Mesoarthritis lica, deren vorzüglicher und hauptsächlichlicher Sitz der Anfangsteil der Aorta ist, irgendwelche Ansichten, die die bevorzugte Lokalisation nur einigermaßen hinreichend klären können?

Schon diese wenigen Prozesse machen es wahrscheinlich, daß der herznahe Teil der Aorta ein eigenes Organ darstellt, genau so, wie man das Herz immer als Organ für sich zu betrachten pflegt. Da aber jedes Organ eine eigene und besonders verlaufende Gefäß- und Nervenversorgung mit bestimmt gerichteter Funktionsauslösung verlangt, so muß

zunächst einmal auch für den herznahen Teil der Aorta eine solche gefordert werden, wenn die Ansicht von einem besonderen Organ zu Recht bestehen soll.

Aus dem Gedanken heraus, die primären Veränderungen für das Zustandekommen der Spontanrupturen brauchten nicht in der Aortenmedia zu suchen sein, sondern in der Adventitia, habe ich eine solche systematisch bis zu den Aortaklappen hin untersucht und feststellen können, daß in der Adventitia zwei Gefäße von besonderer Beschaffenheit verlaufen. Da ich im Zweifel war, um was für Gefäße es sich dabei handeln könnte, habe ich verschiedene Aorten in ihrem ganzen Umfang untersucht und diese Gefäße immer wieder gefunden. Nach zahllosen mißglückten Injektionsversuchen wurden schließlich Verlauf, Abgang und Verzweigung erkannt und die arterielle Natur sichergestellt. Hierfür war vor allem nötig, die Adventitia einer genauen Betrachtung zu unterziehen. Leider ist bisher eine solche Durcharbeitung vernachlässigt worden, meist deshalb, weil sich sehr oft das adventitielle Gewebe löst und in den histologischen Präparaten nicht erscheint. Nur so läßt sich die bis in neuestes Schrifttum hineinreichende, wohl kurze, aber völlig falsche Annahme erklären, die besagt, daß die Adventitia der Aorta nichts Charakteristisches habe (*Benninghoff*).

Ganz im Gegenteil hierzu zeigt gerade der herznahe Teil der Aorta etwas ganz Besonderes, das sich vor allem in der arteriellen Versorgung ausdrückt. Die Besonderheit erstreckt sich dabei einmal auf die ernährenden Arterien und zweitens auf das zu ernährende Aortengebiet. Wenn nun dies der Fall ist — und ich werde es im Folgenden beweisen —, dann kann ich mit Recht den herznahen Teil der Aorta als besonderes Organ ansehen, das ich daher als *Cardiaorta* bezeichnen will. Die *Cardiaorta* umfaßt die Aorta ascendens und den größten Teil des Aortenbogens; die besonders verlaufenden und bestimmt charakterisierten ernährenden Arterien — es sind zwei — werden *Aa. cardiaortales dextra et sinistra* genannt.

Es wurden 120 herznahe Aortenteile von Individuen aller Altersklassen untersucht (2—60 Jahre); an der Cardiaorta und an allen Kranzgefäßen fanden sich keinerlei krankhafte Veränderungen; die Cardiaorten dieser Individuen können daher als „normale“ bezeichnet werden. Von den Aortenkappen hinauf bis zum Scheitel des Arcus aortae wurden einschließlich dieser Gebiete stufenweise Stücke aus der Cardiaorta herausgeschnitten und histologisch untersucht. Einbettung in Gelatine; Färbung mit Hämalaun-Eosin, Resorcin-Fuchsin, Azan, Orcein-polychromem Methylenblau, nach *van Gieson* und Fettdarstellung mit Sudan. Messungen mit dem Okularmikrometer 6 von *Leitz*. Photographisch-technische Angaben bei den einzelnen Abbildungen<sup>1</sup>. Injektionen mit Hämalaun-Formalin und stumpfer Kanüle.

<sup>1</sup> Frau *Schnitz* (Lette-Verein Berlin, Photographische Lehranstalt) hat in liebenswürdiger Weise die photographischen Aufnahmen ausgeführt, wofür ich ihr an dieser Stelle danke.

Jede Cardiaorta wird von zwei Aa. cardiaortales versorgt; diese nehmen ihren Ursprung aus der rechten und linken A. auricularis, die von den Kranzarterien herkommen; beide Aa. cardiaortales sind vom Epikard überdeckt und steigen senkrecht zur Aortenwand auf (Abb. 1); die rechte A. cardiaortalis ist schon mit bloßem Auge sehr deutlich als weißer Strang

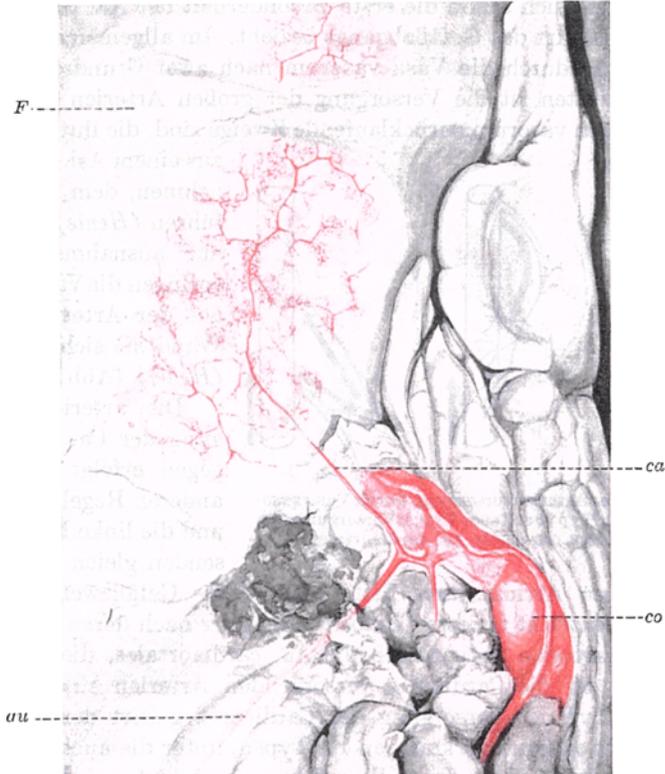


Abb. 1. S. Nr. 438; 75j. ♂ (Injektion mit Hämalaun-Formalin 10%). Zeichnung nach einer Farbphotographie. Abgang und Verlauf der A. cardiaortalis dextra. *co* A. coronaria dextra; *ca* A. cardiaortalis dextra; *au* A. auricularis dextra; *F* adventitielle Fettspange.

zu sehen, der von der Gegend des rechten Kranzgefäßostiums im adventitiellen Gewebe nach oben zieht. Diese weißen, meist sehr auffallenden Stränge habe ich und sicher viele andere stets als Nervenstämmen oder Lymphgefäße gedeutet; erst die histologische Untersuchung ließ den Verdacht aufkommen, daß diese weißen Stränge Arterien von besonderer Wandstruktur wären. Injektionen in die Lichtungen dieser Stränge sollten den Beweis für die arterielle Natur erbringen; jedoch gelang es nie, in die enge Lichtung dieser Stränge hinzukommen; daher wurden die Injektionen

systematisch in alle nur irgendwie erkennbaren Öffnungen beider Kranzarterien ausgeführt, bis es gelang, die Abgangsöffnungen zu entdecken und damit schlagartig die Aa. cardiaortales aufzufüllen. Damit war der Beweis sowohl für die arterielle Natur dieser Stränge erbracht als auch dafür, daß diese Arterien weitausgreifende Versorgungsgefäße der Cardiaorta darstellen.

Dabei zeigte sich schon die erste Besonderheit der Aa. cardiaortales, die sich auf die Art des Gefäßabgangs bezieht. Im allgemeinen geschieht die Versorgung durch die Vasa vasorum nach zwei Grundregeln: weit-

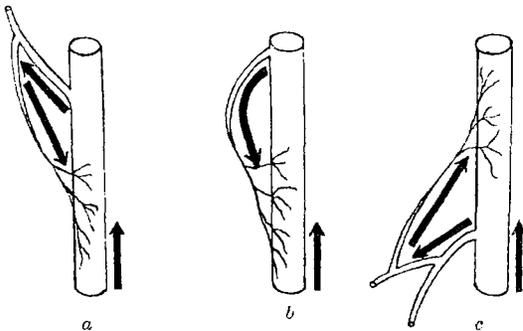


Abb. 2. Typen der Arterienversorgung durch Vasa vasorum. a häufigster Typ; b seltener Typ; c Versorgungstyp der Cardiaorta durch die Aa. cardiaortales.

aus einem Ast des Gefäßes nehmen, dem sie Blut zuführen (*Henle*) (Abb. 2a); nur ausnahmsweise entspringen die Vasa vasorum aus der Arterie, in deren Wand sie sich verzweigen (*Henle*) (Abb. 2b).

Die arterielle Versorgung der Cardiaorta hingegen erfolgt nach einer anderen Regel: Die rechte und die linke Kranzarterie senden gleich nach ihrem

Ursprung zum Atrium ihrer Seite zwei kleine Gefäßzweige, die Aa. auriculares dextra et sinistra (*Halbertsma*); kurz nach deren Abgang aus den Coronararterien entspringen die Aa. cardiaortales, die die hauptsächlichsten der die Cardiaorta versorgenden Arterien sind. Der hier vorliegende Typ der Versorgung der Cardiaorta gehört demnach nicht einmal zu den seltener vorkommenden Typen, unter die auch die Kranzgefäße zu rechnen sind; denn diese folgen ganz und gar dem Prinzip, daß „die arteriellen Ernährungsgefäße eines Gefäßabschnittes rücklaufende Zweige des nächstfolgenden Abschnittes sind“ (*Henle*). Auch der von *Henle* angegebene Ausnahmetyp faßt diese Art der Gefäßversorgung nicht in sich, wie sie bei der Cardiaorta der Fall ist: Die Aa. cardiaortales versorgen vorlaufend die Cardiaorta bei Ursprung aus einem rücklaufenden Gefäß der zu versorgenden Arterie (Abb. 2c).

Beide Aa. cardiaortales steigen senkrecht zur Aortenwand auf und liegen dicht unter dem Epikard; zusammen mit dem adventitiellen Gewebe sind sie auf der Außenseite der Aortenwand über dieser verschieblich; nach verschieden langer Strecke (2–4 cm) teilen sie sich entweder in 2–3 spitzwinklig vorlaufende Äste (Abb. 5), oder die weißen Stränge sind deutlich bis zum Scheitel des Aortenbogens hin zu verfolgen; von

dem Hauptstamm gehen nach beiden Seiten kleine Gefäße ab, die nach kurzem Verlauf in kleine Gefäßpinselchen auslaufen; beide Aa. cardioortales zeigen mehr oder weniger reichliche Anastomosen, hauptsächlich im Gebiet des Aortenbogens; dicht an der Aortenwurzel sind anastomosierende Gefäßzweige seltener.

Weitere Besonderheiten, die auch gleichzeitig stärker beweisende Merkmale für die besondere Stellung der Aa. cardioortales im arteriellen



Abb. 3. S. Nr. 1133/37; 4j. ♂ (Hämalaun-Eosin; 25:1). Übersichtsbild der normal gelagerten A. cardioortalis dextra: A A. cardioortalis dextra; N begleitender Nerv; V begleitende Vene; C Cardiaorta.

System sind, decken die histologischen Untersuchungen auf. Drei Schichten sind deutlich unterscheidbar (Abb. 4): Die *Adventitia* der A. cardioortalis setzt sich aus einem bandförmigen Netz elastischer Fasern zusammen; diese nehmen an Menge nach der *Media* hin zu und bilden hier einen dichten elastischen Faserring, der eine sehr scharfe Abgrenzung zwischen *Media* und *Adventitia* darstellt und als *Membrana elastica externa* gelten darf. Nach dem adventitiellen Gewebe der *Cardiaorta* zu ist der Übergang unscharf.

Die *Media* besteht aus einem überaus breiten Mantel von längsverlaufenden Muskelfasern; hier fällt die Armut an elastischen Fasern auf; die spärlichen feinen elastischen Fasern umgeben einzelne Muskelfasern; nahe der Lichtung kann in seltenen Fällen ein schmaler Ring ringsverlaufender Muskelfasern auftreten; diese schmale Ringsmuskelschicht wird meist an den Stellen getroffen, wo sich Arterienabzweigungen befinden;

gegen die Längsmuskulatur ist das schmale Band der Ringmuskulatur nicht besonders abgegrenzt. Die gesamte Media wird von der Intima durch eine stark ausgeprägte Membrana elastica interna geschieden. Diese Grenz-elastica ist tatsächlich als Membran anzusprechen im Gegensatz zur Membrana elastica externa, wo eher von einer elastischen Grenzverdickung gesprochen werden könnte.

Die *Intima* wird durch einen einfachen Endothelbelag dargestellt, der der Membrana elastica interna dicht aufsitzt.

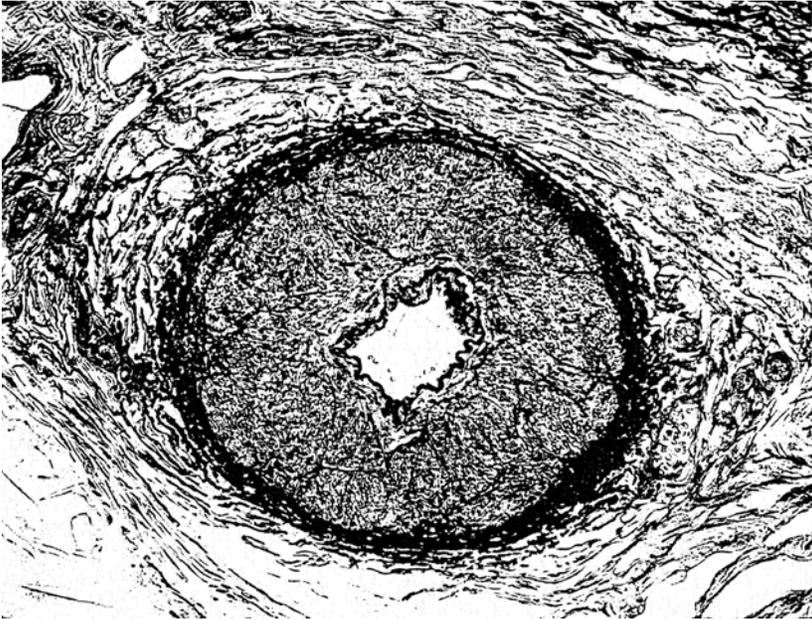


Abb. 4. S. Nr. 27 38; 32j. ♀ (Resorcin-Fuchsin-Hämalaun; 135:1). Normale A. cardiortalis; Deutliche M. elastica interna; starke Verdichtung der adventitiellen Elastica zu einer M. elastica externa; breite Media, nur aus Längsmuskelfasern bestehend.

Wie mächtig der Mantel der Längsmuskulatur (Abb. 4) ist, geht aus Maßangaben hervor, die in Tabelle 1 zusammengestellt sind. Der Querschnitt der Aa. cardiortales besitzt stets die Form einer Ellipse; der

Tabelle I. Quer- und Längsdurchmesser verschiedener Aa. cardiortales. (Zahlen bedeuten  $\mu$ .)

	Gesamtdurchmesser		Lichtungsdurchmesser	
	quer	längs	quer	längs
Kleinste A. cardiortalis, 4j. ♂ . . .	151,2	133,2	25,2	54,0
Größte A. cardiortalis, 54j. ♀ . . .	738,0	558,0	79,2	100,8
Mittelwerte aller Aa. cardiortales .	390,2	303,7	72,6	83,5

längste Gesamtdurchmesser ( $2 \times \text{Intima} + 2 \times \text{Media} + \text{Lichtung}$ ) verläuft parallel zur Aortenwand. Auch die Lichtungen sind elliptisch im Querschnitt; ihre größten Durchmesser aber stehen senkrecht zur Aortenwand. Die zur Wand der Cardiaorta parallel verlaufenden Durchmesser werden als Quer-, die auf ihnen senkrecht stehenden als Längsdurchmesser bezeichnet.

Das Verhältnis von Lichtungsdurchmesser zum Gesamtdurchmesser (Mittel je beider Durchmesser) ist im Mittel 1:4,45 mit Schwankungen von 1:3,56 bis 1:7,2.



Abb. 5. S. Nr. 1136/37; 54j. ♀ (Rosorein-Fuchsin-Kernechtrot; 11:1). Verdoppelung der A. cardialis dextra (Ausnahmetyp): A Aa. cardiales; N begleitende Nerven; V begleitende Venen; a Nebenast der A. cardialis vom Typ II der *Beninghoff'schen* Arterieneinteilung; C Cardiaortenmedia.

Wandaufbau, Ursprungsstellen und Verlaufsrichtung der Aa. cardiales unterliegen fast einer gesetzmäßig zu nennenden Regelmäßigkeit; nur ausnahmsweise kommen Abweichungen vor, die sich auf die Ursprungsstellen, den Wandaufbau und die Gefäßlage beziehen. So kann die rechte A. cardialis direkt aus der A. coronaria dextra dicht hinter dem rechten Kranzgefäßostium abgehen (in 2,5% der Fälle); oder die Ursprungsöffnung kann im Sinus Valsalvae neben der rechten Kranzgefäßöffnung gelegen sein (in 1,7% der Fälle).

Im architektonischen Aufbau erstrecken sich die Abweichungen einmal auf die Membrana elastica interna und zweitens auf die Längsmuskulatur der Media. Diese kann in 2—4 große Muskelbündel zusammengefaßt sein, die durch elastische Fasern voneinander abgegrenzt werden (in

3,3% der Fälle); in einem Fall war die Membrana elastica interna verdoppelt (Abb. 6); zwischen beiden Membranen fanden sich kollagene Fasern und Bindegewebskerne; gleiche Bilder sah *Benninghoff* bei Untersuchungen an Arterien vom Typ II seiner Arterieneinteilung; er fand eine Arterie, die eine doppelte Elastica besaß; er meinte, daß es „sich offenbar um eine sekundäre Verengung der Arterie“ handle; ich glaube weit eher, daß diese nur ausnahmsweise zu erhebenden Befunde sicher Fehlbildungen darstellen, da sekundäre Veränderungen — wenigstens an den Aa. cardiaortales — ganz andere Bilder bieten.

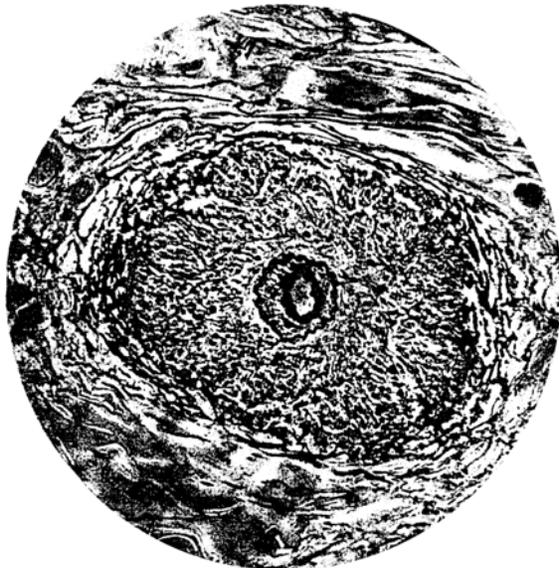


Abb. 6. S. Nr. 913/37; 59]. ♂ (Resorcin-Fuchsin-Hämalaun; 150:1). Normale A. cardiaortalis mit Verdoppelung der M. elastica interna (Ausnahmetyp).

Nicht immer verläuft die A. cardiaortalis in der Adventitia der Cardiaorta; sie kann bis in die adventitianahen Schichten der Cardiaorten-Media verlagert sein (Abb. 11) und in dieser nach oben ziehen (in 1,7% der Fälle); bei solcher Verlagerung wird man vergeblich die A. cardiaortalis an der Außenwand der Cardiaorta suchen. Diese als Ausnahme erhobenen Befunde sind so selten anzutreffen, daß sie gerade wegen ihrer Seltenheit die Regelmäßigkeit der A. cardiaortalis in Ursprung, Lage und Wandarchitektur nur unterstreichen.

Die Endverzweigungen der Aa. cardiaortales und ihre Nebenäste sind durchweg Arterien, die dem Typ II der *Benninghoffschen* Arterieneinteilung zuzurechnen sind oder Übergänge vom II. zum III. Typ darstellen (Abb. 5); ihre Media besteht nur aus einer Ringmuskelschicht, die durch eine deutliche Membrana elastica interna von der Intima ab-

gegrenzt wird. Die Ringmuskelschicht tritt häufig schon im Stamm der A. cardiaortalis auf; umgekehrt kann aus dem Vorhandensein einer Ringmuskelschicht in der A. cardiaortalis geschlossen werden, daß sich in der Nähe eine von der A. cardiaortalis abgehende Arterie befindet oder überhaupt eine Aufteilung der A. cardiaortalis bevorsteht.

Regelmäßig werden die Aa. cardiaortales von zwei, vereinzelt auch von mehreren Venen begleitet; außerdem verlaufen in nächster Nähe stets Nervenäste (Abb. 3 und 5).

Schon durch die Besonderheit des Abganges wird die A. cardiaortalis als besondere Arterie hervorgehoben, mehr noch durch die Besonderheit der Wandbeschaffenheit. Daß durch die mächtig entwickelte Längsmuskelschicht auch besondere Funktionen der Arterie verknüpft sein müssen, geht einmal aus Betrachtungen der Topographie, zweitens auch aus Vergleichen mit ähnlich gebauten Arterien hervor. Längsmuskeln geringerer Ausprägung in Media und Adventitia finden sich am regelmäßigsten in der Arteria profunda penis (*Ebert*), ferner in den Arterien des Samenstranges und in der Arteria lingualis (*Bennyhoff*): auch die Arterien selbst, von denen die Aa. cardiaortales direkt herkommen — nämlich die Kranzgefäße — besitzen eine Längsmuskelschicht, die jedoch lumenwärts gelegen ist (*Bonner, Edholm*): gemeinsam ist allen diesen Arterien, daß sie stärkster Beanspruchung in axialer Richtung ausgesetzt sind; und gleiche Verhältnisse hinsichtlich starker Beanspruchung in der Längsrichtung liegen ja auch bei den Aa. cardiaortales vor; sie müssen die Furche zwischen dem Herzorgan und der Aorta überbrücken; sie müssen die Herzarbeit mitmachen und auch die Pulsationsschläge der Aorta; der starke Längsmuskelschlauch schützt die Lichtung vor übermäßigen Erweiterungen und gewährleistet eine wohl jeweilig verschiedene, aber den Aufgaben gerecht werdende Lichtungsgröße.

Die Aa. cardiaortales stellen Hauptarterien der Cardiaorta dar; sie versorgen nicht nur die Aorta ascendens, sondern auch den größten Teil des Aortenbogens. Es wäre daher ein grober Fehlgriff in die Architektur der herznahen Aorta, wollte man die bis jetzt gebräuchliche Einteilung aus grob-makroskopischen Gesichtspunkten heraus in Aorta ascendens, Arcus aortae und Aorta descendens beibehalten, zumal die Abgrenzungen noch nicht einmal genau sind: *Henle* verlegt die Grenze zwischen Aorta ascendens und Aortenbogen an die Stelle, wo die Aorta Äste auszusenden beginnt; *Rauber-Kopsch* wieder bezeichnen als Aorta ascendens das Stück vom Ostium arteriosum bis zum Austritt aus dem Herzbeutel. Ansätze für eine sinngemäßere Herausstellung der herznahen Aorta sind bereits gemacht worden, ohne daß jedoch durch besondere normal-anatomische Befunde eine solche gerechtfertigt war: Französische Autoren faßten die Aorta ascendens und den Arcus aortae als „Crosse de l'aorte“ zusammen. Erst die Feststellung einer besonderen Arterien-

versorgung berechtigt uns nicht nur, sondern verpflichtet uns auch, den durch die Aa. cardiaortales versorgten Aortenteil als Ganzes herauszuheben und zu einem einheitlichen Organ — *die Cardiaorta* — zusammenzufassen.

Wichtig zum Verständnis krankhafter Veränderungen der Cardiaorta selbst ist die Art der weiteren Versorgung der Cardiaortenwand. Die von den Aa. cardiaortales abgehenden Arterien und Capillaren laufen unter sehr spitzem Winkel in die Media ein; niemals wurde beobachtet, daß die kleinen Arterien senkrecht die Aortenwand durchsetzen. Diese durchweg außerordentlich schräg zu nennende Verlaufsrichtung weist darauf hin, daß bei Veränderungen der Aa. cardiaortales die sich gegebenenfalls anschließenden pathologischen Vorgänge nicht in unmittelbarer Nähe der veränderten A. cardiaortalis zu suchen sein werden, sondern mehr oder weniger weit ab davon. Durch Nichtbeachtung dieser Tatsache sind gerade hier zahlreiche falsche Schlüsse gezogen worden. Bei Veränderungen der Kranzgefäße selbst ist es jedermann geläufig, daß die Schäden des Herzmuskels teilweise sehr weit ab von der Kranzgefäßaffektion liegen; und Gleiches muß ebenso für die Cardiaorta in Anspruch genommen werden. Schon jetzt glaube ich, auf Grund verschiedener Stichproben berechtigt zu sein, die Entstehung der Spontanrupturen mit einer Schädigung der Aa. cardiaortales in Zusammenhang bringen zu können; schon jetzt glaube ich, die Mesaortitis, der nicht nur eine Lues zugrunde zu liegen braucht, sondern offenbar auch andere ätiologische Momente, auf primäre Veränderungen der Aa. cardiaortales zurückführen zu können und damit die Mesaortitis besser eine Cardiaortitis werden zu lassen.

---

Die Auffindung der regelmäßig vorhandenen und charakteristisch gebauten Aa. cardiaortales zieht naturgemäß ein Arbeitsgebiet nach sich, das eine Pathologie der gesamten Cardiaorta darstellt. Nicht nur bei verschiedenen regionären und allgemeinen Erkrankungen des Organismus erfordert die Pathologie der Cardiaorta eine gesonderte Durcharbeitung, sondern es gibt offenbar darüber hinaus auch pathologische Veränderungen der Cardiaorta bzw. der Aa. cardiaortales, die nur an diesem Organ — eben der Cardiaorta — anzutreffen sind, wie verschiedene Stichproben vermuten lassen.

Im Zuge dieser Durcharbeitung greife ich nun ein Teilgebiet heraus, das sich mit Fragen befaßt, ob und welche Veränderungen an den Aa. cardiaortales festzustellen sind, wenn die Herzkranzgefäße derselben Individuen von Atherosklerose befallen sind. Eine Untersuchung dieser Frage liegt ja am nächsten, da doch die Aa. cardiaortales mit die ersten Gefäße sind, die von den Coronararterien abgehen, so daß zu erwarten ist, daß die Aa. cardiaortales an den Prozessen der Coronararterien mitbeteiligt sein werden.

Von den 22 Individuen mit schwerer verkalkender und zum Teil stenosierender Atherosklerose der Kranzgefäße wurden Stücke aus verschiedenen Höhen der Cardiaorta entnommen und histologisch untersucht. Die Individuen waren 51—77 Jahre alt; davon waren 9 Männer und 13 Frauen.

Zeichen von Degeneration treten völlig in den Hintergrund. Die Veränderungen der Aa. cardiaortales erstrecken sich in erster Linie auf das gesamte elastische System. Intima und Media der Aa. cardiaortales stehen bei diesen Veränderungen im Vordergrund. 86% der Fälle zeigen

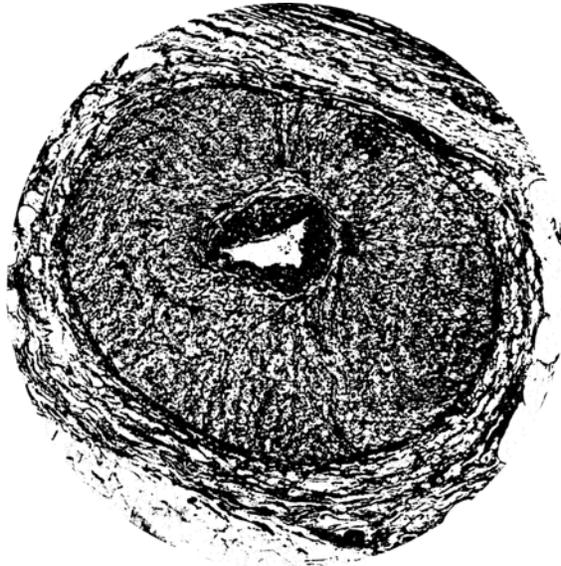


Abb. 7. S. Nr. 1088,37; 68j. ♂ (Resorcin-Fuchsin-Kernechtrot; 100:1). A. cardiaortales bei Coronarsklerose: Starke Intimaelastose mit Aufspaltung der M. elastica interna; geringe Mediaelastose.

eine mehr oder weniger starke Elastose sowohl der Intima, als auch der Media. Wenn auch im Verlauf des Altersprozesses ebenfalls Elastosen der Aa. cardiaortales auftreten, so unterscheiden sich diese von den bei schwerer Coronarsklerose auftretenden Veränderungen der Aa. cardiaortales durch zweierlei: Einmal ist fast nur die Intima daran beteiligt; zweitens erreicht die Intimahyperplasie nicht die starken Grade wie bei den Veränderungen der Aa. cardiaortales bei Coronarsklerose. Die *Intima* ist verbreitert; der Verbreiterung liegt fast ausschließlich eine starke Vermehrung der elastischen Fasern zugrunde. Nach der Lichtung zu werden die elastischen Fasern immer feiner. Vereinzelt besteht der verbreiterte Intimaring nur aus einem feinsten elastischen Faserfilz; oft aber nehmen die elastischen Fasern nicht gleichmäßig an Stärke ab, sondern innerhalb der verbreiterten Intimaschichten sind gleichsam mehrere

Ringzonen vorhanden; diese Zonen werden gegeneinander durch stark färbbare breitere elastische Fasern abgegrenzt. Stellenweise ist die Verbreiterung der Intima so stark, daß die Lichtung völlig eingeengt erscheint (Abb. 7 und 13).

Am auffallendsten ist die Vermehrung der elastischen Fasern in der *Media*, die ja normalerweise nur sehr spärliche elastische Fäserchen zeigt; offenbar geht dabei die Vermehrung der elastischen Fasern von der *Membrana elastica interna* aus. Von hier aus ziehen einmal mehr oder weniger breite elastische Stränge durch die *Mediamuskulatur* hindurch,

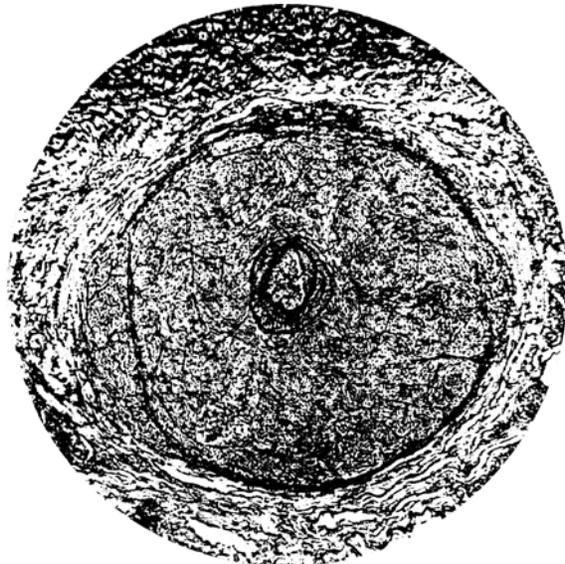


Abb. 8. S. Nr. 1050/37; 71j. ♂ (Resorein-Fuchsin-Hämalaun; 90:1). A. cardiaortalis bei Coronarsklerose: Mehrfache Aufspaltung der M. elastica interna; mäßig starke Mediaelastose mit Muskelfelderung.

so daß durch diese elastischen Stränge die Muskulatur in Felder geteilt wird (Abb. 8); die einzelnen Muskelareolen können selbst noch elastische Faserfilze aufweisen; an anderen Gefäßen wieder ist die *Media* diffus von elastischen Faserfilzen durchsetzt, ohne daß eine Abgrenzung von Muskelareolen erkennbar ist (Abb. 10 und 12). Seltener sitzen elastische Faserzüge der *Membrana elastica externa* breit auf und ziehen als Stränge radiär durch die *Mediamuskulatur* hindurch; sie verjüngen sich dabei und laufen hier und da in die *Membrana elastica interna* aus, so eine Verbindung zwischen beiden elastischen Membranen darstellend.

Häufig (71% der Fälle) geht neben der Elastose von Intima und *Media* eine Veränderung der *Membrana elastica interna* einher. An erster Stelle steht eine Aufspaltung, an zweiter Stelle ein scholliger Zerfall der *Membrana elastica interna*; in seltenen Fällen (21,4% der Fälle) ist die Mem-

brana elastica interna stark verbreitert; am häufigsten sind Aufspaltung und scholliger Zerfall zusammen anzutreffen.

Bis zur Intimalichtung treten an Zahl verschiedene konzentrisch geschichtete Faserringe auf; in meinem Untersuchungsgut habe ich bis zu 6 Faserringen zählen können. Der äußerste Ring dieser aufgesplitterten Membrana elastica interna, der wohl die ursprüngliche Lage der Membrana elastica interna kennzeichnet, ist dabei oft stark verdickt. Die Dicke der

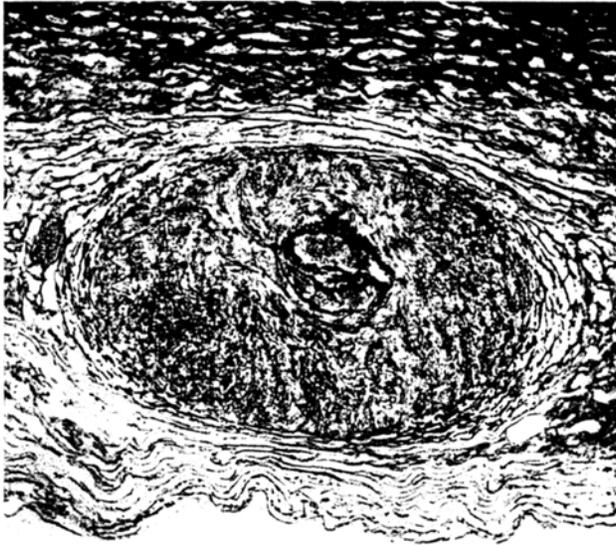


Abb. 9. S. Nr. 1007/37; 77j. ♂ (Resorcin-Fuchsin-Keruechtrot; 100:1). A. cardiaortalis bei Coronarsklerose: Scholliger Zerfall und Aufspaltung der M. elastica interna; starke fleckförmige Mediaelastose.

übrigen elastischen Faserringe ist verschieden; von außen nach innen jedoch ist eine gewisse Abnahme der elastischen Ringfaserdicke festzustellen (Abb. 7 und 8). Manchmal ist die Aufspaltung der Membrana elastica interna nur auf eine Hälfte des Gefäßumfanges beschränkt, manchmal erstreckt sich die Aufspaltung auf  $\frac{2}{3}$  des Umfanges; der restliche Teil zeigt dann eine derbe Membrana elastica interna; auch zwei gegenüberliegende Wandteile können eine Aufspaltung der Membrana elastica interna aufweisen, wie ich es an einer Arterie sah, während die Verbindungsstücke noch einfach waren.

Am häufigsten vereint mit der Aufspaltung der Membrana elastica interna ist ihr scholliger Zerfall, der auch für sich allein anzutreffen ist (Abb. 9). Die Membrana elastica interna setzt sich dann aus vielen mehr

oder weniger plumpen Stücken zusammen; diese Stücke liegen wie grobe Klötze perlschnurartig nebeneinander; dabei zeigen diese oft eine mangelhafte Affinität zu *Weigertschem* Resorcin, das die Schollen nur blaßviolett färbt, während die übrigen elastischen Fasersysteme intensiv braunviolett gefärbt sind. Dieser schollige Zerfall erstreckt sich meist über den ganzen elastischen Faserring; ausnahmsweise ist nur ein Teil



Abb. 10. S. Nr. 1124/37; 60j. ♀ (Resorcin-Fuchsin-Kernechtrot; 100:1). A. cardioartalis bei Coronarsklerose: Verdichtung der M. elastica interna; starke Mediaelastose.

der Membrana elastica interna diesem Zerfall unterworfen, während der restliche Teil keine Veränderungen zeigt.

Eine starke Verbreiterung der Membrana elastica interna findet sich fast ausnahmslos in Verbindung mit einer Elastose der Media; einzelne Fasern innerhalb der elastischen Membran sind nicht festzustellen; nur auf der der Media zu gelegenen Membranseite zeigt sich eine allmähliche feinfaserige Aufspaltung, deren einzelne Fäserchen sich dann strahlenförmig in die Media hinein erstrecken (Abb. 10).

Auch die *Membrana elastica externa* kann eine Aufspaltung in einzelne Faserringe aufweisen; jedoch kann im allgemeinen gesagt werden, daß die außerhalb der Media gelegenen elastischen Fasern weniger Veränderungen zeigen, als die elastischen Systeme der Intima und Media. Die Muskelemente der Aa. cardioartales sind durchweg an Volumen reduziert, so daß von einer muskulären Atrophie gesprochen werden kann.



Abb. 11. S. Nr. 939/37; 40j. ♀ (Resorcin-Fuchsin-Kernechtrot; 220:1). A. cardioartialis bei Coronarsklerose: Intima- und Mediaelastose bei Dystopie der A. cardioartialis (Verlagerung in die adventitia-nahen Schichten der Cardioartenmedia).

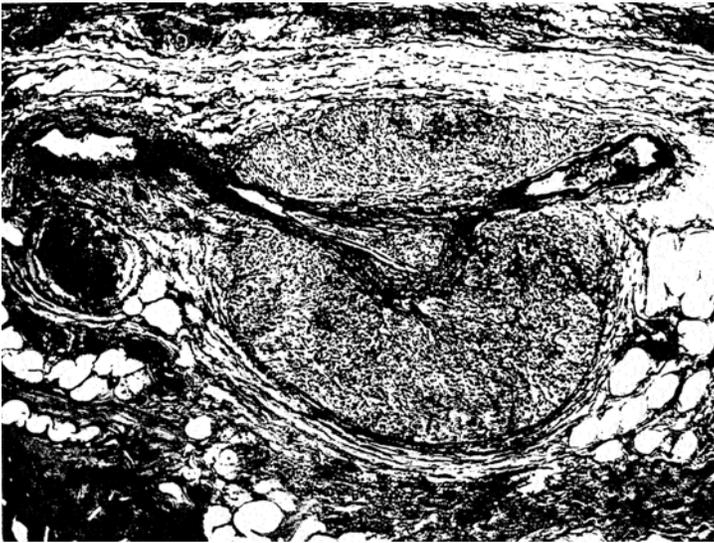


Abb. 12. S. Nr. 1038/37; 68j. ♂ (Resorcin-Fuchsin-Kernechtrot; 38:1). A. cardioartialis bei Coronarsklerose: Intima- und Mediaelastose der A. cardioartialis und der von ihr abgehenden Arterien vom Typ II.

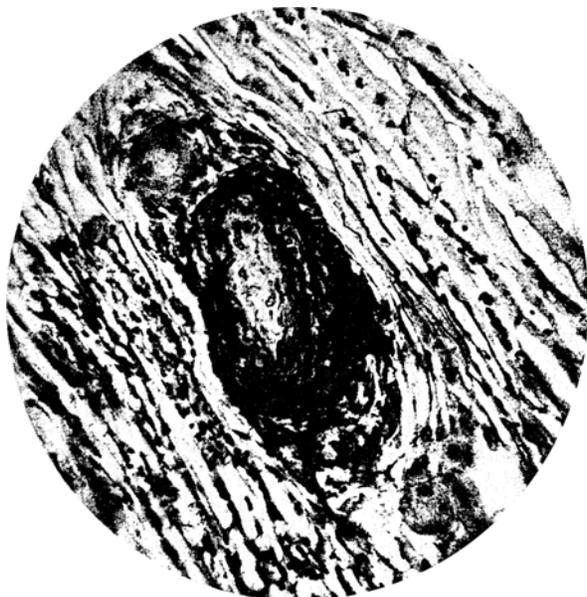


Abb. 13. S. Nr. 939/37; 49j. ♀ (Resorcin-Fuchsin-Kernechtrot; 300:1). Endast (Arterie vom Typ II der *Beninghoff'schen* Arterieneinteilung) der A. cardialis mit starker Panelastose bei Coronarsklerose.



Abb. 14. S. Nr. 596/37; 59j. ♂ (Resorcin-Fuchsin-Kernechtrot; 470:1). Nebenast (Arterie vom Typ II der *Beninghoff'schen* Arterieneinteilung) der A. cardialis mit starker Panelastose bei Coronarsklerose.

Gegenüber den Veränderungen der elastischen Systeme und im Gegensatz zu den Veränderungen der Coronararterien bei Atherosklerose treten Zeichen von Fett- und Eiweißstoffwechselstörungen stark in den Hintergrund. Am ehesten finden sich noch in der Muskulatur der Media Ablagerungen von sudanpositiven Körnchen, die kappenförmig den Muskelkernen aufsitzen; in ihrer Anordnung gleichen sie Befunden, wie sie uns von der braunen Atrophie des Herzmuskels her geläufig sind: so glaube ich, auch diese sudanpositiven Körnchen als Lipofuscinpigment ansehen zu dürfen; dies umsomehr, als gerade diese Körnchen bei den Fällen auftreten, bei denen eine Atrophie der Mediamuskulatur am stärksten ausgesprochen ist. Fettspeicherung in Intimaendothelien habe ich nur an 2 Fällen feststellen können. Alle diese Ablagerungen treten jedoch gegenüber den zum Teil recht schweren Elastosen der Intima und der Media stark in den Hintergrund.

Von nebenher laufenden Organen haben die Nervenstämmе fast regelmäßig, zum Teil recht schwere Verkalkungen einzelner Nervenfasern: da die Verkalkungen der Nervenfasern auch bei Fällen angetroffen werden, die einmal keinerlei Coronarsklerose besitzen, und die zum anderen erheblich im Alter fortgeschritten sind, glaube ich, daß die Verkalkungen einzelner Nervenfasern nicht so ohne weiteres mit Veränderungen bei Coronarsklerose auf eine Linie zu bringen sind.

Von Wichtigkeit sind Veränderungen, die sich im Bereich der Cardiaorta selbst vorfinden und in Media und Intima gelegen sind; auffallend ist hierbei, daß die Veränderungen durchweg in adventitianahen Schichten der Media gelegen sind: submiliare Granulome und submiliare Narben sind dabei die häufigsten Befunde; an Zahl zurück treten insuläre Verfettungen. *Submiliare Granulome* liegen durchweg um kleinste Gefäße herum, die ebenso wie die Aa. cardiaortales eine starke Elastose aufweisen; diese submiliaren Granulome bestehen hauptsächlich aus Makrophagen und vereinzelt Plasmazellen; Lymphocyten sind spärlich vorhanden; andererseits finden sich aber mehr oder weniger reichlich Fibroblasten und spärliche kollagene Fasern. Verschiedene Übergangsbilder finden sich bis zu den vollentwickelten submiliaren Narben. Sowohl die submiliaren Granulome als auch die submiliaren Narbenherde sind meist so angeordnet, daß sie fast parallel zur Mediamuskulatur gerichtet sind; jedoch läßt sich stets feststellen, daß sie spitzwinklig zur Ringmuskulatur der Cardiaorta verlaufen und nur vereinzelt ganz schräg die adventitianahen Teile der Cardiaortenmedia durchziehen. Wichtig ist die Feststellung, daß diese submiliaren Granulome und Narben bei einem Querschnitt der Cardiaorta nicht senkrecht über dem Hauptstamm der A. cardiaortalis liegen, sondern daß sie mehr oder weniger weit von dieser entfernt anzutreffen sind; andererseits ist aber stets festzustellen, daß die Granulationsherde und Narbenflecken in ihrer Schräglage so gerichtet sind, daß sie auf einen der Hauptstämme der A. cardiaortalis hinweisen.

Dies ist nicht weiter verwunderlich, wenn daran erinnert wird, daß die von den Aa. cardiaortales herkommenden Gefäßchen, die die Aortenwand versorgen, stets schräg die Media durchsetzen.

In Nähe der submiliaren Granulome, oder um diese herum, werden verschieden große Mediainseln angetroffen, deren Muskelfasern eine feine Bestäubung mit Fettkörnchen (Sudanpositiv) aufweisen; es ist recht auffallend, wie circumscripirt diese *insulären Verfettungen* der Media-muskelfasern sind; es ist vor allem auffallend, daß diese insulären Media-verfettungen einmal in Nähe der Adventitia gelegen sind, sich fast durchweg um die submiliaren Granulome der Media herum anordnen und diese gleichsam in sich einschließen; andererseits sind diese Verfettungen der adventitianahen Mediateile der Cardiaorta stets durch eine intakte Mediaschicht von fettigen Entartungen der Intima oder der intimanahen Teile der Media getrennt; es ist daher anzunehmen, daß diese „insulären Verfettungen“ der Media etwas anderes darstellen, als die Verfettungen der nach der Cardiaortenlichtung zu gelegenen Schichten der Media und der Intima; eine Beziehung zu den submiliaren Granulomen und Narben der Cardiaortenmedia ist daher wahrscheinlich. Selbst Veränderungen der Cardiaortenintima lassen sich zwanglos mit den submiliaren Granulomen, Narben und insulären Verfettungen in eine Linie bringen: werden genügend zahlreiche Schnitte angefertigt, so kann daran deutlich sichtbar werden, daß die Intimaveränderungen, die hauptsächlich in einer Vermehrung der elastischen Fasern bestehen, ebenfalls im Querschnitt der Aorta nicht senkrecht über dem Hauptstamm einer der Aa. cardiaortales gelegen sind, sondern stets mehr oder weniger weit von dieser entfernt. Andererseits aber liegen diese circumscripirten Intimahyperplasien mehr oder weniger stark senkrecht über den submiliaren Mediagranulomen und Narben. Diese Befunde lassen die Annahme zu, daß zwischen den Aa. cardiaortales, den Mediagranulomen und der Intimahyperplasie der Cardiaorta Beziehungen bestehen. Dabei ist es schlecht denkbar, daß die hier erhobenen pathologischen Befunde, nämlich die Elastose der Aa. cardiaortales, die submiliaren Granulome und Narben, die insulären Mediaverfettungen, sowie die Intimahyperplasien der Cardiaorta ihren primären Sitz in letzterer haben; hingegen ist es weit einleuchtender, daß die Veränderungen der Aa. cardiaortales das Primäre darstellen, und daß auf Grund dieser Veränderungen submiliare Granulome, Narben und insuläre Verfettungen der Media nachfolgen und diese wieder circumscripirt kompensatorische Hyperplasien der Intima nach sich ziehen.

Wohl wurden die Lichtungen der Aa. cardiaortales mehr oder weniger verengt angetroffen; einen völligen Verschuß einer Lichtung habe ich jedoch nirgends gesehen. Darauf ist wohl zurückzuführen, daß Zeichen stärkerer Mediaschädigungen — insbesondere Medianekrosen — völlig ausbleiben; hierfür können einerseits verschiedene Gründe angeführt werden: Einmal ist die glatte Muskelfaser dasjenige Gewebeelement, das

Ernährungsstörungen gegenüber eines der widerstandsfähigsten Elemente darstellt; fernerhin ist die Annahme unwahrscheinlich, daß in Nähe von Lichtungsverengerungen der A. cardiaortalis durch Intimaelastosen Spasmen auftreten können, wie sie bei Sklerosen den Kranzgefäßen zugeschrieben werden; denn die Architektur der A. cardiaortalis ist durch die mächtig entwickelte Längsmuskulatur bei fast völlig fehlender Ringmuskulatur ausschließlich auf Längsspannungen eingestellt. Daher werden die bei Coronarsklerose aufgefundenen Lichtungseinengungen der A. cardiaortalis wohl die Ursache sein zu einem protrahierten Prozeß in der Cardiaortenmedia, als deren sichtbaren Ausdruck ich die insulären Mediaverfettungen, die submiliaren Granulome und Narben ansehe.

Andererseits führt ein völliger Lichtungsverschluß der A. cardiaortalis zu anderen und schwereren Veränderungen der Cardiaorta als sie bei Coronarsklerose angetroffen werden. Ausbreitung und Lokalisation dieser Cardiaortenveränderungen hängen dabei eng mit Fragen zusammen, die sich mit der Ernährung der Aortenwand im allgemeinen beschäftigen, wobei ich glaube, daß auch hierin die Cardiaorta eine Sonderstellung im arteriellen System einnimmt, indem sie nur von den Aa. cardiaortales und ihren Ästen versorgt wird und keine ernährenden Stoffe von der Lichtungsseite her erhält. Andererseits ist es gut vorstellbar, daß durch die Lichtungseinengung der Aa. cardiaortales wohl eine protrahierte Schädigung der den Gefäßästen benachbarten Muskelfasern der Cardiaortenmedia auftreten kann, die sich hauptsächlich in den insulären Mediaverfettungen kundtut: diese dann lösen eine von den Gefäßwänden her gerichtete chronische granulierende Entzündung aus, deren morphologischer Ausdruck die submiliaren Granulome und im Anschluß daran die submiliaren Narben sind. Die circumscribten Hyperplasien der Cardiaortenintima sind wohl zum Teil als kompensatorische aufzufassen, zum Teil aber auch die Folge der durch die submiliaren Granulome und Narben bedingten Ernährungsstörung.

### Schlußsätze.

#### I.

1. Das herznahe Gebiet der Brustaorta wird auf Grund besonderer Gefäßversorgung und auf Grund besonderer pathologischer Veränderungen als eigenes Organ -- als *Cardiaorta* --- herausgestellt.

2. Die *Cardiaorta* umfaßt die Aorta ascendens und den größten Teil des Arcus aortae.

3. Die *Cardiaorta* wird von 2 Hauptarterien versorgt: Die *Arteria cardiaortalis dextra* und *Arteria cardiaortalis sinistra*.

4. Die Arteriae cardiaortales entspringen den von den Kranzgefäßen des Herzens als erste Äste abgehenden Aa. auriculares; sie haben besonderen Verlauf und besitzen eine besondere, ihnen eigentümliche Wandarchitektur.

## II.

1. Aus der *Pathologie der Cardiaorta* wird ein Teilgebiet abgehandelt: Das Verhalten der Cardiaorta bzw. der Arteriae cardiaortales bei Coronarsklerose.

2. Bei Coronarsklerose zeigen:

a) Die Arteriae cardiaortales eine Elastose von Intima und Media. Aufspaltungen, Verdichtungen und scholligen Zerfall der Membrana elastica interna, Atrophie und Lipofuscinablagerungen der Mediamuskulatur.

b) Die Cardiaorta Veränderungen der adventitianahen Mediaschichten im Sinne von submiliaren Granulomen, submiliaren Narben und insulären Verfettungen; circumscripste Hyperplasien der Intima.

3. Die Veränderungen der Cardiaorta werden auf Veränderungen der Arteriae cardiaortales zurückgeführt.

---

### Schrifttum.

*Benninghoff*: *Möllerdorffs* Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. 6, Teil 1. Berlin: Julius Springer 1930. -- *Heule*: Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen, Bd. 3, Abt. 1. Braunschweig: F. Vieweg & Sohn 1876. -- *Rauber-Kopsch*: Lehrbuch und Atlas der Anatomie, Abt. 3. Leipzig: Georg Thieme 1922. -- *Robertson, H. F.*: Reprinted from the Arch. of. Path. 8. 881 (1929). -- *Smetana, H.*: Virchows Arch. 274, 170 (1929). -- *Thoma, R.*: Beitr. path. Anat. 66 (1920). -- *Wolkoff, K.*: Virchows Arch. 241, 42 (1923). -- *Zimmermann-Münzinger*: Wien. Arch. inn. Med. 29, 161 (1936).

---