

**XIX.**

**Ueber die Abhängigkeit der Bindegewebsneubildung in der Arterienintima von den mechanischen Bedingungen des Blutumlaufes.**

Von Prof. Dr. R. Thoma,  
erstem Assistenten am pathologischen Institute in Heidelberg.

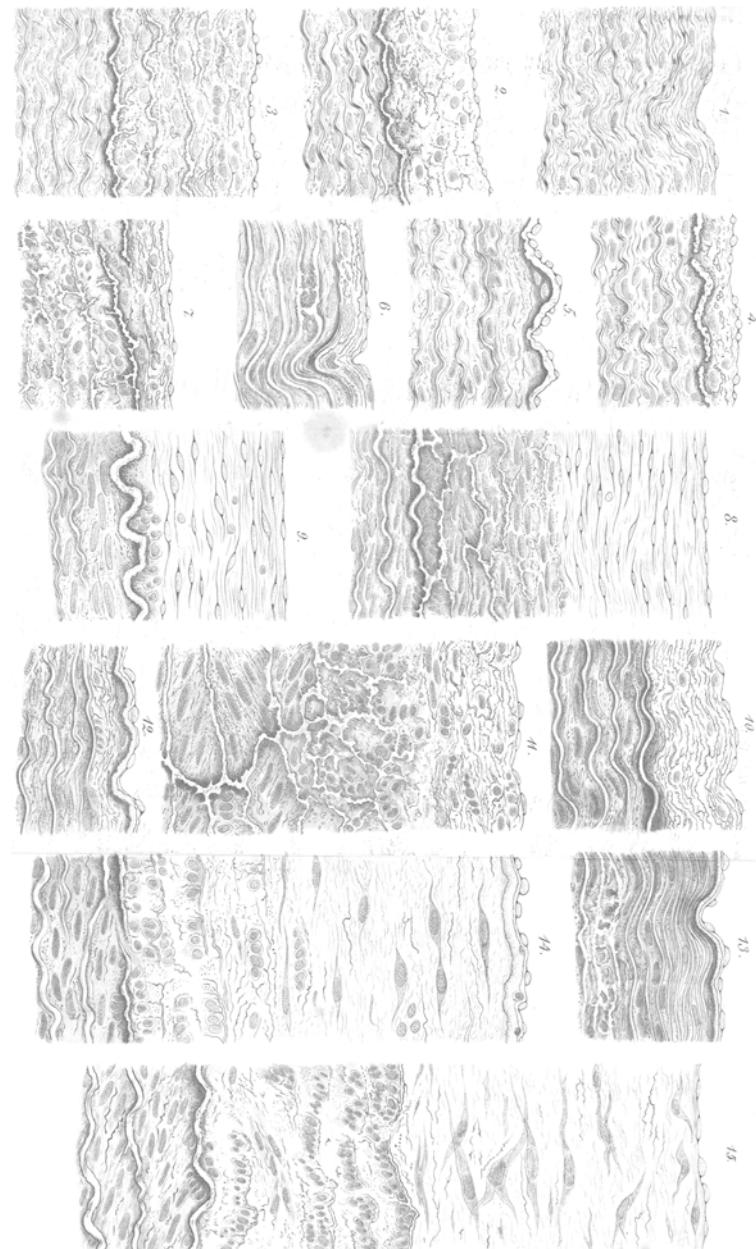
Erste Mittheilung.

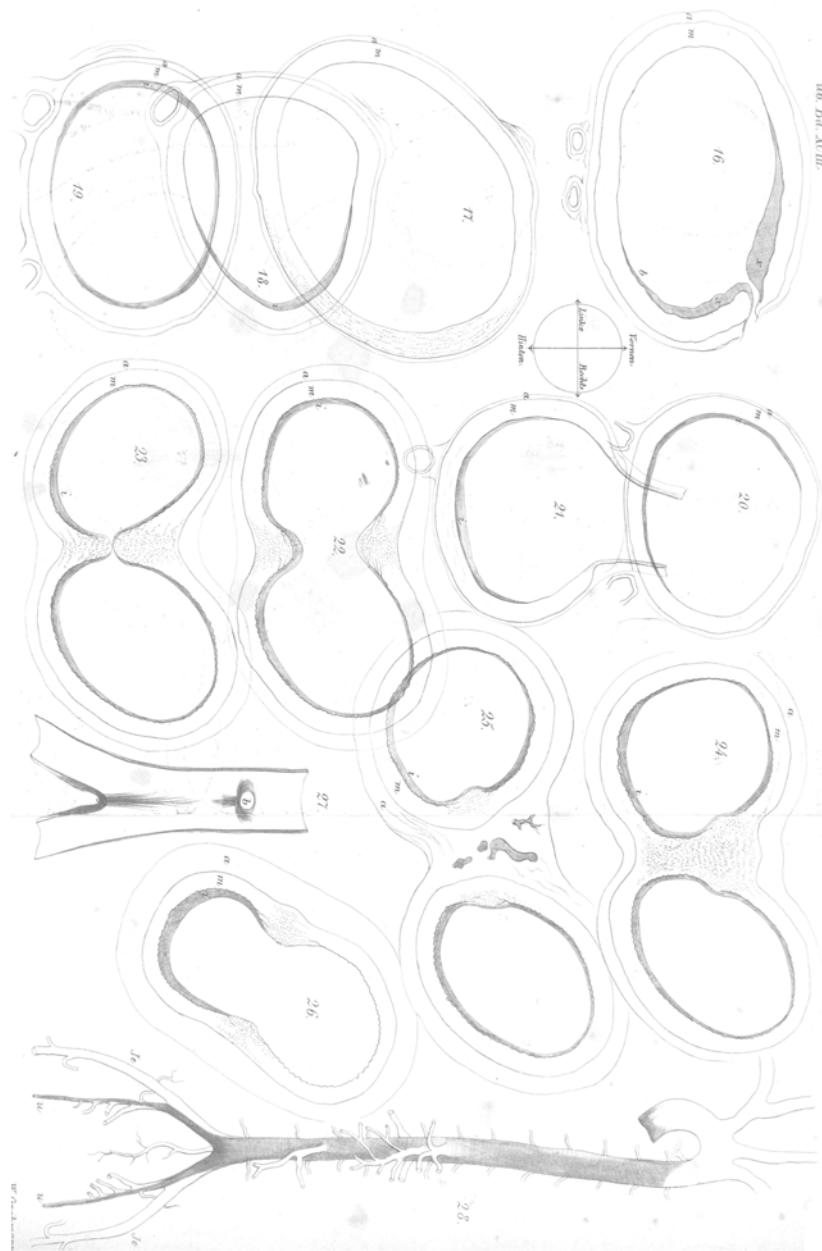
**Die Rückwirkung des Verschlusses der Nabelarterien und des arteriösen Ganges auf die Structur der Aortenwand.**

(Hierzu Taf. X u. XI.)

---

Mit dem Namen der fibrösen Endarteriitis bezeichnet man eine Arterienerkrankung, welche seit langer Zeit Gegenstand mühevoller und sorgfältiger Untersuchungen gewesen ist. Seit Cruveilhier's, Rokitansky's und namentlich Virchow's grundlegenden Arbeiten, welche sich vorzugsweise auf die bedeutsamen Veränderungen der grossen Arterienstämme bezogen, hat man die endarteriitischen Vorgänge bis in die kleinsten Arteriolen verfolgt und namentlich ihre histologische Erscheinungsweise bis in Einzelheiten hinein klargelegt. Ueber die Ursachen jedoch, welche diese fibröse Verdickung der Intima hervorrufen, konnte man keine unbedingt zuverlässigen Erfahrungen gewinnen, weil sich die Aufmerksamkeit namentlich den über das ganze Gefäßsystem verbreiteten und deshalb ätiologisch sehr verwickelten Krankheitsformen zuwendete. Erst in jüngster Zeit hat man begonnen die mehr localirten Formen dieser Störung zu berücksichtigen. Dabei ergab sich eine auffallende Thatssache, das häufige Auftreten der bindegewebigen Verdickung der Intima in Arterien, deren Capillarbezirk durch verschiedene Vorgänge des Zerfalles, der Ulceration, der Verkäsung oder der bindegewebigen Schrumpfung verödet oder doch in hohem Grade beschränkt war.





118

Wenn man auch über die räumliche Verbreitung dieser Veränderungen in den Arterien nur ungenaue Erfahrungen besitzt, so scheint doch eine ätiologische Beziehung derselben zu der Erkrankung des Capillargebietes durch diese Befunde vorläufig mit genügender Sicherheit festgestellt zu sein. Allein zweifelhaft bleibt immer, welcher von beiden Prozessen Ursache, welcher Wirkung sei. Zwei Fälle sind denkbar; die Veränderung der Capillarbahn kann als Ursache der Endarteriitis betrachtet werden, mit gleichem Rechte aber auch die Endarteriitis als Ursache der Verödung der Capillarbahn, eine Auffassung, welche namentlich bei gewissen ulcerativen und nekrobiotischen Prozessen im Capillargebiet nahe gerückt erscheint. Unter diesen Umständen ist es begreiflich, dass manche Autoren mehr der ersten, andere mehr der zweiten Form der Betrachtung dieser Prozesse zu neigen.

Bei Untersuchung der Veränderungen, welche die Nierenarterie und ihre Zweige im Verlaufe der chronischen interstitiellen Nephritis erleiden, war auch ich in der Lage mich mit dieser Frage eingehender zu beschäftigen<sup>1)</sup>. Es fanden sich damals bindegewebige Wucherungen zwischen Endothel und Elastica, welche bis in die kleineren Arterien hineinreichen und an der Stelle der Glomeruli, unter gleichzeitiger analoger Veränderung der Kapseln, nicht selten zum vollständigen Verschluss einzelner Theile der Gefäßbahn führen. Weiterhin gelang es die durch solche Obliterationen herbeigeführten Abweichungen der Arterienverzweigung durch Injection klar zu legen und zugleich die für das Zustandekommen der Albuminurie hochwichtige Vermehrung der Durchlässigkeit der Glomeruluswandungen nachzuweisen. Endlich zeigten kymographisch registrierte Durchströmungsversuche mit kochsalzhaltigen Flüssigkeiten, dass in geschrumpften Nieren die Widerstände für den Blutstrom ganz erheblich grösser sind als in gesunden, indem durch die erkrankte Gefäßbahn bei gleichem Drucke viel weniger Flüssigkeit zu treiben war.

Die Verödung eines grossen Theiles der Capillarbahn, sowie die vermehrte Durchlässigkeit der Gefäßwandungen können mit einiger Wahrscheinlichkeit diesen Erfolg der Durchströmungs-

<sup>1)</sup> Zwei Mittheilungen. Dieses Archiv Bd. 71. 1877.

versuche erklären. Allein trotz der relativ vollkommenen Kenntniss vieler Einzelheiten der Circulationsverhältnisse waren die gegenseitigen Beziehungen der fibrösen Endarteriitis der Nierengefässe zu der Circulationsstörung nicht genauer festzustellen. Die wichtigste Frage blieb ungelöst. Die bindegewebige Verdickung der Intima konnte sowohl als eine der Ursachen wie als eine Folge der veränderten Bedingungen des Blutumlaufes gedeutet werden. Diese Frage besitzt aber hier bei der chronischen Nierenentzündung eine besondere Tragweite, weil der ganze Krankheitsprozess eine sehr verschiedene Gestalt annimmt, je nachdem die eine oder die andere Auffassung der Endarteriitis sich als die richtige erweist. Eine solche Sachlage veranlasste mich, andere Gebiete der Gefässbahn aufzusuchen, um die genannten Vorgänge einzeln unter einfacheren Bedingungen zu prüfen. In den folgenden Blättern sind die ersten Ergebnisse dieser Bestrebungen niedergelegt, indem ich mir vorbehalte, in kurzer Zeit weitere Beiträge zu liefern.

In allgemeinerer Fassung lautet die hier zu prüfende Frage: Erleidet die Intima einer Arterie Structurveränderungen, wenn die Circulation des Blutes in derselben erheblich verändert wird durch Ausschaltung eines beträchtlichen Theiles des zugehörigen Capillarbezirkes? Die Beantwortung dieser Frage soll in dieser ersten Mittheilung versucht werden durch das Studium der Veränderungen, welche die Aortenwand erfährt in Folge des Verschlusses der Arteria umbilicalis und des Ductus Botalli.

In den letzten Wochen der Fötalperiode erscheinen die Nabelarterien bekanntlich als die bei Weitem mächtigsten Aeste der Bauchaorta. Ihr Verschluss nach Beendigung der Geburt erfolgt sehr rasch und hat unzweifelhaft ein auffallendes Missverhältniss zwischen der Weite der Aorta und der von ihr abgehenden Zweige zur nächsten Folge. In der That wird durch den genannten Vorgang ein beträchtlicher Theil des Capillargebietes der Aorta ausgeschaltet, während man an der Aorta keinerlei Contractionserscheinungen nachweisen kann. Die in der Fragestellung vorausgesetzte Bedingung der Circulationsstörung ist somit gegeben. Freilich besitzen wir kein Mittel das wirkliche Eintreten dieser Circulationsstörung direct

zu controliren. Unter diesen Umständen erscheint es daher zweckmässig, das Vorhandensein jenes anatomisch constatirbaren Missverhältnisses besonders zu betonen und zum Ausgangspunkt aller weiteren Schlussfolgerungen zu machen. Doch dürfte wohl kein Widerspruch zu befürchten sein, wenn man als Folge des Wegfalls des Placentarkreislaufes eine Verlangsamung des Blutstromes in der Aorta descendens annimmt. Diese Stromverlangsamung muss namentlich in den unteren Abschnitten der Aorta abdominalis sehr stark ausgeprägt sein, indem an dieser Stelle das genannte Missverhältniss offenbar relativ grösseres Gewicht besitzt als weiter oben. Je mehr man sich beim Fötus, der Bahn des Blutstromes folgend, der Arteria umbilicalis nähert, desto mehr prävaliren im Strombett die Stromfäden, welche von den Molekülen des gegen die Nabelarterie zu fliessenden Blutes gezogen werden, gegenüber denjenigen, welche anderen Gefäßverzweigungen zustreben. Ausserdem dürfte nach der Geburt die lebhaftere Thätigkeit von Magen, Darm und Nieren grössere Blutmengen beanspruchen, und so für die Aorta thoracica und den oberen Theil der Aorta abdominalis den circulatorischen Effect des Verschlusses der Nabelarterien vermindern. Doch erleiden die Caliberverhältnisse der diesen Organen zugehörigen Arterien jedenfalls keine so auffälligen Erweiterungen, dass sie im Stande wären die Ausschaltung des Placentarkreislaufes für die oberen Abschnitte der Aorta descendens zu compensiren.

Viel schwieriger zu beurtheilen ist der Erfolg des Verschlusses des Ductus Botalli, vorausgesetzt dass das Resultat auf grosse Zuverlässigkeit Anspruch macht. Soviel aber dürfte wohl mit Sicherheit zu behaupten sein, dass nach Verschluss des Ductus der Blutzufuss in die Aorta adscendens und in den Arcus nicht abnimmt, sondern vermuthlich wächst, da nunmehr die Speisung der Brust- und Bauchaorta durch den rechten Ventrikel wegfällt. Dem entspricht auch die Thatsache, dass das Lumen der Aorta adscendens nach der Geburt allmählich zunimmt im gleichen Verhältnisse wie dasjenige der Arteria subclavia und etwas rascher als dasjenige der Aorta abdominalis<sup>1)</sup>. Ein plötzlich

<sup>1)</sup> Thoma, Untersuchungen über die Grösse und das Gewicht der anatomischen Bestandtheile des menschlichen Körpers im gesunden und kranken Zustande. Leipzig 1882. S. 213.

eintretendes Missverhältniss der Weite des Stammes zu der Weite der abgehenden Aeste ist somit für Aorta adscendens und Arcus ausgeschlossen. Das Ligamentum arteriosum bildet die Grenze, bis zu welcher, in Folge der Ausschaltung des Placentarkreislaufes, die Weite der Aorta unverhältnismässig gross ist im Vergleich zu der Weite der von ihr abgehenden Gefässbahnen. Man wird somit erwarten müssen, dass Structurveränderungen der Aortenwand, welche in Folge dieses Missverhältnisses auftreten, nach oben sich äussersten Falles bis zu dieser Grenze hin erstrecken.

Diese kurze Darstellung der allgemeinen Gesichtspunkte, welche der Fragestellung zu Grunde liegen, lässt es nothwendig erscheinen, die histologische Untersuchung auszudehnen auf einen grossen Theil der Arterienbahn. Zunächst suchte ich dem gerecht zu werden durch die Bearbeitung zahlreicher, gewählter Gefässabschnitte aus verschiedenen Regionen. Dabei ergaben sich sehr interessante Befunde, welche bereits das Wesentliche des endlichen Resultates enthielten. Allein eine zuverlässige Deutung dieser Befunde war durch den complicirten Bau der Intima der Aorta sehr erschwert, so dass ich mich gezwungen sah, durch Anfertigung von Serienschnitten eine genaue Uebersicht über die topographischen Verhältnisse der histologischen Structuren zu erstreben. Dadurch bin ich in Stand gesetzt, meine Angaben zu begründen auf die Untersuchung des Aortensystemes von 19 Leichen. Unter diesem Material finden sich 8 lückenlose Schnittreihen, von denen jede in millimeterhohen Stufen das ganze grosse Gebiet der Aorta und ihrer Hauptäste umfasst. Ausserdem wurden von drei Aortenbäumen unterbrochene Schnittserien angefertigt, welche nur die wichtigsten Abschnitte der Gefässbahn betreffen und an manchen Stellen mit Längsschnitten der Arterien abwechseln. Die übrigen 8 Gefässbäume wurden nur an einzelnen gewählten Schnittstellen untersucht.

Bezüglich der technischen Herstellung der Schnittreihen dürften einige kurze Bemerkungen genügen. Die möglichst frühzeitig nach dem Tode aus der Leiche entfernten Arterien wurden 10—20 Tage lang in Müller'sche Flüssigkeit gelegt, dann 24 Stunden lang in fliessendem Wasser ausgewaschen und in

Weingeist erhärtet. Alsdann mussten sie in kleinere Stücke zerschnitten werden, um die Einbettung in Eiermasse oder in Celloidin zu ermöglichen. Namentlich die letztgenannte Einbettungsmethode ergab sehr vollkommene Resultate, doch musste ich in einzelnen Punkten von den Vorschriften Schiefferdecker's<sup>1)</sup> abweichen. Die Gefässstücke wurden, nach der Entwässerung in absolutem Alkohol und der Durchtränkung mit Aether, in festen, viereckigen Papierkästchen mit concentrirter Celloidinlösung umgossen und diese Präparate alsdann unter einer dicht schliessenden Glasglocke einer sehr beschränkten und verlangsamten Verdunstung ausgesetzt, welche die Masse nach 3—8 Tagen in eine homogene Gallerte verwandelte. Sie wurden alsdann in die von Schiefferdecker angegebene Flüssigkeit (Weingeist von 82° Richter = 90° Tralles) verbracht. Durch dieses Verfahren vermeidet man vollständig die Bildung von Gasblasen in der Einbettungsmasse. Allein letztere ist noch immer relativ weich im Verhältnisse zu der Consistenz der Arterienstücke, so dass es sich empfiehlt vor dem Schneiden die Objecte noch mit wasserreicherem Alkohol (75° Tralles) zu durchtränken. Dadurch werden die Gewebsstücke weicher und die Einbettungsmasse etwas härter als vorher, und das Ganze gewinnt eine sehr schnittfähige Consistenz. Man kann alsdann an der Einbettungsmasse Orientierungsmarken anbringen. Ich verfuhr dabei in der Weise, dass ich drei Kerben in die Masse einschnitt, die so gestaltet waren, dass in jedem mikroskopischen Schnitte zwei Kerben an der hinteren Seite und eine Kerbe an der linken Seite des Präparates erschienen. Nur am Arcus aortae und an einzelnen anderen Arterien wurde eine abweichende Bezeichnung nothwendig, die sich indessen nicht wesentlich von der angegebenen unterschied.

Mit Hülfe einer ätherreichen Celloidinlösung lassen sich die aus ihrer Papierhülle befreiten Blöcke der Einbettungsmasse ganz leicht auf Korkstücke kleben, auf welchen man vorher eine fest angetrocknete Celloidinhaut erzeugt hat. Sie wurden alsdann auf dem von mir construirten Mikrotom<sup>2)</sup> geschnitten. Die eignethümliche Consistenz des Celloidins gestattet zwar nicht die

<sup>1)</sup> Schiefferdecker, Archiv für Anatomie von His und Braune. Jahrgang 1882.

<sup>2)</sup> Dieses Archiv Bd. 84.

Schnitte feiner als 0,015 mm zu machen, allein dies ist auch völlig ausreichend. Wo noch dünner Schnitte nothwendig werden zum Studium der feineren Structur der elastischen Elemente, kann man in Eiermasse einbetten oder in Chloroformparaffin (Bütschli<sup>1)</sup>). In beiden letzteren Fällen ist es allerdings vorzuziehen die ganzen Gefässröhren vor dem Einbetten zu färben. Bei Anwendung der Celloidinmethode dagegen erscheint es bequemer die einzelnen Schnitte in die Farblösung zu bringen, und zwar verwendet man dazu zweckmässiger Weise Alauncarmine (Grenacher). Die Anfertigung eigentlicher Serienschnitte, ohne irgendwelchen Materialverlust ist indessen bei so ausgedehnten Organen wie das Aortensystem nicht wohl ohne ganz besondres dringende Gründe durchzuführen. Wenn also in dieser Arbeit von Serienschnitten die Rede ist, so werden darunter Reihen dünner Schnitte (von 0,005—0,015—0,025—0,030 mm Schnittdicke) verstanden, zwischen denen in regelmässiger Weise kleine Stufen von Gewebe fehlen. Jeder Schnitt einer Reihe hat somit von dem folgenden einen regelmässig wiederkehrenden Abstand, der in jeder Reihe genau gleich gross bleibt, aber in verschiedenen Reihen zwischen 0,1 und 1,0 mm schwankt. Solche Schnittreihen könnte man auch als Stufenschnitte bezeichnen. Nach der Färbung werden die Präparate zumeist in Canadabalsam eingeschlossen. Selbstverständlich erfuhr indessen diese Methode in einzelnen Fällen manche Abweichung. Namentlich erschien es zweckmässig einen Theil der Schnitte in einer Mischung von gleichen Theilen Glycerin und 5 procentiger Ameisensäure zu untersuchen, um die elastischen Elemente schärfer hervortreten zu lassen. Und zum gleichen Zwecke verwendete ich zuweilen eine 3 prozentige Kalilauge. Dagegen glaubte ich im Allgemeinen von der Untersuchung des frischen Objectes in Kochsalzlösung, sowie von der Versilberungsmethode absehen zu dürfen, da von diesen Hülfsmitteln bereits ausgiebiger Gebrauch gemacht worden ist, und da die entsprechenden Ergebnisse bereits als feststehende Erfahrungen betrachtet werden dürfen.

<sup>1)</sup> Bütschli, Biologisches Centralblatt, 1. Jahrg. 1882.

### 1. Die Aorta des Fötus.

Zur Beurtheilung der Rückwirkung, welche der Verschluss der Nabelarterien und des Ductus arteriosus auf die Wandstructur der Aorta ausübt, ist es vor Allem nothwendig, den Bau der Arterienwandungen beim Fötus einer genauen Prüfung zu unterziehen, und hierbei namentlich die topographischen Verhältnisse eingehender zu erörtern. Die Angaben, welche ich in dieser Beziehung hier machen kann, sind geschöpft aus der Untersuchung von drei vollständigen Reihen von Stufenschnitten des Arteriensystems (1 mm Stufenhöhe, stellenweise 0,5 oder selbst nur 0,1 mm Stufenhöhe, Schnittdicke 0,015—0,020 mm) von ebenso vielen neugeborenen Kindern aus der 20.—33. Woche der Gravidität. Jede Schnittreihe erstreckt sich von der Theilungsstelle der Carotis communis über die ganze Länge der Aorta, der Iliaceae communes, externae und internae und über die Umbilicalis bis zur Nabelgegend. Sie umfasst zugleich alle gröberen Zweige der Aorta bis zu denjenigen Punkten, an welchen auch bei Erwachsenen die Intima der grösseren Arterien ihre complicirte Structur verliert und sich vorwiegend aus Endothel und Elastica zusammensetzt. Der Charakter der dabei aufgefundenen Thatsachen liess vorläufig eine grössere Ausdehnung des Beobachtungsmateriales behufs Lösung der vorangestellten Fragen überflüssig erscheinen, und zwar um so mehr, als die später zu besprechenden Untersuchungen an Leichen älterer Individuen eine erneute Controle ermöglichte.

Der jüngste zu diesen Untersuchungen verwendete Fötus zeigte eine Körperlänge von 29 cm und war nach seiner ganzen Entwicklung in die 20.—24. Woche der Schwangerschaft zu rechnen. Bereits in dieser frühen Lebensperiode lassen sich die drei Häute: Intima, Media und Adventitia, sowie ihre hauptsächlichsten Structurelemente leicht erkennen. Doch liegen die Verhältnisse noch sehr einfach und die Wandstructur des Aortensystems ist in allen Abschnitten, mit Ausnahme der Aorta adscendens annähernd die gleiche. Die Intima besteht ausschliesslich aus der dünnen, mit grossen Kernen versehenen Endothelialschicht und aus einer glänzenden, leicht gefältelten elastischen Membran. Letztere zeigt auf Querschnitten der Arterien fein-

bogig gezackte Begrenzung, welche, wie Untersuchungen aus späteren Lebensperioden lehren, bekanntlich auf eine Zusammensetzung der Elastica aus feinen, longitudinal verlaufenden elastischen Fasern schliessen lässt. Unterbrechungen dagegen, die auf das Vorhandensein von Oeffnungen in der inneren elastischen Membran zu beziehen wären, sind auf dem Querschnitte dieser Haut nur wenige zu bemerken, diese wenigen aber in feinen Schnitten mit grosser Deutlichkeit. Die Tunica media der Aorta setzt sich zusammen aus einer grossen Zahl dicht gedrängter elastischer, ringförmig angeordneter Häute, zwischen denen zahlreiche Kerne nachweisbar sind. Letztere bilden zwischen je zwei elastischen Membranen nur eine Schicht. Dabei sind die Kerne stark in die Länge gezogen und auf Querschnitten der Arterie fast sämmtlich tangential gelagert. Nur an der Theilungsstelle der Aorta und an den Abgangsstellen der Seitenzweige finden sich Bündel longitudinal und schräg gerichteter Kerne, deren genaue Vertheilung später eingehendere Berücksichtigung finden wird. Vereinzelte longitudinal und schräg gerichtete Kerne werden an manchen Stellen beobachtet, doch habe ich eine Gesetzmässigkeit in ihrer Vertheilung nicht auffinden können. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Kerne den Kernen von glatten Muskelfaserzellen entsprechen, dafür spricht ihre Lage, ihre Anordnung und ihre Gestalt. Doch bin ich nicht im Stande etwas über die Form der Zellen auszusagen.

An den Seitenzweigen der Aorta, sowie am Ductus Botalli fehlen die elastischen Membranen der Media vollständig, oder sind doch wenig zahlreich wie dies auch für die späteren Entwicklungsstufen bekannt ist. Nur die oben zur Intima gerechnete elastische Innenhaut bleibt mit allmählich abnehmender Dicke bestehen.

Die Adventitia erscheint als eine dicht gewebte bindegewebige Schicht, deren Mächtigkeit an grösseren Arterien und an der Aorta ein Dritttheil oder die Hälfte der Dicke der Media erreicht. Ihre inneren Schichten sind reich an elastischen Elementen und gehen ohne vollkommen scharfe Grenze in die äusseren Lagen der Media über. Die äusseren Schichten derselben sind vorzugsweise die Träger etwas stärkerer Vasa vasorum.

Der Bau der Intima der Aorta adscendens weicht hauptsächlich in einem Punkte von der Structur des übrigen grösseren Theiles der Aorta ab. Die Tunica intima besteht auf beträchtlichen Strecken ausschliesslich aus der Endothelialschicht, indem die innere elastische Membran fehlt. Ausserdem wäre nur hinzuzufügen, dass in der Media verhältnissmässig zahlreiche, zerstreute Gruppen von längsgestellten Muskelkernen getroffen werden. Die Pulmonalarterie gleicht in Beziehung auf ihre Structur der Aorta thoracica, doch sind die elastischen Bestandtheile der Wand verhältnissmässig schwach entwickelt.

Das Fruchtalter der beiden anderen unreifen Neugeborenen, deren Aortensystem untersucht wurde, war nach anamnestischen Angaben in die 30.—33. Woche der Schwangerschaft zu verlegen. Der eine derselben war während der Geburt gestorben (*Placenta praevia*), der andere starb 3 Tage nach der Geburt unter den Erscheinungen eines mässigen Icterus neonatorum, aber ohne tiefergreifende anatomische Läsionen zu zeigen. Der Befund an den Arterien war in beiden Fällen in so hohom Grade in Uebereinstimmung, dass er hier der Kürze halber gemeinsam besprochen werden kann. Nur der Ductus Botalli liess bei der 3 Tage alten Frühgeburt deutliche Veränderungen erkennen, welche vermutlich erst nach der Geburt eintraten.

Die Wandstructur der Arterien zeigt an diesen etwas älteren Früchten der 30.—33. Woche an manchen Stellen etwas complicirtere Verhältnisse. An der Aorta adscendens kann man, deutlicher als es bei dem erstbeschriebenen Fötus möglich war, zwischen den Semilunarklappen und dem Abgange der Anonyma zwei durch den Bau der innersten Wandschichten verschiedene Bezirke nachweisen. Unmittelbar über den Semilunarklappen wird unter der Endothelschicht eine Lage homogener Substanz bemerkbar, in der eine mässige Menge von Zellkernen und eine grössere Anzahl längsverlaufender elastischer Fasern eingebettet ist. Diese Bildung steht in directem Zusammenhange mit den Klappen. Ihre Anordnung im Einzelnen ist indessen schwer zu eruiren. Der betreffende Gefässabschnitt bietet ausserdem so complicirte Bedingungen für den Blutstrom, dass ich vorgezogen habe, denselben von der Betrachtung auszuschliessen. Er erfordert eine Untersuchung für sich; diese aber wird, soweit ich es

beurtheilen kann, die hier niedergelegten Ergebnisse und die an sie geknüpften Schlussfolgerungen in keiner Weise beeinträchtigen.

Der zweite Abschnitt der Aorta adscendens beginnt einige Millimeter oberhalb der Klappenränder, also etwa am oberen Rande der Sinus Valsalvae und reicht bis zum Abgange der Anonyma. Er zeigt unmittelbar unter der dünnen Schicht der Endothelzellen die Ringfaserschichten der Media (Taf. X. Fig. 1, Vergr. 520). Eine elastische Innenmembran ist somit an dieser Stelle auch jetzt nicht differenzirt, obwohl Spuren derselben an manchen Stellen und namentlich gegen die Ursprungsstelle der Anonyma hin bemerkbar werden. Auch die Media und Adventitia der Aorta adscendens stimmen bezüglich ihres Baues mit den Befunden überein, welche bei dem Fötus des 6. Fruchtmontates gewonnen wurden.

Die Hauptveränderungen concentriren sich auf den Aortenabschnitt zwischen den Ursprüngen der Anonyma und der Coeliaca. Zunächst erfährt die Intima in dem horizontalen Theile des Arcus aortae eine stärkere Entwicklung und zwar entsprechend der convexen Seite des Aortenbogens. Hier, in der Umgebung der Ursprungsstellen der grossen Gefässer des Kopfes und der oberen Extremitäten erscheint unter dem Endothel der Aorta eine mässig dicke Schicht von Zellen und elastischen Elementen, welche theils in die Intima, theils in die Media der abgehenden Aeste sich fortsetzt. Die Zellkerne derselben stimmen nach Form und Anordnung mit denen der Muskelfasern der Media überein, das Zellprotoplasma ist dagegen an beiden Stellen nur undeutlich begrenzt, so dass man ohne Isolationsversuche nicht viel über seine Gestaltung aussagen kann. Vermöge der Beziehungen dieser Zellen zu den sie begleitenden elastischen Elementen, ergiebt sich jedoch mit ziemlicher Zuverlässigkeit die Anschauung, dass es sich hier um die Ausbildung einer muskulösen Innenschicht handle, die in directer Beziehung zur Astabgabe stehe. Und diese Anschauung findet in der Untersuchung älterer und erwachsener Gefäßbäume ihre vollgültige Bestätigung. Zwischen den Muskelfasern dieser Innenschicht treten ausserdem feine elastische Membranen auf, die sich vielfach durchkreuzen und an manchen Stellen mit der elastischen Innenhaut der Carotis in Verbindung treten.

Es fragt sich nun, ob diese elastisch-musculöse Innenschicht der Aorta, deren Faserung vorzugsweise, aber nicht ausschliesslich eine longitudinale Richtung einnimmt, zur Intima oder zur Media zu rechnen sei. Diese Frage dürfte vielleicht je nach dem Standpunkte in verschiedener Weise beantwortet werden können, auch wenn man die Zellen dieser Längsfaserschicht auf Grund der obigen Darstellung als glatte Muskelfasern anerkennen will. Die Schwierigkeit liegt darin, dass es zunächst als eine willkürliche aber bequeme Eintheilung erscheint, wenn man die Elastica interna der grossen und kleinen Gefässer der Intima zurechnet. In diesem Falle ist man genöthigt die elastisch-musculösen Innenschichten des Arcus aortae als Bestandtheil der Intima aufzufassen, weil die mehrfachen elastischen Membranen, welche aus der Zerspaltung der Elastica interna der Halsgefäßse hervorgehen, vorzugsweise nach aussen von den in Rede stehenden Innenschichten getroffen werden. Man ist alsdann in der Lage zuzugeben, dass an dieser Stelle der Aorta, sowie an allen anderen Verzweigungsstellen des Arteriensystems die Faserzüge der Intima und der Media sich dicht durchweben und vielfach ohne Grenze in einander übergehen.

Die Thatsache, dass die Elastica interna sich häufig in mehrere Blätter zerspaltet, lässt sich mit grösserer Uebersichtlichkeit an den Carotiden und an der Anonyma und Subclavia verfolgen, weil diese Gefässer durch ihr geringeres Caliber und durch ihren gestreckten Verlauf die Untersuchung wesentlich erleichtern. Die Wandung der Carotis externa und interna besteht einfach aus Endothel, Elastica, Ringmuskelschicht und Adventitia. Die gleiche Structur findet sich auch, wenn man von der Theilungsstelle absieht, in dem peripherischen Theile der Carotis communis, nur treten hier außerdem in den Muskelschichten der Media sparsame elastische Membranen und Fasern hervor, welche in Carotis externa und interna fehlten. Näher dem Aortenbogen, sowie in der Anonyma gewinnt die Intima an manchen Stellen einen etwas complicirteren Bau. Hier gelingt es ohne Schwierigkeit nachzuweisen, dass die Elastica interna an manchen Stellen in zwei bis drei Lamellen sich zerspaltet, zwischen denen Zellen auftreten, die nach ihrer ganzen Erscheinung sich als glatte Muskelfasern deuten lassen. Die Ueber-

sichtlichkeit dieser Bildungen ist an dieser Stelle deshalb so gross, weil ihr Umfang sehr beschränkt ist. Sie finden sich übrigens auch an allen anderen Verzweigungsstellen der Aorta. Sie reichen aber in den grossen Halsgefässen relativ weit nach oben.

Verfolgt man die Aortenintima von der Wurzel der Subclavia sin. aus in ihrem weiteren Verlaufe, so bemerkt man, dass schon eine kurze Strecke vor der Einmündungsstelle des Ductus Botalli eine einfache elastische Innenhaut auftritt. Diese zeigt auf dem Querschnitt der Aorta, wie überall wo sie zur Entwicklung gelangt, feinbogig ausgezackte Begrenzungen, und liegt bei der 3 Tage alt gewordenen Frühgeburt unmittelbar unter dem Endothel. Bei dem anderen Fötus dagegen, der während der Geburt starb, findet sich an manchen Stellen zwischen Endothel und Elastica eine sehr geringe Menge einer hyalinen Substanz, die einige elastische Fasern und sparsame zellige Element enthält. Letztere sind in Bezug auf die Gefässaxe theils schräg-, theils längsgerichtet und besitzen im Allgemeinen den Charakter von glatten Muskelfasern. Ob sie ausschliesslich den Muskelfaserzügen des Ursprungs der Subclavia sinistra zuzurechnen sind, oder ob sie schon Ausstrahlungen der Faserung des Ductus Botalli darstellen, habe ich nicht entscheiden können, da eine scharfe Grenze zwischen beiden nicht vorhanden ist. Ausserdem aber bemerkt man, dass der in Rede stehende Abschnitt der Aorta, der durch den Abgang der Subclavia sinistra nach oben und durch die Einmündung des Ductus nach unten begrenzt wird, nicht unerheblich enger ist als die anstossenden Theile der Aorta (Isthmus aortae).

Grössere und auffälligere Äenderungen zeigt die Wandstructur der Aorta an der Einmündungsstelle des arteriösen Ganges. Die Faserung der Media verliert ihre regelmässige concentrische Schichtung und erscheint in den verschiedensten Richtungen verworfen, während zugleich zahlreiche elastische und muskulöse Elemente in die Intima aortae einstrahlen. Letztere ergeben sich als die directe Fortsetzung der inneren Schichten der Intima und Media des Ductus, während der grössere äussere Theil der Media des arteriösen Ganges in die Media aortae übergeht und die Faserung der letzteren grösstentheils nach aussen

verdrängt. Die Form des Ineinandergreifens der Faserzüge soll später bei Betrachtung der Structur der Verzweigungsstellen der Arterien noch von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus beleuchtet werden. Für den Augenblick genügt es, die wichtigsten Thatsachen klar zu legen und zu diesem Zwecke in die angrenzenden Theile der Pulmonalarterie hinüberzustreifen.

Die Wandungen der Pulmonalarterien und ihrer Aeste erster Ordnung lassen drei Bestandtheile: Endothel, Muscularis mit elastischen Häuten und Fasern und Adventitia erkennen. Fast überall schiebt sich jedoch zwischen Endothel und Muscularis eine elastische Innenhaut ein. An manchen Punkten erscheint diese sogar verdoppelt und verdreifacht, indem sich zugleich zwischen ihren Blättern Zellen bemerkbar machen, die den glatten Muskelfasern der Media vergleichbar sind. Am deutlichsten sind diese elastisch muskulösen Schichten der Intima in der Nähe der Theilungsstelle der Pulmonalis entwickelt. Sie werden auch an der Innenfläche des Ductus arteriosus Botalli wahrgenommen, wenngleich nicht in dessen ganzer Ausdehnung. In der Nähe der Einmündung desselben in die Aorta gestalten sich diese Verhältnisse in der Weise um, dass eine einheitliche, ziemlich dicke Elastica interna die Media von der Intima scheidet. In letzterer aber finden sich mächtige Anhäufungen muskulöser Elemente mit spärlichen elastischen Fasern. Die Tunica media des Ductus unterscheidet sich dagegen in mehreren Beziehungen von derjenigen der Aorta und Pulmonalis, wie bereits aus den Untersuchungen von Walkhoff<sup>1)</sup> und zum Theil aus den zeitlich vorangehenden Mittheilungen Langer's<sup>2)</sup> hervorgeht. Im Ductus fehlen, wie in allen etwas kleineren Gefässtämmen, die mächtigen elastischen Hämpe der Media der angrenzenden grossen Gefäßstämme und sind ersetzt durch zarte, wenig umfangreiche Membranen und Fasern elastischer Natur. Ausserdem aber gewinnen in der Media muskulöse, mit elastischen Fasern gemischte Längsfaserzüge, ähnlich wie in der Umbilicalarterie, eine starke Entwicklung. Damit geht auch die regelmässige concentrische

<sup>1)</sup> F. Walkhoff, Das Gewebe des Ductus arteriosus und die Obliteration desselben. Zeitschr. f. rationelle Medicin. III. Reihe. Bd. 36. 1869.

<sup>2)</sup> Langer, Zur Anatomie der fötalen Kreislauforgane. Zeitschr. der k. k. Gesellsch. d. Aerzte zu Wien. Jahrg. 13. 1857.

Schichtung der Media verloren, und zwar um so mehr, da die muskulösen und elastischen Bestandtheile zugleich starke Verwerfungen aufweisen, die unzweifelhaft durch eine Contraction der Media in der Mitte des Ganges bedingt sind. Dem entsprechend ist auch das freie Lumen des mittleren Abschnittes des Ganges erheblich verengt. Es ist ein Verdienst Virchow's<sup>1)</sup> die Contractionserscheinungen der Media des Ductus, die auch bei Frühgeburten ebenso wenig ausbleiben, als diejenigen der Umbilicalarterie, in das rechte Licht gestellt zu haben. Wie sich im nächsten Capitel zeigen wird, sind Langer und Walkhoff durch die Vernachlässigung dieser Thatsachen zu einer Deutung ihrer an sich richtigen Beobachtungen gelangt, der man sich nicht wohl anschliessen kann.

Unmittelbar an der Einmündungsstelle in die Aorta wird die Elastica interna des Ductus undeutlich und verliert sich, indem hier die erwähnte Anhäufung von elastischen und namentlich muskulösen Elementen der Intima des letzteren sich verfilzt mit denjenigen der Media und ein dichtes Geflechtwerk bildet. Dieses letztere enthält zugleich zahlreiche Faserzüge der Intima und Media der Aorta, deren elastische Innenhaut an dieser Stelle in gleicher Weise wie diejenige des Ductus unterbrochen erscheint. Doch gelingt es nachzuweisen, dass die Fasern der Intima und Media des Ductus in die Intima sowohl als in die Media aortae sich fortsetzen.

Auf die Fortsetzung der unzweifelhaft muskulösen und elastischen Elemente des Ductus in die Intima aortae möchte ich ganz besonderes Gewicht legen, weil sie gewissermaassen die Erklärung abgibt für die unmittelbar sich anschliessenden Structurverhältnisse der Aorta descendens. Verfolgt man auf Querschnitten die Aorta von der Stelle der Einmündung des Ductus in der Richtung nach abwärts, so gelingt ohne Schwierigkeit der Nachweis, dass die muskulöse Einlagerung in die Intima alsbald die ganze Peripherie der Aorta umfasst und in wesentlich unveränderter Form einige Millimeter weit nach unten sich erstreckt. Eine genauere Untersuchung ergiebt zugleich, dass die Faserung des Ductus auch eine sehr kurze Strecke weit

<sup>1)</sup> Virchow, Gesammelte Abhandlungen zur wiss. Medic. 1856. S. 593.  
Archiv f. pathol. Anat. Bd. XCIII. Hft. 3.

nach aufwärts von der Einmündungsstelle in der Intima aortae nachweisbar ist. Die Verhältnisse sind aber hier so klein, dass dieser Faserzug nur auf Serienschnitten von sehr geringer Stufenhöhe zu erkennen ist. Die Structur der Intima aortae unmittelbar unter der Einmündung des Ductus ist durch Fig. 2 wiedergegeben. Zwischen Endothel und der nunmehr sehr mächtigen Elastica interna liegt eine schmale Schicht elastischer und muskulöser Elemente eingebettet in eine hyaline Intercellularsubstanz. Allein bald ändert sich dieses Bild. 2—3 mm unter der Einmündungsstelle des Ductus verdickt sich die Intima ziemlich rasch an einer beschränkten Stelle, welche dem vorderen rechten Theile des Aortenumfanges entspricht. Etwas weiter abwärts erscheint diese verdickte Stelle der Intima als eine mächtige Wandauflagerung, deren Topographie aus Fig. 16 deutlich erkennbar ist. In dieser Abbildung ist die in Rede stehende Wandschicht dunkler schattirt. Ihre Structur jedoch lässt sich mit grösserer Deutlichkeit ersehen aus Fig. 3 (Vergr. 520). Unter dem Endothel gewahrt man hier mehrere nach aussen zu an Dicke allmählich zunehmende Lamellen elastischen Gewebes, zwischen denen quer- und längsgetroffene Zellen erscheinen, die in ihrer ganzen Erscheinung mit den muskulösen Elementen der Media übereinstimmen. Diese Fig. 3 entspricht der in Fig. 16 mit dem Buchstaben b bezeichneten Stelle. Weiter vorwärts ist diese Einlagerung in die Intima aortae wesentlich dicker, indem sowohl die in ihr enthaltenen elastischen Platten als ihre zelligen Elemente beträchtlich an Zahl zunehmen. Die elastischen Membranen erscheinen zugleich dünner und weniger regelmässig concentrisch geschichtet. Auch verliert sich an vielen Stellen die continuirliche Fortsetzung der Elastica interna, indem offenbar die Faserzüge der Media und Intima sich manchfach durchkreuzen.

Diese elastisch-muskulöse Verdickung der Intima erstreckt sich zuerst mit zunehmender, dann mit abnehmender Mächtigkeit eine beträchtliche Strecke weit abwärts in der Aorta, um 9—11 mm (am gehärteten Objecte gemessen) unterhalb der Einmündungsstelle des Ductus wieder zu verschwinden. Ihre Bedeutung ist bei ihrer auffälligen topographischen Erscheinung von einigem Interesse. In Fig. 16 tritt gerade an der Stelle, an

welcher die Einlagerung ihre grösste Dicke besitzt, ein kleiner Arterienzweig aus der Aorta hervor, und mit Hülfe von Serienschnitten von 0,1 mm Stufenhöhe kann man an analogen Stellen dieses Längswulstes, jedoch einige Millimeter höher und tiefer noch mehrere solche kleine Arterienzweige nachweisen. Diese haben aber offenbar keine directen Beziehungen zu der Intima-verdickung. Ihr Caliber ist geringer als dasjenige der gleichfalls in Längsreihen entspringenden Intercostalarterien, die durchaus keinen auffälligen Einfluss auf die Structur der Aortenwand ausüben. Freilich wird später gezeigt werden, dass auch in der allernächsten Umgebung der Ursprungsstellen der Intercostalarterien die Aortenwand analoge Faserbündel enthält, jedoch in unverhältnissmässig kleinerem Maassstabe.

Die genauere Untersuchung der Media der Aorta unmittelbar unter der Einmündungsstelle des Ductus ergiebt einige Verhältnisse, welche mit aller Bestimmtheit die Bedeutung des genannten, einige Millimeter tiefer beginnenden Längswulstes erklären. Die Aortenwand erscheint nehmlich an dieser Stelle verdickt durch eine Dickenzunahme der Media. Die regelmässig concentrische Anordnung der elastischen Membranen der letzteren ist verwischt und die Muskelfasern anscheinend unregelmässig in einander verschlungen. Sowie alsdann, einige Millimeter weiter abwärts die elastisch-musculöse Verdickung der Intima sich entwickelt, verschwindet allmählich die Verdickung und unregelmässige Anordnung der Media. Diese Thatsache führt zu der Annahme, jener Wulst der Intima aortae sei die letzte Ausstrahlung der Muskelfasern des Ductus Botalli, die zuerst die Media aortae in der Richtung nach abwärts durchsetzen, ehe sie in die Intima eintreten. Diese Annahme wird durch einige später zu besprechende Thatsachen vollkommen bestätigt.

Der übrige Theil der Brust- und Bauchaorta zeigt sehr einfache Verhältnisse. Speciell die Intima besteht fast ausschliesslich aus dem Endothel und der ziemlich starken Elastica interna. Nur an einzelnen Stellen schiebt sich zwischen diese beiden Lamellen eine feine Gewebsschicht ein, bestehend aus elastischen Elementen und Zellen vom Ansehen der Gefäßmuskeln. Der während der Geburt verstorbene Fötus zeigt diese Gewebsschichten stärker ausgebildet, wie dies in Fig. 4 wiedergegeben ist, und

zwar von einer Stelle der Aorta in der Gegend des Abganges der Coeliaca, an welcher die Einlagerung sich ungewöhnlich breit darstellt. Weiter abwärts wird auch bei diesem Fötus die Intima dünner, indem fast ausnahmslos zwischen Endothel und Elastica keine weiteren Structurelemente auftreten (Fig. 5). Genau ebenso gestaltet sich die Intima in allen Aesten und Zweigen der Aorta mit Ausschluss der Carotiden und Subclaviae, welche oben bereits genauer besprochen wurden. Das Endothel liegt hier überall dicht an der Elastica interna, und an diese reihen sich Media und Adventitia. Die Structur der Media unterliegt bis in die kleineren Zweige hinein nur geringen Aenderungen, indem die elastischen Membranen der Media noch in den Hauptästen in grösserer Zahl nachweisbar bleiben um in den feineren Verzweigungen allmählich zu verschwinden. In diesen besitzt die Media ebenso wie bei Erwachsenen im Wesentlichen den Charakter einer rein muskulösen Schicht.

An der Theilungsstelle der Aorta tritt in sehr auffallender Weise ein Structurverhältniss hervor, welches in analoger Form wiederkehrt an allen anderen Verzweigungsstellen der arteriellen Bahn. Es finden sich nehmlich, wie bereits Remak<sup>1)</sup> bemerkte, reichliche Mengen longitudinal gerichteter Muskelfasern in der Intima und Media. Die Gruppierung und Anordnung dieser Längfasern ist indessen nirgends genauer beschrieben, obwohl sie nicht nur beim Fötus, sondern auch in allen späteren Lebensperioden deutlich ausgegliedert ist. Es beruht dies wohl auf dem Umstände, dass das Studium solcher topographischer Fragen sehr feine und ausgedehnte Serien- oder Stufenschnitte erfordert, welche in regelmässigen Intervallen geführt sind, und ohne mechanische Hülfsmittel nicht hergestellt werden können. Am bequemsten sind diese longitudinalen Faserbündel an Leichen aus dem 2.—5. Lebensjahre zu verfolgen. Ihre Kenntniss wird aber alsbald auch für die hier zu besprechenden Fragen erwünscht sein, weshalb ich an dieser Stelle in aller Kürze auf sie eingehen werde.

Die Theilungsstelle der Aorta abdominalis bietet in den verschiedenen Lebensperioden insofern abweichende Structur-

<sup>1)</sup> R. Remak, Histologische Bemerkungen über die Blutgefäßwände. Müller's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1850.

verhältnisse dar, als nach der Geburt die Intima auch dieses Gefäßes zwischen Endothel und Elastica mächtige Bindegewebschichten aufweist, welche vor der Geburt fehlen. Dagegen zeigen, wie bereits erwähnt, die longitudinalen Muskelfaserzüge in allen Lebensaltern im Wesentlichen übereinstimmende Verhältnisse, so dass die in zwölfmaliger Vergrößerung gezeichneten Fig. 22—25 die nöthigen Anhaltspunkte für die Darstellung abgeben können. Dieselben entsprechen dem fünften Lebensjahre nach der Geburt. Die Intima enthält in Folge dessen reichliche Lager von Bindegewebe und ist sehr dick. Sie ist in den genannten Figuren durch dunklere Zeichnung hervorgehoben. Verfolgt man den Querschnitt der Aorta abdominalis bis in die Nähe der Theilungsstelle, so bemerkt man, dass sein Querdurchmesser allmählich zunimmt, während sein sagittaler Durchmesser kleiner wird. Bald erscheinen auch am vorderen und hinteren Umfange und zwar in der Mittellinie des Gefäßes zwei nach innen vorspringende Wülste, welche in Fig. 22 bereits eine sehr starke Entwicklung erlangt haben. Diese Wülste beginnen an dem vorderen Umfange eine kurze Strecke unterhalb des Ursprunges der Mesenterica inferior. Am hinteren Umfange reichen sie zuweilen nahezu ebenso weit empor, in anderen Fällen beginnen sie hier erst etwas weiter unten, in einem der von mir untersuchten Fälle erst unterhalb des Abganges der Sacralis media. Ihrer Hauptmasse nach bestehen diese Wülste aus längsgestellten Muskelfasern. Die letzteren liegen zumeist in der Tunica media der Aorta, deren concentrische Schichtungen durch sie auseinander getrieben werden, zum Theil jedoch auch in der Intima. Allein die Grenze zwischen Media und Intima wird an dieser Stelle frühzeitig undeutlich, indem die Elastica interna sich in viele einzelne Blätter zerspaltet, welche zwischen die Longitudinalfasern eindringen. Dieses Verhältniss ist auch in der Abbildung 22 angedeutet, in welcher die longitudinalen Muskelfasern durch Punkte wiedergegeben sind.

Am unteren Endpunkte der Aorta abdominalis fliessen diese beiden Längsbänder in einander über, indem sie sich im Sporne der Theilung treffen und innig verflechten. Von da aus ziehen sie weiter in die beiden Iliaceae communes hinein, in der Weise, wie dies aus den Fig. 23—25 (Taf. XI) hervorgeht. Sie bilden

an dem inneren Umfange der Iliaca communes muskulöse Längsbänder, welche die Innenfläche der gehärteten Gefässe etwas vorwölben. Ob dies auch am lebenden, mit Blut gefüllten, gespannten Gefässe der Fall ist, kann ich nicht entscheiden. Auch die interessanten Untersuchungen von Roux<sup>1)</sup> geben hierüber keine directen Aufschlüsse, da offenbar diese Verhältnisse etwas zu klein sind um durch die Corrosionsmethode eine bestimmte Lösung erfahren zu können. Eine schematische, auf constructivem Wege gewonnene Darstellung dieser Muskelbündel an der Theilungsstelle der Aorta habe ich durch Fig. 27 zu geben versucht, die wohl nach dem Mitgetheilten unmittelbar verständlich sein dürfte.

Diese eigenthümlich angeordneten Längsfaserbündel wurden an der Theilungsstelle der Aorta mit grösster Regelmässigkeit in jedem einzelnen Falle beobachtet. Sie finden sich aber, wie erwähnt, in analoger Weise an allen übrigen Verzweigungsstellen des Arterienbaumes, doch fehlen hier zuweilen die in die Seitenzweige hineinziehenden Längfasern. Die topographischen Verhältnisse gestalten sich zugleich etwas verschieden, je nach dem gegenseitigen Caliber der Seitenzweige. Bei Theilungen in annähernd gleich grosse Aeste kehrt die Anordnung wieder, wie sie in der Aorta gefunden wurde. Je mehr aber der eine Seitenzweig über den anderen prävalirt, desto mehr verliert sich die Symmetrie der Längsfaserungen in Stamm und Aesten. Den extremen Fall dieser Art bildet der nahezu rechtwinklige Ursprung kleiner Seitenzweige aus relativ grossen ungebeugt weiterziehenden Hauptstämmen. Dies trifft z. B. für die Mesenterica inferior zu; die Anordnung der zugehörigen Muskelfaserzüge wird durch Fig. 27 bei b gegeben. Den Längsbündeln, welche bei der Theilung des Aortenstammes in der Mittellinie vorne und hinten getroffen werden, entsprechen am Ursprunge der Mesenterica inferior Faserzüge der Intima, welche, ganz in der einen Wand der Aorta gelegen, die Ansatzstelle des Astes nach Art einer Schleife umgreifen, und den Sporn bilden, welcher das anprallende Blut in zwei Ströme theilt. Rechtwinklig auf diesem Muskelfaserzuge steht alsdann ein zweiter, der in die beiden,

<sup>1)</sup> Roux, Ueber die Verzweigungen der Blutgefässse. Jenaer Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. XII. 1878.

allerdings sehr ungleichen Zweige — Mesent. inf. und Fortsetzung der Aorta — hineingreift, ähnlich wie dies bei den Iliacaen gefunden wurde. Nach dieser Erörterung dürfte es wohl verständlich sein, dass die Verhältnisse bei seitlicher Astabgabe und bei terminaler Theilung im Wesentlichen analog sind. Damit ist aber von Neuem die Auffassung von Roux<sup>1)</sup> über die Astabgabe gerechtfertigt durch Erfahrungen, die von denjenigen dieses Autors ziemlich weit entfernt, auf topographisch-histologischem Gebiete liegen.

Von besonderem Interesse ist noch der Umstand, dass die Längsfaserbündel des Hauptstammes, welche den Astursprung schleifenförmig umfassen, sich wie Fortsetzungen der Bündel der Ringmusculatur des Astes verhalten. Dies ist namentlich an den Ursprungsstellen derjenigen Zweige der Aorta evident, deren Wurzeln ziemlich steil oder fast senkrecht zur Axe der Aorta stehen, also an der Coeliaca, an den Mesentericae und Renales, sowie an den Intercostales und an vielen Anderen. An der Theilungsstelle der Aorta dagegen ist dieses Verhältniss weniger deutlich nachzuweisen, weil der relativ kleine Theilungswinkel eine Verkrümmung der Faserzüge in mehreren Ebenen nothwendig macht, welche sich nicht in einem Schnitte umfassen lässt. An den oben genannten Arterien, an welchen diese Structuren leicht zu verfolgen sind, sieht man alsdann, dass die muskulöse Ringfaserhaut des Astes, also z. B. der Mesenterica inferior, in Gestalt der erwähnten Schleife in der Intima aortae ihren Ursprung nimmt, um alsdann die Wandung der letzteren trichterförmig herauszuschieben. Die Media aortae verwandelt sich an diesem Trichter zugleich in den an elastischen Fasern reichen inneren Theil der Adventia des Astes, indem die muskulösen Elemente successive durch bindegewebige ersetzt werden, während die elastischen Platten der Media aortae sich in elastische Fasernetze auflösen. Fig. 21 stellt dieses Verhältniss für die Coeliaca eines 4jährigen Kindes dar, aber nicht ganz richtig. Die Media der Coeliaca ist durch feine Punctirung hervorgehoben, ihr inneres Ende bildet zugleich einen Theil der Schleife des Astursprunges,

<sup>1)</sup> Roux, l. c. sowie: Ueber die Bedeutung der Ablenkung des Arterienstammes bei der Astabgabe. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Bd. XIII. 1879.

ohne dass man auf dem Schnittpräparat diesen Theil abgrenzen könnte. Man erkennt aber in der That, wie es möglich ist, dass diese Schleife und damit die Muscularis der Coeliaca von der Intima aortae entspringt. Nun sollte aber die scharfe Grenzlinie fehlen, welche die Media aortae von der Adventitia der Coeliaca scheidet. Sie ist der leichteren Orientirung halber ausgezogen und deutet an, wie weit die muskulösen Elemente der Media aortae an dem Astursprunge nach aussen reichen. In der Gegend dieser Grenzlinie gehen aber die elastisch muskulösen Elemente allmählich in bindegewebige über.

Diese Erfahrungen erinnern lebhaft an die Vorstellungen, welche sich His<sup>1)</sup> bezüglich der Genese der Arterienwandungen gebildet hatte. Sie sind aber an den einfachen Bifurcationsstellen der Arterien nicht ebenso leicht zu wiederholen, obwohl allem Anscheine nach die Structuren im Wesentlichen übereinstimmen. Dagegen erklären sie in sehr befriedigender Weise die eigenthümlichen Faserzüge an der Einmündungstelle des Ductus Botalli in die Aorta. Auch hier setzen sich die Faserzüge der Media des Ductus fort in die Media und schliesslich in die Intima aortae, und die Faserzüge der Aorta gehen über in die drei Schichten des Ductus. Wenn dabei einzelne anatomische Beziehungen an dieser Vereinigungsstelle zweier Blutströme Besonderheiten darbieten, so ist dieses unter den obwaltenden Verhältnissen gewiss erklärlich, im Allgemeinen aber erkennt man, dass die Analogien sehr bedeutend überwiegen und dass an der Einmündungsstelle des Ductus Botalli des Fötus weder in der Intima noch in der Media noch in der Adventitia Structur-elemente getroffen werden, die nicht auch an allen anderen Zweigungsstellen der Arterien wiederkehren.

Diese Betrachtungen haben ihren Ausgangspunkt genommen von der Erörterung der Structurverhältnisse an der Theilungsstelle der fötalen Aorta. Sie führen durch die Abbildungen auch auf spätere Lebensperioden. Daher mag es gerechtfertigt erscheinen nochmals darauf hinzuweisen, dass die Intima der Aorta abdominalis beim Fötus im Wesentlichen aus Endothel und Elastica besteht. Und ebenso verhält sich die Intima in

<sup>1)</sup> His, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868.

dem ganzen peripherischen Gefässgebiet, wenn man von den muskulösen Längsfaserungen absieht, welche an den Theilungs- und Verästelungsstellen auftreten. Nur die Arteria umbilicalis macht insofern eine Ausnahme, als in ihr die Elastica interna bei Weitem nicht bis zum Nabelringe reicht, sondern sich im Wesentlichen auf den Beckentheil des Gefäßes beschränkt. Die Intima wird alsdann bis zum Nabel hin ausschliesslich durch das Endothel repräsentirt, indem auch hier wie an allen anderen Gefässabschnitten im Momente der Geburt bindegewebige Einlagerungen in der Intima fehlen.

An der Theilungsstelle der Aorta abdominalis in die beiden Iliaca communes vermindert sich die Dicke der Tunica media auf etwa die Hälfte. Zugleich verkleinert sich auch in erheblichem Maasse die Zahl der elastischen Platten der Media und zwar absolut und relativ. Weiter gegen die Peripherie zu schwinden auch die wenigen übrig bleibenden elastischen Elemente, so dass alsdann die Media ziemlich rein muskulös ist. Dies trifft z. B. für die Art. iliaca externa zu, welche indessen, im Vergleiche zur interna beim Fötus nur eine sehr geringe Mächtigkeit besitzt. In der Iliaca interna finden sich dagegen noch einzelne elastische Fasern, die erst in den Seitenzweigen vollständig fehlen, dagegen in der Umbilicalis auf weite Strecken persistiren. Zugleich tritt in der Iliaca interna ein anderes Structurelement der Media in grösserer Mächtigkeit auf. Es sind das Bündel von Längsmuskelfasern, die in geringer Zahl in allen Gefässabschnitten vorkommen. Sie gewinnen aber hier eine um so stärkere Entwicklung, je mehr man sich der Umbilicalarterie nähert, in deren Wand sie beinahe das prävalirende Structurelement darstellen. An diesem Gefässabschnitt erfahren zugleich auch die muskulösen Fasern der Adventitia eine höhere Ausbildung und gruppieren sich zu mächtigen Strängen.

Diese anatomischen Einzelheiten der Structur complicieren sich regelmässig mit Veränderungen, welche in directen Zusammenhänge mit dem Eintritte der Geburt stehen. In der Iliaca interna beginnt zuerst undeutlich, dann allmählich deutlicher hervortretend eine Verwerfung der Schichten der Media, die unzweifelhaft auf eine starke Contraction derselben zu beziehen ist. Je mehr man sich der Umbilicalis nähert, desto ausgedehnter

werden diese contrahirten Stellen der Wand, bis sie in der Umbilicalis den ganzen Gefässquerschnitt umfassen, wobei das Lumen des Gefäßes auch für die mikroskopische Untersuchung nahezu aufgehoben erscheint durch die buckelförmig nach innen vorgewulsteten Schichten der Gefässwand. Es entsprechen diese Befunde der allgemein verbreiteten, bereits von Virchow<sup>1)</sup> erörterten Ansicht, wonach der Verschluss der Nabelarterien in der ersten Zeit, abgesehen von der künstlichen Unterbindung des Nabels, im Wesentlichen auf dem natürlichen Vorgange der hochgradigen und dauernden Contraction der Gefässwandungen beruht. Sie zeigen auch, dass die Contraction der Media sehr weit, bis in die Iliaca interna hinaufreicht. Damit ist jedoch das auch von Virchow betonte Vorkommen von Blutgerinnungen in der gesunden Nabelarterie nicht in Abrede gestellt, wenngleich die Bedeutung derselben für die Blutstillung gewiss nur gering ist. Vielmehr denke ich die eigenthümliche Structur der von mir beobachteten Gerinnsel bei einer anderen Gelegenheit eingehender zu erörtern, da sie von anderen Gesichtspunkten aus betrachtet ein besonderes Interesse gewinnen.

Unter den hier mitgetheilten Thatsachen ist eine von besonderer Wichtigkeit für die Beurtheilung der in den folgenden Capiteln enthaltenen Beobachtungsresultate: In keinem Abschnitte des Aortensystems des Fötus finden sich, wenn man die Region der Semilunarklappen ausser Betracht lässt, Elemente bindgewebiger Natur in der Intima. Das Endothel bekleidet entweder unmittelbar die Tunica elastica interna, oder zwischen beiden liegen nur Gewebsmassen, die als elastisch-musculöse zu deuten sind. Auch diese erscheinen nicht unregelmässig zerstreut, sondern sie gruppiren sich in gesetzmässiger, aus mechanischen und morphologischen Gesichtspunkten erkläbarer Anordnung an den Theilungs- und Verästigungsstellen des arteriellen Systems.

## 2. Die Aortenwand im ersten und zweiten Lebensjahr.

Nach der Geburt und nach dem Eintritte der Contraction der Nabelarterie und des Ductus Botalli beobachtet man zunächst

<sup>1)</sup> Virchow, Ges. Abhandl. 1856, S. 593,

Structurveränderungen an letztgenanntem Gefässabschnitt. Bereits bei dem 3 Tage nach der Geburt verstorbenen Fötus fanden sich zellreiche Wülste unter der Endothialschicht des arteriösen Ganges und zwar in nächster Nähe der Einmündungsstelle in die Aorta. Dieselben stellenen rundliche Polster dar, welche das durch die Contraction der Media erheblich reducirte Lumen des Ganges noch weiter verengern, und ihm auf dem Querschnitte eine unregelmässig sternförmige Gestalt verleihen. Die genauere Untersuchung zeigt jedoch, dass sie ihrer Hauptmasse nach bestehen aus den früher beschriebenen elastisch - muskulösen Schichten, die sich zwischen Elastica interna und Endothel dieser Stelle des Ductus nachweisen liessen. Die Erscheinung dieser Gewebsmassen ist jedoch nicht unerheblich verändert, indem sie durch ihre eigene Contraction, sowie durch die Contraction der Media des Ductus Gestaltsveränderungen angenommen haben, die vergleichbar sind denjenigen der Media der Umbilicalarterie. Die Fasern sind erheblich verworfen und zum Theil senkrecht gegen das Lumen aufgestellt. Ausserdem bemerk't man namentlich an den inneren Schichten der Polster eine nicht unerhebliche Zunahme der homogenen Intercellularsubstanz. Diese ist wohl kaum in anderer Weise zu deuten als durch eine Aufquellung. Dabei findet man allerdings an der einen oder anderen Stelle einzelne Zellen von ausgesprochen verästigter Gestalt, allein dieser Befund gestattet doch nicht diese in ihrer Herkunft leicht verständlichen Gewebstheile als Bindegewebe aufzufassen, zumal da nach den Untersuchungen v. Ebner's<sup>1)</sup> auch die muskulösen Elemente der Aorta Neugeborner sehr unregelmässige und vielfach verzweigte Gestalten besitzen. Soweit ich dies beurtheilen kann hat Langer<sup>2)</sup> diese muskulös-elastischen Innenschichten des Ductus, die in gleicher Weise an so vielen anderen, analogen Stellen der fötalen Aorta getroffen werden, als Bindegewebsmassen aufgefasst, die bereits vor der Geburt entstehend, nach derselben durch rasche Wucherung den Verschluss des Ductus herbeiführen sollten. Diese Auffassung, der sich auch Walkhoff angeschlossen hat, hat eine sehr allgemeine Anerkennung gefunden und kann

<sup>1)</sup> v. Ebner, Ueber den Bau der Aortenwand. Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. 1870.

<sup>2)</sup> l. c.

deshalb nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Sie leidet an dem Umstände, dass sie die Contractionsscheinungen der Gefässwand, auf welche, wie erwähnt, vor Langer bereits von Virchow<sup>1)</sup> in durchaus zutreffender Weise hingewiesen worden war, vollständig vernachlässigt und übersieht. Sie wird auch widerlegt durch die Thatsache, dass die Bindegewebsschichten, die sich kurz nach der Geburt in der Mitte des Ganges entwickeln, durch eine scharfe Grenze getrennt sind von den musculös-elastischen Faserzügen und auch histologisch ein völlig differentes Ansehen besitzen.

Die weiteren Veränderungen, welche die Structur der Arterienwandungen in den zwei ersten Lebensjahren erleiden, habe ich verfolgt an zwei grossen Reihen von Stufenschnitten durch die Aortensysteme zweier Kinder, von denen das eine 39 Tage, das andere 63 Tage nach der Geburt gestorben war. Ausserdem wurden noch die wichtigsten Abschnitte der Aorta und ihrer Zweige an zahlreichen einzelnen Schnitten bei 6 weiteren Kindern untersucht, deren Alter nach der Geburt zwischen 26 Tagen und 18 Monaten schwankte.

Dieser Gliederung des Beobachtungsmateriales entsprechend mögen zunächst die in den ersten zwei Monaten nach der Geburt sich vollziehenden Vorgänge eine ausführlichere Darstellung erfahren. An den Carotiden, der Anonyma und der Wurzel der Subclavia sinistra lassen sich in dieser Altersperiode keine deutlichen Structurveränderungen nachweisen. Die elastisch-musculösen Schichten der Intima sind die einzigen Gewebelemente, welche sich an gewissen Stellen zwischen Elastica interna und Endothel einschieben, und auch diese Einlagerungen haben nicht merklich an Ausdehnung und Mächtigkeit gewonnen. Sie finden sich auch jetzt vorzugsweise in der Nähe der Ursprungs- und Verzweigungsstellen dieser Gefässe. Aehnliches lässt sich auch bezüglich des aufsteigenden Theiles der Aorta behaupten. Vor wie nach findet man oberhalb der Region der Sinus Valsalvae namentlich an der Vorderfläche ausgedehnte Abschnitte der Aortenwand, denen die Elastica interna fehlt, wo somit das Endothel direct der Muscularis aufliegt. In dem rech-

<sup>1)</sup> Virchow, l. c.

ten Theile des Querschnittes der Aorta adscendens, sowie in dem angrenzenden Theile der Hinterfläche haben jedoch die musculösen Längsfasern eine stärkere Entwicklung erfahren. Hier werden in allen Schichten der Media zahlreiche einzeln stehende und in Bündel gruppierte Muskelfasern wahrnehmbar, die mehr oder weniger genau parallel der Axe des Gefässrohres orientirt sind. Dieselben erreichen namentlich in den inneren Schichten der Media eine sehr reiche Entwicklung. Zugleich kann man an manchen derartigen Stellen in der nächsten Nachbarschaft der Innenfläche des Gefäßes eine mehrfache Lage ziemlich dicker elastischer Membranen nachweisen, deren Säume auf dem Querschnitt der Aorta bogenförmig gezackt erscheinen. Es handelt sich dabei offenbar um elastische, gefensterte Membranen mit longitudinaler Faserung. Diese Bildungen erreichen jedoch nur eine sehr geringe Ausdehnung auf dem Querschnitte und müssen ihrer ganzen topographischen Anordnung nach zur Media gerechnet werden, so dass es auch an dieser Stelle nicht zur Ausbildung einer deutlichen, einfachen oder mehrfachen elastischen Innenmembran der Arterie kommt. Spuren einer solchen beobachtet man erst am horizontalen Theile des Arcus in der Nachbarschaft der Wurzeln der grossen Gefässtämme des Kopfes und der oberen Extremitäten. Sie verwandeln sich aber alsbald in die vom Fötus her wohlbekannten elastisch-musculösen Faserzüge, welche mit den analogen Bildungen dieser Arterien in Zusammenhang treten.

Kurz oberhalb des Insertionspunktes des Lig. Botalli treten noch weitere Muskelbündel in der Intima der Aorta hervor, die bereits beim Fötus erwähnt wurden. Sie liegen am vorderen, rechten Theile der Peripherie und ergeben sich als Fortsetzung der Faserung des Lig. Botalli. In letzterem bemerkte man nun eine Reihe weiterer, mit der Obliteration des arteriösen Ganges in Beziehung stehender Veränderungen. Unmittelbar unter dem Endothel hat sich eine breite Zone eines stark vascularisirten Gewebes gebildet, welches nach aussen angrenzt an die genau unterscheidbaren, bereits beim Fötus bemerkten elastisch-musculösen Schichten der Intima. Seiner Structur nach erscheint dieses Gewebe als hyalines Bindegewebe, bestehend aus reichlichen Mengen hyaliner oder zart fibrillärer Intercellularsubstanz, in wel-

cher eine mässige Zahl von Zellen eingebettet sind. Dieselben und namentlich ihre ovalen und runden Kerne unterscheiden sich deutlich von den Zellen und Kernen muskulösen Charakters. Doch lege ich behufs des Nachweises dieser Verschiedenheit grösseres Gewicht auf die angegebenen topographischen und zeitlichen Verhältnisse, sowie auf die Beziehungen der muskulösen Elemente zu elastischen Fasern und Häuten. Auch in der Media des Ductus werden nicht unerhebliche Veränderungen nachweisbar. Die mittleren und zum Theile auch die inneren Zonen der Media erscheinen durchsichtiger und heller. Die Kerne der Muskelfasern sind auseinander gerückt durch reichliche Mengen homogener und feinkörniger Intercellularsubstanz, in der nur noch undeutlich die elastischen Lamellen und Fasern hervorschimmern. Ausserdem nimmt die Mehrzahl der Kerne keine Färbung an, so dass sie verhältnismässig schwer von der Intercellularsubstanz zu unterscheiden sind. Im Anschlusse an die Erfahrungen über analoge Veränderungen, die unter pathologischen Bedingungen in anderen Geweben vorkommen, wird man die hier beobachteten als Folge eines degenerativen Prozesses deuten müssen. Namentlich die regressiven Veränderungen der Intercellularsubstanz können als hyaline Umwandlung bezeichnet werden, auf deren häufiges Vorkommen unter verschiedenen Bedingungen v. Recklinghausen<sup>1)</sup> aufmerksam gemacht hat. Sie werden in analoger Weise auch in vielen älteren aus glatten Muskelfasern gebildeten Geschwülsten des Uterus beobachtet.

Die hyaline Umwandlung der Media des Ductus Botalli erleichtert nunmehr auch die Verfolgung der Faserung des letzteren durch die Wandung der Aorta. Dadurch ergiebt sich eine weitere sehr zuverlässige Bestätigung der im vorhergehenden Kapitel gegebenen Darstellung dieser Verhältnisse. Namentlich die Faserbündel des Ligaments, welche zuerst die Media der Aorta in der Richtung nach abwärts durchsetzen ehe sie in der Intima aortae erscheinen, machen sich kenntlich durch ihren Reichthum an hyaliner Intercellularsubstanz.

Nicht weniger interessant gestalten sich die Verhältnisse der

<sup>1)</sup> v. Recklinghausen, Untersuchungen in Beziehung auf Kolloide und hyaline Substanzen. Tageblatt der 52. Naturforscherversammlung in Baden-Baden 1879. S. 259.

Aortenintima unterhalb der Insertion des Ligamentum Botalli. Während bisher die Intima ausser dem Endothel nur elastische und muskulöse Elemente aufzuweisen hatte, tritt nun in ihrem Bereiche eine Gewebsschicht auf, die zwar zu dieser Zeit noch nicht mit Bestimmtheit aber doch mit grösster Wahrscheinlichkeit als bindegewebig zu bezeichnen ist. Diese Bindegewebslage ist ziemlich zellreich. Die Zellen besitzen lange, zum Theil anastomosirende Ausläufer, wie dies in Fig. 8 (Taf. X.) dargestellt ist. Die Kerne derselben sind beträchtlich kleiner als diejenigen der Muskelfasern der Media. Zwischen den Zellen erscheint eine homogene Intercellularsubstanz, die bei sehr starken Vergrösserungen Andeutungen fibrillärer Structur zeigt und frei oder nahezu frei ist von elastischen Elementen. Bemerkenswerth sind die topographischen Beziehungen dieser bindegewebigen Schichten der Intima zu den übrigen Lagen der Arterienwand. Wie Figur 8 ergiebt, liegt die neugebildete Bindegewebsschicht unmittelbar unter dem Endothel und zugleich nach innen von etwa vorhandenen elastisch-musculösen Lagen. In der genannten Abbildung ist die äusserste elastische Lamelle der Intima durch stärkere Schattirung hervorgehoben: Nach innen von dieser folgt zunächst die elastisch-musculöse Schicht, welche hier im oberen Theile der absteigenden Aorta ziemlich mächtig erscheint. Als dann folgt die bindegewebige Schicht und diese reicht bis zum Endothel.

Durch das Auftreten der neugebildeten Gewebsschichten unter dem Endothel erscheint die Intima der Aorta unterhalb der Insertion des Ligaments nicht unerheblich dicker als in früheren Lebensperioden. Während aber die elastisch-musculösen Ausstrahlungen der Wand des Ductus Botalli sich in der Intima aortae höchstens 30 mm nach abwärts von der Einmündungsstelle des genannten Ganges an erstrecken, und während weiter abwärts nur geringe Spuren von elastischen und muskulösen Elementen in der Intima nachweisbar sind, kann man diesen bindegewebigen Antheil der Intima beinahe bis in die Nähe der Theilungsstelle der Aorta verfolgen. Im Allgemeinen ist zu sagen, dass auch er von oben nach unten an Stärke allmählich abnimmt. Unterhalb der Ursprungsstellen der Renales zeigt die Aortenintima nur spärliche bindegewebige Einlagerungen und schon von

der Höhe der Coeliaca an umfassen dieselben nicht mehr die ganze Peripherie der Innenfläche der Bauchaorta. Doch erkennt man bereits in den ersten zwei Monaten nach der Geburt eine ziemlich regelmässige Localisirung der Bindegewebsschichten der Intima in Beziehung auf den Querschnitt der Aorta. In späteren Lebensaltern tritt diese Localisirung viel auffälliger hervor und sie wird an geeigneter Stelle ausführlicher behandelt werden. Manche Einzelheiten sind indessen schon in diesen ersten Lebensmonaten zu verfolgen. In der Gegend des Ursprunges der Coeliaca und Mesenterica superior beschränkt sich die bindegewebige Einlagerung der Intima auf die hintere Hälfte des Aortenumfanges. Sie ist aber an dieser Stelle entsprechend dicker und von verhältnismässig deutlich fibrillärer Structur, während sie weiter oben ziemlich gleichmässig auf den ganzen Umfang des Aortenquerschnittes vertheilt ist. In der Höhe des Ursprunges der Renales ändert sich die Anordnung. Die Bindegewebsmasse liegt zur Hälfte an dem vorderen, zur Hälfte an dem hinteren Theile der Aorteninnenfläche, während die seitlichen Abschnitte ziemlich frei sind. In der Gegend des Ursprunges der Mesenterica inferior endlich vertheilt sich das Bindegewebe auf beide Seitenflächen ohne indessen die Hinterfläche ganz frei zu lassen. Weiter abwärts sind die Bindegewebslagen der Intima zu zart um die Localisation genau verfolgen zu können und in der Nähe der Theilungsstelle der Aorta ist man überhaupt nicht mehr im Stande sie genau zu unterscheiden, obwohl auch hier noch zwischen Endothel und Elastica an vielen Stellen zellige Einlagerungen erkennbar sind, deren bindegewebiger Charakter indessen fraglich erscheint.

Verfolgt man nun den Verlauf der Intima von der Aorta aus weiter in die Iliacae communes und ihre Zweige, und sieht man zunächst ab von den eigenthümlichen muskulösen Faserungen, welche an der Theilungsstelle der Aorta in allen Lebensaltern getroffen werden, so constatirt man zunächst in dem Anfangstheile der Iliacae communes eine sehr einfache Structur der Intima. Dieselbe besteht ausschliesslich aus dem Endothel und der relativ dicken Elastica interna. Allein früher oder später treten zwischen diesen beiden Schichten wieder streifige, zellreiche Bindegewebslagen hervor, die zunächst nur als einzelne

Flecke erscheinen und noch kein zusammenhängendes Lager bilden. Bei dem Knaben, der 63 Tage nach der Geburt gestorben war, reichen sie herauf bis in die Nähe der Theilungsstelle der Aorta. Sie gewinnen aber erst da grössere Ausdehnung, wo die Iliaca communis sich zur Theilung in Iliaca externa und interna anschickt. Hier bilden sie in derjenigen Hälfte des Gefäßes, welches unmittelbar in die Iliaca interna sich fortsetzt, eine continuirliche, wenngleich dünne Schicht. Dagegen zeigt die andere Hälfte des Querschnittes der Iliaca communis, welche dem Ursprunge der Iliaca externa entspricht, an allen Stellen der Intima nur eine endotheliale und eine elastische Schicht, ohne eine Spur einer bindegewebigen Einlage. Die Intima der Iliaca externa behält in dem ganzen weiteren Verlaufe des Gefäßes diese sehr einfache Structur bei, während fernerhin die ganze Gefässbahn, die aus der Iliaca communis in die Umbilicalis führt, zwischen Endothel und Elastica zellreiche Bindegewebschichten erkennen lässt. Letztere nehmen an Mächtigkeit von einer Verästelung zur anderen erheblich zu je mehr man sich der Umbilicalis nähert, in welcher das Lumen nur noch einen sehr feinen Kanal darstellt. Dagegen sind die Seitenbahnen dieser Gefässstrecke sämmtlich frei von Bindegewebe. Die Arteria ileolumbalis, die Sacrales laterales, die Glutaeæ, die Obturatoria, die Arteria pudenda interna, haemorrhoidalís, uterina und die vesicales, alle haben eine einfach aus Endothel und Elastica bestehende Intima. Es wiederholt sich dabei an jeder Theilungsstelle, welche die Bahn des Nabelarterienblutes mit diesen Gefässzweigen eingeht, das Bild, welches soeben bei der Theilung der Iliaca communis geschildert wurde. Die bindegewebige Zwischenschicht der Intima, die oberhalb der Theilung die ganze Peripherie umsäumt hatte, zieht sich auf die eine Hälfte zurück, welche der Bahn des Nabelarterienblutes entspricht, während die Intima des Seitenzweiges von der Wurzel an frei bleibt von diesen Bindegewebschichten. Die Gesetzmässigkeit dieser Anordnung tritt um so deutlicher hervor als an allen diesen Theilungsstellen Züge longitudinaler Muskelfasern unter dem Endothel auftreten, welche jeweils oberhalb der Theilungsstelle die mit Bindegewebe ausgestattete Hälfte der Intima abgrenzen von der bindegewebsfreien Hälfte. Die Abbildungen, welche das folgende

Capitel zu erläutern bestimmt sind, werden diese Verhältnisse noch anschaulicher und leichter verständlich machen.

Bereits unmittelbar nach dem Abgange der Hauptäste der Iliaca interna ist die zur Nabelarterie führende Bahn sehr enge und die Arteria umbilicalis selbst zeigt nur ein geringes Lumen, das durch mächtige Bindegewebslager umsäumt ist. Letztere grenzen ihrerseits an die contrahirten, hyalin degenerirenden Faserzüge der Media. Die Vorgänge der Obliteration der Nabelarterie haben bereits durch die Untersuchungen von Virchow, Robin, Gimbert, Ercolani und Baumgarten<sup>1)</sup> eine so eingehende Besprechung erfahren, dass ihre erneute Darstellung an dieser Stelle weniger nothwendig erscheint. Das für diese Untersuchung Wesentliche des Obliterationsvorganges ist klar genug angedeutet, das Uebrige und namentlich die Vernarbung der Nabelwunde und des Arterienstumpfes führt in weitere Gebiete. Doch mag noch die Bemerkung Platz finden, dass schon neun Monate nach der Geburt unter dem Endothel des centralen Drittheiles der Nabelarterie eine dünne Schicht concentrisch geordneter, eng an einander gelagerter Spindelzellen besonderer Form gelegentlich getroffen wird. Sie liegt in dem innersten Theile der neugebildeten Bindegewebsmassen der Intima und stellt sich dar wie eine neugebildete Muscularis. Ob die Spindelzellen wirklich contractil sind, mag dahin gestellt bleiben, aber die in Rede stehende Thatsache zeigt immerhin, dass die neugebildeten Gewebelemente der Intima unter besonderen Verhältnissen eine weitgehende Formähnlichkeit mit glatten Muskelfasern gewinnen können, wie dies übrigens auch an anderen Orten vielfach beobachtet wurde.

Alle hier zur Sprache gebrachten Einzelheiten des Baues der Aorta und ihrer Zweige zeigten eine weitgehende Ueberein-

<sup>1)</sup> Virchow, Gesammelte Abhandlungen. 1856. S. 592. — Robin, Bulletins de l'Academie de Médecine. 1858, 1859, 1860. — Gimbert, Sur la structure et la texture des artères. Journ. de l'anatomie et de la physiologie. Jahrg. II. 1865. — Ercolani, Del processo anatomico di obbliterazione delle arterie e della Vena ombelicale. Memorie della Accademia delle scienze del' istituto di Bologna. Tom. I. 1871. — Baumgarten, Ueber das Offenbleiben fötaler Gefässe. Centralbl. d. medic. Wiss. 1877. No. 41.

stimmung bei den beiden, 39 beziehungsweise 63 Tage alten Knaben, sowie bei einem Mädchen von 26 Tagen. Doch fanden sich auch mancherlei Verschiedenheiten. Bei den beiden jüngeren Kindern hatte die Gewebsneubildung in der Intima nur geringere Mächtigkeit und Ausdehnung erlangt. Dies machte sich namentlich an zwei Stellen geltend und zwar in dem unteren Ende der Aorta thoracica, welche auf die Strecke von 15 mm nahezu frei von Bindegewebe sich erwies, sowie in der Iliaca communis. Die Bindegewebsschichten der Intima, welche sich bei dem älteren Kinde von der Nabelarterie her bis weit in die Iliaca communis hinein erstreckten, reichten bei den jüngeren nur bis zur Theilungsstelle dieses Gefäßes. Ob diese Verschiedenheiten ausschliesslich der Ausdruck der Altersdifferenzen sind, ist indessen nicht ganz ausser allem Zweifel, weil die vorliegenden Untersuchungen insgesammt auf nicht unbeträchtliche individuelle Abweichungen hinweisen. Doch wird es sich ergeben, dass in der That mit zunehmendem Alter die Bindegewebsneubildung eine grössere Ausdehnung erreicht.

Wirft man einen kurzen Rückblick auf die soeben geschilderten Veränderungen, welche sich in der Intima des Aortensystems während der ersten zwei Monate nach der Geburt vollziehen, so bemerkt man, dass diese sich concentriren auf die Gefässbahn, welche die unmittelbare Verbindung zwischen Ductus Botalli und Arteria umbilicalis bildet. Der Vereinfachung des Ausdrückes halber möge in Folgendem diese Gefässbahn als die Nabelblutbahn bezeichnet werden, da sie die Trajectorien für das Blut der Nabelarterien umschliesst. Unmittelbar nach der Geburt verengt und verschliesst sich der Anfangsteil und das Endstück dieser Nabelblutbahn, also Ductus Botalli und Arteria umbilicalis durch eine starke Contraction der Muscularis und diese Contraction setzt sich von der Nabelarterie aus in centripetaler Richtung fort bis auf einzelne Abschnitte der Peripherie der Arteria iliaca interna. Damit ist der Ausfall des Placentarkreislaufes und die Ablenkung des Blutstromes des Ductus Botalli in die Lungenarterienbahn gegeben. Weiterhin etabliert sich in dem Ductus Botalli sowohl als in der Nabelarterie eine Gewebsneubildung, welche einen vollständigen oder nahezu vollständigen Verschluss dieser Gefässe durch Bindegewebe herbeiführt.

Diese Neubildungsprozesse breiten sich aber sogleich auf den grössten Theil der Nabelblutbahn aus, indem hier, unmittelbar unter dem Endothel die gleiche zellreiche Gewebsmasse zur Entstehung gelangt, welche allerdings in dieser ersten Zeit noch nicht mit aller Sicherheit als Bindegewebe in Anspruch genommen werden kann. Die Untersuchung späterer Entwicklungsstadien wird indessen diese Deutung des neugebildeten Gewebes rechtfertigen. Auf dem Querschnitt der Aortenwand liegt diese als jugendliches Bindegewebe bezeichnete Schicht zwischen Endothel und Elastica interna oder aber an denjenigen Stellen, an welchen bereits beim Fötus eine elastisch-musculöse Schicht der Intima entwickelt war, zwischen dieser letzteren und dem Endothel.

Dies sind die Ergebnisse, welche vorzugsweise an den beiden Reihen von Stufenschnitten der Aorta zweier Kinder von 39 und 63 Tagen gewonnen wurden. Die Untersuchung einzelner Schnitte aus verschiedenen Theilen des Aortensystems anderer, dem ersten und zweiten Lebensjahre zugehöriger Leichen ergänzt und erweitert diese Erfahrungen in mehreren Punkten. Zunächst zeigt sich, dass schon 3 Monate nach der Geburt die Bindegewebsneubildung auch die Intima des unteren Endes der Aorta abdominalis sowie der Iliaca communis ergreift, so dass alsdann die ganze Nabelblutbahn die gleichen Veränderungen zeigt, während die Intima aller ihrer Seitenzweige und überhaupt aller anderen Theile des Aortensystems nur aus Elastica und Endothel besteht. Im Anfange des sechsten Monats nach der Geburt ist diese neugebildete Bindegewebsslage in der Aorta abdominalis, wie Fig. 9 zeigt, in manchen Fällen bereits sehr stark. Doch kann man hier und da an ihrer äusseren, der Elastica interna zugewendeten Grenzen einige Zellen erkennen, welche wohl als Muskelfasern zu deuten sind. Diese immerhin sehr vereinzelten Elemente wurden bereits beim Fötus bemerkt, vielleicht stehen sie in einer näheren Beziehung zu der elastischen Innenmembran. Mit zunehmendem Alter nimmt innerhalb der hier in Rede stehenden Lebensepoche die Bindegewebsschicht der Intima der Nabelblutbahn noch weiter an Mächtigkeit zu. Doch ergeben sich gleichzeitig nicht unbeträchtliche individuelle Verschiedenheiten, so dass beispielsweise bei einem schwächlichen Knaben von 1 Jahre die Bindegewebsslage der Intima aortae dünner ist

als bei einem kräftigen Kinde, das 5 Monate nach der Geburt starb. Die Localisation und relative Mächtigkeit der neugebildeten Bindegewebsschichten im Verlauf und an den Verzweigungs- und Theilungsstellen der Aorta, der Iliaca communis und der Iliaca interna, sind von vornherein ebenso scharf und deutlich ausgeprägt, wie dies im folgenden Capitel für eine spätere Lebensperiode geschildert werden soll.

Bei Kindern, die 6 bis 9 Monate nach der Geburt verstorben sind, gelingt es bereits ziemlich leicht Flächenschnitte der Intima aortae herzustellen. Diese zeigen alsdann im Bereiche der Nabelblutbahn unmittelbar unter dem Endothel eine ziemlich mächtige Lage sternförmiger und netzförmig verzweigter Zellen, welche eingebettet sind in eine sehr durchsichtige, körnig-faserige Intercellularsubstanz. Die Zellen stimmen, abgesehen von ihrer geringeren Grösse, in allen wesentlichen Punkten überein mit den zuerst von Risse, Virchow und Langhans<sup>1)</sup> beschriebenen Sternzellen der Intima der erwachsenen Aorta. Letztere sind seither von allen Untersuchern, namentlich von Kölliker, v. Ebner, Eberth, Krause, Ranvier und neuerdings von Algot Key Åberg<sup>2)</sup> als Bindegewebszellen acceptirt worden. Wenn sie aber in der hier besprochenen frühen Lebensperiode von bewährten Forschern vermisst wurden, so erklärt sich dies aus dem Umstande, dass die Aorta adscendens mit Vorliebe zur Untersuchung verwendet wurde, in welcher sie, wie aus diesen Mittheilungen folgt, in der That nicht zu treffen sind. Diese

<sup>1)</sup> Risse, Observationes quaedam de arteriarum statu normali atque pathologico. Diss. inaug. Regiomont. 1853. — Virchow, Phlogose und Thrombose im Gefäßsystem. Gesammelte Abhandl. S. 501. 1856. — Langhans, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Arterien. Dieses Archiv Bd. 36. 1866.

<sup>2)</sup> Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. 1867. — v. Ebner, Ueber den Bau der Aortenwand, Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Leipzig 1870. — Eberth in Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 1876. — Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Bd. I. 1876. — Ranvier, Traité technique d'histologie. 1877. — Algot Key Åberg, Ueber den Bau der Tunica intima der Aortenwand bei dem erwachsenen Menschen. Biologische Untersuchungen von Gustav Retzius. Jahrg. 1881.

Zellen und das Gewebe in dem sie liegen begegnet man wieder in den schwieligen, endarteriitischen Verdickungen der Aorta, die wohl mit allem Rechte als fibröse bezeichnet werden. Dennoch hat dieses Bindegewebe mancherlei Eigenthümlichkeiten, durch welche es sich, wie bereits Langhans erwähnt, dem hyalinen Bindegewebe der Cornea nähert. Dieser Thatsache kann man wohl am vollkommensten gerecht werden, wenn man die neugebildeten Schichten der Nabelblutbahn als hyalines Bindegewebe bezeichnet.

### 3. Das Aortensystem im fünften Lebensjahre.

Die in diesem Capitel mitzutheilenden Ergebnisse wurden gewonnen an einer ununterbrochenen Reihe von Stufenschnitten der Aorta und ihrer grösseren Zweige. Die Stufenhöhe betrug wie überall, wo keine abweichende Angabe gemacht ist, 1 mm. Ausserdem wurden noch Reihen von Stufenschnitten hergestellt von zwei weiteren Arterienbäumen. Diese aber erlitten an geeigneten Stellen Unterbrechungen um auch Längs- und Flächenschnitte einzelner Theile der Gefässbahn zu ermöglichen. Die Höhe dieser Lücken variierte zwischen 5 und 10 mm. Ein solches Verfahren erschien gerechtfertigt in Anbetracht der grossen Uebereinstimmung der einzelnen Beobachtungsresultate und zwar um so mehr, als die Untersuchung der Längs- und Flächenschnitte eine willkommene Controle der Deutung der Querschnittsbilder ergab.

Ein kurzer Ueberblick der Klappenregion der Aorta ascendens zeigt, dass hier bis zum fünften Lebensjahre keine weiteren Veränderungen der Structur eingetreten sind, welche für die durch diese Arbeit zu lösenden Fragen in Betracht kommen. Die elastisch-bindegewebige Innenschicht ist namentlich an den Insertionspunkten der Klappen erheblich dicker als früher; die elastischen Elemente derselben treten deutlicher hervor. Die Ausdehnung der ganzen Bildung hat sich auch der Fläche nach vergrössert im Verhältnisse mit der allgemeinen Grössenzunahme aller Theile des Arteriensystems.

Oberhalb der Klappenregion hat die Structur der Aortenintima nur geringe Veränderungen erlitten gegenüber den Befunden im ersten und zweiten Lebensjahre. Bemerkbar ist die

Thatsache, dass man nunmehr an den meisten Stellen unmittelbar unter dem Endothel eine feine Schicht elastischer Längsfasern nachweisen kann, die offenbar analog ist der Elastica interna der absteigenden Aorta und der übrigen Arterienzweige. Diese elastische Schicht der Intima stellt sich dar als ein Geflecht sehr feiner, enge an einander gerückter Fasern, die zu einer Mehrzahl zarter elastischer Membranen vereinigt sind, wie dies in Fig. 6 (Taf. X.) wiedergegeben ist. Die elastischen Membranen erleiden indessen bei genauerer Prüfung zahlreiche, kurze Unterbrechungen, und zugleich durchflechten sie sich in der mannichfältigsten Weise. Zuweilen sind die Faserungen dichter gestellt, aber nur ausnahmsweise verschmelzen sie zu einer sehr dünnen einfachen Membran. Unter diesen elastischen Bildungen folgt dann sofort die Tunica media mit ihren circulär geschichteten Muskellagen und elastischen Häuten, sowie mit vereinzelten oder in kleine Gruppen vereinigten gleichfalls muskulösen und elastischen Längsfasern. In grösserer Zahl erscheinen letztere am rechten Umfange des Gefäßes, wo durch sie die Grenze zwischen Intima und Media verwischt wird (Fig. 7, Taf. X.). In dem topographischen Uebersichtsbilde (Fig. 17, Vergr. 6) sind diese longitudinalen Faserungen durch kleine Reihen dunkler Punkte wiedergegeben; man erkennt, dass ihre räumliche Anordnung nicht wesentlich abweicht von derjenigen, welche bei der Untersuchung jüngerer Aorten gefunden wurde.

Anonyma, Carotiden und Subclavia zeigen an den Theilungs- und Verästigungsstellen zwischen Endothel und Elastica interna relativ mächtige elastisch-musculöse Innenschichten. Allein auch im Verlaufe der Carotis communis, wo diese ohne erhebliche Beugung oder Astabgabe die Halsregion emporsteigt, tritt in dieser Zeit unter dem Endothel eine nach innen von der Elastica interna gelegene, vielfach unterbrochene Zone von längsgerichteten Zellen auf, die unzweifelhaft muskulöser Natur sind. In der Tunica media der Carotiden und zwar in der Nähe der Theilungsstellen, sowie in der Media der Schlüsselbeinpulsader bemerkte man außerdem eine ungewöhnlich grosse Zahl von Längsmuskelfasern.

- Der Arcus aortae bis zum Ligamentum arteriosum hat bis zu dem in Rede stehenden Zeitabschnitte, also bis zum

fünften Lebensjahre keine wesentlichen Structurveränderungen erfahren. Auch das Gebiet der Nabelblutbahn zeigt keine Umgestaltungen principieller Natur, sondern ein einfaches Fortschreiten der bereits im 1. und 2. Lebenjahre beobachteten Neubildungsprozesse. Dieses erstreckt sich indessen nicht ganz gleichmässig auf alle Theile und bedarf deshalb einer etwas eingehenderen Besprechung.

Im Bereiche der Aorta thoracica descendens bildet die Intima eine verhältnissmässig dünnerne Schicht als im zweiten Lebensjahre. Es ist dieses zum grossen Theile auf Rechnung des Umstandes zu setzen, dass die elastisch-musculösen Lagen derselben, welche ihrer Hauptmasse nach als Ausstrahlungen der Faserung des Ductus Botalli nachgewiesen wurden, nach der Geburt nicht erheblich zugenommen haben. Die degenerativen Prozesse, welche an denselben in den ersten zwei Jahren bemerkt wurden, haben zugleich an Ausdehnung gewonnen. Während einerseits die Insertionsstelle des Ligamentes an der Innenfläche der Aorta durch wuchernde Gewebsmassen bindegewebigen Charakters nahezu ausgeglichen erscheint, haben die elastisch-musculösen Faserungen des Ganges an der gleichen Stelle und einige Millimeter weiter abwärts ihre Structureigenthümlichkeiten zum grossen Theile eingebüßt. Sie erscheinen zellarm und hyalin oder feinkörnig. Allein dieser Degenerationsvorgang reicht nur an der Insertionsstelle des Ligamentes bis an die Innenfläche der Aorta, während die weiteren Ausstrahlungen der Faserungen des Ductus in die Intima aortae ziemlich unverändert geblieben sind. Auch die Bindegewebsschicht der Intima dieses Aortenabschnittes ist nicht merklich mächtiger als im zweiten Lebensjahre, während doch alle anderen Bestandtheile der Arterienwand beträchtlich gewachsen sind. Dem entsprechend erweist sich auch die histologische Structur dieses Bindegewebes nur wenig verändert. Sein Zellreichthum hat etwas sich vermindert durch Zunahme der Intercellularsubstanz. Diese zeigt auch jetzt nur Andeutungen einer feinfaserigen Structur, zugleich aber ein Structurelement, welches früher fehlte, eine geringe Zahl feinster elastischer Fasern.

Die Topographie der Bindegewebsmassen der Aorta thoracica im fünften Lebensjahre soll durch die in 6facher Ver-

grösserer gezeichneten Fig. 17—21 (Taf. XI.) veranschaulicht werden. Der Querschnitt der Aorta adscendens oberhalb der Klappenregion (Fig. 17) enthält keinerlei bindegewebige Bestandtheile in der Intima, die dem entsprechend so zart ist, dass sie bei der schwachen Vergrösserung nur durch eine einfache Linie dargestellt werden kann. In der Media finden sich aber, und zwar im rechten Theile der Peripherie zahlreiche Punkte eingetragen, welche die bereits erwähnten Bündel longitudinaler Muskelfasern andeuten sollen. Dieses Bild ändert sich wesentlich, sowie man in das Gebiet der Nabelblutbahn gelangt. Fig. 18 stellt einen Querschnitt der Aorta descendens dar von einer Stelle, die 4 mm unterhalb der Insertion des arteriösen Bandes liegt. Hier fällt sofort die relativ mächtige, durch eine graue Schattirung kenntlich gemachte Intima in die Augen. Dieselbe besteht grösstentheils aus der elastisch-musculösen Faserung, die aus der Media des Ligamentes stammt, und die bereits beim Fötus (Fig. 16, Vergr. 16) Erwähnung gefunden hatte. Dagegen bilden die bindegewebigen Bestandtheile an dieser Stelle nur einen geringen Bruchtheil der Dicke der Intima. Weiter abwärts nehmen die elastisch-musculösen Innen schichten rasch an Mächtigkeit ab, so dass in den folgenden Figuren, sowie in den Abbildungen der Aorta abdominalis und der Iliaceae (Fig. 21—26) die durch dunklere Schattirung hervorgehobene Intima in genauerer Annäherung eine Anschauung der räumlichen Ausdehnung der neugebildeten Bindegewebslagen abgibt. Indessen kann man bis in die Nähe der Theilungsstelle der Aorta unmittelbar nach innen von der Elastica interna einzelne Längsmuskelfasern sowie Gruppen solcher nachweisen. Sie bilden allerdings nur einen verschwindend kleinen Bestandtheil der Intima im Verhältniss zu den bindegewebigen Schichten.

Durch die soeben erwähnte rasche Abnahme der musculös-elastischen Bestandtheile der Intima der Brustaorta ist es bedingt, dass bereits der Querschnitt Fig. 19, der nur 8 mm tiefer geführt ist als der in Fig. 18 dargestellte, vorzugsweise bindegewebige Bestandtheile in der Intima aufweist, die den ganzen Querschnitt der Aorta umkreisen. Weiter abwärts (Fig. 20) zieht sich die Hauptmasse des Bindegewebes entlang der vorderen Peripherie auf den linken, dann auf den linken und hinteren Ab-

schnitt des Intimaquerschnittes zusammen, um endlich von der Coeliaca (Fig. 21) an vorzugsweise an den hinteren Theilen der Peripherie der Aorta abdominalis sich anzuhäufen.

Die Bindegewebsschichten an der Innenfläche der Aorta abdominalis sind im fünften Lebensjahre nicht unerheblich stärker ausgebildet als in der Aorta thoracica descendens. Ihre Localisation auf dem Querschnitte ist durch Fig. 21 (Vergr. 6) und Fig. 22 (Vergr. 12) angedeutet. Sie scheint aber an einer Stelle, in der Höhe des Abganges der Mesenterica inferior keine ganz regelmässige zu sein. Im ersten und zweiten Lebensjahre waren hier die mächtigsten Bindegewebeschichten seitlich auf dem rechten und auf dem linken Theile des Umfanges der Aorta zu finden. Nunmehr liegt im hinteren Theile die Hauptmasse derselben, ähnlich wie dies für die Gegend des Ursprunges der Coeliaca (Fig. 21) abgebildet ist. Ob dieser Unterschied der Anordnung für diese beiden Lebensalter charakteristisch ist, kann ich an der Hand des immerhin nur wenige Einzelfälle umfassenden Materiale nicht entscheiden. Dagegen bietet die Theilungsstelle der Aorta einige Jahre nach der Geburt bis zu dieser Zeit immer übereinstimmende Befunde. Die in zwölfmaliger Vergrösserung gezeichneten Fig. 22—25 geben die wesentlichsten Anhaltspunkte. Sie fanden bereits im ersten Capitel eine vorläufige Besprechung, welche sich auf die in allen Lebensaltern gleichbleibende Localisation der mächtigen muskulösen Längsfaserbündel der Theilungs- und Verästigungsstellen bezog. Es bleibt deshalb nur übrig einige die Bindegewebslage der Intima berührende Punkte zu besprechen.

Wie bereits erwähnt ist an der Theilungsstelle der Aorta (Fig. 23) die Hauptmasse des Bindegewebes an den hinteren Abschnitten ihrer Peripherie angehäuft. Sie greift in verschiedenen Fällen ungleich weit nach vorn und kann sogar zuweilen die Innenfläche des vorderen Umfanges vollständig auskleiden. Nach vollzogener Theilung (Fig. 24) erscheinen die Iliacae communes auf ihrem horizontalen Durchschnitte elliptisch gestaltet, weil ihre Verlaufsrichtung schräg zur Ebene der Zeichnung steht. Dies gilt namentlich für das Gefäss der rechten Seite, welches etwas stärker geneigt ist als das linke. In dieser ganzen Region besteht die Intima aus Endothel und Elastica und aus den

zwischen beiden entwickelten Bindegewebsschichten. Musculöse Fasern finden sich in derselben nur spurenweise an der Innenseite der Elastica interna und in grösserer Menge, wie bereits früher ausführlich erörtert wurde, an den Stellen der muskulösen Längsbänder. Vergleicht man aber die Topographie der Intima genauer, so kann man nicht umhin anzuerkennen, dass sie an den vorderen und äusseren Abschnitten der Peripherie der Iliacae ausserordentlich dünn wird, und bereits in Fig. 24 und 25 nahezu ausschliesslich aus Endothel und Elastica besteht. Die Bindegewebsschicht zieht sich somit auf die innere, hintere Hälfte der Peripherie der Iliaca communis zurück, und diese Thatsache tritt um so deutlicher hervor, je mehr man sich auf Serienschnitten der Theilung der Iliaca communis nähert.

Die Theilungsstelle der Iliaca communis bietet in Beziehung auf die Entwicklung von muskulösen Längsfaserbändern genau analoge Erscheinungen wie die Theilungsstelle der Aorta abdominalis. Die Vertheilung des Bindegewebes ist aber eine sehr wesentlich verschiedene, wie dies aus Fig. 26 hervorgeht. Das Bindegewebe findet sich ganz ausschliesslich in derjenigen Hälfte des Gefässes, welche der Wurzel der Iliaca interna entspricht, während die andere Hälfte, welche die Strombahn der Iliaca externa umschliesst, vollkommen frei von bindegewebigen Einlagerungen in der Intima verbleibt. Auch in dem ganzen weiteren Verlaufe der Iliaca externa besteht die Intima aus Endothel und Elastica mit Ausschluss aller bindegewebigen Elemente.

In der Arteria iliaca interna wiederholt sich alsdann mit strengster Gesetzmässigkeit von Ast zu Ast das gleiche Verhältniss, welches soeben für die Iliaca communis geschildert wurde. Im Anfangstheile der Iliaca interna umgreift die Bindegewebsschichte der Intima wieder nahezu die ganze Peripherie des Gefässquerschnittes. Allein kurz oberhalb des nächsten Seitenastes zieht sich die bindegewebige Einlagerung wieder auf diejenige Hälfte des Gefässquerschnittes zurück, welche die Nabelblutbahn umschliesst, während der Seitenzweig vollständig frei bleibt. Dabei gelangen die gleichen räumlichen Beziehungen der Bindegewebsschichten zu den Bändern longitudinaler Muskelfasern, die den Sporn der Theilungsstellen umkreisen, zur Beob-

achtung, welche an der Theilungsstelle der Iliaca communis so grosses Interesse zu erwecken berechtigt waren. Die regelmässige Wiederholung dieser anatomischen Anordnung an jeder weiteren Verzweigungsstelle der Nabelblutbahn beweist in überzeugendster Weise die Abhängigkeit der ganzen Bindegewebssbildung der Intima von den Circulationsstörungen, welche die Ausschaltung des Placentarkreislaufes bedingt. Die Bindegewebsschicht der Intima wird aber von einer Verzweigungsstelle zur anderen immer mächtiger, bis sie schliesslich im Anfangstheile der Umbilicalis das Gefäss nahezu vollständig erfüllt. Das kleine übrig bleibende Lumen, auf dessen Vorhandensein Ercolani und später Baumgarten<sup>1)</sup> aufmerksam gemacht haben, giebt auch nach dem Abgange der Vesicales einige sehr kleine Seitenzweige ab, wie der letztgenannte Autor richtig beobachtet hat. Auch diese letzten Seitenzweige der Nabelblutbahn, welche durch die dicken, neugebildeten Bindegewebsmassen der einstigen Nabelarterie ihren Weg suchen müssen, besitzen eine Intima, die wie diejenige aller übrigen Seitenbahnen vollkommen frei ist von Bindegewebe und ausschliesslich aus Endothel und Elastica besteht.

Eine gedrängte, wenn auch schmatisch gehaltene Uebersichtsicht über die Verbreitung des Bindegewebes in der Intima des Arteriensystemes im fünften Lebensjahre giebt die Fig. 28. Dieselbe stellt einen Umriss des Aortensystemes vor, in welchem die Bindegewebsschichten der Intima durch dunkle Schattirung thunlichst genau eingetragen sind. Man findet solche zunächst in der Klappenregion der aufsteigenden Aorta. Wie ausführlicher erörtert, handelt es sich indessen an dieser Stelle um ein schon im Fötus präformirtes, an elastischen Elementen reiches Gewebe, welches die Anheftung der Semilunarklappen vermittelt. Es steht demnach topographisch, histologisch und histogenetisch ausser Beziehung mit den Bindegewebsslagen, welche die Innenfläche der Nabelblutbahn bekleiden. Die räumliche Verbreitung dieser nach der Geburt neugebildeten Bindegewebsschichten der Intima dürfte unzweifelhaft die gegebene Deutung der Bedingungen ihres Entstehens rechtfertigen.

<sup>1)</sup> l. c.

#### 4. Die Aortenintima im 12. bis 24. Lebensjahre.

Aus dem grossen Zeitintervalle zwischen dem 5. und dem 22. Lebensjahr stehen mir nur zwei genauere Beobachtungsreihen zu Gebote. Es sind das eine Anzahl Schnitte aus dem Aortensysteme eines 12jährigen Knaben und eine nahezu vollständige Schnittserie von 1 mm Stufenhöhe von einem 14 Jahre alten Mädchen. Dieselben bestätigen im Wesentlichen die Befunde des 5. Lebensjahres. Sie zeigen aber auch zugleich, wie gross die individuellen Variationen der Structur der Aortenintima sind. Während bei dem 12jährigen Knaben die Bindegewebsslagen der Aortenintima relativ stark und kräftig entwickelt waren, liessen sich dieselben in der absteigenden Brustaorta, sowie in der Iliaca communis des 14jährigen Mädchens nur mit einiger Schwierigkeit nachweisen. In der Aorta abdominalis, sowie in der Iliaca interna bis zur Nabelarterie erschienen sie dagegen wiederum als breite Zonen an der Innenfläche der Intima. Es wird daher als ausreichend erscheinen, wenn ich betone, dass auch in dieser Lebensperiode die Bindegewebsschichten der Intima strengstens beschränkt waren auf das Gebiet der Nabelblutbahn, ohne auf irgend welche Seitenzweige überzugreifen. Auch die charakteristische in Fig. 26 wiedergegebene Localisation des neugebildeten Bindegewebes an den Theilungsstellen der Iliaca communis und Iliaca interna, sowie an allen folgenden Theilungsstellen bis zu derjenigen der letzten minimalen Verzweigung, welche die geschrumpfte Nabelarterie eingeht, hatte keinerlei Einbusse erlitten.

Unter diesen Umständen erübrigts es noch zu untersuchen, wie die in den vorhergehenden Capiteln beschriebenen Verhältnisse sich bei erwachsenen Individuen gestalten. Zu diesem Zwecke wurden zwei grosse Schnittreihen von 1 mm Stufenhöhe hergestellt. Dieselben umfassten die ganze Aorta und deren Hauptäste von einem 22jährigen Mädchen und von einem jungen Manne von 24 Jahren. Diese sowie eine Anzahl Schnitte aus einem weiteren Arterienbaume zeigten so grosse Uebereinstimmung, dass es gerechtfertigt erscheint, die Resultate als maassgebend zu betrachten. Dies ist um so mehr zulässig, als in der That die rein histologische Seite der Befunde durch frühere

Untersuchungen anderer Autoren vollkommen gestützt werden, während das wesentlich Neue, die topographische Anordnung der histologischen Structuren mehr als ausreichend sicher gestellt wird durch die in den vorhergehenden Capiteln niedergelegten Thatsachen. Auch aus späteren Lebensperioden habe ich eine Anzahl von Aortensystemen der Prüfung unterzogen, allein es ergaben sich dabei Erfahrungen, die eine besondere Behandlung wünschenswerth erscheinen lassen. Indem ich daher diese späteren Lebensperioden, in denen die Vorläufer der senilen Veränderungen sich zu entwickeln beginnen, vorläufig nicht berücksichtige, wende ich mich zu der Darstellung der Befunde im 22.—24. Lebensjahre.

In der Aorta adscendens hat die histologische Structur der Intima seit dem fünften Lebensjahre keine wesentliche Aenderung erfahren. Die Zellen und die netzbildenden elastischen Fasern haben zwar an Grösse und Zahl zugenommen, allein ihre räumliche Anordnung ist die gleiche geblieben. Man findet daher oberhalb der Klappenregion in der aufsteigenden Aorta unter dem Endothel eine ziemlich mächtige Schicht feiner, vorzugsweise longitudinal verlaufender elastischer Fasern, die zu zarten vielfach sich durchkreuzenden Membranen vereinigt sind (Fig. 10 u. 11 Taf. X. Vergrösserung aller Abbildungen dieser Tafel 520). Unter dieser der Elastica interna anderer Arterien analogen Schicht folgt sofort die Tunica media. Dieselbe enthält am vorderen und am hinteren Umfange der aufsteigenden Aorta vorzugsweise circulär angeordnete muskulöse und elastische Elemente in regelmässiger Schichtung (Fig. 10). Am rechten Umfange dagegen, wo bereits in früheren Perioden zahlreiche longitudinale Faserungen in der Media beobachtet wurden, folgt unter den elastischen Schichten der Intima eine mächtige, der Media zugehörige Anhäufung von längsgestellten Muskelfasern, die dicht durchsetzt sind von kräftigen elastischen Membranen von gleichfalls longitudinaler Faserrichtung (Fig. 11). Die Grenze der Intima gegen die Media erscheint in Folge dessen weniger deutlich. Man überzeugt sich indessen leicht, dass erstere auch an dieser Stelle ebenso gebaut ist, wie an dem vorderen und hinteren Abschnitte des Aortenumfangs. Ganz analoge Verhältnisse beobachtet man auch am linken Umfange des in Rede stehenden

Aortenabschnittes. Auch hier finden sich, allerdings in geringerer Mächtigkeit als rechts, die gleichen Längsfaserungen in der Media wie in Figur 11. Eine Vergleichung der früher gemachten Angaben lehrt, dass diese Längfasern der Media am linken Umfange der aufsteigenden Aorta im 5. Lebensjahre noch nicht nachweisbar waren, während sie allerdings im 13. und 15. Lebensjahr schon einigermaassen hervortraten.

Vergleicht man die in der Literatur niedergelegten Angaben über den Bau dieses Aortenabschnittes, so erhält man den Eindruck, dass bereits eine Mehrzahl von Histologen, namentlich Henle und Langhans, Aehnliches gesehen haben müssen, allein es geht dies nicht mit Bestimmtheit aus ihren Angaben hervor, während Gimbert<sup>1)</sup> die Structur der Intima, wie sie am vorderen und hinteren Umfange der aufsteigenden Aorta sich darstellt, mit aller Genauigkeit beschrieben hat, allerdings ohne sich darüber klar zu werden, dass andere Abschnitte der Aorta so wesentlich abweichende Befunde liefern.

Der horizontale Abschnitt des Arcus aortae scheint dagegen nicht häufig zur Untersuchung gewählt worden zu sein, er bietet auch relativ grössere Schwierigkeiten für das Anfertigen brauchbarer Schnittpräparate. Seine Intima zeigt einen ganz ähnlichen Bau wie die aufsteigende Aorta, doch ist die elastische Schicht der Intima dünner. Diese erleidet zugleich eine weitere Umgestaltung, deren Bedeutung erst späterhin zu besprechen sein wird. Eine kurze Strecke oberhalb der Insertion des arteriösen Bandes treten nehmlich nach innen von der elastischen Längfaserschicht der Intima, unmittelbar unter der endothelialen Auskleidung des Lumen die ersten Spuren einer compacten Elastica interna hervor, welche sich durch die fein punctirte Beschaffenheit ihres Querschnittes auszeichnet (Fig. 12). Diese elastische Membran erscheint zuerst am hinteren und am unteren Umfange des Gefäßes und zeigt häufig kurze Unterbrechungen. Unmittelbar oberhalb der Insertionsstelle des Lig. Botalli verschwindet endlich die feine, elastische Längsfaserung der Intima, so dass die Endothelschicht entweder direct den Ringfasern der

<sup>1)</sup> Gimbert, Memoire sur la structure et la texture des artères. Journal de l'anatomie et de la physiologie. ed. Robin. 2. Jahrgang. 1865.

Media aufliegt, oder aber von letzterer nur getrennt ist durch die fein punctirte Elastica interna (Fig. 13).

Bis in die Nähe des Ursprunges der grossen Gefässse des Kopfes und der oberen Extremitäten habe ich diese, durch ihren fein punctirten Querschnitt ausgezeichnete elastische Membran nicht verfolgen können. Statt ihrer finden sich hier an der convexen, oberen Seite des Aortenbogens die muskulös-elastischen Innen-schichten, die vorzugsweise aus der Media aortae entspringend nach den Astabgängen convergiren. Entsprechend der Wachsthumszunahme der Gefässlichtung haben sie seit dem 5. Lebens-jahre nicht unerheblich an Masse zugenommen. Sie gehen über in die Intima und Media der genannten Gefässtämme. Die Intima der letzteren ist relativ dick und führt eine ziemlich beträchtliche Zahl von muskulösen Elementen, denen auch elastische Fasern und Platten beigemengt sind. Unter diesen finden sich, wie bereits K. Bardeleben<sup>1)</sup> in einer sehr interessanten Abhandlung ausführlicher dargelegt hat, zahlreiche longitudinale Muskelfasern. Ebensolche liegen auch in der Tunica media der Carotiden und insbesondere der Subclaviae, wie der genannte Autor angiebt und ich vollkommen bestätigen kann. Die Intima dieser Gefässse führt jedoch auch an manchen Stellen Schichten von bindegewebigem Charakter, welche in einer sehr durchsichtigen Intercellularsubstanz die bekannten netzförmigen und verzweigten Zellen zeigen. Man könnte geneigt sein, aus dieser Thatsache eine Einwendung gegen die allgemeinen Resultate dieser Mittheilung herzuleiten. Jedoch mit Unrecht. Diese bindegewebigen Flecke in der Intima der Carotiden haben eine ganz andere Bedeutung, die sofort klar wird, wenn man erfährt, dass in späterer Zeit analoge Bildungen in sehr vielen Theilen des Gefässsystems auftreten und unzweifelhaft Vorläufer der senilen Veränderungen sind. In diesem Sinne sprechen ebenfalls die in den vorhergehenden Capiteln niedergelegten Erfahrungen. Ich hoffe bei einer anderen Gelegenheit diese nicht minder interessanten und für die pathologischen Vorgänge gewiss bedeutungsvollen Altersveränderungen eingehender besprechen zu können.

<sup>1)</sup> K. Bardeleben, Ueber den Bau der Arterienwand. Sitzungsberichte der med.-naturw. Gesellsch. zu Jena. 1878.

Querschnitte der Aorta descendens in der Höhe des Ligamentum arteriosum treffen, wenn sie senkrecht zu der Verlaufsrichtung dieses Aortenstückes gelegt sind, die äussere Wand des letzteren nur wenige Millimeter unterhalb der Abgangsstelle der Subclavia sinistra. Daher kann es nicht befremden, wenn man an dem linken Umfange eines solchen Querschnittes noch Reste der muskulösen Faserzüge findet, welche die Ursprungsstelle der Subclavia umgeben. Sie setzen sich fort auf der linken Peripherie der absteigenden Aorta als ein muskulös-elastisches Längsband, welches unmittelbar unter der Intima in der Tunica media gelegen ist und im Wesentlichen übereinstimmt mit der analogen Bildung am rechten Umfange der aufsteigenden Aorta. Sie verschwinden erst da wieder, wo die Aorta annähernd einen geradlinigen Verlauf annimmt. In gleicher Höhe liegen am vorderen rechten Umfange der Aorta descendens die Faserwülste des Ligaments, welche unzweifelhafte Merkmale regressiver Metamorphose darbieten. Sie enthalten Stellen, in denen die Zellkerne nicht mehr nachweisbar sind, und im Allgemeinen erscheint ihre Inter-cellularsubstanz hell aber körnig beschaffen. Vielfach gewinnen diese Faserzüge Ähnlichkeit mit narbigem Bindegewebe. Doch unterscheiden sie sich von dem Bindegewebe, welches hier bereits an manchen Stellen zerstreut in der Intima getroffen wird, durch die genannte starke Körnung und Trübung der Inter-cellularsubstanz und durch die immerhin noch nachweisbare Beimischung gröberer elastischer Elemente. Diese Unterschiede sind offenbar keine solchen, dass sie für jede Stelle durchgreifend und entscheidend wären, und in diesem Sinne lässt sich anerkennen, dass zwar einzelne Abschnitte der Faserungen, welche das Ligament in die Aortenwand schickt, eine hyaline und körnige regressive Umwandlung erlitten haben, während doch andere Abschnitte derselben mehr den Eindruck von Narbengewebe hervorrufen. Man wird dadurch von Neuem auf die Thatsache hingewiesen, dass das Muskelgewebe und das Bindegewebe der Intima der Aortenwand vielfache Annäherungen in ihrer histologischen Structur darbieten, ja dass gelegentlich die eine Gewebsform in die andere übergehen kann. So leicht sich das mit derbem Bindegewebe gefüllte frühere Lumen des Ductus von den muskulösen Schichten der Aorta unterscheiden lässt, ebenso schwer

wird es an anderen Stellen zu entscheiden ob eine in ihrer ursprünglichen Structur stark veränderte Ausstrahlung der Faserung des Ductus als bindegewebig zu betrachten sei oder nicht. Die regressive Metamorphose derselben ist offenbar an vielen Stellen mit einer bindegewebigen Umwandlung verknüpft. Und dieses Bindegewebe besitzt den eigenthümlichen hyalinen Charakter, welches auch den Bindegewebsschichten der Intima zukommt.

Die Anordnung der Faserzüge, welche das Ligamentum arteriosum in die Aortenwand schickt, ist im Wesentlichen unverändert dieselbe, wie sie früher im ersten Capitel an der Einmündungsstelle des Ductus beschrieben wurde. Auch ihre räumliche Ausdehnung in der Tunica media aortae ist nicht erheblich grösser oder kleiner geworden. Die Faserungen, welche in die Intima aortae ausstrahlen, sind soweit sie compacte Bündel bilden zumeist hyalin und bindegewebig umgestaltet, während ihre letzten Ausläufer unverändert fortbestehen und sich ohne scharfe Grenze fortsetzen in die dünnen und vielfach unterbrochenen Muskelfaserschichten der tiefsten Lage der Intima der absteigenden Aorta. Bereits in der Höhe der Insertionsstelle des Ligamentes war des Vorkommens dünner Bindegewebsschichten unter dem Endothel erwähnt, die sich an die muskulösen Faserungen innen anlegen. Diese gewinnen 15—20 mm unterhalb der Insertionsstelle des Bandes eine etwas grössere Ausbildung und nehmen weiter abwärts mehr und mehr an Mächtigkeit zu, wie dies bereits in den früheren Lebensepochen gefunden wurde. Auch die Membrana elastica interna, die zuerst in der Gegend des Ligamentes auftritt als eine homogene, glänzende, auf dem Querschnitt bogig ausgezackte Lamelle, verhält sich genau ebenso wie vorher. Sie wird durch die in die Intima einstrahlenden muskulösen Faserbündel des Ligaments in mehrere Blätter zerspalten, welche allmählich wieder zusammenfließen. Sie bildet alsdann im mittleren und unteren Abschnitt der absteigenden Aorta die Grenze zwischen den der Intima zugezählten muskulösen Längsfaserzügen und den concentrisch angeordneten Lamellen der Aortenmedia. An manchen Stellen erleidet sie indessen Unterbrechungen und zuweilen trennt sie sich wieder auf kurze Strecken in mehrere Lamellen, zwischen denen muskulöse Faserungen verschiedener Verlaufsrichtung eingeschlossen sind.

Die Intima der mittleren und unteren Abschnitte der Aorta thoracica descendens ergiebt somit eine Structur, wie sie durch Fig. 14 (Vergr. 520) veranschaulicht werden soll, wobei indessen zu bemerken ist, dass diese Abbildung sich auf eine Stelle des hinteren Umfanges des Aortaquerschnittes bezieht, an welcher die Intima relativ dicker erscheint als an der vorderen Peripherie. Wie bereits in früheren Lebensperioden beobachtet und für das 5. Lebensjahr durch die topographischen Fig. 18—23 genauer nachgewiesen wurde, ist die Intima der Aorta descendens an verschiedenen Stellen von sehr ungleicher Mächtigkeit, wenn sie auch überall im Wesentlichen aus den gleichen Bestandtheilen aufgebaut ist. Fig. 14 entspricht demgemäß einer Stelle aus der Mitte der absteigenden Brustaorta, wo die Intima eher etwas mehr als die durchschnittliche Dicke besitzt. Unter dem Endothel folgt eine breite Zone eines sehr durchsichtigen, fein-streifigen Gewebes, welches einzelne elastische Fäserchen und eine nicht unbeträchtliche Menge von Zellen enthält. Diese stehen allerdings auf dem sehr dünnen, der Abbildung zu Grunde gelegten Schnittpräparate in relativ grossen Abständen. Die Zellen sind zum Theil klein und rund, zum Theil sehr gross und mit mehreren langen, zuweilen anastomosirenden Ausläufern versehen. Es handelt sich hier um jene zuerst von Risse und Virchow an erkrankten Arterien beobachteten, dann von Langhans an gesunden und kranken Gefässen ausführlicher nachgewiesenen Zellformen, welche auf Flächenschnitten der Intima sternförmig oder netzförmig verzweigt erscheinen. Ich habe diese hyaline durchsichtige, subendothiale Lage der Intima mit dem Namen der Bindegewebsslage der Aortenintima bezeichnet, weil damit die Bedeutung dieser Bildung bestimmt ausgedrückt wird. Dieselbe ist in der Literatur wohlbekannt und gehört zu den vielumstrittenen Theilen der Aortenstructur. Henle und Kölliker nannten dieselbe „streifige Lagen“, Eberth beschrieb sie als „innere Faserhaut“, Frey als „homogene längsgestreifte Lage“, Ranvier als „couche interne de la tunique interne“, und ganz neuerdings wurde sie von Algot Key Åberg<sup>1)</sup> eingehender

<sup>1)</sup> Henle, Allg. Anatomie. S. 496. — Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. S. 588. — Frey, Handbuch der Histologie und Histo-

auf ihre bindegewebige Natur und auf die Form ihrer zelligen Elemente geprüft.

Die nächste Schicht der Intima der Brustaorta reicht bis zur Membrana elastica interna. Sie unterscheidet sich durch ihren viel grösseren Reichtum an elastischen Fasern und Membranen, die in einer hyalinen Zwischensubstanz gelegen, von Schnitt zu Schnitt und in jedem Schnitt von Stelle zu Stelle vielfachen Aenderungen der Einzelheiten ihrer Configuration unterworfen sind. Diese elastischen, vorzugsweise längsfaserigen Elemente bilden das auffallendste Structurelement der in Rede stehenden, äusseren Lage der Intima. Allein zwischen ihnen trifft man noch eine grosse Zahl unzweifelhaft muskulöser Elemente, deren Verlaufsrichtung in der Regel gleichfalls der Gefässaxe parallel ist. Sie erscheinen in Fig. 14 demgemäss fast sämmtlich quer durchschnitten. Diese Structureigenthümlichkeiten rechtfertigen mich, wenn ich die äussere Schicht der Intima der absteigenden Aorta als elastisch-musculöse Lage benannt habe. Sie trägt bei Kölliker und Frey den Namen der „elastischen Lamellen“ der Intima, indem diese Autoren ihre Zusammengehörigkeit mit ihrer äussersten Grenzmembran, die indessen zweckmässiger Weise getrennt und als Elastica interna bezeichnet wird, hervortreten lassen. Ranzier erkennt diese Scheidung an, indem er die in Rede stehende Lage der Intima als „couche externe de l'intime“ abgrenzt, und in gleicher Weise hat Algot Key Åberg seine Terminologie eingerichtet. Namentlich aber hat K. Bardeleben die longitudinalen Muskelfasern dieser Schicht der Intima in den verschiedensten Gefässprovinzen nachgewiesen und den Versuch gemacht ihr Vorhandensein mechanisch zu deuten.

Zwischen Intima und Media der absteigenden Aorta differenziert sich an den meisten Stellen eine glänzende, homogene elastische Membran, welche durch ihre grössere Dicke auffällig wird und, wie soeben bemerkt, als Elastica interna unterschieden werden kann. Freilich finden sich viele Stellen namentlich in der Brustaorta, wo diese elastische Membran wenig deutlich ist, ja vielleicht schwächer ausgebildet erscheint als eine oder die

andere Lamelle der elastisch-musculösen Lage. Dies ist indessen nicht häufig der Fall und erklärt sich als Folge einer Zerspaltung der Membran in mehrere Blätter. Die Unterscheidung einer Elastica interna erscheint somit gerechtfertigt und zwar um so mehr, als dieselbe sich in die scharf differenzierte Elastica interna der mittleren und kleineren Arterien direct fortsetzt. In Fig. 14 bemerkt man endlich zu unterst noch zwei Lagen der Tunica media. Es würde über die Grenzen dieser Mittheilung weit hinausführen, wenn ich auch über diese sowie über die Adventitia genaueren Bericht erstatten wollte. Nur eine sehr interessante Erfahrung v. Ebner's glaube ich kurz anführen und bestätigen zu sollen, die Thatsache nehmlich, dass die Zahl der elastischen Häute der Media vom Herzen gegen die Verzweigungen des Gefässbaumes zu abnimmt, aber an jeder einzelnen Stelle von der Fötalperiode bis zum 24. Lebensjahre annähernd constant bleibt.

Diese Darstellung der Structur der Intima der Brustaorta ergiebt, dass dieselbe im Allgemeinen als eine genau bekannte bezeichnet werden kann. Nur ihre eigenthümliche Topographie erscheint als eine wesentlich neue Errungenschaft. Das gleiche aber lässt sich bezüglich der Intima der Bauchaorta (Fig. 15, Vergr. 520) aussagen, auf welche alle soeben besprochenen Gesichtspunkte in ähnlicher Weise anwendbar sind. Die Figur zeigt indessen zwei Eigenthümlichkeiten der Intima dieses Aortenabschnittes, ihre im Allgemeinen beträchtlichere Dicke, sowie die relativ schärfere Differenzirung der Elastica interna. Die Topographie der Intima entspricht zugleich sehr genau denjenigen des 5. Lebensjahres, welche in den Fig. 21—23 versinnlicht ist. Doch verdient noch ein Structurelement, welches allen Beobachtern entgangen zu sein scheint, eine kurze Erwähnung. Es ist das eine unmittelbar unter dem Endothel gelegene elastische Membran, welche sich durch die feinpunctirte Beschaffenheit ihres Querschnittes auszeichnet. Die ersten Spuren derselben hatten wir an der hinteren und unteren Fläche des Arcus aortae unmittelbar oberhalb der Insertion des Ligaments bemerkt. Sie verbreitet sich alsdann über die ganze absteigende Aorta, allein mit vielfachen, grossen Unterbrechungen, so dass sie kaum irgendwo gleichmässig die ganze Innenfläche eines Aortenquerschnittes bedeckt. Ihre Localisation ist in keiner

Weise regelmässig auf bestimmte Regionen beschränkt. Vielmehr tritt sie bald seitlich, bald vorn, bald am hinteren Umfange der Aorta auf, so zwar dass im Allgemeinen die letztgenannte Gegend stark bevorzugt erscheint. In Fig. 14 ist diese Innenhaut unmittelbar unter dem Endothel abgebildet. Sie ist hier in der absteigenden Brustaorta stärker als im Aortenbogen und zeigt in Folge dessen ausser der charakteristischen, fein punctirten Beschaffenheit ihres Querschnittes noch ein weiteres Structurelement. Es sind dies mässig zahlreiche Kernbildungen, welche muthmaasslicher Weise in näherer Beziehung zu der Entwicklungsgeschichte dieser Haut stehen. Ausnahmsweise liegt diese elastische Membran nicht unmittelbar unter dem Endothel, sondern wird von letzterem getrennt durch eine breitere oder schmälere Zone von Bindegewebe, dessen Eigenschaften mit denjenigen der ganzen übrigen Bindegewebslage der Intima übereinstimmen.

An den Abgangsstellen der grösseren und kleineren Seitenzweige der Aorta thoracica und abdominalis haben die vorzugsweise muskulösen Längsfaserzüge, die im ersten Capitel eine ausführlichere Schilderung erfahren haben, keine wesentlichen Aenderungen der Anordnung erlitten. Nur sind sie mächtiger und stärker geworden, und wohl etwas reicher an elastischen Beimengungen. Sie bilden zugleich die Grenze für die Ausbreitung der Bindegewebslage der Intima aortae. An den allergrössten Seitenästen jedoch, an der Coeliaca, sowie an der Mesenterica superior und inferior erstreckt sich das Bindegewebe zuweilen noch in sehr geringer Mächtigkeit  $\frac{1}{2}$ —2 mm in die conisch erweiterten Wurzelstücke dieser Gefässe hinein, um alsdann definitiv zu verschwinden. Es steht diese Thatsache vermutlich in Beziehung zu der eigenthümlichen von Roux<sup>1)</sup> geschilderten Gestaltung der Ursprungsstellen der Aeste und Zweige des Arteriensystems. Die unter dem Endothel der Aorta gelegene, durch ihren fein punctirten Querschnitt ausgezeichnete elastische Membran reicht zumeist weiter über die Grenzen der Bindegewebslage der Intima in die genannten Seitenzweige, sowie in die Renales hinein. Diese besitzen alsdann unmittelbar

<sup>1)</sup> Roux, l. c.

unter dem Endothel zwei dicht an einander gedrängte elastische Membranen, eine innere fein punctirte und eine äussere von glänzend homogener Beschaffenheit. Letztere ergiebt sich als die directe Fortsetzung der eigentlichen, schon beim Fötus gebildeten Elastica interna aortae. Sie erstreckt sich weiterhin gegen die Peripherie der Arterienverzweigung bis in alle terminalen Aeste, während die fein punctirte Elastica höchstens eine mässige Strecke weit in den Stamm dieser arteriellen Seitenbahnen hineinreicht und auch hier keine durchaus regelmässig wiederkehrende Bildung darstellt. Es ergiebt sich somit, dass auch bei 22—24jährigen Individuen die Intima aller Seitenbahnen der Aorta der Bindegewebelage entbeht und im Wesentlichen aus Endothel und Elastica zusammengesetzt ist. Zwischen diese beiden Bestandtheile schieben sich jedoch an vielen Stellen longitudinal gerichtete muskulöse Faserzüge, welche die Verzweigungsstellen umkreisen und in ihrer topographischen Anordnung von diesen bestimmt werden, wie dies bereits im ersten Capitel ausführlich erörtert wurde.

Die Topographie der Bindegewebslagen der Intima an der Theilungsstelle der Aorta, in den Iliacae communes und in allen ihren weiteren Verzweigungen bietet gegenüber derjenigen des 5. Lebensjahres keinerlei Abweichungen. Nur liesse sich anführen, dass die absolute Mächtigkeit dieser nach der Geburt neugebildeten Gewebsschichten zugenommen hat und zwar annähernd im gleichen Verhältnisse wie die übrigen Bestandtheile der Gefässwand. Das Missverhältniss der Weite der Nabelblutbahn zu der Weite ihrer wegsamen Verzweigungen besteht somit auch jetzt im 22.—24. Lebensjahr wenigstens in der Aorta abdominalis und den Iliacae in gleicher Weise fort. Es veranlasst eine stetige Neuproduction von hyalinem Bindegewebe in der Intima. Auch findet man nun reichlicher als früher längsgerichtete Muskelfasern und sparsame elastische Elemente in den tiefen Schichten der Intima des Beckentheiles der Nabelblutbahn. Dieser Bezirk der Intima unterscheidet sich somit von der Intima der absteigenden Aorta durch etwas geringere Dicke und durch eine viel schwächere Ausbildung der muskulös-elastischen Lage, in der namentlich die elastischen Elemente zurücktreten. Letztere verschwinden aber keineswegs vollständig, und

die Elastica interna differenziert sich mit grosser Schärfe. Im Verhältniss zum Querdurchmesser der Arterie gewinnt aber die Bindegewebsslage der Intima an relativer Mächtigkeit, je näher man der Umbilicalarterie kommt. Es gilt dies, wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht auch für den Aortentheil der Nabelblutbahn und erleidet nur an einer Stelle vielleicht eine Ausnahme, nehmlich in der Iliaca interna. Hier war die Bindegewebsslage an dem einen Gefässbaum des 23. Lebensjahres relativ dünn, in dessen immerhin noch nachweisbar, so dass eine vollständige Unterbrechung der Bindegewebsslage der Intima der Nabelblutbahn nicht eintrat. Bis zu diesem Punkte hat auch Baumgarten von der Nabelarterie her die Bindegewebsslagen der Intima verfolgt.

Diese Bindegewebsslagen der Intima beschränken sich mit aller Strenge, wie auch in früheren Lebenjahren auf das Gebiet der Nabelblutbahn, wobei an den Ursprungsstellen der grösseren und kleineren Seitenzweige mit grösster Constanze die eigenthümlichen in Fig. 26 dargestellten topographischen Verhältnisse wiederkehren. Von diesen Seitenbahnen scheint nur die Arteria uterina eine Ausnahme zu bilden, deren Intima regelmässig eine Bindegewebsslage enthielt, wenngleich diese sich nicht als vollständig continuirlich erwies. Dies habe ich wenigstens sowohl bei dem 14jährigen als bei dem 22jährigen Mädchen constatiren können und mit noch grösserer Deutlichkeit in den Arterien der Uteruswand und des Ovarialstroma bei Mehrgebärenden. Gleichwohl halte ich diese Thatsache als regelmässig wiederkehrender Befund noch nicht für hinreichend sichergestellt, wenn er auch durch die menstruellen und puerperalen Caliberänderungen dieser Gefässe eine willkommene Erklärung finden würde. Solche Befunde gewinnen erst dann Bedeutung, wenn die Abwesenheit pathologischer Störungen in zuverlässigster Weise nachgewiesen ist. Diese sind aber keinesweges seltene Vorkommnisse.

Die im Brust- und Bauchtheile der Nabelblutbahn bemerkte, subendotheliale, durch die feine Punctirung ihres Querschnittes ausgezeichnete elastische Membran lässt sich gleichfalls mit mancherlei Unterbrechungen in den Beckentheil der Nabelblutbahn verfolgen. An den Verzweigungsstellen verhält sich dieselbe ganz ähnlich wie an den Ursprungsstellen der grossen

Baucharterien. Namentlich greift sie ziemlich weit in das Gebiet der Iliaca externa über, welche demgemäß in ihrem Anfangstheile zwei dicht an einander liegende elastische Membranen enthält, ähnlich wie die Wurzeln der Coeliaca, Renales und Mesentericae. Die fein punctirte subendotheliale elastische Haut setzt sich auch fort in die Arteria umbilicalis, deren äusserst enges Lumen sie weithin begleitet. Hier schliesst sich an ihre Aussenfläche eine muskulöse Ringmuskelschicht, die vollständig in dem Gebiete der durch den Obliterationprozess neugebildeten Gewebsmassen des früheren Gefässlumens liegt. Diese fein punctirte, subendotheliale elastische Membran findet sich somit mit vielfachen Unterbrechungen in dem ganzen Gebiet der Nabelblutbahn, aber sie übergreift dieses mehrfach an den Rändern. Sie ist zweifellos eine Bildung, die erst nach dem 5. Lebensjahre auftritt und somit documentirt, dass auch nach der Geburt die Intima im Stande ist nicht nur bindegewebige, sondern auch elastische Elemente und Membranen auszubilden. Auch bei der durch pathologische Bedingungen hervorgerufenen Endarteritis fibrosa hat man ähnliche Erfahrungen gemacht. Hier aber im Gebiete der normalen Entwicklung des menschlichen Arteriensystems bemerken wir, dass auch muskulöse Elemente sich in den bindegewebigen Verdickungsschichten der Intima der Umbilicalarterien ausbilden und eine regelmässig gestaltete Ringmusculatur zusammensetzen. Auch die elastisch-muskulöse Lage der Intima der absteigenden Aorta, sowie der Iliaca communis und interna sprechen im gleichen Sinne. Wenn auch diese bereits beim Fötus theilweise vorgebildet waren, so gewinnen sie doch in der extrauterinen Periode des Wachstums sehr bedeutend an Mächtigkeit und an räumlicher Ausdehnung.

Diese Erörterungen führen zugleich zu der Frage, in wie weit auch die elastisch-muskulöse Lage der Intima der Nabelblutbahn durch die Unterbrechung des Placentarkreislaufes in ihrer Entwicklung beeinflusst werde, und in wie weit eine scharfe Trennung dieser von der Bindegewebslage der Intima gerechtfertigt sei. In dieser Beziehung ist zunächst daran zu erinnern, dass die elastisch-muskulöse Lage der Intima sich nicht beschränkt auf das Gebiet der Nabelblutbahn. Sie wurde auch in der aufsteigenden Aorta, und im ganzen Bogen derselben, sowie

in Anonyma, Carotis und Subclavia nachgewiesen. Analoge Bildungen, die sich nur durch ihre bündelförmige Anordnung und durch das Vorwiegen der muskulösen Elemente unterscheiden, fanden sich sogar an allen Verzweigungsstellen der Arterien. Die elastisch-muskulöse Lage hat somit keine unmittelbaren Beziehungen zu den im Augenblicke der Geburt eintretenden Veränderungen des Blutumlaufes. Sie erreicht aber im Gebiete der Nabelblutbahn nach der Geburt eine relativ starke Entwicklung, zweifellos unter dem Einflusse der lebhaften Stoffwechselvorgänge, welche hier zur Bildung der Bindegewebslage führen. Diese sind, wie aus der räumlichen Ausbreitung und Anordnung ebenso wie aus dem zeitlichen Verlauf der Bindegewebsentwicklung hervorgeht, direct abhängig von den Folgen des Ausfalles des Placentarkreislaufes. Beide Bildungen aber, die elastisch-muskulöse wie die bindegewebige Lage gehen an vielen Stellen ohne scharfe Grenze in einander über, wodurch, trotz der in das Auge fallen- den Verschiedenheiten derselben, auch ihre Ähnlichkeiten und verwandtschaftlichen Beziehungen bemerkbar werden. Das hyaline Bindegewebe der Intima der Nabelblutbahn ist als solches wohl charakterisiert durch die wenngleich schwach fibrilläre Beschaffenheit seiner Intercellularsubstanz und durch die flach ausgebreitete Form seiner Zellen, Merkmale, welche bekanntlich bei der Arteriosklerose sich noch viel prägnanter hervorheben. Allein seine tiefsten Schichten gehen zuweilen ohne scharfe Grenze über in die auf dem gleichen Boden entstandenen elastisch-muskulösen Bildungen.

Wenn man die unerklärbaren, aber in so vielen Formeigenthümlichkeiten des Körpers hervortretenden Wirkungen der Erblichkeit in das Auge fasst, kann es kaum sehr merkwürdig erscheinen, dass schon während der Fötalperiode die elastisch-muskulösen Lagen der Intima in der Aorta descendens, wo sie nach der Geburt eine so viel stärkere Entwicklung erlangen, eine relativ weitergehende Ausbildung zeigen als in Carotis und Subclavia. Das Gleiche gilt auch für den analogen Bestandtheil der Intima der Aorta adscendens, der während des ganzen Lebens verhältnissmässig schwach bleibt und überhaupt erst nach der Geburt sich zu differenzieren beginnt. Es sind das Ungleichheiten des Wachsthums verschiedener Theile des gleichen Ge-

webssystemes, welche bei genauerer Prüfung überall im wachsenden Körper wiederkehren. Auch sie bedürfen einer bestimmteren auf die Einzelheiten der ursächlichen Verhältnisse eingehenden Erklärung. Die Anrufung der hereditären Eigenschaften der Gewebe ist ja offenbar nur ein Auskunftsmittel, welches vorläufig verwandte Prozesse analogisirt. Für die Bindegewebsslage der Intima aber, die sich in den ersten Lebensjahren so viel schärfer von den elastisch-musculösen Lagen unterscheidet als später, ist eine solche Causalerklärung durch diese Untersuchungen näher gerückt. Die genaue Prüfung des Zeitmomentes ihrer Entstehung und ihrer räumlichen Ausbreitung hat mit aller Evidenz ihre Abhängigkeit von den Änderungen nachgewiesen, welche die Blutströmung durch den Ausfall des Placentarkreislaufes erleidet.

Indem ich hiermit meine Mittheilungen über die Structur der erwachsenen Aorta vorläufig abschliesse, glaube ich noch in wenigen Worten auf einige Befunde hinweisen zu sollen, welche mit den hier erörterten Fragen keine sehr innigen Beziehungen besitzen. Bekanntlich haben Bresgen und später mit grösserer Ausführlichkeit K. Bardeleben<sup>1)</sup> das häufige Vorkommen von Bündeln glatter Muskelfasern in der Adventitia der Arterien dargesthan. Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, die ausgedehnten Erfahrungen, namentlich des letztgenannten Autors, sorgfältig nachzuprüfen, offenbar weil ich bei dem Freipräpariren der Gefäße die bindegewebigen Umhüllungen zu scharf abtrennte. Indessen gelang es mir doch, diese musculösen Längsfaserbündel der Adventitia an manchen Stellen zu Gesicht zu bekommen und zwar namentlich an den Iliaceae communes, externae und internae, sowie an der Umbilicalis. An erstgenanntem Gefässe, an der Iliaca communis des Erwachsenen, fand ich sie in beiden Fällen sogar ausserordentlich zahlreich, zugleich aber auch in nicht unbeträchtlicher Zahl ringsförmig gelagerte Züge glatter Muskelfasern, welche die longitudinalen Muskelfasern der Adventitia umhüllten. Ein anderes sehr interessantes Structurelement der Adventitia bilden die Pacini'schen oder Vater'schen Körperchen. Ihr sehr häufiges Vorkommen in der Umgebung

<sup>1)</sup> Bresgen, Ueber die Musculatur der grösseren Arterien, insbesondere ihrer Tunica adventitia. Dieses Archiv Bd. 65. 1875. — K. Bardeleben, l. c.

der Aorta und in den Platten des Mesenterium und an vielen anderen Stellen des Körpers ist wohl bekannt. Ich habe sie nicht nur bei Erwachsenen, sondern auch bei Kindern und sogar beim Fötus in grosser Zahl in den äussersten Schichten der Adventitia dieses Aortenabschnittes und in den unmittelbar angrenzenden Bindegewebslagern wiederfinden können. Sie liegen naamentlich an der Vorderfläche der Aorta und besonders dicht in der Nachbarschaft des Ursprungs der Coeliaca und der Mesentericae, also in Gegenden die reich sind an sympathischen Nervengeflechten und Ganglien. Sie verbreiten sich jedoch auch in andere Gefässregionen. Ihr Nachweis gelang in der Umgebung der Carotiden, der Iliacae communes internae und externae sowie in den äussersten Schichten der Adventitia der Arteria femoralis superficialis. Dagegen konnte ich trotz eifrigen Suchens an der Aorta thoracica keine Spur derselben bemerken.

---

Ein kurzer Rückblick auf diese Untersuchungen zeigt, dass am Ende der Fötalperiode die Intima der Aorta und ihrer Zweige nach aussen hin begrenzt wird durch eine elastische Membran, die zuweilen sich in mehrere Blätter zerspalten. Nur an zwei Stellen fehlt dieselbe, an der Aorta adscendens, wo sie erst einige Jahre nach der Geburt nachweisbar wird, sowie an einem Theile der Arteria umbilicalis. Die Intima der fotalen Aorta besitzt aber ausserdem nach innen von diesen elastischen Gebilden und da, wo sie mehrfache Lagen bilden, zwischen denselben zellige Elemente, die gewisse Aehnlichkeiten mit den glatten Muskelfasern der Media besitzen, die aber vorzugsweise aus dem Grunde als muskulöse zu deuten sind, weil sie zu den elastischen Elementen der Intima genau dieselben Beziehungen besitzen, wie sie an den Muskelfasern und elastischen Häuten der Media getroffen werden. Diese muskulös-elastischen Faserzüge finden sich wieder in der Intima der Wurzeln der grossen Halsarterien, während sie in den übrigen Zweigen des Aortensystems des Fötus vollständig oder doch nahezu vollständig fehlen. Nur an der Theilungsstelle der Aorta sowie an allen anderen Verzweigungsstellen der Arterienbahn konnten regelmässig beim Fötus wie in allen späteren Lebensperioden Bündel muskulöser und

elastischer Elemente nachgewiesen werden, welche, theils in der Intima theils in der Media gelegen, schleifenförmig die Theilungsstelle des Hauptstammes umkreisen, und zuweilen noch eine Strecke weit in die Seitenbahnen hineinziehen. Sie haben offenbar die Bedeutung einer Stütze für den Sporn der Theilungsstelle gegen die Gewalt des anprallenden Blutstromes.

Nach der Geburt nehmen die muskulösen und elastischen Fasern der Intima an Zahl und Grösse nicht unerheblich zu, eine Erscheinung, die mit dem Wachsthum aller anderen anatomischen Bestandtheile des Körpers verglichen werden kann. Allein ausserdem entwickelt sich in den ersten Wochen des extrauterinen Lebens unter dem Endothel der Gefässtrecke, welche die kürzeste Verbindung zwischen Ductus Botalli und Arteria umbilicalis darstellt, ein neues Gewebe, das durch die eigenthümliche Gestaltung seiner Zellen, durch die hyaline, schwach fasrige Beschaffenheit seiner Intercellularsubstanz und durch seine relative Armuth an elastischen Elementen sich auffällig unterscheidet und als hyalines Bindegewebe betrachtet werden muss. So gelangt man dazu, die Elastica interna und die sie begleitenden elastischen und muskulösen Schichten als primären Bestandtheil der Aortenintima aufzufassen, während die Bindegewebslage als secundäre Bildung hinzutritt, als unmittelbare Folge des Verschlusses der Arteria umbilicalis und des Ductus Botalli.

Der Umstand, dass diese bindegewebige Schicht der Intima erst nach der Geburt zur Beobachtung gelangt und ein etwas eigenthümliches Gepräge besitzt, ist aber an sich nicht ausreichend um die Beziehungen der Bindegewebsneubildung zu der Unterbrechung des Placentarkreislaufes nachzuweisen. Nur das Studium der topographischen Ausbreitung des neugebildeten Gewebes war im Stande dieses zu leisten. Die ausschliessliche Beschränkung der Neubildung auf die Gefäßbahn, welche vom Ductus arteriosus zur Nabelarterie führt, und namentlich das Verhalten derselben an den Verzweigungs- und Theilungsstellen der Aorta, der Iliacae communes und der Iliacae internae zeigt mit aller wünschenswerthen Sicherheit, dass das in der Einleitung besprochene Missverhältniss zwischen der Weite der Aorta und ihrer Zweige als Ursache der Bindegewebsentwicklung in der Intima zu betrachten sei. Freilich besitzen wir weder verbürgte

Kenntnisse über die wichtigsten Factoren der Blutströmung unmittelbar vor und nach der Geburt, noch haben wir Anhaltpunkte über die Art und Weise, wie diese Factoren auf die Wandstructur der Arterien zurückwirken. Dass aber eine solche Rückwirkung besteht und wie ihre Leistung sich histologisch darstellt, ist durch diese Mittheilung klar und deutlich gezeigt und damit ein neuer Beitrag geliefert zu einer mechanischen Auffassung der histogenetischen Vorgänge.

Fragt man endlich, welche Beziehungen die hier gewonnenen Erfahrungen besitzen für die Deutung der Eingangs erwähnten krankhaften Prozesse in den Nieren, so erkennt man, dass sie vorzugsweise geeignet sind die Hypothese zu stützen, die endarteriitischen Prozesse in der Nierenarterie seien die Folge der in derselben eintretenden Circulationsstörung. Wie bereits in meiner früheren Publication erörtert wurde, gestattet diese Hypothese eine einfache Auffassung der chronischen Nephritiden und speciell der sehr langsam verlaufenden Schrumpfungsprozesse in den Nieren, welche sich als nahezu reine Formen interstitieller Nephritis darstellen. In den frühesten Stadien der Erkrankung konnte bereits die pathologische Vermehrung der Durchlässigkeit der Gefässwandungen namentlich der Glomeruli nachgewiesen werden. Zugleich traten die ersten Spuren der Bindegewebsneubildung in dem Nierengerüste hervor, welche muthmaasslich abhängig sind von der erstgenannten Veränderung. Die weitere Wucherung und Schrumpfung dieses Bindegewebes führt aber nicht nur zu einer Compression zahlreicher Harnkanäle und zu einem Schwund ihrer epithelialen Bestandtheile, sondern auch zu einer Verödung ausgedehnter Abschnitte des Capillarbezirkes, während zugleich Albuminurie eintritt in Folge der immer zunehmenden Durchlässigkeit der Glomerulusschlingen. Diese pathologische Veränderung der Gefässwand hat offenbar eine ähnliche Rückwirkung auf den Blutstrom in den Nierenarterien wie die gleichzeitige Verödung eines grossen Theiles der Capillarbahn: die Strömungswiderstände für den Blutstrom wachsen. Die Nierenarterien, deren Caliber nachgewiesenermaassen sich nicht wesentlich ändert, erscheinen relativ weit im Verhältniss zu der beschränkten und verkleinerten Capillarbahn, welche wegen der abnormen Durchlässigkeit eines Theiles ihrer Wandungen noch

besondere Reibungswiderstände für den Blutstrom bietet. Die Folge davon ist, dass die Intima der Nierenarterie und ihrer Zweige sich durch neugebildetes Bindegewebe in ähnlicher Weise verdickt wie die Aortenwand nach der Unterbrechung des Placentarkreislaufes.

Es ist indessen nicht in Abrede zu stellen, dass diese Auffassung der Nierenschrumpfung, welche nicht allzuweit sich entfernt von derjenigen, welche inzwischen Cohnheim in seinem bedeutungsvollen Handbuche vertreten hat, noch einige Schwierigkeiten bietet. Die Erklärung der consecutiven Herzhypertrophie und mancher anderer Erscheinungen lässt sich aus derselben nicht mit einiger Zuverlässigkeit ableiten. Aus diesem Grunde namentlich wird es nothwendig werden, späterhin den oft unscheinbaren pathologischen Veränderungen des gesamten Arteriensystems etwas näher zu treten.

### Erklärung der Abbildungen.

Taf. X enthaltend Fig. 1—15.

Die Figuren sind sämmtlich bei 520facher Vergrösserung gezeichnet und umfassen jeweils die Intima und den angrenzenden Theil der Media der Aorta. Die Schnittrichtung steht immer senkrecht auf der Axe des Gefäßes.

Fig. 1—5. Aorta eines während der Geburt gestorbenen weiblichen Fötus der 30.—33. Schwangerschaftswoche.

Fig. 1. Vorderer Umfang der Aorta adscendens, oberhalb der Klappenregion.

Fig. 2. Aorta thoracica descendens, 2 mm unterhalb der Einmündung des Ductus arteriosus.

Fig. 3. Von ebenda, 7 mm unterhalb der Einmündung des Ductus arteriosus. Diese Stelle ist in Fig. 16 mit dem Buchstaben b bezeichnet.

Fig. 4. Linker Umfang der Aorta abdominalis in der Höhe der Coeliaca.

Fig. 5. Von ebenda, 11 mm tiefer, unterhalb des Abganges der Renales.

Fig. 6 u. 7. Aorta adscendens eines 4 Jahre alten Mädchens, oberhalb der Klappenregion.

Fig. 6. Vorderer Umfang der Aorta adscendens.

Fig. 7. Rechtseitiger Theil des Umfangs derselben, von dem gleichen Schnitte wie Fig. 6.

Fig. 8. Aorta thoracica descendens eines 63 Tage alten Knaben, 8 mm unterhalb der Insertion des Ligamentum arteriosum.

Fig. 9. Aorta abdominalis eines 153 Tage alten Knaben, unterhalb des Abganges der Mesenterica inferior.

- Fig. 10—15. Aorta eines 22 Jahre alten, an Ileotyphus gestorbenen Mädchens.  
 Fig. 10. Aorta adscendens, oberhalb der Klappenregion, vorderer Umfang.  
 Fig. 11. Vom gleichen Schnittpräparate wie Fig. 10. Rechter Theil des Umfanges der Aorta adscendens.  
 Fig. 12. Hinterer Umfang des horizontalen Theiles des Arcus aortae.  
 Fig. 13. Hinterer Umfang des Arcus aortae unmittelbar oberhalb der Insertion des Ligamentum arteriosum.  
 Fig. 14. Aorta thoracica descendens, hinterer Umfang, 101 mm unterhalb der Insertion des Lig. arteriosum.  
 Fig. 15. Aorta abdominalis, 5 mm oberhalb des Ursprunges der Art. mesenterica inferior. Hinterer Umfang.

Taf. XI enthaltend Fig. 16—28.

Allgemeine Bezeichnungen: a Adventitia; m Media; i Intima. Die Orientierung der Figuren 16—26 ergiebt sich aus dem kleinen, zwischen die Figuren 16, 17, 20 und 21 eingeschalteten Index.

- Fig. 16. Querschnitt der Aorta thoracica, 7 mm unterhalb der Einmündungsstelle des Ductus arteriosus. Weiblicher Fötus der 30.—33. Schwangerschaftswoche, während der Geburt gestorben. Von demselben Präparate, und zwar von der mit b bezeichneten Stelle wurde Fig. 3 gezeichnet. x x Elastisch muskulöse Innenschichten, Ausstrahlungen der Faserung des Ductus arteriosus. Vergrösserung 16.  
 Fig. 17—26. Horizontale Durchschnitte der Aorta und Iliaca communis eines 4 Jahre alten Mädchens; mit allen zufälligen, durch die Härtung und Einbettung der Gefässe bedingten Verzerrungen durch das Zeichnenprisma gezeichnet. Die Intima (i) ist, soweit man sie überhaupt bei der geringen Vergrösserung erkennen kann, dunkler schattirt und durchgängig etwas dicker gezeichnet, als sie auf den Schnitten erscheint.  
 Fig. 17. Querschnitt der Aorta adscendens, oberhalb der Klappenregion. Die Punktirungen in der rechten Hälfte des Gefäßes bezeichnen elastische und muskulöse Faserungen, welche annähernd senkrecht zur Ebene der Zeichnung stehen. Vergrösserung 6.  
 Fig. 18. Querschnitt der Aorta thoracica descendens, 10 mm unterhalb der Insertion des Ligamentum arteriosum. Vergrösserung 6.  
 Fig. 19. Von ebenda, 17 mm unterhalb des Ligaments. Vergr. 6.  
 Fig. 20. Von ebenda, 29 mm unterhalb der Insertion des Ligaments. Vergr. 6.  
 Fig. 21. Querschnitt der Aorta abdominalis durch den Ursprung der Coeliaca. Die Tunica media der Coeliaca ist punctirt. Vergr. 6.  
 Fig. 22. Querschnitt der Aorta abdominalis; 0,5 mm oberhalb des Spornes der Theilungsstelle. Die Arterie erscheint in der Mitte eingeschnürt durch zwei Vorsprünge, in welchen längsgerichtete Muskelfasern verlaufen, welche durch Punkte angedeutet sind. Die Membrana elastica interna ist bei der stärkeren 12fachen Vergrösserung wahrnehmbar.

- Fig. 23. Querschnitt der Aorta abdominalis durch die Theilungsstelle. Längsmuskeln durch Punkte und Striche angedeutet. Vergr. 12.
- Fig. 24. Horizontalschnitt durch die Iliacae communes; 0,25 mm tiefer als Fig. 23. Der vordere und der hintere Zug von Längsmuskeln haben sich vereinigt und durchflechten sich. Vergr. 12.
- Fig. 25. Von ebenda, aber 1,25 mm tiefer als Fig. 24. Die longitudinalen Muskelfasern sind durch Punkte angedeutet. Vergr. 12.
- Fig. 26. Querschnitt der Arteria iliaca communis dextra unmittelbar oberhalb ihrer Theilung in Iliaca externa und interna. Das Gefäss erscheint von beiden Seiten her eingeschnürt durch longitudinale, durch Punkte angedeutete Muskelbündel, welche zur Theilungsstelle hinziehen. Die untere linke Hälfte des Gefäßes entspricht der Iliaca interna und zeigt eine sehr dicke Intima; dagegen führt die obere rechte Hälfte des Querschnittes in die Iliaca externa. Ihre Intima besteht nur aus Endothel und Elastica, von denen bei der geringen Vergrösserung nur letztere wahrnehmbar ist. Vergr. 12.
- Fig. 27. Schematisch gehaltene Reconstruction der longitudinalen Muskelfaserbündel an der Theilungsstelle der Aorta, sowie am Ursprunge der Arteria mesenterica inferior (b). Das Gefäss ist durch einen Frontalschnitt halbiert, und die Innenfläche der vorderen Wand gezeichnet. Nach einer Schnittreihe aus dem 5. Lebensjahr.
- Fig. 28. Schematische Darstellung der topographischen Ausbreitung der Bindegewebsschicht der Intima des Aortensystems eines 4 Jahre alten Kindes. Die Bindegewebsschicht ist durch dunklere Färbung angedeutet. I e Ie Arteriae iliacae externae. u u Arteriae umbilicales.