

**A r c h i v**  
für  
**pathologische Anatomie und Physiologie**  
und für  
**klinische Medicin.**

---

Bd. CVI. (Zehnte Folge Bd. VI.) Hft. 3.

---

**XX.**

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

Von Prof. Dr. R. Thoma,  
Director des pathologischen Instituts in Dorpat.

Siebente Mittheilung.

**Die Arteriosclerosis nodosa.**

(Schluss.)

(Hierzu Taf. VI – VII.)

---

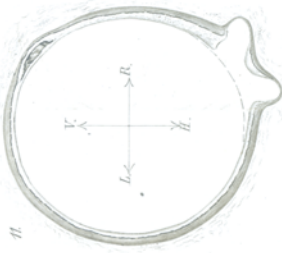
In der fünften und sechsten Mittheilung<sup>1)</sup> wurden diejenigen hügel förmigen Verdickungen der Intima arteriosclerotischer Gefäße erörtert, welche keine näheren Beziehungen zu den Verzweigungsstellen der arteriellen Bahn erkennen lassen, und durch einfache circumscribede Dehnungen der Media bedingt sind. Ganz ähnliche Veränderungen finden sich indessen sehr häufig an den Verzweigungsstellen, und es ist eine allgemein anerkannte Thatsache, dass gerade diese Stellen mit Vorliebe der Erkrankung unterliegen. Insbesondere erscheinen in dieser Beziehung die Wurzeln der intercostalen und lumbalen Arterien bevorzugt. In stärker ausgeprägten Fällen der Erkrankung trifft man jedoch knotige, arteriosclerotische Verdickungen auch an den Wurzeln

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. 105. S. 1 u. 197.

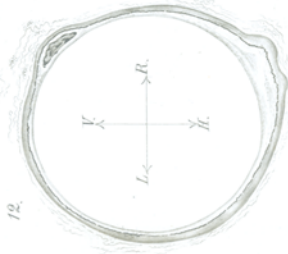


Thoma del. nat. del.

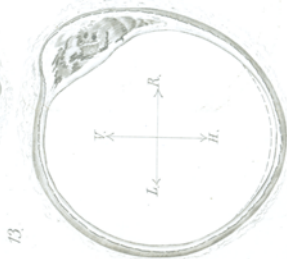
V. Frechmann sc.



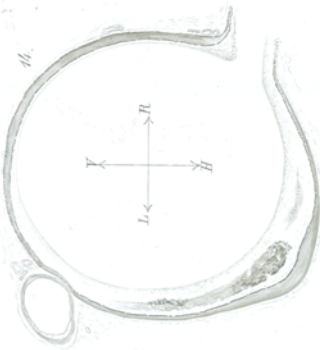
11



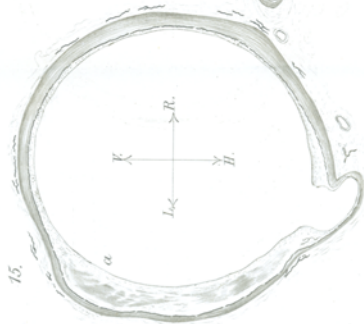
12



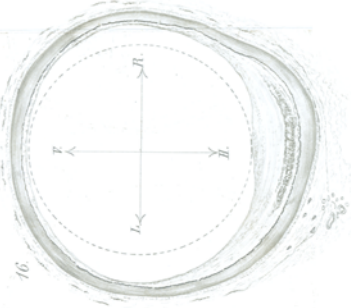
13



14



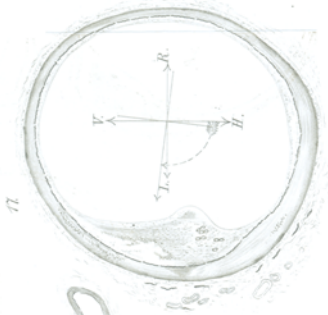
15



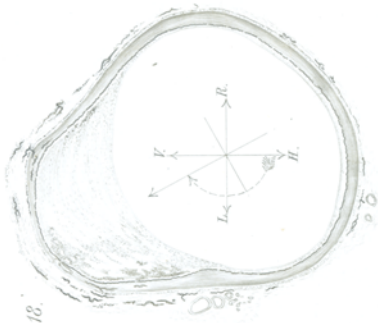
16



20 A.



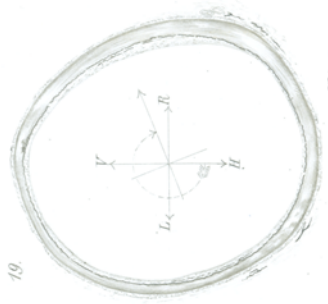
17



18



20 B.



19

der Renales, der Coeliaca und der Mesentericae; und analoge Veränderungen zeigt die Arteria femoralis sehr häufig an der Stelle, an welcher die Profunda femoris abgeht. Namentlich Virchow hat bereits mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass mechanische Bedingungen für diese eigenartige Localisation maassgebend wären, und er glaubte, diese mechanischen Momente in Insulten zu finden, welchen die Theilungsstellen der arteriellen Bahn vorzugsweise durch den Anprall der Blutwelle ausgesetzt seien. Die Untersuchung mit Paraffin injicirter und dann in gespanntem Zustande erhärteter Arterien führt aber zu einer anderen, indessen gleichfalls mechanischen Erklärung.

In Fig. 3 ist in natürlicher Grösse ein Theil eines frontalen Längsschnittes der primär arteriosclerotischen Aorta abdominalis gegeben, welcher dem in der dritten Mittheilung<sup>1)</sup> auf Taf. VII Fig. 13 abgebildeten Gefässbaume angehört. Dieser Längsschnitt ist auf Grundlage jener Profilzeichnung reconstruirt aus einer Reihe von Querschnitten, welche durch das gehärtete, mit Paraffin injicirte Gefäss gelegt wurden. Man findet nun hier in Fig. 3 bei a die gleichfalls im Längsschnitte getroffene Art. renalis dextra, und bei b die Renalis sinistra. Auf dem Längsschnitte der Aorta unterscheidet man ferner ohne Schwierigkeit zwei Wandschichten, eine äussere dünnere, welche der Tunica media und adventitia entspricht, und eine innere, um vieles breitere, die bindegewebig verdickte Intima. Letztere zeigt namentlich im linken Umfange der Aorta, nach abwärts von der Art. renalis sinistra eine sehr erhebliche Dickenzunahme, und man kann hier in der Intima eine dunkle Zeichnung erkennen, welche einem theilweise verkalkten Atheromheerde entspricht.

Von den zahlreichen Querschnitten, welche zur Reconstruction dieses Bildes dienten, sollen nur zwei genauer erörtert werden. Die topographische Lage dieser beiden Schnitte ist in Fig. 3 durch die punctirten Linien a b und c d gegeben. Auf dem Schnitte a b erkennt man, dass entsprechend der aus Fig. 3 sich ergebenden Krümmung der Aortenaxe und entsprechend den Ursprungsverhältnissen der beiden Arteriae renales, das Lumen der Aorta annähernd die Gestalt einer Ellipse mit frontal gerichteter

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. 104. 1886.

kleiner Axe besitzt. Es ist dies eine Gestaltung des Lumen, welche nach den Erörterungen der dritten Mittheilung unter den gegebenen Verhältnissen mit Bestimmtheit zu erwarten war. Die Tunica media dagegen zeigt in dem genannten Schnitte mehrere unregelmässig ausgebauchte und verdünnte Stellen. Diese sind in gewöhnlicher Weise durch bindegewebige, zum Theil verkalkte Verdickungen der Intima sehr vollkommen compensirt. Es finden sich somit auf dem Querschnitte a b keine Veränderungen, welche nach den früheren Erörterungen nicht einer einfachen Erklärung zugänglich wären.

In durchaus anderer Weise gestalten sich jedoch die Verhältnisse in Schnitt c d, welcher in Fig. 2 bei 4facher Vergrößerung wiedergegeben ist. Auch hier besitzt das Lumen eine elliptische Gestalt, allein in der linken Hälfte des Gefässes findet sich eine breite, halbmondförmige Verdickung der Intima, an einer Stelle, an welcher die Media eine geringe Verdünnung erkennen lässt. Zugleich ist die Media in einige grobe Falten gelegt, welche auf dem Querschnitte sich durch die leicht wellige Gestaltung der Media geltend machen.

Man könnte nun geneigt sein, diese Veränderungen auch hier auf eine einfache, primäre Dehnung der Media zu beziehen, welche sich etwa zufälliger Weise gerade an einer Verzweigungsstelle entwickelt hätte. Allein mit einer solchen Erklärung kann man in keiner Weise der Thatsache gerecht werden, dass solche Veränderungen, wie erwähnt, so ausserordentlich häufig gerade an den Verzweigungsstellen auftreten. Man wird deshalb den Einzelheiten des anatomischen Befundes etwas grössere Aufmerksamkeit zuwenden müssen.

Eine Vergleichung der früher, im 104. Bande dieses Archivs, Taf. VII Fig. 13 gegebenen Gesamtansicht dieser Aorta abdominalis zeigt, wie übrigens auch mit geringerer Deutlichkeit aus Fig. 3 beiliegender Tafel hervorgeht, dass in der Gegend des Ursprunges der Renales die im Gefolge der primären Arteriosclerose stark S-förmig verkrümmte Aorta weit nach rechts dislocirt ist. In der That reichte hier die Aorta weit über die Mittellinie nach rechts hinaus und war zugleich an der Vorderfläche der Wirbelsäule nach abwärts gerückt. Daraus musste nothwendiger Weise eine Anspannung der Arteria renalis sinistra

entstehen, während zugleich der Winkel, welchen man zwischen der Axe der Aorta und der Axe des Anfangstheiles der Renalis sinistra in der Richtung nach abwärts sich gelegt denken kann, an Grösse zunahm. Der stärker gespannte Stamm der Renalis sinistra konnte dem entsprechend die Aortenwand trichterförmig ausziehen. Diese Verzerrung musste aber in Folge der Aenderung des Astwinkels vorzugsweise am unteren Umfange des Ursprungskegels sich geltend machen. Zugleich entstanden meridionale Falten in diesem Ursprungskegel und in dem angrenzenden Theile der Aortenwand, wie dies auch in der Media auf Fig. 2 ersichtlich ist.

Als Beweismittel hat allerdings diese Faltung der Tunica media nur geringe Bedeutung, da dieselbe möglicherweise auch eine Folge sein könnte der durch die Erhärtung des Präparates herbeigeführten Schrumpfung der Gewebe. Dagegen ergibt sich die trichterförmige Hervorziehung der Media in zuverlässiger Weise aus dem anatomischen Befunde. Sie wurde die Veranlassung zu einer compensatorischen Endarteriitis, welche das Lumen wieder auf eine, dem Blutstrom adäquate Gestalt verjüngte. Ungeachtet der starken Difformität der Media ist das Lumen, wie Fig. 2 zeigt, wieder von genau elliptischer Gestalt<sup>1)</sup>. Dass dabei die Aorta unterhalb des Abganges der Renales enger ist als oberhalb, erscheint selbstverständlich, da dieses Verhältniss in gleicher Weise bei jeder normalen Aorta zutrifft. Nachträglich stellte sich dann, wie in anderen arteriosclerotischen Bindegewebsheerden der Intima so auch hier ein atheromatöser Zerfall und eine Verkalkung der neugebildeten Bindegewebslagen ein. Denn auch diese Ausbauchungen der Media entstehen offenbar nur allmählich und besitzen einen progressiven Charakter, so dass die neugebildeten Gewebe der Intima einer fortschreitenden Dehnung unterliegen, welche im Anschlusse an die Erörterungen der vierten Mittheilung als maassgebendes Moment für das frühzeitige Auftreten degenerativer Prozesse betrachtet werden kann.

Man hat es hier mit einer compensatorischen Endarteriitis zu thun an einer Stelle, an welcher durch die Verkrümmung der

<sup>1)</sup> Die kleine Axe der Ellipse steht frontal.

Aorta ein Zug auf ihre Wand resultirte. Dieser Zug wurde seitens der linken Niere ausgeübt, die in ihrer Lage vielleicht gleichfalls etwas verschoben wurde. Doch ist die linke Niere im Allgemeinen so fest in ihrer normalen Stellung fixirt, dass auch bei ihrer Verschiebung eine geringe Spannung sich ergeben musste, welche durch die Arteria renalis auf die Aortenwand übertragen wurde. Da aber diese Spannung, entsprechend der allmählich zunehmenden Verkrümmung der Aorta längere Zeit unterhalten wurde, war sie auch im Stande die durch primäre Arteriosclerose geschwächte Wand der Aorta in ihrer Gestaltung zu stören und in der beschriebenen Weise trichterförmig hervorzuziehen. Unter diesen Umständen erscheint es begreiflich, dass an der Wurzel der rechten Nierenarterie keine derartige Veränderung sich fand, da die Ursprungsstelle dieser Arterie ihrer Endverzweigung, der rechten Niere, näher gerückt wurde. Allein man wird aus diesem Befunde nicht den Schluss ziehen dürfen, dass solche Veränderungen niemals gleichzeitig an den Ursprungsstellen beider Nierenarterien vorkommen könnten, und zwar aus dem Grunde, weil die Verkrümmung der Aorta vielfach auch die Verzweigungswinkel beeinflusst. Die weiterhin mitzutheilenden Erfahrungen zeigen aber mit grösserer Schärfe, dass eine Aenderung dieser Winkel ähnliche Störungen hervorruft.

Nach diesen Erörterungen, zu welchen sich der gegebene Befund vorzugsweise eignete, weil hier an der Arteria renalis die Verhältnisse bereits mit unbewaffnetem Auge leicht verfolgt werden können, erscheint es begreiflich, weshalb so häufig circumscripte, bindegewebige Verdickungen der Intima sich an den Ursprungsstellen der intercostalen und lumbalen Arterien finden. Letztere sind in ihrem weiteren Verlaufe ganz besonders fest an das Skelet befestigt, so dass schon eine leichte Verkrümmung und Verschiebung der Aorta ausreicht, um die genannten Arterien auf der einen oder der anderen Seite, oder sogar auf beiden Seiten in Spannung zu versetzen. Dies gilt um so mehr, als die Aorta zwar nicht ausschliesslich, aber doch vorzugsweise durch die intercostalen und lumbalen Arterien in ihrer Lage festgehalten wird.

Eine genaue Untersuchung dieser Verhältnisse habe ich bis jetzt erst für die Aorta abdominalis und für den untersten Ab-

schnitt der Aorta thoracica descendens durchgeführt. Dabei zeigte es sich in der That, dass die arteriosclerotischen Hügelbildungen, welche an den Ursprungsstellen der intercostalen und lumbalen Arterien vorkommen, mit einer trichterförmigen Ausziehung der Media verknüpft sind. Ehe ich jedoch auf die Einzelheiten dieser Untersuchungen eingehe, habe ich einiger fremder Arbeiten zu gedenken, welche für diese Fragen indirect von Bedeutung sind. Vor einer Reihe von Jahren hat Schwalbe<sup>1)</sup> den Einfluss der Wachstumsverschiebungen auf die Gestaltung des Arteriensystemes geprüft. Er zeigte, dass gewisse Ungleichmässigkeiten bestehen zwischen dem Längenwachsthum der Aorta descendens einerseits und dem Längenwachsthum der Vorderfläche der Brust- und Lendenwirbelsäule andererseits. Während der Fötalperiode und während der ersten 20 Wochen des extrauterinen Lebens wächst die Aorta etwas langsamer als die Vorderfläche der Wirbelsäule. Daraus ergibt sich eine Verschiebung in der Verlaufsrichtung der intercostalen und lumbalen Arterien, wodurch diese eine fächerförmige Anordnung gewinnen. Späterhin bis zum vollendeten Wachsthum kehrt sich aber dieses Verhältniss um, so dass bei Erwachsenen die Aorta relativ länger zu sein pflegt.

Ungeachtet der hierbei eintretenden, nicht unerheblichen Verschiebungen der Aorta auf der Vorderfläche der Wirbelsäule beobachtet man aber, wie meine Untersuchungen lehren, unter normalen Verhältnissen am Schlusse der Wachstumsperiode keine auffälligen Structurveränderungen an den Ursprungskegeln der Art. intercostales und lumbales. Diese Thatsache lässt sich nur in der Weise deuten, dass bei den physiologischen Verschiebungen der Aorta auf der Wirbelsäule die intercostalen und lumbalen Arterien durch Wachsthumsvorgänge entsprechend verlängert und verkrümmt werden, so dass aus diesen Verschiebungen keine Dehnungen und Verzerrungen der Gefässe und ihrer Lumina sich ergeben, welche zu einer bindegewebigen Verdickung der Intima führen müssten.

Schwieriger wird die Beurtheilung dieser Verhältnisse für

<sup>1)</sup> Schwalbe, Ueber Wachstumsverschiebungen und ihr Einfluss auf die Gestaltung des Arteriensystemes. Jena'sche Zeitschrift für Naturwissenschaft. Bd. XII. 1878.



die späteren Lebensalter, weil aus den Mittheilungen Schwalbe's sich nicht mit Genauigkeit feststellen lässt, ob er vollkommen normale Arterien gemessen hatte, oder ob er sich damit begnügte, gröbere pathologisch-anatomische Veränderungen auszuschliessen. Jedenfalls aber wird man entsprechend den Ausführungen dieses Autors in den senilen Veränderungen der Krümmung der Wirbelsäule, sowie in der gleichzeitigen Abnahme der Höhe der Bandscheiben ein Moment erblicken, welches geeignet ist, die in späteren Lebensaltern noch stärker hervortretende relative Längenzunahme der Aorta und das von Schwalbe beobachtete Herabrücken ihrer Theilungsstelle zu erklären. Zugleich erscheint es mir jedoch durch meine Untersuchungen festgestellt, dass wenigstens in Fällen von primärer Arteriosclerose ein Theil dieser relativen Längenzunahme der Aorta die Folge ist einer zur Arteriosclerose führenden Dehnung der Gefässwand, welche eine absolute Verlängerung der Aorta bewirkt.

Im höheren Lebensalter treffen somit häufig zwei Ursachen zusammen, um eine Verschiebung der Aorta auf der Wirbelsäule herbeizuführen, die von Schwalbe berücksichtigten senilen Verkrümmungen und Verkürzungen der Wirbelsäule einerseits und die zur Arteriosclerose führenden Dehnungen und Verlängerungen der Aorta andererseits. Diese Auffassung der Verhältnisse findet ihre zuverlässigste Begründung in den Verkrümmungen und Dehnungen der Arterien, welche man in Fällen von primärer Arteriosclerose bei jüngeren Individuen beobachtet. In der dritten und vierten Mittheilung wurden diese Dehnungen und Verlängerungen arteriosclerotischer Gefässe eingehender erörtert. Die gewonnenen Resultate konnten noch weiter begründet werden durch analoge Erfahrungen an Arterien, deren zugehörige Skeletabschnitte keine Längenveränderung im höheren Lebensalter aufweisen, an den *Arteriae femorales*, *temporales* und *radiales*. Diesen kann ich nunmehr noch gleiche Befunde an den Arterien der Hirnhäute, der Kniekehle und des Unterschenkels an die Seite stellen. In der That ist man im Stande in allen hochgradigen Fällen von primärer Arteriosclerose die pathologischen Verkrümmungen und Schlingelungen der arteriellen Bahn ohne weitere Hülfsmittel an allen Körperarterien zu erkennen, und

sich davon zu überzeugen, dass sie einer sehr erheblichen Längenzunahme der Stämme und Zweige entsprechen.

Die Verschiebung der Aorta auf ihrer knöchernen Unterlage, der Wirbelsäule, wenn sie nach vollendetem Wachstume eintritt, ist aber offenbar ein Factor, welcher geeignet ist, die intercostalen und lumbalen Arterien anzuspannen, und damit eine Missstaltung ihrer Ursprungskegel hervorzurufen. Ob nun in vollkommen normalen Arterien die durch senile Veränderungen der Wirbelsäule bedingte Missstaltung dieser Ursprungskegel ausgeglichen werden kann durch innere Umbildung der ganzen Gefässwand in ähnlicher Weise, wie dies während der Wachsthumperiode der Fall ist, bleibt zunächst unbekannt. Jedenfalls aber wird sich finden, dass die bei primärer Arteriosclerose eintretenden Missstaltungen im Wesentlichen durch Bindegewebsneubildung in der Intima compensirt werden. Zu der Erklärung dieser Thatsache wird man darauf hinweisen müssen, dass die im Gefolge der primären diffusen Arteriosclerose eintretenden Verschiebungen der Arterien gegenüber ihrer Umgebung ungleich beträchtlichere sind und auch zu ausgiebigeren Verkrümmungen führen. Zugleich aber wird man als zweiten wichtigen Factor in Berücksichtigung ziehen müssen, dass nach allen früheren Erörterungen bei der primären Arteriosclerose eine geringere Widerstandsfähigkeit der Gefässwand und speciell der Tunica media derselben vorliegt, welche einer stärkeren Difformirung Vorschub leistet.

Gegen die Annahme einer geringeren Widerstandsfähigkeit der Wandung arteriosclerotischer Gefässe könnte man die in allen wesentlichen Punkten übereinstimmenden Untersuchungen von Polotebnow<sup>1)</sup> und von Israel<sup>2)</sup> anführen. Diese haben Stücke von Arterienwänden mit Gewichten belastet und die sich dabei einstellende Dehnung gemessen. Es ergab sich, wie dies auch die einfache manuelle Untersuchung entsprechender Arterien lehrt, dass normale Arterienwände einer vorübergehenden Anspannung gegenüber um Vieles dehnbarer sind als arteriosclero-

<sup>1)</sup> Polotebnow, Sclerose des arteriellen Systems als Ursache consecutiver Herzerkrankungen. Berliner klinische Wochenschrift. 1868. No. 35.

<sup>2)</sup> Israel, O., Ueber erworbene Störungen in den Elasticitätsverhältnissen der grossen Gefässe. Dieses Archiv Bd. 103. 1866.

tische. In Fällen von Arteriosclerose gelingt es ohne grosse Schwierigkeit die Gefässwand zu zerreißen, aber letztere ist wenig zu dehnen, während normale Arterienwände durch geringe Spannung ausgiebig verlängert werden, um später, nach Wegfall der Spannung, wieder annähernd ihre ursprüngliche Länge anzunehmen. Die normale Arterienwand besitzt demnach im Sinne der Mechanik eine geringe aber sehr vollkommene Elasticität, während die arteriosclerotische Gefässwand wenig dehnbar ist. Es erklären sich damit die zuerst von Marey<sup>1)</sup> genauer gewürdigten, für die Arteriosclerose charakteristischen Qualitäten des Pulses, ebenso wie die Hypertrophie des linken Ventrikels des Herzens. Aber diese Untersuchungen beziehen sich sämmtlich nur auf die Wirkung vorübergehender Anspannungen der Gefässwände und lassen die elastische Nachdehnung, sowie die Folgen einer längeren Belastung und Spannung, auf die es für vorliegende Fragen allein ankommen würde, unberücksichtigt. Aus diesem Grunde sind die an sich sehr interessanten Versuche jener Autoren nicht zu verwenden für die Beurtheilung der bei der Arteriosclerose eintretenden Erweiterung und Dehnung der arteriellen Bahn. Man ist zunächst wieder auf die Ergebnisse der anatomischen Untersuchung angewiesen, wenn man letztere verfolgen will. Die anatomische und histologische Untersuchung injicirter Gefässe aber zeigt, wie dies in der dritten und vierten Mittheilung ausführlich erörtert wurde, dass die arteriosclerotische Gefässwand, ungeachtet der Verstärkung, welche sie durch die bindegewebige Verdickung der Intima und durch die Hypertrophie der Media anscheinend gewinnt, dem Blutdrucke auf die Dauer nicht gewachsen ist. Daraus ergibt sich aber direct, dass die sclerotische Arterienwand einer längere Zeit bestehenden Spannung gegenüber weniger widerstandsfähig ist als normal.

Die weitere Verfolgung der Arteriosclerosis nodosa an den Wurzeln der intercostalen und lumbalen Arterien macht zunächst ein etwas genaueres Eingehen auf die Gestaltung der normalen Aorta wünschenswerth. Der zur Gefässaxe senkrechte Querschnitt des Lumen der letzteren stellt, entsprechend den Erörterungen der dritten Mittheilung einen Kreis oder eine Ellipse

<sup>1)</sup> Marey, Nouveau dictionnaire de médecine. Paris 1864. T. II. p. 737.

dar. Nur durch die Ursprünge der intercostalen und lumbalen Arterien erleidet diese regelmässige Gestalt eine Abweichung und Ausbauchung, wie dies in Fig. 10 und 1 abgebildet ist. Die Fig. 10 giebt in 3facher Vergrößerung eine Reihe von Querschnitten das Lumen eines völlig normalen, annähernd kreisrund cylindrischen Abschnittes der Aorta abdominalis. Diese Schnitte wurden bei stärkerer Vergrößerung mit Hülfe der Camera lucida direct vom Paraffinblock gezeichnet. An denjenigen Stellen aber, an welchen der Querschnitt des Gefässlumens vom Kreise abweicht, ist letzterer als punctirte Linie eingetragen. Die verschieden grossen Höhenabstände der Schnitte, welche in Fig. 10 keine Berücksichtigung finden konnten, ergeben sich aus Fig. 1 (Vergl. 10). Diese Figur stellt einen Längsschnitt dar durch den Ursprung der linken Lumbalarterie der Fig. 10. Er wurde reconstruirt aus den Schnitten der Fig. 10, was bei Beurtheilung desselben nicht ausser Acht zu lassen ist. Es stellt aber in Fig. 1 die Linie a b die Stellen dar, an welchen die auf Fig. 10 in das Gefässlumen eingeschriebenen Kreise die Ebene der Zeichnung schneiden.

Man überzeugt sich in diesen beiden Figuren, dass die Abweichung, welche das Gefässlumen von der Kreisgestalt darbietet, bedingt ist durch die Ursprungskegel der Art. lumbales. Roux<sup>1)</sup> hat wesentlich die gleichen Formen gefunden durch die Untersuchung von Corrosionspräparaten. Und mit einem solchen stimmt im Wesentlichen Fig. 4 überein. Es ist dies eine Profilansicht einer annähernd normalen Art. lumbalis, welche mit Hülfe der Camera lucida von Abbe bei 9facher Vergrößerung direct von dem Paraffinausgusse des Gefässes gezeichnet wurde. Die punctirte Linie a b, welche gewonnen wurde durch Zersägung der Aorta und Ausmessung ihrer Querschnittsflächen in der früher beschriebenen Weise, giebt zugleich wie in Fig. 1 die Stellen, an welchen die in das Gefässlumen eingeschriebenen Kreise die Ebene der Zeichnung schneiden. Diese Ebene ist zugleich die Verzweigungsebene (Stammmaxenradialebene Roux) der gegebenen Art. lumbalis. Ich würde diese, mit den Erfahrungen von Roux so genau übereinstimmenden Befunde nicht

<sup>1)</sup> Roux, Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaft. Bd. XII. 1878.

eingehender erörtert haben, wenn derselbe auch die Querschnittsflächen des Aortenlumen im Allgemeinen und speciell die durch die Art. lumbales und intercostales zu legenden Schnittflächen beschrieben hätte. Letztere gewinnen hier eine besondere Wichtigkeit, weil sie den Maassstab abgeben sollen für die Prüfung der pathologischen Veränderungen.

Ehe man sich jedoch zu diesen wendet, ist es angezeigt, noch die Structur der Aortenwand an diesen Ursprüngen der intercostalen und lumbalen Arterien zu erörtern. In dieser Beziehung kann ich zunächst auf die in der ersten Mittheilung niedergelegten Befunde verweisen. Dort wurde gezeigt, dass die Theilungsstellen der Arterien von schleifenförmig angeordneten Bündeln glatter Muskelfasern umkreist werden<sup>1)</sup>. Diese, theils in der Intima, theils in der Media gelegenen Muskelschleifen, dienen offenbar als eine Stütze für den Sporn der Theilungsstelle, welcher in Fig. 7<sup>2)</sup> doppelt durchschnitten erscheint und in Form von zwei scharfkantigen Erhebungen an der Innenfläche des Gefässes bemerkbar wird. Die Muskelschleifen sind in Fig. 7 wiedergegeben als dunkelschraffierte, zwischen Media und Intima eingeschaltete, annähernd dreieckige kleine Flächen c und d. Zugleich aber bilden die Muskelschleifen die Grundlage des bindegewebigen Saumes oder Wulstes, dessen freier Rand zuweilen etwas abgerundet, häufiger schneidend scharfkantig, als vorderster Theil des Spornes den Blutstrom theilt. Dieser bindegewebige Saum fehlt an den Wurzeln der lumbalen und intercostalen Arterien niemals und er scheint auch allen übrigen Theilungsstellen der arteriellen Bahn in mehr oder weniger ausgesprochener Weise zuzukommen. Derselbe ist in Fig. 6 bei 7,25facher Vergrößerung<sup>3)</sup> abgebildet an der Wurzel der Arteria mesenterica inferior einer völlig normalen Aorta. (Fall 1 der 3. und 4. Mittheilung.)

Speciell an den Wurzeln der lumbalen Arterien ist jedoch

<sup>1)</sup> Vergl. dieses Archiv Bd. 93. Taf. XI. Fig. 22—27.

<sup>2)</sup> Vergrößerung 7,24. Normale Gefässwand mit Camera lucida gezeichnet nach einem in Celloidin eingebetteten Dünnschnitte, ohne Berücksichtigung des Befundes am Paraffinausguss.

<sup>3)</sup> mit Hülfe der Camera lucida nach einem in Celloidin eingebetteten Dünnschnitte gezeichnet.

die Höhe und Mächtigkeit dieses bindegewebigen Saumes am Sporne der Theilungsstelle etwas veränderlich. In Fig. 8 und 9<sup>1)</sup> erscheint er bereits etwas höher. Es sind dies zwei Durchschnitte durch die Aorta abdominalis des Falles 3 der dritten Mittheilung. Diese Aorta liess bereits die ersten Spuren beginnender Arteriosclerose erkennen. Der zugehörige in Fig. 4 gezeichnete Paraffinausguss des Lumen besitzt aber völlig normale Gestaltung. Wenn also der Sporn höher ist als normal, so muss man bereits an eine geringe, durch Arteriosclerose bedingte, trichterförmige Ausziehung der Media denken, welche die Umgebung der linksseitigen lumbalen Arterie betrifft. Entsprechend der an der gegebenen Stelle nach rechts gerichteten Verkrümmung der Aorta<sup>2)</sup> sind die Erhebungen des Sporns an der correspondirenden rechtsseitigen Art. lumbalis weniger ausgeprägt. Es ist dies sehr charakteristisch, da nothwendiger Weise, bei der Verschiebung eines Aortenquerschnittes nach rechts, die rechtsseitigen Lumbalarterien in der Mehrzahl der Fälle weniger angespannt werden, als die linksseitigen.

Man würde die soeben geschilderten Veränderungen kaum als pathologische deuten können, wenn nicht die weitere Verfolgung dieser Frage ausgeprägtere Befunde liefern würde. In Fig. 11, 12 und 13 sind bei 3facher Vergrösserung Querschnitte<sup>3)</sup> gegeben durch die Wurzel zweier Lumbalarterien des Falles 10 der 3. Mittheilung, welcher sich als hochgradige Arteriosclerose erwies. Die Aorta ist an der entsprechenden Stelle, etwa 3 cm unterhalb des Abganges der Renales, stark nach links verkrümmt und dislocirt, und zugleich in geringem Grade nach links um ihre Axe gedreht. Diese Drehung ist Folge des Umstandes, dass der hintere Umfang der Aorta durch die Lumbalarterien auf der Vorderfläche der Wirbelsäule befestigt ist, während die vordere Hälfte der Aorta einer gleich zuverlässigen Befestigung entbehrt, und deshalb leichter der Verkrümmung nachgiebt. Aus diesen Dislocationen der Aorta nach links ergibt sich eine

1) Vergrösserung 6,6. Gezeichnet mit denselben Hilfsmitteln wie Fig. 6.

2) Vergl. dieses Archiv Bd. 104. Taf. VII. Fig. 3.

3) Gezeichnet unter Zugrundelegung der mit Hilfe der Camera lucida bei stärkerer Vergrösserung gewonnenen Umrisslinien des mit Paraffin gefüllten Gefässlumen.

Anspannung der lumbalen Arterien, welche vorzugsweise die rechtsseitigen Lumbalarterien treffen musste. In Uebereinstimmung damit zeigt sich die Tunica media im Gebiete der hinteren Hälfte des Aortenumfanges flach trichterförmig ausgezogen, wenn auch nur in mässigem Grade, und zwar rechterseits stärker als links (vgl. Fig. 11). Die consecutive compensatorische Endarteriitis aber hat, wie der eingeschriebene punctirte Kreis lehrt, dem Lumen wieder seine normale Gestalt verliehen. Dieses ist hier kreisförmig mit einer kleinen Ausbauchung in der Gegend der Wurzeln der Lumbalarterien.

Die trichterförmige Ausziehung der Tunica media der Aorta ergibt sich aber deutlicher noch durch eine Betrachtung der Umgebungen. Unmittelbar oberhalb der Ursprungsstelle dieser Lumbalarterien finden sich keine ausgeprägteren Veränderungen. Es ist dies, wie auch aus dem vorangestellten Beispiele der Art. renalis hervorgeht, zu beziehen auf ein gleichzeitiges Herabrücken der Aorta an der Wirbelsäule. Letzterer Vorgang bewirkt eine Aenderung der Astwinkel, so dass vorzugsweise der untere Rand der Ursprungskegel der Lumbalarterien gespannt wird. Dem entsprechend findet sich in Fig. 12, unmittelbar nach abwärts von den Ursprungsstellen, die Media der Aortenwand stärker nach hinten ausgebaucht, und die Ausbauchung durch eine bindegewebige Wucherung der Intima wieder ausgefüllt. Der nächste Schnitt Fig. 13 aber zeigt, dass diese Veränderung auf die Umgebung der Lumbalarterien localisirt ist. Denn die in diesem Querschnitte vorn rechts erscheinende circumscribte arteriosclerotische Verdickung der Intima steht offenbar ausser Beziehung. Sie gehört in das Gebiet der früheren Mittheilungen.

In diesen und vielen anderen ähnlichen Fällen, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, waren die trichterförmigen, durch die gespannten Lumbalarterien bewirkten Hervorziehungen und Faltungen (Fig. 2 und 12) der Aortenwand durch compensatorische Endarteriitis vollkommen ausgeglichen worden. Entsprechend dem progressiven Charakter des Processes können jedoch auch hier Ueberdehnungen der neugebildeten Bindegewebslagen und die in den früheren Mittheilungen von der Ueberdehnung abgeleiteten Degenerationen des Bindegewebes der Intima nicht ausbleiben. Für die arteriosclerotischen Flecken,

welche keine näheren Beziehungen zu den Verzweigungsstellen der arteriellen Bahn haben, wurden in der 5. Mittheilung solche Degenerationen als sehr häufige und frühzeitig auftretende Erscheinungen bezeichnet. Und das Gleiche gilt auch für die an den Verzweigungsstellen der Arterien localisirten Producte der Arteriosclerosis nodosa.

Unter vielen hierhergehörigen Beobachtungen wähle ich eine zur ausführlichen Mittheilung. In Fig. 5 sind die Ursprungsverhältnisse zweier Lumbalarterien dargestellt, welche in gleicher Höhe mit der Mesenterica inferior von der Aorta abgehen<sup>1)</sup>. Man unterscheidet die ringförmigen Querschnitte der hell gehaltenen Intima und Adventitia, während die zwischen beiden befindliche Media dunkler schraffirt ist. Das Lumen der Aorta erscheint nicht vollkommen kreisförmig. Vor Allem findet sich vorn und etwas nach links der Ursprungskegel der Art. mesenterica inferior. Hinten und rechts dagegen bemerkt man die trichterförmige Ausbauchung der Tunica media und adventitia, während zugleich die Intima an dieser Stelle compensatorisch verdickt ist. Diese Verdickung der Intima enthält einen dunkel gezeichneten Verkalkungsheerd, ist aber im Uebrigen, wenn auch nur in geringem Grade hyalin verquollen. Diese hyaline Verquellung dürfte aber die Ursache sein für die geringe Vorwölbung nach innen, welche die Gefässinnenfläche an dieser Stelle zeigt.

Es ist bekannt, dass die arteriosclerotischen Hügelbildungen, welche die Ursprungskegel der von der Aorta abgehenden Seitenzweige umsäumen, vielfach ungleich stärker in das Lumen prominiren und zugleich jene Ursprungskegel erheblich verengern. In einer Reihe von Fällen konnte ich mich davon überzeugen, dass dabei hyaline Verquellungen, atheromatöse Umwandlungen und Verkalkungen der neugebildeten Bindegewebslagen der Intima regelmässig vorkommen und zwar in dem Maassstabe, dass die durch jene regressiven Metamorphosen sich ergebende Volums-

<sup>1)</sup> Auch dieser Zeichnung sind die mit Hülfe der Camera lucida bei stärkerer Vergrößerung gewonnenen Umrisslinien des mit Paraffin injicirten Lumen und der Wandungen der Aorta und der Lumbalarterien zu Grunde gelegt, während die Einzelheiten der Zeichnung nach gefärbten Dünnschnitten ergänzt wurden.



zunahme der Bindegewebsmassen der Intima die Raumbeschränkung des Gefässlumen vollständig erklärt. Niemals war ich genöthigt zur Deutung der arteriosclerotischen Hügel eine excessive, den compensatorischen Charakter verleugnende Bindegewebsneubildung in der Gefässwand in Anspruch zu nehmen. Doch ist es mir bis heute noch nicht gelungen, einen derartigen mit sehr hochgradiger Degeneration complicirten Fall mit Paraffin zu injiciren, und nach den in der dritten Mittheilung erörterten genaueren Methoden zu untersuchen. Im Laufe der Zeit soll auch diese Lücke der Beweisführung ausgefüllt werden. Die bereits gewonnen Befunde an aufgeschnittenen Arterien, welche solche Stenosen der Ursprungskegel der Seitenzweige der Aorta aufweisen, lassen es indessen als nahezu sicher erscheinen, dass die Bindegewebsneubildung in der Intima bei Arteriosclerose niemals so weit geht, dass sie eine locale, den Blutstrom beeinträchtigende Verengung der Gefässlichtung zur Folge hätte. Immer zeigt sich der compensatorische Charakter der Bindegewebsneubildung gewahrt, indem diese das difforme Lumen dem Blutstrom anpasst. Die degenerativen Prozesse und zwar vorzugsweise die hyaline Verquellung und die Atheromatose sind allein Ursache von wahren Stenosen der Blutbahn bei Arteriosclerose.

In manchen Fällen greifen die in der Umgebung der Ursprungskegel der intercostalen und lumbalen Arterien entwickelten circumscribten arteriosclerotischen Verdickungen der Intima weiter auf einen grossen Theil des Umfangs der Aorta. Die ursächlichen Verhältnisse einer solchen Erscheinung sind selbstverständlich etwas verwickelter, allein immer noch einer Analyse zugänglich. In Fig. 14 und 15 ist ein solches Vorkommniß bei 4facher Vergrößerung wiedergegeben. Es handelt sich hier um zwei Lumbalarterien, welche in der Höhe des Abganges der Mesenterica inferior von der Aorta entspringen<sup>1)</sup>. Die Aorta war hier stark nach links dislocirt und im gleichen Sinne etwas um ihre Längsaxe gedreht. Wie Fig. 14 zeigt, hatte durch diese Lageveränderung der Aorta das Wurzelgebiet der rechtsseitigen Lumbalarterie eine trichterförmige Hervorziehung erfahren, wäh-

<sup>1)</sup> Fall 13. Vergl. dieses Archiv Bd. 104. Taf. VII. Fig. 13.

rend sich zugleich die alte Form des Gefäßlumen wieder herstellte durch compensatorische Neubildung von Bindegewebe in der Intima. In Schnitt Fig. 15, welcher 4 mm höher liegt als Fig. 14 erscheint die rechte Lumbalis schräg getroffen; ihr Anfangstheil hat somit einen nach aufwärts gerichteten Verlauf. Die correspondirende Stelle der Aortenwand zeigt eine circumscribte Verdickung der Media. Diese ist jedoch nur eine scheinbare, da die Aortenwand hier in die trichterförmige Ausziehung des Ursprungskegels übergeht und daher an dieser Stelle schräg getroffen ist.

Die linke Lumbalarterie lässt wie die rechtsseitige einen etwas nach aufwärts gerichteten Verlauf erkennen. Ihr Ursprungskegel erleidet aber zugleich, wie aus Fig. 15 und aus den übrigen Schnitten der Serie hervorgeht, eine scharfe Verzerrung nach rechts, während, wie Fig. 14 und 15 zeigen, die Tunica media der Aortenwand in der Umgebung nicht unerheblich trichterförmig hervorgezogen und die Intima in entsprechender Weise compensatorisch verdickt ist. Man sieht deutlich, dass diese Formveränderung der linken Lumbalarterie die Folge ist einer nach rechts gerichteten Zugwirkung, welche sich aus der Dislocation der Aorta ergab. Die compensatorische Endarteriitis hat aber hier wiederum das Lumen der Aorta und der linken Lumbalis dem Blutstrom angepasst. Dabei erscheint die Wurzel des letztgenannten Gefäßes etwas nach rechts verschoben. Diese Verschiebung resultirt einerseits aus der Zurückziehung des rechten Randes des Ursprungskegels, andererseits aus einem Uebergreifen der compensatorischen Endarteriitis auf die linke Hälfte des Umfanges der Lumbalarterie. Fragt man nach der Ursache dieser Wanderung des Ostium, so dürfte wohl die Verzerrung des Ursprungskegels der linken Lumbalarterie als maassgebendes Moment in Betracht zu ziehen sein. Der Ursprungskegel der linken Lumbalis war, ehe die compensatorische Endarteriitis eintrat, durch die arteriosclerotische Verkrümmung der Gefässe nahezu tangential zu dem Umfange der Aorta gestellt, wie aus einer Vergleichung der Configuration der Media hervorgeht. Einerseits widerspricht dies dem normalen Verhalten der Lumbalarterien, andererseits ist offenbar mit einer solchen Verzerrung eine schwere Behinderung der Blutströmung gegeben.

Diese führte zu einer bindegewebigen Verdickung der Intima, welche den Anfangstheil des Ursprungskegels, wie Fig. 15 lehrt, wieder in eine normale, annähernd zum Gefäßumfange senkrechte Richtung brachte. Der Anfangstheil der Lumbalarterie ist nun auf die Mitte des Aortenlumen, in Fig. 15 auf den Schnittpunkt des Kreuzes orientirt, und kommt ziemlich genau in die Verzweigungsebene <sup>1)</sup> zu liegen. Offenbar wiederum ein ausgezeichnetes Beispiel für den compensatorischen Charakter der Endarteriitis.

Die bindegewebige Neubildung erstreckt sich fernerhin über die ganze linke Hälfte des Umfanges der Aorta in Fig. 14 und 15. Wie es scheint ist dies eine Folge der auffälligen, localen Verdünnung der Tunica media, welche als der Ausdruck einer Dehnung derselben gelten kann. Hier hat sich also zu der Verzerrung der Ursprungskegel der Lumbalarterien hinzugesellt eine Dehnung der Media in der linken Hälfte des Aortenquerschnittes, welche nach den Erörterungen der fünften Mittheilung eine *circumscrip*te compensatorische Endarteriitis nach sich zog. Diese Dehnung der Tunica media ist aber am stärksten ausgesprochen in dem Gebiete, welches in Fig. 15 unmittelbar über der Wurzel der Art. mesenterica inferior gelegen ist, bei a. Offenbar hat hier die Aortenwand in geringem Grade auch einer Seitens dieser Arterie ausgeübten Zugwirkung nachgegeben. Und diese ist möglicher Weise mitverantwortlich zu machen für die starke Dehnung der linken Hälfte des Aortenumfangs. Andererseits aber wird man auch im Auge zu behalten haben, dass das genannte Gebiet, die linke Hälfte des Aortenumfangs, ausserdem in Folge der Verkrümmung der Axe der Aorta einer stärkeren Spannung in der Längsrichtung unterlag, welcher die Wand, wie es scheint, nicht gewachsen war.

In den neugebildeten Bindegewebslagen dieses Aortenabschnittes finden sich endlich ausgiebige hyaline Verquellungen, atheromatöse Degenerationen und Verkalkungen. Wenn dem ungeachtet das Lumen wieder eine auffallend regelmässige Gestalt angenommen hat, so ist dies die Folge wiederholter Dehnungen, welche zu wiederholten Auflagerungen von Bindegewebe

<sup>1)</sup> Stammaxenradialebene, R o u x.

auf die Innenfläche führten, wodurch die seitens der degenerativen Prozesse bewirkten Unregelmässigkeiten der Gestaltung des Lumen wieder verschwanden, wie dies in der fünften und sechsten Mittheilung eingehender erörtert und abgebildet wurde. Die damals <sup>1)</sup> gegebene Fig. 9 ist gleichfalls diesem Gebiete der Arterie entnommen.

Diese Erörterungen dürften die wesentlichsten Momente klar gelegt haben, welche solche ausgedehnte endarteriitische Bindegewebsflecke in der Umgebung der Wurzeln der lumbalen Arterien hervorrufen. Wenn dabei sich die Verhältnisse im Einzelfalle als sehr verwickelte erweisen, so gehen doch andererseits aus der gesammten Untersuchung relativ einfache allgemeinere Gesichtspunkte hervor. Es dürfte als feststehendes Resultat angesehen werden, dass die häufige Localisation der nodösen Form der Arteriosclerose an den Wurzeln der Arteriae lumbales Folge ist abnormer Spannungen dieser Gefässe, welche Spannungen aus den primär arteriosclerotischen Verkrümmungen der Aorta und ihrer Zweige hervorgehen. Und diese arteriosclerotischen Flecken combiniren sich in manchen Fällen mit den früher erörterten, welche unabhängig von den Verzweigungsstellen sich bilden.

Indessen zeigt die Erfahrung, dass sehr häufig auch an anderen Arterien, bei denen eine innigere Befestigung an das Skelet nicht besteht, analoge Veränderungen an den Verzweigungsstellen getroffen werden. Die Entstehung dieser Bildungen gestaltet sich in der That vielfach noch viel verwickelter. Um über dieselben eine Anschauung zu gewinnen habe ich verschiedene injicirte Arterien untersucht. Unter diesen verdienen aber eine Reihe von Präparaten der Theilungsstelle der Art. femoralis communis eine gesonderte Beschreibung, und an diesen soll der Versuch gemacht werden, ihre Entstehungsgeschichte zu prüfen.

Es handelt sich hier um die Art. femoralis dextra communis und superficialis einer älteren Frau <sup>2)</sup>. Die mit Paraffin injicirte Arterie ist in halber natürlicher Grösse wiedergegeben in Fig. 20, und zwar bei A in der Projection auf eine Sagittalebene, bei B in der Projection auf eine Frontalebene. Eine Betrachtung dieser

<sup>1)</sup> Dieses Archiv Bd. 105. Taf. II. Fig. 9.

<sup>2)</sup> Fall 13 der dritten Mittheilung.

Abbildung zeigt ausgeprägte arteriosclerotische Verkrümmungen der Art. femoralis communis (a) und der Art. fem. superficialis (c—g), während die profunda femoris (p) und ein von ihr entspringender Seitenzweig (h) zu kurz abgeschnitten sind, um eine bestimmte Aussage zu gestatten. Insbesondere sind die Verkrümmungen stark ausgeprägt im Gebiete der A. femoralis superficialis, wo sie zu einer spiraligen Verdrehung des Gefässrohres führten. Die Spirale ist aber nicht vollkommen regelmässig. Um ihre Form etwas genauer beschreiben zu können, soll zunächst der Verlauf der Gefässaxe Berücksichtigung finden, also einer Linie, welche überall die Mitte des Lumen einnimmt. Diese Gefässaxe und mit ihr die ganze Arterie erscheint auf der Frontalprojection deutlich schlangenförmig verkrümmt, während auf der Sagittalprojection nur eine geringere, gleichfalls schlangenförmige Gestaltung hervortritt. Vergleicht man beide Projectionen, so überzeugt man sich, dass sie ihre Entstehung einer spiraligen Verkrümmung des Gefässes verdanken. Die Gefässaxe hat dabei einen Verlauf, welcher sich ergeben würde, wenn man eine Schnur spiralig um ein schmales Brettchen, oder um einen Cylinder von ausgesprochen elliptischem Querschnitt aufwickelt. Die Spirale ist zugleich rechtsläufig; sie hat die gleiche Richtung, wie man sie nahezu bei allen käufflichen Schrauben der Techniker findet. Betrachtet man von oben her eine Reihe von horizontalen Durchschnitten einer solchen Spirale, so dreht sich der Punkt, welcher die Projection der Gefässaxe bildet, in einer Ellipse in derselben Richtung wie der Zeiger der Uhr, vorausgesetzt, dass man von höheren zu tiefer gelegenen Horizontaldurchschnitten fortschreitet.

Dieser spiraligen oder schraubenförmigen Verkrümmung des Gefässstammes entspricht eine eigenartige Umgestaltung der Querschnittsfläche des Lumen. Unmittelbar oberhalb der Theilungsstelle der Art. fem. communis, entsprechend den Linien a in Fig. 20, A und B, zeigt das Lumen eine annähernd elliptische Gestaltung. Die kleine Axe dieser Ellipse steht senkrecht zu der Verzweigungsebene, welche man durch die Axe des Stammes und durch die Axe des Seitenzweiges legen kann. Dabei ist zu bemerken, dass in allen Fällen oberhalb einer Theilungsstelle das Gefässlumen in der angegebenen Weise elliptisch gestaltet

erscheint. Allein die Ellipse ist hier nur zu Stande gekommen unter der Mitwirkung einer breiten, halbmondförmigen, bindegewebigen Verdickung der Intima, welche die ganze rechte Hälfte der Gefässinnenfläche einnimmt. In dieser Ausdehnung ist zugleich die Media stark nach aussen gedrängt. Allein die Vorwölbung der Media kann nicht wohl einfach auf eine locale Dehnung derselben bezogen werden, weil sie im Gebiete der Ausbauchung dicker erscheint als an den übrigen Theilen des Gefässumfanges. Man könnte allerdings die Verdickung der Media von einer gleichzeitig bestehenden hyalinen Degeneration ableiten, da eine solche erfahrungsgemäss immer mit einer Volumszunahme der Gewebe verknüpft ist. Allein die Verdickung der Media ist doch eine allzu beträchtliche, um sie ausschliesslich auf hyaline Degeneration zu beziehen. Es erscheint um Vieles wahrscheinlicher, dass hier durch die spiralige Verkrümmung der Gefässwand eine ungleichmässige Spannung und Faltung der Media und dadurch eine Unregelmässigkeit in dem Verhalten ihres Querschnittes herbeigeführt wurde, welche durch compensatorische Endarteriitis ihren Ausgleich fand.

Der in Fig. 16 bei 8facher Vergrösserung abgebildete, den Schnittlinien c in Fig. 20 entsprechende Schnitt zeigt ein ähnliches Verhalten. Das Lumen ist von ausgesprochen elliptischer Gestalt. Die kleine Axe der Ellipse, annähernd sagittal gerichtet, steht in der Verzweigungsebene der Art. fem. communis. Auch dieses Verhalten des Lumen weicht nicht von demjenigen normaler Gefässe ab, da in diesen gleichfalls unterhalb von Theilungsstellen eine analoge elliptische Gestalt beobachtet wird. Aber hier zeigt sich in der Media, neben einer geringen hyalinen Degeneration, eine Faltenbildung, welche durch compensatorische Endarteriitis ausgeglichen ist. Der hierbei entstandene Bindegewebtsfleck, ebenso wie die Falte der Media erscheint zugleich als eine directe Fortsetzung der soeben erwähnten, in der Durchschnittsfläche a bemerkten analogen Veränderungen. Mit anderen Worten, die nach aussen gebauchte Falte der Media und die von ihr abhängige bindegewebige Verdickung der Intima schlägt sich spiralig oder schraubenförmig über die Theilungsstelle hinweg von der Art. fem. communis auf die Art. fem. superficialis, und auch diese Spirale ist eine rechtsläufige. Wäh-

rend die dickste Stelle der Bindegewebslage in Schnitt a ziemlich genau in der Mitte des rechten Umfanges der Arterie sich fand, zieht sich dieselbe in tieferen Schnitten allmählich nach rechts und hinten, um endlich im Schnitt 16 am hinteren Umfange zu erscheinen. Man überzeugt sich somit mit Bestimmtheit, dass es sich hier um eine Faltenbildung in der Media handelt, welche durch die spirale Verkrümmung der Gefässaxe erzeugt wurde.

Die compensatorische Endarteriitis erscheint hier abhängig von einer allgemeinen Missstaltung des Gefässrohres, die ihrerseits wieder in einer unregelmässigen Dehnung der mittleren Haut ihren Grund findet. In der neugebildeten Bindegewebslage des Schnittes Fig. 16 bemerkt man aber noch zwei weitere Eigenthümlichkeiten und zwar erstens eine dunkle Stelle in den äusseren Schichten der Intima, welche von einem Atheromheerd herrührt und zweitens eine hügelartige Verdickung der Intima, welche an der dicksten Stelle der letzteren etwas in das Lumen hervortritt. Diese Prominenz ist nicht durch eine Quellung der Intima bedingt, sondern durch eine circumscribte Auflagerung neuer Bindegewebschichten auf der Innenfläche der Arterie. Es ergibt sich dies aus dem in Fig. 16 bemerkbaren Faserverlauf der neugebildeten Schichten der Intima. Diese Faserung zeigt, dass die mit dem atheromatösen Zerfalle Hand in Hand gehende Quellung der Gewebe durch fortgesetzte Dehnung des Gefässrohres und durch die Bildung neuer Bindegewebschichten compensirt wurde, und dass später an der Innenfläche der letzteren neue Bindegewebslagen auftraten, welche die Prominenz bewirkten. Hier ist also das Bindegewebe direct in das Lumen vorgewuchert, eine Thatsache, die auf den ersten Blick schwer zu vereinigen ist mit der Lehre von der compensatorischen Endarteriitis. Die weitere Untersuchung wird indessen die gewünschte Aufklärung erbringen. Für den Augenblick soll nur darauf hingewiesen werden, dass nicht nur der Faserverlauf, sondern auch die eigenartige Gestalt der Gefässinnenfläche es unzulässig macht anzunehmen, die Bindegewebsneubildung sei der Dehnung der Gefässwand vorausgegangen und habe letztere hervorgerufen. Denn in diesem Falle müsste die Abweichung des Querschnittes des Lumen von der reinen Ellipsenform eine viel

grössere sein und der ganzen Breite des Bindegewebsfleckes der Intima entsprechen.

Auch auf dem Querschnitte Fig. 17, welcher der Schnittlinie d in Fig. 20 A und B entspricht, zeigt das Gefässlumen Andeutungen einer elliptischen Gestaltung. Allein diese Ellipse ist in sehr viel höherem Grade gestört durch eine sehr auffällige, hügelartige Prominenz in das Lumen. In der Figur findet sich ausser dem Orientierungskreuz noch ein zweites Kreuz eingezeichnet, welches annähernd die Axenrichtungen des elliptisch gedachten Lumen angiebt, wobei zunächst von einer Berücksichtigung der hügelartigen Prominenz abgesehen ist. Die Richtungslinie der kleinen Axe der Ellipse ist durch grössere Länge ausgezeichnet, und man kann sich daher leicht überzeugen, dass in Fig. 17 die kleine Axe um ungefähr  $97^\circ$  gedreht ist, im Verhältnisse zu ihrer Lage in Fig. 16. Diese Drehung erfolgte wiederum im Sinne des Zeigers der Uhr, also rechtsläufig.

An Stufenschnitten, die zwischen den Schnitten der Fig. 16 und 17 in kürzeren Intervallen gelegt wurden, war die Drehung der Axen der Ellipse ohne Schwierigkeit zu verfolgen, und zugleich zu constatiren, dass auch die faltenartige Ausbauchung der Media, wie die Bindegewebsmasse der Intima als Fortsetzung der analogen Bildungen auf Schnitt 16 sich darstellt. Ebenso hängt die hügelartige Erhebung der Intima in Schnitt 17 und 16 direct zusammen. Sie bildet somit eine spiralig verlaufende Leiste, welche in das Gefässlumen prominirt, und welche aus Bindegewebslagen sich aufbaut, die annähernd der Peripherie der gedachten Ellipse aber nicht parallel der thatsächlichen Innenfläche des Gefässes verlaufen (vgl. die Abbildung). Diese Bindegewebslagen erscheinen bei stärkerer Vergrösserung lebhaft vascularisirt und stellenweise hyalin degenerirt. Indessen ist auch hier aus der Faserung der Intima nachweisbar, dass die Hügelbildung nicht durch Verquellung der Intima oder Media sich erklären lässt, sondern dass sie durch eine besondere formative Thätigkeit der Gewebe erzeugt wurde. Wenn die hier vertretene Auffassung der compensatorischen Endarteriitis richtig ist, muss man voraussetzen, dass der Blutstrom selbst hier eine strudelförmige Einziehung aufwies.

Ein annähernd regelmässig elliptisch gestaltetes Lumen fin-



det sich wieder auf dem folgenden Schnitte Fig. 18, welcher der Schnittlinie e in Fig. 20 A und B entspricht. Stufenschnitte belehrten darüber, dass die in Fig. 17 bemerkbare Prominenz der Intima allmählich sich abflachte um schliesslich völlig zu verschwinden. Sie behielt aber bis zuletzt den Charakter einer spiralig gestellten Leiste bei. Auch die Bindegewebsmasse, welche sich in der Intima der Fig. 17 fand, hat diese spiralförmige Drehung mitgemacht und erscheint nun in Fig. 18 weiter in der Richtung nach vorn verschoben. Mit ihr auch wanderte die sich erheblich vergrössernde Falte der Media weiter nach vorn, immer in derselben rechtsläufigen Drehungsrichtung. Der Drehungswinkel beträgt nun, von Fig. 16 an gerechnet, bereits annähernd 155 Grad. Die Bindegewebsmasse in der Intima ist nun sehr mächtig, zum Theil lebhaft vascularisirt, zum Theil hyalin und atheromatös degenerirt. Wie in den früheren Schnitten so erscheint auch hier die Media im Gebiete der Falte vielfach verändert. An der einen Stelle übersteigt ihre Dicke wesentlich die Norm, während sie an anderen Stellen verdünnt erscheint. Zugleich finden sich in derselben reichliche Blutgefässe, welche vielfach von kleinzelligen Infiltrationen und schmalen Bindegewebszügen begleitet werden. Auch die Dicke der Adventitia hat im Gebiete des arteriosclerotischen Heerdes eine wesentliche Zunahme erfahren, und die neugebildeten Bindegewebsmassen, welche hier dem Gefässe aufliegen, sind von zahlreicheren grösseren und kleineren Blutbahnen durchsetzt.

Der nächste Schnitt Fig. 19, welcher der Schnittlinie f in Fig. 20 A und B entspricht, zeigt gleichfalls ein elliptisch gestaltetes Lumen, indessen ist die Ellipse hier von geringerer Excentricität. Die Falte der Media und der mächtigste Theil der bindegewebigen Verdickung der Intima ist aber ebenso wie die kleine Axe des elliptischen Lumen noch weiter nach rechts gedreht, so dass nun der Drehungswinkel, von Fig. 16 an gerechnet, etwa 250° beträgt. Zahlreiche Stufenschnitte, welche zwischen den Schnitten Fig. 18 und 19 gelegt wurden, belehrten aber, dass auch hier die Drehung der genannten Elemente, der kleinen Axe des Lumen, des Bindegewebsfleckes der Intima und der Falte der Media ganz allmählich, ohne Unterbrechung erfolgte.

Entsprechend der Linie g in Fig. 20 A und B wurde gleichfalls ein Querschnitt genauer ausgemessen. Das Lumen zeigte elliptische Gestalt, allein die Ellipse unterschied sich kaum von einem Kreise. Die Falte der Media war verstrichen, die Intima mit einer niedrigen, gleichmässigen Bindegewebslage versehen.

Die Fortsetzung der Untersuchung führte endlich zu dem Ergebnisse, dass weiter abwärts das Lumen wieder eine deutlich ausgesprochene elliptische Gestalt besitzt und dass dann auch wieder ähnliche, aber allerdings um Vieles schwächere locale Verdickungen der Intima auftreten, wie sie in Schnitt 16—19 geschildert wurden.

Die hier beschriebenen Veränderungen erweisen sich somit als periodische, die Periode geknüpft an einen Umlauf der spiralförmigen Krümmung der Gefässaxe. Der Zusammenhang dieser Thatsachen ergibt sich aber sofort, wenn man die aus den Gefässabschnitten herausgeschobenen Paraffinausgüsse in ihrer ursprünglichen Stellung wieder zusammenzufügen versucht. Man erkennt dabei ohne Schwierigkeit, dass entsprechend der spiralförmigen Krümmung der Gefässaxe der Querschnitt des Lumens sich annähernd elliptisch gestaltet, und dass diese Ellipse sich dreht in gleicher Richtung und in gleicher Schnelligkeit, wie die Umläufe der Spirale. Dass dabei mancherlei Unregelmässigkeiten unterlaufen, ist aus der früher erörterten unregelmässigen Gestalt der Spirale erklärlich.

Man gewinnt durch den Paraffinausguss unmittelbar die Anschauung, dass in diesem elliptisch gestalteten und spiralförmig gedrehten Gefässlumen sehr eigenartige Stromverhältnisse bestehen mussten. Jene leistenförmige Prominenz der Intima begleitet genau die kleine Axe des Gefässquerschnittes und veranlasste an der Oberfläche des Paraffinausgusses eine spiralförmige Furche, die den Eindruck erweckt, als wirbelten hier zwei getrennte Blutströme in der Richtung der Spirale um einander. Bei dem gegenwärtigen Zustande der Hydrodynamik ist man weit davon entfernt, solche Erscheinungen direct mechanisch erklären zu können, allein die ganze Gestalt des Paraffinausgusses macht es in der That wahrscheinlich, dass jene Einziehung in demselben der Gestalt des Blutstromes adäquat war.

Für diese Auffassung spricht auch das übrige Verhalten der

Arterie, namentlich die Coincidenz der spiraligen Krümmung der Gefässaxe mit den Drehungen, welche die kleine Axe des Querschnittes des Arterienlumen und ebenso die Falte der Media und die bindegewebigen Verdickungen der Intima erleiden. Es liegt hier ein Verhältniss vor, welches nur constructiv geometrisch wiederzugeben ist, welches aber doch mit aller Sicherheit darauf hinweist, dass die Gestaltung des Gefässlumen in dem durch ungleichmässige Dehnung der Media verkrümmten Gefässrohr, der allerdings gleichfalls veränderten Gestalt des Blutstromes angepasst war. Dabei stellt sich die Bindegewebsneubildung in der Intima wieder als eine compensatorische Endarteriitis dar.

Wenn letztere vorzugsweise in der Nähe oder unmittelbar unterhalb einer Theilungsstelle sich ausprägte, so hat dies offenbar darin seinen Grund, dass an dieser Stelle die Media eine sehr unregelmässige Missstaltung erlitt. In der That liegen die Verhältnisse an einer Theilungsstelle so, dass eine primäre Dehnung der Media, wie sie der primären Arteriosclerose entspricht, auch abgesehen von einer Aenderung des Verzweigungswinkels sehr auffällige Folgen haben muss. Die Zweige, welche von dem Arterienstamme abgehen, befestigen letzteren in seiner Lage und schützen ihn namentlich gegen eine Torsion. Wenn also eine, wenn auch geringe Torsion des Stammes sich einstellt, wie sie wohl bei der spiraligen Verkrümmung der Gefässaxe angenommen werden muss, so ist diese Torsion auf das Internodium zwischen zwei Astabgängen beschränkt, und erscheint daher geeignet, in der Nähe der Astabgänge beträchtliche Spannungen, Faltungen und Entspannungen an verschiedenen Stellen der Media hervorzurufen. Und namentlich die Faltungen können unter Umständen, wie dies hier beobachtet wurde, um ein Geringes über die Verzweigungsstellen hinaufreichen.

Hier ist somit ein Beispiel gegeben, wie eine in ihrer Umgebung nur durch Weichtheile befestigte Arterie in Folge der arteriosclerotischen Dehnung der Media eine erhebliche Difformität erleidet, die unterhalb eines Astabganges zu einer circumscribten, compensatorischen Bindegewebsneubildung führt. Für den compensatorischen Charakter dieser Endarteriitis lässt sich aber noch ein weiteres, wichtiges Argument geltend machen. Ungeachtet der erheblichen bindegewebigen Verdickung der Intima und un-

geachtet der eigenartigen Gestalt des Gefässlumen, ist die Querschnittsfläche des letzteren überall annähernd gleich gross. Die Querschnittsfläche des Lumen der Art. femoralis superficialis beträgt nemlich in diesem Falle, wenn man sie mit Hülfe des Amsler'schen Planimeters an den viel stärker vergrösserten Originalzeichnungen misst und auf natürliche Grösse reducirt:

für Schnitt Fig. 16 . . . .	29,8 qmm
- - - 17 . . . .	30,7 -
- - - 18 . . . .	29,4 -
- - - 19 . . . .	33,8 -
- - g in Fig. 20 A, B	31,4 -

Die Differenzen dieser Flächenräume sind im Ganzen unbedeutend, möglicherweise liegen sie noch innerhalb der Grenzen der Messungsfehler. Die Bedeutung eines solchen Befundes tritt sogleich deutlich hervor, wenn man auf den gleichen Schnittflächen und mit den gleichen Methoden den Inhalt der Flächenräume bestimmt, welche von der *Elastica interna* umgrenzt werden. Es finden sich dabei folgende Werthe:

für Schnitt Fig. 16 . . . .	35,8 qmm
- - - 17 . . . .	37,2 -
- - - 18 . . . .	41,5 -
- - - 19 . . . .	35,4 -
- - g in Fig. 20 A, B	32,2 -

Es sind dies sehr annähernd die Flächenräume, welche sich als Gefässlumen darstellen würden, wenn man im Stande gewesen wäre ohne Aenderung der Configuration der Media, die Bindegewebsmassen der Intima zu entfernen. Die beiden Zahlenreihen zeigen, dass die Dehnung der Media und die Verdickung der Intima sich compensiren. Sie gestatten aber auch eine Beantwortung der Frage, welcher von diesen beiden Vorgängen als der primäre anzusehen sei. Die mächtigen Verdickungen der Intima auf den Schnitten Fig. 16, 17 und 18 lassen das Lumen nicht deutlich enger werden, als es in Fig. 19 und in dem Schnitte g der Fig. 20 A, B erscheint, obwohl an den beiden letztgenannten Stellen die Intima nur in sehr geringem Grade verdickt ist. Es wäre dieses Resultat durchaus unerklärlich, wenn die bindegewebige Verdickung der Intima der Dehnung der Gefässwand vorausgehen würde. Denn die Bindegewebs-

massen der Intima vermehren unter allen Umständen die Widerstandsfähigkeit der Gefässwand. Sie würden aber, wenn sie sich zuerst, vor der Dehnung der Gefässwand bilden, zugleich das Lumen verengern und proportional der Verkleinerung des Durchmessers der Gefässlichtung die Spannung der Gefässwand vermindern. Wie sollte man es in diesem Falle erklären, dass die Gefässwand ungeachtet der Verminderung ihrer Spannung und ungeachtet der Verstärkung, welche sie durch die Bindegewebsschichten der Intima erfährt, gedehnt wird, so zwar dass das Lumen genau dieselbe Weite annimmt wie unterhalb, wo die Arterie relativ wenig verändert ist. Die Thatsachen führen mit zwingender Nothwendigkeit zu der Annahme einer primären Verminderung der Widerstandsfähigkeit der Tunica media, welche die Dehnung der letzteren, die Erweiterung des Gefässlumen und die compensatorische Endarteriitis zur Folge hat.

Sehr häufig gewinnt man analoge Befunde an anderen Theilungsstellen der arteriellen Bahn, vor Allem auch an den Verzweigungsstellen der Hirnarterien. Allein bei der grossen Weitläufigkeit einer Wiedergabe solcher Untersuchungen glaube ich über diese hinweggehen zu sollen, um so mehr weil sie keine neuen Gesichtspunkte, sondern nur wiederholte Bestätigungen erbracht haben.

Die hier gewonnenen Resultate erscheinen durch diese vielfachen und übereinstimmenden Erfahrungen hinreichend begründet, um eine einfache und wie es scheint allgemeingültige Erklärung der an den Verzweigungsstellen der arteriellen Bahn localisirten arteriosclerotischen Heerde zu gestatten. Wie bei der primären diffusen, so ist auch bei der nodösen Arteriosclerose die primäre Veränderung gegeben in einer Verminderung der Widerstandsfähigkeit der Tunica media. Diese führt zu langsam sich entwickelnden Dehnungen und Verkrümmungen der arteriellen Bahn, welche vor Allem die Verzweigungswinkel und Verzweigungsebenen der Arterien ändern. Damit entstehen an den Theilungsstellen von Neuem ungleichmässige Spannungen, Faltungen und Dehnungen der Gefässwände und circumscripste Missstaltungen der Gefässlumina, welche in dem Maasse, wie sie sich bilden, durch compensatorische Bindegewebsbildung in der Intima ihren Ausgleich finden. Die neugebildeten Bindegewebsmassen in der

Intima, welche zunächst das difforme Lumen genau dem Blutstrom anpassen und ihm in der Regel eine kreisrunde oder elliptische Gestalt verleihen, sind jedoch in Folge der Schwächung der Media nicht im Stande, auf die Dauer ein Fortschreiten der Verkrümmung und Dehnung der Gefässwand zu verhindern. Sie unterliegen gleich der Media einer Ueberdehnung, welche einerseits ihre Ernährung beeinträchtigt und verschiedenartige Degenerationsprozesse hervorruft, andererseits aber Veranlassung giebt zu erneuten Auflagerungen von Bindegewebe auf die Innenfläche der Arterie. Die Degenerationsprozesse, vor Allem die hyaline Degeneration und die Atheromatose sind zugleich mit Quellungen der Gewebe verbunden, welche bewirken, dass die *circumscripten*, *compensatorischen* Verdickungen der Intima oft erheblich in das Gefässlumen vorgetrieben werden, den Blutstrom stören und selbst die Abgangsstellen von Seitenzweigen verengern.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel VI—VII.

Sämmtliche Abbildungen der Tafeln VI und VII sind den in der dritten und vierten Mittheilung erwähnten Gefässsystemen entnommen.

- Fig. 1. Vergrößerung 10. Ursprungskegel einer normalen, linksseitigen Lumbalarterie. Längsschnitt des Lumen, reconstruirt aus den in Fig. 10 bei 3facher Vergrößerung gezeichneten Querschnitten. Die Linie a b ergiebt die Stellen, an welchen die in die Schnitte der Fig. 10 eingezeichneten Kreisbogen die Ebene der Fig. 1 schneiden. Fall 1 der dritten Mittheilung.
- Fig. 2. Vergrößerung 4. Querschnitt der Aorta abdominalis unterhalb des Ursprunges der Renales, entsprechend der Schnittlinie c d in Fig. 3. Mächtiger, zum Theil atheromatös zerfallener und verkalkter Bindegewebsheerd in der Intima links. Media dunkler schraffirt, zeigt links grobe Faltung. Die *Elastica interna* erscheint als eine feine, schwarze, etwas wellig verlaufende, stellenweise unterbrochene Linie zwischen Intima und Media. Fall 13.
- Fig. 3. Natürliche Grösse. Frontaler Längsschnitt durch die Aorta abdominalis und die Wurzeln der Renalarterien, reconstruirt aus einer Reihe von Querschnitten, unter Zugrundelegung einer Umrisszeichnung der uneröffneten, mit Paraffin injicirten Arterie. Fall 13.

- Fig. 4. Vergrößerung 9,1. Profilzeichnung des Paraffinausgusses der Aorta und einer linksseitigen Arteria lumbalis. Beginnende Arteriosclerose. Camera lucida. Fall 3.
- Fig. 5. Vergrößerung 3. Querschnitt der Aorta abdominalis. Bindegewebiger, zum Theil verkalkter Heerd in der Intima an der Wurzel zweier Art. lumbales. Vorn und links die Wurzel der Mesenterica inferior. Die Aorta zeigte eine deutliche Verkrümmung, daher rechts hinten ihre Aussenfläche in perspectivischer Verkürzung erscheint, obgleich der Querschnitt genau senkrecht zur Axe des Aortenlumen steht. Fall 10.
- Fig. 6. Vergrößerung 7,25. Querschnitt der Aorta senkrecht zur Axe, mit dem Ursprungskegel der Mesenterica inferior. Mit Hilfe der Camera lucida gezeichnet nach einem in Canadabalsam liegenden, gefärbten Dünnschnitte. Die Wand der Aorta erfuhr bei der Einbettung eine leichte Verzerrung. Die dunkle Schattirung c und d stellt Schrägschnitte dar durch die Muskelschleifen, welche im Sporne der Theilungsstelle gelegen sind. Normal. Fall 1.
- Fig. 7. Vergrößerung 7,24. Senkrecht zur Axe geführter Querschnitt der Aorta und der Wurzel einer lumbalen Arterie. Bezeichnungen wie in Fig. 6. Normal. Fall 1.
- Fig. 8. Vergrößerung 6,6. Querschnitt der Aorta abdominalis und der Wurzel der Lumbalarterie, deren Paraffinausguss in Fig. 4 wiedergegeben wurde. Beginnende Arteriosclerose. Bezeichnungen wie in Fig. 6. Mit Camera lucida nach einem gefärbten Dünnschnitte gezeichnet. Fall 3.
- Fig. 9. Vergrößerung 6,6. Querschnitt durch die gleiche Arterie wie Fig. 8, jedoch 0,5 mm weiter abwärts. Bezeichnungen wie in Fig. 6.
- Fig. 10. Vergrößerung 3. Eine Reihe von Querschnitten durch das Lumen der Aorta abdominalis und die Ursprungskegel zweier lumbalen Arterien. Die verticalen Abstände der Schnitte unter einander konnten nicht eingehalten werden. Sie ergeben sich aus Fig. 1. Normal. Fall 1.
- Fig. 11. Vergrößerung 3. Querschnitt der Aorta und der Wurzeln zweier Lumbalarterien, mit bindegewebiger Verdickung der Intima in der Umgebung der letzteren. Vorn rechts in der Intima ein dunkler Verkalkungsheerd. Arteriosclerosis nodosa et diffusa. Fall 10.
- Fig. 12. Vergrößerung 3. Querschnitt durch die gleiche Aorta wie Fig. 11, jedoch 1,25 mm weiter abwärts. Trichterförmige Ausbauchung der Media nach hinten und rechts; compensatorischer Bindegewebtsfleck in der Intima.
- Fig. 13. Vergrößerung 3. Querschnitt durch die gleiche Arterie 6,5 mm weiter abwärts. Vorn und rechts ein Atheromheerd in der Intima.

- Fig. 14. Vergrößerung 4. Durchschnitt der Aorta abdominalis und des Ursprungskegels einer rechtsseitigen Lumbalarterie. Theilweise verkalkter Atherombeerd in der Intima. Vorn links ein Schrägschnitt durch den Anfangstheil der Mesenterica inferior. Arteriosclerosis nodosa et diffusa. Fall 13.
- Fig. 15. Vergrößerung 4. Querschnitt durch die in Fig. 14 abgebildete Aorta, 4 mm höher, mit der Wurzel der linken Lumbalarterie.
- Fig. 16. Vergrößerung 8. Querschnitt der Art. femoralis superficialis, entsprechend der Schnittlinie c in Fig. 20, A und B. Arteriosclerosis nodosa et diffusa. Fall 13.
- Fig. 17. Vergrößerung 8. Querschnitt derselben Art. femoralis superficialis entsprechend der Schnittlinie d in Fig. 20.
- Fig. 18. Vergrößerung 8. Schnitt der gleichen Arterie entsprechend der Linie e in Fig. 20.
- Fig. 19. Vergrößerung 8. Schnitt der gleichen Arterie entsprechend der Linie f in Fig. 20.
- Fig. 20. Halbe natürliche Grösse. Arteria femoralis dextra communis et superficialis, mit Paraffin injicirt. A Projection derselben auf eine sagittale Ebene. B Projection derselben auf eine Frontalebene. p Art. fem. prof. h Zweig der letzteren. Fall 13.