

XXII.**Ueber das Tractionssaneurysma der kindlichen Aorta.**

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

(Hierzu Taf. XI.)

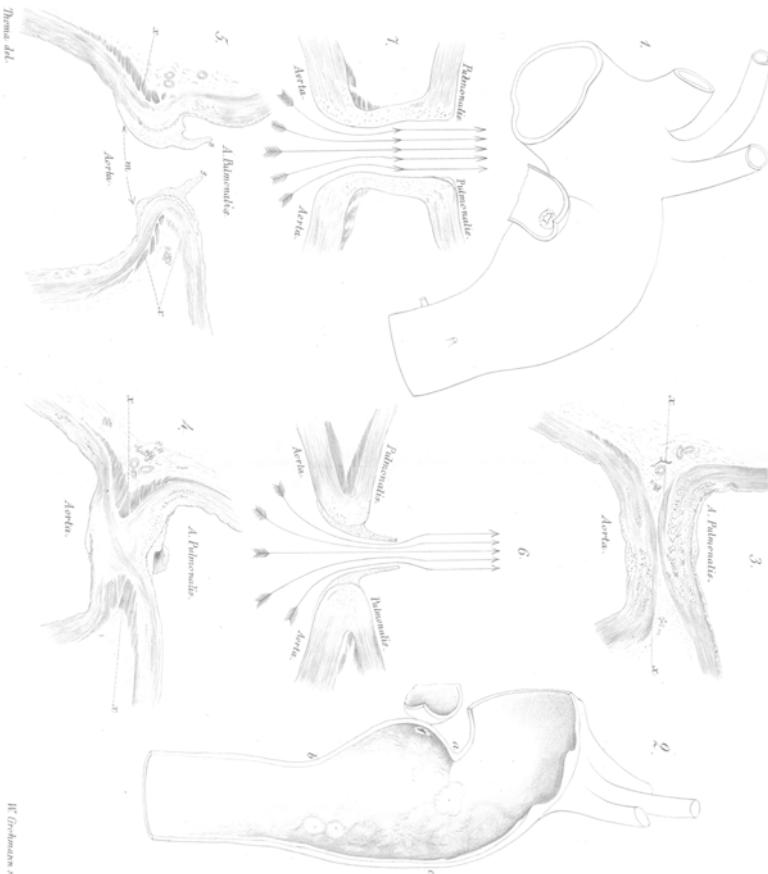
Im Anschlusse an die Involutionsvorgänge, welche gewisse Theile des Gefäßsystems nach der Geburt durchlaufen, kommt es zuweilen zur Aneurysmabildung. Ein Theil dieser Aneurysmen entsteht unmittelbar oder doch kurze Zeit nach der Geburt in Folge septisch-pyämischer Prozesse. Diese Aneurysmen habe ich bei einer anderen Gelegenheit¹⁾ in ihrem allgemeinen Verhalten kurz zu schildern versucht. Bei einer zweiten Gruppe dagegen sind mykotische Prozesse mit Bestimmtheit als Ursache der Erkrankung auszuschliessen. Die Aneurysmabildung beruht hier auf mechanischen Zugwirkungen Seitens des unvollkommen verödenden Ductus Botalli.

Diese zweite Gruppe von Aneurysmen der Kinder sollen den Gegenstand der vorliegenden Mittheilung bilden, da sie bisher noch nicht als eine besondere und scharf charakterisierte, typische Form erkannt und beschrieben worden sind. Sie mögen im Gegensatz zu den mykotischen Aneurysmen der Neugeborenen als mechanisch entstandene, zeltförmige oder Tractionssaneurysmen der Kinder bezeichnet werden, da ihre Entstehung, auch wenn sie bei Erwachsenen getroffen werden, in das Kindesalter zu verlegen ist. Zunächst berichte ich über einen von mir genauer untersuchten Fall dieser Art.

Emilie J., 26 Jahre alt, seicht am 2. Januar 1888.

Anatomische Diagnose: Typhose Darmgeschwüre, markige Schwellung der lymphatischen Apparate des Darms und des Mesenterium. Acuter hyperplastischer Milztumor. Trübung des Herzfleisches, der Leber und der Nieren. Bronchitis. Lungenödem.

¹⁾ Deutsche med. Wochenschr. 1889. No. 16—19.



Hochgradige rachitische Kyphoskoliose. Tractionsaneurysma der Aorta an der Einmündungsstelle des offenen Ductus Botalli.

Aus dem ausführlichen Sectionsprotocolle entnehme ich nur ganz kurz die wichtigsten Befunde:

Das Herz, abgesehen von deutlicher Trübung des Myocard, unverändert. Aorta adscendens und Pulmonalis relativ weit, jedoch frei von Structurveränderungen. Die Aorta thoracica descendens verläuft wie gewöhnlich an der vorderen, linken Seite der Brustwirbelkörper. Sie bildet indessen mit ihrem oberen Abschnitte, entsprechend der Kyphoskoliose, einen stark gekrümmten Bogen, dessen Convexität nach rechts und hinten gerichtet ist. Ausserdem aber zeigt die Aorta eine auffällige, unregelmässig spindelförmige Erweiterung, welche, am Isthmus aortae beginnend, 4—5 cm weit nach unten reicht. Diese spindelförmige Erweiterung liegt etwas asymmetrisch zu der Axe der Arterie, insofern die Ausbauchung nach vorn um vieles stärker ausgeprägt ist, als in allen anderen Richtungen. Auch ist die obere Grenze der Ausbauchung der Vorderwand der Aorta nach oben hin durch eine scharfe Einknickung bezeichnet. Auf der Höhe der stärksten Ausbauchung steht das Aneurysma (vgl. Fig. 1) in fester Verbindung mit dem linken Hauptaste der Pulmonalis, der Art, dass Aneurysma und Pulmonalarterie sich hier berühren. Nach dem Aufschneiden der Pulmonalarterie zeigt die Verbindung den Charakter eines engen Kanals, dessen der Pulmonalis zugewendete Mündung sich als eine unregelmässige, anscheinend sternförmige Oeffnung darstellt. Letztere liegt etwa in der Mitte einer rundlichen, etwas gefältelten Membran, welche einem in der Mitte durchbohrten Trommelfelle ähnlich sieht. Der äussere, annähernd kreisförmige Rand dieser Membran ist durch eine seichte Furche von der inneren Wandfläche der Pulmonalarterie abgegrenzt. Der Flächendurchmesser der Membran, gemessen auf der pulmonalen Seite, beträgt annähernd 4 mm. Die Mitte der Membran steht etwas in die Lichtung der Pulmonalis vor.

Nach Eröffnung des an der Aorta ansitzenden Aneurysma überzeugt man sich von der geringen Länge des Kanals. Dieselbe entspricht einfach der Dicke der Wand des Aneurysma und der Pulmonalarterie zusammen genommen. Die gegen die Aorta gerichtete Mündung des Kanals misst im Durchmesser 3,5 mm. Ihre Ränder sind abgerundet und lassen keine Besonderheiten erkennen. Dagegen ist die Innenfläche der Aorta in der ganzen Ausdehnung der unregelmässig spindelförmigen Erweiterung besetzt mit zahlreichen arteriosklerotischen Hügeln und auf der Schnittfläche bemerkt man eine starke diffuse bindegewebige Verdickung der Intima (Fig. 2).

Das ganze übrige Gefässsystem ist, abgesehen von den durch die Kyphoskoliose bedingten Verkrümmungen der Brust- und Bauchaorta, makroskopisch und mikroskopisch normal.

Die Wirbelsäule weist in ihrem oberen Brusttheile eine fast halbkreisförmige Verkrümmung auf, deren Convexität nach hinten und rechts gerichtet ist. Eine Verkrümmung in entgegengesetzter Richtung findet sich am unteren Brusttheil und am Lendentheil. Der Brustkorb ist in entsprechender Weise stark asymmetrisch missgestaltet.

Vor Allem interessirt die Frage nach der Entstehung der aneurysmatischen Erweiterung. Betrachtet man die Fig. 2, so erscheinen zwei Deutungen möglich. Es kann sich um ein Aneurysma des offen gebliebenen Ductus Botalli handeln, oder um ein Aneurysma der Aorta bei gleichzeitiger Persistenz des Ductus.

Die Annahme einer aneurysmatischen Erweiterung eines Theiles des offen gebliebenen Ductus Botalli kann hier nicht ohne Weiteres zurückgewiesen werden, da alle früheren Beobachter ihre Befunde in dieser Weise gedeutet haben. In diesem Falle wäre etwa bei a und b (in Fig. 2) der Rand der Einmündung des Ductus in die Aorta zu suchen. Der enge und der weite Theil der Verbindung zwischen Aorta und Pulmonalis würden zusammengenommen dem zum Theil unvollständig con- trahirten und unvollständig obliterirten, zum Theil aneurysmatisch erweiterten Ductus entsprechen. Mikroskopisch würden sodann bei a und b jene eigenartigen Faserzüge in der Aortenwand gefunden werden müssen, welche ich bei einer früheren Gelegenheit ausführlicher für diese Stelle der Aortenwand schilderte. Unerklärlich wäre aber die aneurysmatische Ausbauchung der gegenüber liegenden Abschnitte c der Aortenwand.

Das Präparat wurde einer sorgfältigen mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Dabei zeigte sich, dass die Stellen a und b einfache Faltungen in der Aortenwand darstellen, welche jeder besonderen, den Verzweigungsstellen aller Arterien und in bestimmter Form auch der Insertion des Ductus eigenthümlichen Faserungen entbehren. Besonderheiten bietet nur die nähre Umgebung der engen Verbindungsöffnung zwischen Aorta und Pulmonalis.

Diese Stelle des Präparates wurde parallel der Längsaxe des Kanals in horizontale Stufenschnitte von $\frac{1}{4}$ mm Stufe zerlegt. Figur 3 stellt einen solchen Schnitt dar, welcher unmittelbar oberhalb der Wand des Ductus durch Aorta und Pulmonalis hindurchgreift. Man bemerkt hier, dass die Wand der Pulmonalis und Aorta sich gegenseitig bis zur Berührung genähert sind. Der Schnitt Fig. 4 liegt 0,5 mm tiefer. Hier entspringen aus der Wand der Pulmonalis und Aorta Muskelfaserzüge, welche sich schräg durchkreuzen und in der Wand der Aorta und Pulmonalis nach allen Seiten ausstrahlen. Die nach oben gerichteten Ausstrahlungen dieser Faserzüge waren bereits in Fig. 3 bemerkbar, wo sie auf dem Querschnitte erscheinen und in der Figur durch Punctirung angedeutet sind. Beachtet man, dass

bereits der folgende Schnitt der Stufenreihe die Lichtung des Kanals trifft, so ergiebt sich, dass diese Muskelfaserzüge tangential zum Lumen des Ductus stehen und dessen innerste Schicht bilden. Wie aber in Fig. 4 das eine Faserbündel aus der Wand der Aorta entspringt und von links und unten nach oben und rechts (in der Figur) verläuft und in die Wand der Pulmonalis übergeht, so erscheint auf dem unmittelbar anliegenden Schnitt der gleichen Stufenhöhe ein Faserbündel, das von links und oben nach rechts und unten zieht. Dieses letztere ist in Fig. 4 als feine Punctirung sichtbar, da in dem Schnitte Fig. 4 seine Faserungen schräg getroffen sind. Beide Bündel durchkreuzen sich somit in stumpfen Winkeln und stehen tangential zum Lumen des Ductus.

In Fig. 4 wird außerdem bei x und x' eine Verwerfung der Faserung der Aorta und Pulmonalis bemerkbar, die dadurch entsteht, dass die Ringfasern dieser beiden grossen Gefäße durch den durchbrechenden Ductus nach oben abgedrängt werden. Diese abgedrängten Faserzüge der Fig. 4 können gleichfalls auf Fig. 3 zurückverfolgt werden, wo sie senkrecht zur Axe der Aorta und Pulmonalis verlaufen und mit x, x' bezeichnet sind.

Der folgende Schnitt Fig. 5 liegt 1,0 mm tiefer, als der in Fig. 4 abgebildete Schnitt. Er trifft annähernd durch die Axe des Ductus. Auch hier kann man die gleichen Faserungen, wie sie eben beschrieben wurden, erkennen. Die abgedrängten Fasern der Wandungen der Aorta und Pulmonalis sind wieder mit x bezeichnet.

Die Wandschichten des Kanals erscheinen aber hier in unvollkommenem Längsschnitt getroffen und man erkennt auf der pulmonalen Seite den Durchschnitt jener eigenartigen Membran, welche wie ein im Centrum durchbohrtes Trommelfell sich dargestellt hatte. Diese Membran ist vorzugsweise bindigewebiger Natur, doch finden sich in derselben auch zahlreiche elastische und einige muskulöse Fasern. Indessen ist es nicht ganz leicht, sich eine klare Vorstellung von der Verlaufsrichtung der Faserung zu bilden. Ein Theil der Faserzüge steht senkrecht oder stark geneigt auf der Schnittebene der Figur. Die Mehrzahl aber verläuft in radiärer Richtung zu der centralen Oeffnung, liegt also in der Schnittebene. Soweit sich ein Urtheil gewinnen lässt, besteht genannte Membran aus sich durchkreuzenden radiären und circulären Faserungen. Die Radiärfasern endigen zum Theil wie abgerissen an der centralen Oeffnung. Manche der letzteren zeigen aber kurz vor ihrem centralen Ende eine leichte Umbiegung. Es ist unter solchen Umständen, und namentlich weil die Membran der Fläche nach etwas gefaltet ist, schwer zu entscheiden, ob die Radiärfasern an der centralen Lücke durchrisen sind, oder ob sie arkadenförmig in kurzen, steilen Bogen umbiegen. Eine solche Entscheidung ist erst künftig zu erwarten, wenn man sich entschliesst, lückenlose Serienschnitte anzufertigen.

Die übrigen weiter abwärts liegenden Schnitte wiederholen in umgekehrter Reihenfolge die bisher beschriebenen Befunde. Es folgt ein Schnitt entsprechend Fig. 4, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Fasern der Wandung des Ductus sich etwas weniger regelmässig durchkreuzen, und schliess-

lich ein Schnitt, der ähnlich ist der Fig. 3. Indessen tritt hier noch eine Abweichung auf, die bedeutsam erscheint. Die Faserzüge der Wandung des Ductus, die in der Aortenwand nach abwärts ziehen, sind auffallend mächtig und reichen ziemlich weit nach abwärts bis etwa 6 mm unterhalb des unteren Randes des engen Verbindungskanals. Es steht dies in Uebereinstimmung mit den Structurverhältnissen des normalen Ductus. Auch an der Aortenmündung des letzteren kommen solche in der Aortenwand weit nach abwärts ziehende Faserungen vor. Man wird daher auf Grund des mikroskopischen Befundes berechtigt sein zu dem Schlusse, dass die Aortenmündung des Ductus nicht bei a und b in Fig. 2 zu suchen ist, sondern am Rande der engen, in die erweiterte Aorta mündenden Oeffnung, bei m in Fig. 5.

In diesem Falle ist die ganze an der Aorta bemerkbare Erweiterung als ein Aortenaneurysma zu betrachten und demgemäß ist auch die diffuse und knotige bindegewebige Verdickung der Intima dieses erweiterten Theiles der Aorta als eine Folge der Aneurysmabildung zu bezeichnen. Bei mikroskopischer Untersuchung ist diese bindegewebige Verdickung der Intima eine sehr auffällige. Sie ist aber vergesellschaftet mit nicht unbedeutender Verkalkung und stellenweise mit hyaliner Degeneration und Verkalkung. Die Media der Aorta ist im Gebiete des Aneurysma an vielen Stellen erheblich verdünnt und von breiten zellreichen und gefäßhaltigen Bindegewebssügen durchsetzt. Endlich zeigt auch die Adventitia in der ganzen Ausdehnung des Aneurysma eine nicht unerhebliche Verdickung durch derbes Bindegewebe, welches indessen vielfach von schmalen Zügen von Granulationsgewebe unterbrochen wird.

Aus diesen Befunden ergiebt sich, dass das vorliegende Präparat als ein Aortenaneurysma anzusehen ist, welches sich an der Einmündungsstelle des offen gebliebenen, ungewöhnlich kurzen Ductus Botalli entwickelt hat. Die Entstehung des Aneurysma aber ist wohl am einfachsten zu erklären durch die Annahme einer Zugwirkung Seitens des Ductus. Dieser Zug erzeugte zunächst eine Vorbauchung der vorderen Wand der Aorta, sodann auch eine Ausbauchung der hinteren, durch die Intercostalarterien an die Wirbelsäule befestigten Theile der Aortenwandung, da sich die Zugwirkung des Ductus auf die Aortenwand und von dieser auf die Intercostalarterien übertragen musste. Die Kyphoskoliose aber steht offenbar in einer Beziehung zu diesen Zugwirkungen, da die Formänderung des Thorax die Lage der Brusteingeweide in hohem Grade störte.

Behufs Begründung dieser Erklärung scheint es angezeigt, den Blick auf analoge, in der Literatur niedergelegte Fälle zu

lenken. Diese wurden zumeist als Aneurysmen des Ductus Botalli oder als Persistenz des arteriösen Ganges beschrieben. Unter denselben gewinnen indessen für mich die von Rokitansky¹⁾ mitgetheilten, an den Leichen von 6 erwachsenen Personen gewonnenen Beobachtungen besonderes Interesse, weil es mir durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Kundrat in Wien möglich wurde, daselbst die zugehörigen Präparate Rokitansky's einer erneuten Betrachtung zu unterziehen. Zugleich hatte ich auch Gelegenheit, einige von Prof. Kundrat seirte und der Wiener Sammlung einverleibte, gleichwerthige Präparate zu betrachten. Auf Grund dieser erheblich erweiterten Erfahrungen glaube ich, die Behauptung aufstellen zu dürfen, dass hier eine typische Aneurysmaform vorliegt, welcher folgende charakteristische Eigenschaften zukommen:

Erstens, eine offene Verbindung zwischen der linken Pulmonalarterie und der Aorta an der Stelle des arteriösen Bandes.

Zweitens, an dem der Pulmonalis zugewendeten Ostium des persistenten Ductus eine dünne, kreisförmige, in der Mitte mit einer Oeffnung versehene Membran, welche etwas gegen das Lumen der Pulmonalis vorgetrieben ist und sich durch eine Ringfurche gegen die Innenfläche der Wand der Pulmonalis abgrenzt.

Drittens, an der Aortenseite eine aneurysmatische Erweiterung, welche bisher als Aneurysma des Ductus Botalli beschrieben wurde, zufolge obiger Untersuchung aber als Tractionsaneurysma der vorderen Aortenwand aufzufassen ist.

Viertens, eine aneurysmatische Ausbauchung der hinteren Wandfläche der Aorta in der Höhe der obersten von der Aorta abgehenden Intercostalarterien.

Diese vierte Eigenthümlichkeit fehlt in den bisher gegebenen Beschreibungen; ich konnte sie indessen nachträglich auch an den von Rokitansky beschriebenen Fällen nachweisen, und sie findet sich ebenso in den Präparaten von Kundrat. Es scheint mir kein Zweifel daran bestehen zu können, dass diese Ausbauchung der hinteren Aortenwand gleichfalls als ein Tractionsaneurysma der Aorta gedeutet werden muss, welches her-

¹⁾ Rokitansky, Ueber einige der wichtigsten Krankheiten der Arterien. Wien 1852. Beob. 13—18. Tafel XIII A, B, C.

vorgerufen wird durch eine Uebertragung der Zugwirkung des Ductus auf die Aortenwand und von dieser auf die obersten, von der Aorta entspringenden Intercostalarterien. Dieses Tractionsaneurysma der hinteren Aortenwand bewirkt zusammen mit dem Tractionsaneurysma der vorderen, dem Ductus zugewendeten Wand der Aorta eine etwas unsymmetrische, spindelförmige Erweiterung der letzteren unmittelbar unterhalb des Isthmus. Die Wandung aller dieser Aneurysmen aber besteht aus einer bindegewebig verdickten Intima, aus der stellenweise etwas verdünnten Media und aus einer verdickten Adventitia. Gröbere Continuitätstrennungen haben somit hier nicht stattgefunden.

Die Uebereinstimmung der so eben beschriebenen Fälle ist eine sehr weitgehende. Unterschiede bestehen nur insofern, als das Tractionsaneurysma an der vorderen Aortenwand zuweilen etwas länger ausgezogen ist, als dies in dem von mir beobachteten und in Fig. 1—5 abgebildeten Falle zutraf. Es scheint daher angezeigt, die Zusammengehörigkeit und die Bedeutung der so eben aufgeführten charakteristischen Eigenschaften zu prüfen.

Das Offenbleiben des Botalli'schen Ganges führt zunächst zu der Frage nach den Ursachen seines Verschlusses. Im Allgemeinen darf man annehmen, dass während der Fötalperiode der Blutdruck in der Arteria pulmonalis höher ist, als in der Aorta descendens, so dass die Blutströmung im Ductus Botalli von der Pulmonalis gegen die Aorta gerichtet ist. Einige Zeit nach der Geburt kehrt sich das Druckverhältniss um; der Aortendruck überwiegt, und wenn der Kanal offen wäre, müsste sich auch die Richtung des Blutstromes in demselben umkehren. Zwischen diesen beiden Zeitabschnitten muss daher ein Moment liegen, in welchem der Blutdruck in der Pulmonalis und in der Aorta descendens annähernd gleich gross ist, wobei zugleich das in dem Ductus enthaltene Blut sich in Ruhe befindet oder doch nur entsprechend den Interferenzen der aus der Pulmonalis und aus der Aorta in den Kanal gelangenden Pulswellen, annähernd um eine Gleichgewichtslage oscillirt. Dies dürfte der Zeitpunkt sein, in welchem der Verschluss des Kanales erfolgt, wie vor längerer Zeit bereit Gerhardt zu begründen versuchte. Der Zeitpunkt des Verschlusses fällt aber nach den Untersuchungen

von Billard¹⁾ in der Mehrzahl der Fälle in die ersten 8 Tage nach der Geburt, ist jedoch zuweilen noch weiter hinausgerückt.

Fragt man nun nach der Erklärung, weshalb in dem genannten Momenten der Verschluss erfolgt, so hat man sich bemüht nachzuweisen, dass zugleich mit der Eröffnung der Lungenbahn der Druck in der Pulmonalis und Aorta sehr gering werde. Der geringe Druck sollte dann die Involution des Ganges begünstigen. Wenn aber hier ein Abfall des arteriellen Druckes die entscheidende Rolle spielen würde, so wäre nicht einzusehen, weshalb nur der Ductus Botalli und nicht auch die Arteria pulmonalis und die Aorta der gleichen Druckverminderung zum Opfer fallen und obliteriren sollten. Virchow²⁾ ist meines Erachtens der Wahrheit viel näher gekommen, als er sich dahin aussprach, dass der Kanal veröde, weil kein Blut mehr in denselben einströme.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über das Gefässystem³⁾ und namentlich die Erfahrungen, welche ich an den Arterien von Amputationsstümpfen gewonnen habe, sind, wie ich glaube, im Stande, die vorliegende Frage weiter aufzuklären. Ich konnte nachweisen, dass es nicht der Blutdruck ist, welcher die Lichtung der Gefässe gegen die Obliteration schützt, sondern vielmehr die normale Stromgeschwindigkeit des Blutes⁴⁾. Sowie letztere abnimmt, contrahirt sich die Arterie. Ist aber aus irgend welchem Grunde die Contraction eine ungenügende, so stellt sich gleichzeitig eine Bindegewebswucherung in der Intima ein, welche das Lumen abermals verengt, so lange bis die normale Stromgeschwindigkeit in der verengten Gefässbahn wieder hergestellt ist. Daraus folgt eine völlige Obliteration des Gefäßes, wenn der Blutstrom vollständig still steht. Diese empirisch gefundenen Sätze gelten für alle Arterien des menschlichen Kör-

¹⁾ Billard, Die Krankheiten der Neugeborenen und Säuglinge, Deutsche Uebersetzung, Weimar 1829.

²⁾ Virchow, Gesammelte Abhandl. Frankfurt 1856. S. 594.

³⁾ Thoma, dieses Archiv Bd. 93 — 113.

⁴⁾ Ueber die anscheinend widersprechenden Experimente von Beneke und Pekelbaring an doppelt ligirten Arterien werde ich bei einer späteren Gelegenheit berichten und nachweisen, dass sie obige Ergebnisse nicht beeinträchtigen.

pers; an der Nabelarterie finden sie eine auffallende Bestätigung, eben so auch am Ductus Botalli.

In dem Maasse, in welchem der Druck in Arteria pulmonalis und Aorta sich ausgleicht, verlangsamt sich die Strömung in dem sie verbindenden Kanal. Die Folge ist eine Contraction der Wandung des letzteren. Schliesslich wird das Lumen auf Null verengt, wenn der Druck in Pulmonalis und Aorta gleich gross ist, so dass der Blutstrom stille steht. Gleichzeitig mit der Contraction beginnt auch die Bindegewebsneubildung in der Wand des Ductus, welche das Lumen endgültig verschliesst, genau eben so, wie in demjenigen Gebiete einer unterbundenen Arterie, in welcher keine Blutströmung mehr statt hat. Ein Unterschied ist nur darin begründet, dass die sehr muskelreiche Wand des Ductus zu ausgiebigerer Contraction befähigt ist, als dies in der Regel für die übrigen Gebiete des Aortensystems, etwa mit Ausnahme der Arteria umbilicalis, gilt.

Der Verschluss des Ductus Botalli ist somit Folge des Stillstandes der Blutbewegung in dem Kanal. Dabei spielt aber die Contraction der Musculatur seiner Wandungen eine bedeutsame Rolle, weil sie allein im Stande ist, das Lumen innerhalb kürzerer Zeiträume völlig aufzuheben. Würde der Verschluss einfach durch bindegewebige Obliteration bewerkstelligt, so wären dazu mindestens Monate erforderlich. Inzwischen würde der Aortendruck zunehmen, während der Druck im Pulmonalgebiet abfällt. Dann würde von Neuem ein Blutstrom, und zwar in der Richtung nach der Pulmonalis hin den Kanal durchlaufen und den endgültigen Verschluss unmöglich machen. Thatsächlich verläuft der Vorgang ungleich rascher: Druckausgleich zwischen Aorta und Pulmonalis, Stillstand des Blutes im Kanal oder doch erhebliche Verlangsamung der Strömung, Contraction der Wand des Ductus im Gebiete der Stromverlangsamung und schliesslich bindegewebige Obliteration des spaltförmigen Restlumen, ehe von Neuem eine erhebliche Druckdifferenz zwischen Aorta und Pulmonalis sich einstellt.

Aus diesen Betrachtungen wird man den Schluss ziehen dürfen, dass für den Verschluss des Ductus Botalli vorzugsweise zwei Momente in Betracht kommen: erstens der regelmässige Ablauf des Druckausgleiches zwischen Aorta und Pul-

monalis und zweitens das Verhalten der Musculatur des Ductus. Es erscheint daher leicht erklärlich, dass eine unvollkommene Entfaltung der Lunge nach der Geburt ebenso, wie schwere Lungenerkrankungen in den ersten Tagen des extrauterinen Lebens, welche jenen Druckausgleich stören, den Schluss des Kanals, wie bereits F. Weber¹⁾ und Virchow betont haben, erschweren oder verhindern. Es ist ebenso durchaus begreiflich, dass bei vielen Missbildungen des Herzens und der grossen Gefässtämme, welche jenen Druckausgleich zwischen Aorta und Pulmonalis unmöglich machen, der Kanal weit offen gefunden wird. Bei den vorliegenden Aneurysmen aber muss man wohl annehmen, dass jener Druckausgleich zwischen Aorta und Pulmonalis stattgefunden habe. Es ist daher hier das Verhalten der Musculatur des Ductus näher in das Auge zu fassen.

In dieser Beziehung darf nun zunächst darauf hingewiesen werden, dass bei vielen infectiösen und namentlich septischen Erkrankungen der Neugebornen der Verschluss des Botalli'schen Kanals nicht selten ausbleibt, offenbar deshalb, weil die schädlichen, im Blute kreisenden Substanzen den Ernährungszustand der Gefässwandungen und des Ductus beeinträchtigen und auf diesem Wege die Contraction des letzteren erschweren. Für die Annahme infectiöser und septischer Prozesse finden sich aber bei den hier zur Besprechung stehenden Aneurysmen keinerlei Anhaltspunkte. Dagegen hat Gerhardt auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass der Ductus Botalli, wenn er bei Erwachsenen noch durchgängig getroffen wird, in der Regel sehr kurz ist. Auch meiner Meinung nach muss ein sehr kurz angelegter Gefässkanal, welcher die Pulmonalis mit der Aorta verbindet, bei seiner Contraction erheblichen Schwierigkeiten begegnen. Denn sowohl das Ostium pulmonale, als das Ostium aorticum des Ductus Botalli wird durch die vom Blutdrucke gespannte Wand der Art. pulmonalis und Aorta in dem Grade gestützt und gehalten, dass an beidén Ostien der Verschluss niemals durch die Contraction der Wandmusculatur des Ductus allein herbeigeführt wird. An diesen beiden Stellen findet sich an normalen Gefässen immer ein dicker Bindegewebszapfen, der

¹⁾ F. Weber, Beiträge zur pathol. Anat. der Neugebornen. Kiel 1851.
S. 39 u. ff.

das Lumen verschliesst. Die Zusammenziehung der Muskelhaut des Ductus ist in der Regel nur im Stande, das Lumen in denjenigen Theilen des Kanals annähernd vollständig zu verschliessen, welche bereits ausserhalb des Bereiches der Wand der Aorta und der Pulmonalis liegen. Wenn daher auch, wie die Erfahrung zeigt, ein extrem kurzer Ductus sich schliessen kann, so ist eine extreme Kürze des Kanals, wie sie in den hier berührten Beobachtungen gegeben ist, eine bedeutende Erschwerung des Verschlusses, und man wird nicht fehl gehen, wenn in diesen Fällen die extreme Kürze des Kanals als der Grund seiner Persistenz bezeichnet wird.

Dieses Ergebniss vorausgesetzt, fragt es sich indessen, welche Bedeutung der eigenartigen, einem im Centrum durchbohrten Trommelfelle ähnlichen Membran zukommt, welche an dem pulmonalen Ostium des persistenten Ductus gefunden wurde. Willigk¹⁾, welcher bei einem 7jährigen, an Nephritis verstorbenen Knaben einen hierher gehörigen Fall beobachtete, dachte an die Möglichkeit einer durch Einriss erfolgten Wiedereröffnung des bereits geschlossenen Ductus. Er wurde offenbar in dieser Meinung bestärkt durch die stern- oder spaltförmige Gestalt der Oeffnung im Centrum der Membran. Dies kann ich nun zunächst insofern nicht gelten lassen, als Willigk auch das Tractionsaneurysma an der Vorderfläche der Aorta als aneurysmatisch erweiterten, wieder eröffneten Ductus ansieht. Der Nachweis, dass es sich um ein Tractionsaneurysma der Aorta handelt, ist oben ausführlich gegeben. Wenn hier zu irgend einer Zeit ein Verschluss bestanden hat, konnte er nur die Eigenschaften jener dünnen Membran haben, welche an der pulmonalen Mündung des Botalli'schen Ganges sich in diesen Fällen regelmässig findet. Macht man diese Annahme, dass ursprünglich ein Verschluss der Oeffnung zwischen der sich berührenden Aorta und Pulmonalis stattgefunden habe, so werden dabei die Ergebnisse obiger Untersuchung nur unwesentlich beeinflusst. Die extreme Kürze des Kanals ist dann nicht Ursache für das Offenbleiben des Ductus, wohl aber Ursache dafür, dass die zwischen Aorta und Pulmonalis sich bildende Verschlussmembran

¹⁾ Willigk, Prager Vierteljahrsschr. f. pr. Heilk. 1854. IV. S. 104.

so dünn bleibt, dass sie regelmässig später wieder eingerissen wird. Auch die Tractionsaneurysmen der Aorta hätten sich in gleicher Weise bilden können, wie bei offenem Ductus. Auf die Entstehung von Zugwirkungen zwischen Aorta, Pulmonalis und Wirbelsäule konnte ein vorübergehender, ja selbst ein dauernder Verschluss keinen wesentlichen Einfluss haben.

Indessen findet man in allen Fällen die Gestalt der Oeffnung und die Form der Membran immer in gleicher Weise wiederkehren. Dies bestimmt mich anzunehmen, dass die Oeffnung nicht den Zufällen eines Einrisses ihre Entstehung verdankt, sondern dass sich die in der Mitte mit einer Oeffnung versehene Membran von vornherein in dieser Weise bildete, als ein vorzugsweise bindegewebiges Blatt, welches den Strom in der Aorta und Pulmonalis trennte und das Ostium des Ductus in typischer Weise so weit verschloss, als es der durchströmenden Blutmenge angepasst war. Denkt man sich diese ringförmige Membran durch den stärkeren Blutdruck der Aorta gespannt, so wird sie eine einfache Trichtergestalt annehmen und ihre stern- oder spaltförmige centrale Oeffnung dürfte vermutlich kreisrund werden. Leider bin ich nicht im Besitze des erforderlichen weiteren Materials, um diese Behauptung durch die von mir für solche Fälle empfohlene¹⁾ Paraffininjection oder durch Durchströmungsversuche zu beweisen. Indessen zeigt ein Blick auf die mit Hülfe der Camera lucida genau nach der Natur gezeichnete Fig. 5 der beigefügten Tafel, dass meine Meinung wohl begründet ist. Der ganze Verbindungskanal zwischen Aorta und Pulmonalis (einschliesslich des Abschnittes, welcher von der in Fig. 5 radiär durchschnittenen Ringmembran s s umgrenzt wird) hat die Gestalt eines aus der Aorta entstehenden Blutstrahles. Von der Aorta her verjüngt sich die Lichtung allmählich, um dann in das weite Lumen der Pulmonalis überzugehen. Wäre es möglich gewesen, vor der mikroskopischen Untersuchung das Präparat bei mittlerem Blutdrucke mit Paraffin zu injiciren, würde das Bild wohl in sprechenderer Weise die Formen des Blutstrahles wiedergeben. Indessen sind diese auch jetzt nicht zu erkennen. Somit ist die trichter-

¹⁾ Dieses Archiv Bd. 104.

förmige, einem im Centrum durchbohrten Trommelfelle ähnliche Ringmembran an der pulmonalen Oeffnung des Ductus eine durchaus typische und charakteristische Bildung, aber nicht Folge der Zerreissung einer zuvor das Lumen des Kanals abschliessenden Gewebsmasse. Der von der Ringmembran und von der Wand des Ductus umschlossene Hohlraum hat keine andere Gestalt, als der Ursprungskegel jedes anderen Seitenzweiges der Aorta, welche wir durch die schönen Untersuchungen von Roux kennen gelernt haben.

Aus diesem Ergebnisse lässt sich weiterhin ableiten, dass die Entstehung der eigenartigen Ringmembran an dem pulmonalen Ostium des persistenten Ductus gleichfalls Folge ist der extremen Kürze des letzteren. Oben wurde ausführlicher erörtert, dass bei extremer Kürze des Ductus, bei welcher sich die Wandungen der Aorta und Pulmonalis berühren, sehr häufig der Verschluss des Kanals ausbleibt. In diesen Fällen zeigt der aus der Aorta in die Pulmonalis übertretende Blutstrahl in der Lichtung der letzteren eine doppel-kegelförmige Einziehung (vergl. die schematische Fig. 6), genau ebenso wie jeder andere Flüssigkeitsstrahl, der aus einer verhältnissmässig engen Oeffnung in der Wand eines weiten Gefäßes hervorstürzt. Die Kegelform dieses Strahles bestimmt die Gestalt der trichterförmigen Ringmembran (Fig. 6). Ist dagegen der Ductus etwas länger, wie in der schematischen Fig. 7, so findet diese Ver schmälerung oder Einziehung des Strahles gleichfalls statt. Sie fällt aber in den Anfangsteil des Ductus, und der Blutstrahl, nachdem er sich wieder etwas verbreitert hat, stürzt in annähernd geradlinigem Verlaufe in die Pulmonalis. Die Voraussetzung für die Entstehung der trichterförmigen Ringmembran ist dann nicht gegeben. Man wird daher nur bei solchen extremen Verkürzungen des Ductus, wie sie hier vorliegen, dann aber auch regelmässig, wenn nicht besondere Verhältnisse eintreten, die trichterförmige Ringmembran an dem pulmonalen Ostium des Ductus zu erwarten haben. Besondere Verhältnisse kommen hier allerdings vor. Der Be fund, den Rokitansky in seiner bekannten Monographie auf Tafel XIII. Fig. c abbildet, nöthigt zu der Annahme einer nachträglichen Erweiterung der in dem Präparate 3 Linien, also

nahezu 1 cm weiten Oeffnung, welche Aorta und Pulmonalis verbindet. In diesem Falle ist offenbar die Ringmembran nachträglich eingerissen. Wenigstens findet man genau am Rande des pulmonalen Ostium eine Reihe kleiner, „zum Theil verknöcherter Wärzchen“. Die Ringmembran dürfte aber auch in diesem Falle vor der Zerreissung das Bild eines im Centrum durchbohrten Trommelfelles dargeboten haben.

Ich wende mich nun zu der dritten und vierten Besonderheit der hier in Rede stehenden Bildungen, zu den beiden Tractionaneurysmen der Aorta. Das Vorkommen und die Entstehungsweise der Tractionaneurysmen im Allgemeinen konnte bei einer früheren Gelegenheit¹⁾ nachgewiesen werden. Die Form der vorliegenden Aneurysmen, ihre Zusammensetzung aus allen drei Häuten der Arterienwand, die compensatorische Wucherung der Intima, die Verdünnung und bindegewebige Durchwachsung der Media, die Verdickung der Adventitia, das Auftreten regressiver Metamorphosen in den Geweben der Aneurysmawand stimmen durchaus mit dem Befund in anderen Tractionaneurysmen überein. Es fragt sich nur, wie man sich die Entstehung der Zugkraft zu denken habe, welcher diese Bildungen ihre Entstehung verdanken.

Vor einiger Zeit hat Schanz²⁾ in einer umfänglichen Arbeit zu begründen versucht, dass normaler Weise der Verschluss des Ductus Botalli bewirkt werde durch eine starke Anspannung desselben in der Richtung seiner Längsaxe. Die mit den ersten Athemzügen auftretenden Verlagerungen der Brusteingeweide sollten dabei die Zugwirkung auslösen, welche den Kanal in dem Grade passiv dehnen, dass sein Lumen verschwindet. Bei einer anderen Gelegenheit werde ich dieses Ergebniss genauer besprechen. Für den Augenblick mag es genügen, auf die oben erwähnten Untersuchungen Billard's zu verweisen, aus denen hervorgeht, dass der Schluss des Botalli'schen Ganges sehr häufig erst mehrere Tage nach der Geburt erfolgt. Auch die früher berührten Verhältnisse, welche bei Missbildungen des Herzens und der grossen Gefässse beobachtet werden, zeigen, dass der

¹⁾ Thoma, dieses Archiv Bd. 111—113.

²⁾ Schanz, Pflüger's Archiv für Physiologie. Bd. 44.

Verschluss des Kanals nicht durch mechanische Zugwirkungen seitens der Brusteingeweide ausgelöst wird. Es scheint, dass die normalen Lageveränderungen der Brusteingeweide, welche unmittelbar nach der Geburt und später im Laufe des Wachstums erfolgen, nur mässige Spannungen in der Längsrichtung des Kanals oder des Ligamentes erzeugen können, so lange keine pathologischen Störungen mitwirken. Am ehesten wäre noch bei sehr lang angelegtem Ligament eine Spannung zu erwarten, weil die degenerirenden Gewebe dieses Ligamentes schwerlich Theil an den Wachsthumsvorgängen nehmen. Je länger das Ligament ursprünglich angelegt war, desto grösser müsste, in Millimetern ausgedrückt, sein Wachstumsdeficit werden, auch wenn man proportionale Grössenzunahme der Umgebung voraussetzt.

Unter pathologischen Bedingungen kommen dagegen sehr erhebliche Spannungen in der Axenrichtung des hier interessirenden Organes vor. Diese machen sich geltend entweder durch Einknickung der Aorta mit oder ohne Verschluss des Lumen oder durch die Bildung von Tractionaneurysmen der Aorta. Die Beobachtung von Bernutz¹⁾ spricht übrigens auch für das Vorkommen ähnlicher Tractionaneurysmen an der Pulmonalis, und eine Reihe weiterer Beobachtungen scheint dies zu bestätigen. Doch möchte ich in Ermangelung eigener Erfahrung vorläufig auf diesen Punkt nicht näher eingehen.

Die Einknickung der Aorta an der Insertionsstelle des arteriösen Ligamentes scheint indessen, wie auch die neueste Beobachtung von Martens²⁾ bestätigt, zunächst abhängig zu sein von einer Missbildung der Aorta, welche dann später durch den Zug des Ligamentes in die Einknickung übergeführt wird. Zu Folge der obigen Bemerkung ist es dabei nicht auffallend, dass bei der Einknickung der Aorta häufig ein sehr langes Ligament sich findet. Auch das gelegentliche Vorkommen aneurysmatischer Erweiterungen in der Nähe der Knickungsstellen der Aorta kann die Mitwirkung mechanischer Momente bei dem Zustandekommen dieser Bildungen nur bestätigen.

¹⁾ Bernutz, Arch. gén. de Med. 4. Serie. Bd. XX. 1849.

²⁾ Martens, dieses Archiv Bd. 121.

Die hier in Rede stehenden Tractionaneurysmen finden sich dagegen an Aorten, welche keinen Anhaltspunkt für das Vorhandensein von Missbildungen abgeben. Auch zeigen die bezüglich der übrigen Tractionaneurysmen gewonnenen Erfahrungen, dass verhältnismässig bescheidene Zugwirkungen, die eine Aorta nicht leicht einzuknicken im Stande wären, zur Erzeugung dieser Aneurysmen genügen. Es scheint mir daher, dass hier lediglich acquirierte, und zwar nach der Geburt acquirte Formfehler vorliegen. Wenigstens in dem von mir beobachteten Falle war die Entstehung der Zugwirkung leicht zu erklären durch die pathologischen Lageveränderungen der Brusteingeweide, welche sich als Folge der Kyphoskoliose einstellten. Die Entwicklung der Zugwirkung mag dabei begünstigt worden sein durch die extreme Kürze des Ductus. Denn ein sehr kurzer Ductus wird bei pathologischen Wachsthumverschiebungen der Brusteingeweide leichter in Spannung gerathen, als ein langer. Indessen zeigt eine einfache Ueberlegung, dass auch bei lang angelegtem und deshalb mehr oder weniger vollständig obliterirtem Ductus gelegentlich Zugwirkungen vorkommen und zur Bildung von Tractionaneurysmen führen dürften; da auch die Einknickungen des Aortenisthmus nicht selten durch sehr lange Botalli'sche Bänder bewirkt werden. Wenn somit hier eine neue typische Aneurysmaform aufgestellt wurde, deren vier Hauptegenschaften oben hervorgehoben sind, so ist doch zu erwarten, dass fortgesetzte Bemühungen noch einen weiteren Typus nachweisen werden, bei welchem ein obliterirtes längeres Ligamentum Botalli ähnliche Ausbauchungen an der vorderen und hinteren Wand der Aorta erzeugt, wie in den hier beschriebenen Fällen. Diese letzteren Aneurysmen aber würden sich auch unterscheiden durch den Mangel jeder Andeutung der trichterförmigen Ringmembran an dem obliterirten pulmonalen Ende des Ligamentes. Der hier ausführlicher beschriebene Typus von Tractionaneurysmen dagegen ist vergesellschaftet mit einer Störung der Involution des Botalli'schen Ganges und die Aneurysmabildung ist in die Zeit der eingetretenen Wachsthumsstörung, also in das kindliche Lebensalter, zu verlegen. Damit rechtfertigt sich die Bezeichnung: Tractionaneurysma der kindlichen Aorta, eine Bezeichnung, die einer Vervollständigung bedarf,

sobald der vermutete zweite Typus, der sich durch ein regelmässig obliterirtes Ligament unterscheidet, durch die Beobachtung festgestellt sein wird.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI.

- Fig. 1. Mit Hülfe des Dioptrographen genau nach der Natur hergestellte Umrisszeichnung eines an der Einmündungsstelle des offen gebliebenen Ductus Botalli entwickelten Aortenaneurysma. Natürl. Grösse.
- Fig. 2. Dasselbe, der Länge nach durchschnitten.
- Fig. 3. Horizontalschnitt durch Aorta und Pulmonalis unmittelbar oberhalb des Ductus Botalli. Camera lucida. Vergr. 5.
- Fig. 4. Parallelschnitt zu Fig. 3, jedoch 0,5 mm tiefer liegend, als Fig. 3. Camera lucida. Vergr. 3.
- Fig. 5. Parallelschnitt zu Fig. 4, jedoch 1 mm tiefer liegend, als Fig. 4. Camera lucida. Vergr. 5.
- Fig. 3, 4, 5 nach sorgfältiger Einbettung des Präparates in Celloidin geschnitten.
- Fig. 6. Schematischer Durchschnitt, entsprechend Fig. 5 mit den Flüssigkeitstrajectorien.
- Fig. 7. Schematische Darstellung eines offen gebliebenen Ductus Botalli mit Flüssigkeitstrajectorien.

Die Erklärung der Buchstaben findet sich im Text.