

(Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität in Debrecen.
Vorstand: *L. Jankovich*, ö. o. Professor.)

Beiträge zum Problem der Struktur und des Verschlusses des Ductus Botalli.

Von
László Horváth und József Szabó.

Mit 2 Textabbildungen.

Das Problem des Verschlusses des Ductus Botalli¹ ist noch heute nicht bis in die Einzelheiten geklärt. Im Laufe der Zeit entstanden verschiedene Ansichten in Hinblick auf das Problem, aber eine in jeder Hinsicht stichhaltige Erklärung steht noch immer aus. Es ist allerdings schwer, in die Tiefe der Frage einzudringen, da sie für physiologische Versuche nicht zugänglich ist; die Sammlung eines Leichenmaterials nimmt aber eine große Geduld in Anspruch, da die Verschließung bekanntlich nicht von einem Tag auf den anderen, sondern im Verlauf einer längeren Zeit vor sich geht. Demgemäß wären Neugeborene von verschiedenem Alter und auch mehrere gleichartige Neugeborene erforderlich, um die Verschließung des Ganges verfolgen zu können. Versuchstiere können für die Forschung nützlich sein, die Gattungsunterschiede müssen aber berücksichtigt werden.

Im Fetalleben haben die Lungen keine Funktion; die zu ihrer Entwicklung nötige Blutversorgung erfolgt über die Bronchialarterien. Infolge dieser Ausschaltung des kleinen Kreislaufes wird vom Herzen ein im Fetalleben überflüssiges Arbeitsplus abgewälzt. Die Durchgängigkeit des Ductus Botalli und das Außerbetriebsein der Lungen sind Erscheinungen, die miteinander eng zusammenhängen. Das Bestehen dieses Fetalganges ist für den Organismus nur solange lebenswichtig, als die Lungen nicht tätig sind. So müssen in der Lösung des Verschließungsproblems nicht nur die morphologischen Erfahrungen, sondern auch die biologischen Faktoren berücksichtigt werden.

Der Verschlußmechanismus war seit langem ein Gegenstand der Forschungen. Zahlreiche verschiedene Ansichten wurden hierüber geäußert, die alle darin übereinstimmen, daß im Verschluß die Inangasetzung der *Atmung* und so auch die lebendige Geburt eine Rolle spielt, wobei auch die *anatomische Struktur* der Gefäßwand eine Änderung erfährt. Beide Ansichten sind stichhaltig, es gibt aber Abweichungen hinsichtlich der Einzelheiten, insbesondere im Hinblick auf die Morphologie;

¹ Der Name stammt vom französischen Chirurgen *Leonardo Botallo*, die Bedeutung des Ductus wurde 1628 schon von *Harvey* erkannt.

auf diesem Gebiet gibt es noch viele Widersprüche. Eine Übersicht der diesbezüglichen Literatur zeigt, daß auch die mikroskopische Struktur des Ductus Botalli nicht vollständig geklärt ist. So vertreten *Rokitansky* und andere die Ansicht, daß es zwischen dem Ductus Botalli und der Aorta bzw. der Arteria pulmonalis keinen strukturellen Unterschied gibt, wogegen andere Verfasser den Ductus in die Gruppe der Arterien von muskulärem Charakter eingeteilt haben. Nun soll unsere nächste Aufgabe die Strukturanalyse des Ductus bilden, um auf dieser Grundlage den Gang des Verschlusses untersuchen zu können. Zur Klärung dieser Frage wurden über 50 Ductus verarbeitet. Aus allen haben wir Quer- oder Längsschnitte in der Weise hergestellt, daß das Ende des Ductus mit einem Stückchen der Lungenarterie bzw. der Aorta zusammenhing. Die aus reifen Früchten gewonnenen Botallogänge wurden flach ausgestreckt, in dieser Lage fixiert und mit serienweisen Schnitten verarbeitet. Die Schnitte wurden mit Hämatoxylin-Eosin, nach *Mallory* oder *Van Gieson*, schließlich mit Orcein gefärbt, oder nach *Papp* imprägniert.

Unsere die anatomischen Verhältnisse betreffenden Untersuchungen wurden den histologischen vorausgeschickt. Wir haben alles beobachtet, was von den älteren Verfassern beschrieben worden war: der Botallogang bildet eine Fortsetzung der Lungenschlagader; die Verästelung der letzteren erfolgt unmittelbar neben dem Ausgang des Botalloganges, doch ein wenig vor- und abwärts vom letzteren; die Dimensionen der zwei Pulmonaläste bleiben während des Fetallebens hinter denen des Botalloganges zurück. Die Länge des Ductus ist nicht immer gleich, sie beträgt durchschnittlich 7—12 mm, so daß die Schwankungen im Vergleich mit der ganzen Länge ziemlich groß sind. Die Breite beträgt 4—5 mm, die Wanddicke 1 mm. Der von der Lungenschlagader ausgehende Ductus verläuft rückwärts, ein wenig aufwärts und links und erreicht den Anfang der absteigenden Aorta in einem Winkel von 33° (*Röder*). An dieser Stelle befindet sich an der Intima der Aorta, entsprechend dem schiefen Eintritt des Ductus, ein klappenartiges Gebilde. Nach *Strassmann* soll diesem Gebilde im Verschließungsakt eine wichtige Rolle zukommen. Die Intima des Ductus ist sowohl gegen die Aorta als auch gegen die Arteria pulmonalis scharf abgesetzt, da sie blasser und rötlich verfärbt ist und feine Unebenheiten aufweist. An der Schnittfläche der Wand sieht man schon mit unbewaffnetem Auge, daß sie weniger dicht ist, als die Wand der nahen großen Gefäße.

Unsere an jungen Hunden serienweise durchgeführten Untersuchungen ergaben ähnliche Verhältnisse. In einigen Fällen haben wir durch die Carotis der in Narkose ausgebluteten jungen Hunde 15 bis 20 ccm Formalin eingespritzt, um auf diese Weise die großen Gefäße zu fixieren. Während der ungefähr 14tägigen Versuchsdauer wurde

die Verschließung des Botalloganges an 8 jungen Hunden in der oben beschriebenen Art täglich, Schritt für Schritt verfolgt. An Hand dieser Versuche hat es sich herausgestellt, daß der Verschuß nach dem gleichen Mechanismus wie beim Menschen vor sich geht, doch erheblich rascher verläuft, da der ganze Vorgang innerhalb 14 Tage beendet ist.

Der andere Teil des Versuchsmaterials wurde von menschlichen Früchten geliefert. Die Forschungen erstreckten sich auf alle Fälle, von dem ganz jungen, kaum 4monatigen Embryo beginnend bis zum Erwachsenenalter; allerdings wurden überwiegend Neugeborene und 1—2monatige Früchte untersucht.

Wie erwähnt, gibt es auch in bezug auf die Struktur des Ductus Botalli ziemlich viele Meinungsverschiedenheiten unter den Auffassungen der einzelnen Autoren. Im Verlauf unserer Forschungen gelangten wir zur Überzeugung, daß der Ductus in struktureller Hinsicht den mittelgroßen Arterien von muskulärem Typ am nächsten steht: die Gefäßwand besitzt die obligaten drei Schichten, die Intima, Media und Adventitia. Die schmale Intima wird von der Media durch die Membrana elastica interna getrennt. Der Verlauf dieser elastischen Membran ist aber nicht so regelmäßig, wie in den übrigen Schlagadern; sie bildet keine einheitliche zusammenhängende Membran, sondern zeigt stellenweise Auffaserungen; die Fasern dringen nach der Media hinein und hängen mit dem elastischen Fasernetz der Media zusammen. An einzelnen Stellen fehlt die innere elastische Membran vollkommen, an anderen wieder liegt sie an der inneren Fläche des Gefäßes anscheinend frei. — Die innere Schicht, die Intima, gibt in den meisten untersuchten Fällen ein seltsames Bild. Vor allem ist die zwischen der inneren elastischen Membran und dem Endothel befindliche dünne bindegewebige Schicht charakteristisch, da ihre Zellen zumeist nach dem Lumen gerichtet sind und kleinere-größere gegen das Lumen sich vorwölbende Verdickungen aufweisen. Diese Verdickung wird bereits vom vierten Monat des Fetallebens beobachtet (Abb. 1a); da sie auch von anderen Verfassern beschrieben wurde, ferner, da sie seit der erwähnten frühen Periode besteht und bis zum Ende vorhanden ist, muß sie für *charakteristisch* gehalten werden. Die Verdickungen bestehen überwiegend aus Bindegewebe, und Muskelzellen lassen sich nur vereinzelt nachweisen. Dagegen sind hier alle Gattungen der Bindegewebelemente vertreten: spindelförmige und mit Fortsätzen versehene Bindegewebszellen, feine kollagene und argyrophile Fasern, vor allem aber das elastische Fasernetz. Die elastischen Fasern erscheinen schon in der frühesten Periode der Verdickung in der Form von sehr feinen Fibrillen; später werden sie immer mehr ausgeprägt, so daß sie bei der Geburt ein gut färbbares, miteinander und der inneren elastischen Membran vielfach zusammenhängendes Netz bilden (Abb. 1b). Diese Fest-

stellung steht mit den Ergebnissen von *Melka* in Widerspruch, da dieser Autor hier reichliche glatte Muskelemente gesehen haben soll; noch erheblicher ist der Widerspruch mit *Graeper*, der nicht imstande war, mittels der *Weigertschen* Färbung elastische Elemente nachzuweisen.

An der Tunica media lassen sich drei Schichten unterscheiden: die innere longitudinale, die mittlere zirkuläre und die äußere longitudinale.

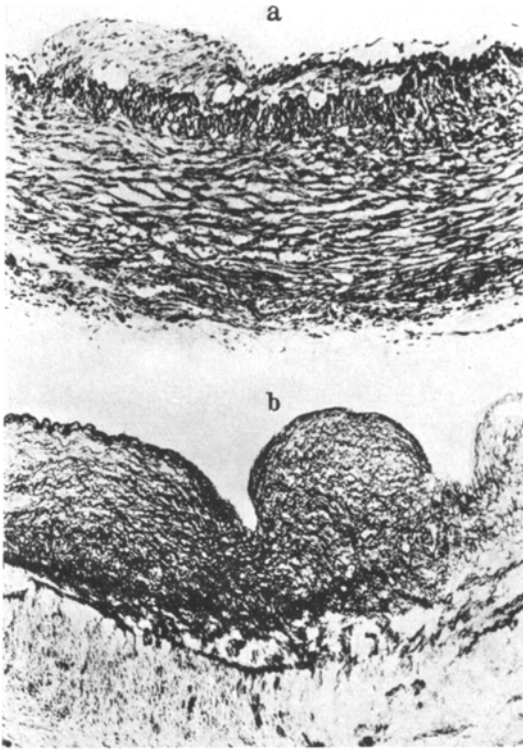


Abb. 1. *a* = Intimawulst in dem Ductus Botalli eines Fetus von 28 cm Länge. (80fache Vergrößerung.) *b* = Elastische Fasern in der Intimaverdickung des Ductus Botalli eines toten geborenen Kindes. (Orcein-Färbung.)

Die mittlere Schicht ist am besten entwickelt, während die zwei Längsschichten manchmal kaum wahrnehmbar sind. Die Media besteht überwiegend aus Muskelfasern. Zwischen diesen glatten Muskelzellen befinden sich wenige kollagene Fasern. Letztere liegen auf Flächenschnitten unregelmäßig, zeigen Korkzieherformen, die meisten sind aber quer zu den Muskelfasern gelagert. Überdies haben wir in der Media, wie es auch von anderen Verfassern erwähnt wird (*Pöllot, Thoma, Linsmayer, Walkhoff*), ein feines elastisches Faser-Netz gefunden, dessen Elemente nach den aus Flächenschnitten gewonnenen Beobachtungen miteinander netz-

artig zusammenhängen. Diese elastischen Fasern sind in der Nähe der Membrana limitans interna reichlicher zu finden. Ansonsten besitzt die Media eine verhältnismäßig lockere Struktur, sie ist nirgends so dicht wie die Wand der Arterien von muskulärem Typ.

Die äußere Schicht, die Tunica externa, des Botalloganges ist von lockerer Struktur und von der Media nicht scharf abgegrenzt. Sie besteht aus bindegewebigen, zum Teil zirkulären, zum Teil unregelmäßig verlaufenden Fasern, zwischen denen auch Bindegewebszellen reichlich

zu finden sind. An der Grenze der Media oder in der Media selbst sind Querschnitte von feinen Capillaren oft zu sehen, die zur Ernährung des Botallganges dienen; in der Intima gibt es keine Capillaren.

Im Hinblick auf das Verhältnis zwischen dem Ductus und den großen Gefäßen haben wir *das elastische Fasersystem* untersucht. Zu diesem Zwecke wurden Längsschnitte hergestellt, die den Ausgang des Ductus aus der Lungenschlagader, seine Einmündung in die Aorta, besonders den oberen Teil, die sog. Klappe, ferner einen Teil der Aorta enthielten. Die dichten elastischen faserigen Membranen der großen Gefäße setzen sich in den Ductus nicht fort, sondern hören bei seinem Ausgang bzw. bei der Einmündung plötzlich auf und die elastischen Fasern werden von der glatten Muskulatur des Ductus abgewechselt. Die Oberflächenschicht des elastischen Fasersystems hört aber nicht auf; die Fasern werden gegeneinander gedrängt und gehen in die innere elastische Membran des Botallganges über. Dieser Übergang kann besonders in der Umgebung der Aorta beobachtet werden. Dagegen findet man in der Adventitia des Ductus eine ziemlich breitschichtige Fortsetzung der äußeren elastischen Membran der großen Gefäße, wodurch die aus glatten Muskeln bestehende Media des Ductus sich zwischen die elastischen Membranen der großen Gefäße trichterförmig einkeilt. Wir machten noch eine Beobachtung, die in der Literatur nicht erwähnt wird. Am Aortaende des Ductus laufen nicht alle elastischen Fasern der Länge nach, sondern sind vielmehr quer d. h. zirkulär gelegen. Das oberflächliche Fasernetz der großen Gefäße hängt aber mit den feinen Fibrillen der Intimaverdickungen des Botallganges zusammen.

Die den Verschlußmechanismus betreffende Frage zu beantworten, ist auch in der Kenntnis der Struktur des Ductus nicht leicht, da mehrere Faktoren zu berücksichtigen sind. Im Einverständnis mit den älteren Verfassern können zwei Arten der Verschließung unterschieden werden: die anatomische und die physiologische (*Gerard, Testut*). Die physiologische Verschließung findet an Hand der ersten Atemzüge nach der Geburt statt, da die sich erweiternden Lungen das Blut durch die zwei Pulmonaläste einsaugen, wodurch der Druck und die Stromgeschwindigkeit im Ductus herabgesetzt wird. Die ganze den kleinen Kreislauf passierende Blutmenge gelangt in die linke Herzhälfte, von hier über die Aorta in den ganzen Körper, wodurch sich der Blutdruck in der Aorta erhöht und das Einfließen der im Ductus befindlichen Blutssäule in die Aorta verhindert. So liegen der physiologischen Verschließung zwei Faktoren zugrunde, einerseits die Saugwirkung der Lungen, anderseits die Zunahme des Aortendruckes. Zu dieser Zeit ist der Ductus anatomisch offen, aber physiologisch geschlossen, da kein Blut durch ihn strömt. Da nun der Ductus außer Gebrauch ge-

setzt wurde, ist er entbehrlich und die anatomische Verschließung, die eine längere Zeit in Anspruch nimmt, kann beginnen. Die Vorbereitungen des Verschlusses finden noch während des Fetallebens statt, wenigstens die im vierten embryonalen Monat beginnende und nachher immer zunehmende Intimawucherung dürfte als eine Vorbereitung aufgefaßt werden. Nach der Geburt ist die Intimawucherung dermaßen ausgeprägt, daß ihre Rolle im Verschließungsprozeß überhaupt nicht bezweifelt werden kann, obwohl der anatomische Verschuß auch von anderen Faktoren gefördert werden dürfte. Ein fördernder Faktor ist z. B. der Umstand, daß im Ductus der Druck zuerst abnimmt und später vollkommen aufhört. Durch Abnahme des hydrostatischen Druckes hört die auf die Gefäßwand ausgeübte Spannung auf, der Hohlraum des Ganges wird verengert. Dieser Schritt ist der erste nach der Richtung des Verschlusses. Der Vorgang wird durch die Muskulatur des Ganges, welche den Verengungsprozeß mittels Kontraktionen unterstützt, erheblich beschleunigt (*Schulze, Thoma*). Die Zusammenziehung der Gefäßwand bringt die Verengung der in der Wand befindlichen Capillaren mit sich, so wird auch die Ernährung des Ganges herabgesetzt. In bezug auf das Verhalten der in der Ductuswand befindlichen elastischen Fasern haben wir keine experimentellen Erfahrungen. Wir sehen, daß die Fasern nach dem Tode unregelmäßig und locker angeordnet sind; sie liegen nicht nebeneinander, sie sind nicht parallel, auch die innere elastische Membran zeigt nicht den regelmäßigen welligen Verlauf wie in der Wand der mittelgroßen Gefäße. Aus dieser Beobachtung dürfte geschlossen werden, daß die im tätigen Gefäß unter Spannung stehenden elastischen Fasern die ihnen meistentsprechende, von jeder inneren und äußeren Kraftwirkung unabhängige Lage einnehmen.

Es gibt noch einen Umstand, der in der Verschließung des Botallonganges auf die Rolle der elastischen Fasern hinweist. Bei der Untersuchung der von uns angefertigten Schnitte ist es aufgefallen, daß in einzelnen Botallogängen (etwa 75%) in den am meisten aufgelockerten Teilen der Gefäßwand, besonders zwischen der mittleren Schicht und der inneren elastischen Membran ein eigentümlicher strukturloser, manchmal faserartig gelagerter Stoff zu finden ist; in anderen Fällen war diese Vermehrung circumscripirt. In der Wand des Ganges entstehen Höhlen von verschiedener Größe, in denen sich dieser mit Hämatoxylin-Eosin blau gefärbter Stoff ansammelt. Diese spaltenförmigen Höhlen sind in der inneren longitudinalen Muskelschicht gelegen (Abb. 2). Der homogene Stoff erscheint nach *Mallory*-Färbung blau, nach Orcein violettbraun. Es liegt auf der Hand, daß dieser Stoff, dessen Vorkommen im Botallogange in der Literatur bisher nicht erwähnt worden ist, aus Schleim besteht. Die üblichen Schleimreaktionen fielen sehr

schwach aus, dagegen färben sich die fraglichen Gebiete in den mit Thionin behandelten Schnitten blaßrosa. Unsere Vermutung wurde durch die Untersuchungen nur zum Teil bestätigt: der fragliche Stoff ist kein Schleim, sondern ein schleimartiger Stoff (Mucoid).

Wo entsteht das Mucoid? Mit Rücksicht auf den Umstand, daß es sich hauptsächlich in der inneren Hälfte der mittleren Membran



Abb. 2. Mucoidmassen (M) in der Wand des Ductus Botalli eines 4 Tage alten Kindes.

finden läßt, wo fast keine Verdickung wahrnehmbar ist, dürfte es ein Entartungsprodukt darstellen. In diesem Gebiet, wo in der Gesellschaft von wenigen kollagenen Fasern elastische Fasern, sternförmige embryonale Zellen und glatte Muskelemente zu finden sind, dürfte das Mucoid durch die Entartung von einem dieser Elemente entstehen. Im Verlaufe unserer Forschungen gelangten wir zur Überzeugung, daß das Mucoid einerseits von den erwähnten Zellen erzeugt wird, anderseits ein Entartungsprodukt der elastischen Fasern darstellt. Diese

Annahme wird auch vom Umstand unterstützt, daß ähnliche schleimige Entartungen auch in den Nabelgefäßen, insbesondere in der Adventitia der Arterien, in breiter Schicht vorkommen und die Veränderung die ganze Nabelarterie entlang verfolgt werden kann. Bekanntlich kommen an diesen Stellen embryonale Zellen reichlich vor; nun ist aber der Botallogang ein ebenso charakteristischer Fetalgang wie die Nabelgefäße. So dürfte die eine Quelle des Schleimes von den embryonalen Zellen, die andere von den elastischen Fasern gebildet werden. Für diese Annahme spricht ferner die Beobachtung, daß im elastischen Fasersystem des Botalloganges in einigen Fällen ausgesprochene morphologische Veränderungen vorhanden sind: die Fasern zeigen einen unregelmäßigen Verlauf, Auffaserungen und Risse, ihre Enden ranken und verschlingen sich und fallen der Entartung anheim. Bekanntlich ist das Mucoid ein Entartungsprodukt des elastischen Fasersystems. Einige Verfasser haben gewisse Veränderungen des elastischen Systems in Verbindung mit der Arteriosklerose beschrieben; eine dieser Veränderungen ist die Eigenschaft, daß das membranartige zwischen den einzelnen elastischen Fasern lose ausgespannte Fasernetz sich ähnlich dem elastischen Netz färbt, doch nicht in jeder Hinsicht. Diese Färbung bzw. der betreffende Stoff wird zusammen mit den mucoiden Massen, die beim Zerfall des elastischen Systems immer vorhanden sind, als ein Entartungszeichen der elastischen Fasern aufgefaßt. Da nach dem Verschluß des Botalloganges die gleichen Veränderungen zu beobachten sind, dürften die beiden Prozesse im Hinblick auf das Verhalten der elastischen Fasern als parallele Vorgänge miteinander verglichen werden.

Es steht nun fest, daß die elastischen Fasern während des Verschließens einmal entarten, zum anderen wuchern. Ausgehend von der inneren elastischen Membran läßt sich nach außen Entartung, nach innen Wucherung beobachten. Der Platz der entarteten elastischen Fasern wird allmählich vom Bindegewebe der Media besetzt, das ebenfalls zu wuchern beginnt, gegen den Gefäßhohlraum wächst, die innere elastische Membran durchbricht und sich mit der ebenfalls gegen den Hohlraum gerichteten Intimaverdickung vereinigt. Das Bindegewebe enthält reichlich kollagene Fasern, die stellenweise mit glatten Muskelfasern vermengt sind. Die zirkuläre Muskelschicht der Media bleibt erhalten; die innere elastische Membran, obwohl sie nicht schleimig entartet wird, erfährt eine gewisse Änderung, da sie sich mit Orcein ein wenig heller färbt, als unter normalen Verhältnissen. Das Lumen wird durch die Schleimvermehrung, Entartung und Wucherung der elastischen Fasern und durch die Wucherung der innersten Membran der Media und Intima fortwährend verengt, bis die einander gegenüberstehenden Wände nach Bildung eines unregelmäßigen oder sternförmigen Lumens schließlich sich berühren. In dieser Weise wird der

Verschließungsprozeß, der anfangs schneller, später langsamer fortschreitet, durchschnittlich in 1,5—2 Monaten beendet. Das verschlossene Lumen kann am Querschnitt des Lig. Botalli noch lange erkannt werden; in einzelnen Fällen ist sogar nach vielen (10—12) Monaten ein unregelmäßiger enger Gang zu sehen, wie es auch von uns beobachtet wurde.

In der mikroskopischen Struktur des Ligamentum Botalli fällt zunächst die Spärlichkeit der zelligen Substanz auf. Die Stelle des einstmaligen Lumens wird zumeist von faserigen Elementen ausgefüllt. Diese Fasern weisen eine eigentümliche Färbung auf, indem sie an Hämatoxylin-Eosin-Präparaten auffallend strukturlos erscheinen, nach Mallory-Färbung schon eine gewisse Struktur aufweisen, da sie blau gefärbte kollagene Fasern enthalten, schließlich in den Orceinpräparaten dicke, hellrostbraun gefärbte Stränge zeigen. Dieser Befund verstärkt unsere frühere Annahme, daß es sich auch hier um einen Entartungsprozeß, und zwar um eine hyaline Entartung handelt. Das frühere Lumen wird von den kollagenen Fasern des wuchernden Bindegewebes durchwoben, verschlossen; nun folgt die Entartung bzw. Hyalinisation der Fasern, die zur weiteren Verengung des Ganges beiträgt. Mit der Zeit erstreckt sich die Hyalinisation auch auf die Media, die Muskelschicht verschwindet allmählich und der frühere Gang verwandelt sich in einen zwischen den zwei großen Gefäßen ausgespannten beinahe strukturlosen Strang. Die Hyalinisation kann nicht in jedem Fall in einer charakteristischen Form beobachtet werden; manchmal findet man nur ein Verschwinden der Struktur und Verdichtung der Fasern nebst Verminderung der zelligen Elemente. Im Inneren des Lig. Botalli beobachtet man oft Capillaren, die aus dem benachbarten Gewebe, aus der Adventitia, in das Innere des Bandes hineinwachsen. Im späteren Alter nimmt ihre Zahl ab. Beim Verschließungsprozeß kann selten auch Kalkablagerung beobachtet werden.

Schließlich soll die Frage beantwortet werden, wie der Verschluß bei der Einmündung in die großen Gefäße vor sich geht. Aus diesem Grunde haben wir die beiden Enden des Bandes untersucht. Die Wucherung des elastischen Systems ist auch hier vorhanden, sogar vielleicht in größerem Maße als im Inneren des Bandes. Sie wird von der Vermehrung des Bindegewebes in geringerem Grade begleitet; auch dieses Bindegewebe wird später hyalinisch entartet. Die Wucherung der elastischen Fasern nimmt ständig zu, besonders seitens der großen Gefäße; allmählich kommt es zu ihrer Ordnung in parallele Fasern und Membranen und sie suchen durch Anschmiegung, von oben nach unten, zur Gegenseite der Aortawand die Lücke auszufüllen. Das zwischen den elastischen Fasern befindliche lose Bindegewebe, das am Verschluß teilnimmt, kann an der Einmündungsstelle noch lange nachgewiesen werden. Diese Stelle ist aber so schmal, daß das elastische

klappenartig aneinanderliegende Fasersystem hierdurch nicht geschwächt wird. Dementsprechend ist der Verschluß, dem an der Gefäßintima eine noch lange Zeit sichtbare Einziehung entspricht, aus der Richtung der großen Gefäße her vollständig gesichert.

Zusammenfassend lassen die Ergebnisse in bezug auf den Verschluß des Ductus Botalli folgendes feststellen:

1. Beim Vorgange der Verschließung sind anatomische und physiologische Verschließung zu trennen.

2. Die physiologische Verschließung erfolgt anlässlich der ersten Atemzüge, die anatomische wird erst in der 6. bis 8. Woche beendet.

3. Eine aktive Muskelkontraktion in der Wand des Ganges bildet den ersten Schritt des Verschließungsvorganges.

4. Im Verschluß spielt die Verdickung der Intima und — später — der Media eine wichtige Rolle.

5. Gleichzeitig und parallel mit den Wucherungen finden auch degenerative Prozesse statt, und zwar die mucoide und später die hyaline Degeneration.

6. Infolge der Verschließung verwandelt sich der Muskel- und elastische Fasern reichlich enthaltende Gang in ein homogenes bindegewebiges faseriges Band.

7. Aus dem Vorgang des Verschließungsprozesses können in bezug auf das unbekannte Alter des Säuglings bzw. der Frucht ziemlich genaue Schlüsse gezogen werden. Die Intimawucherung beginnt im vierten intrauterinen Monat, der Verschluß ist aber in der 6. bis 8. Woche nach der Geburt beendet. Im gegebenen Falle können auf Grund des histologischen Bildes in Zusammenhang mit diesen zwei Terminen genaue Daten ermittelt werden.

Literaturverzeichnis.

- Ake-Svensson*, Z. mikrosk.-anat. Forsch. **46** (1939). — *Graeper*, Z. Anat. **61** (1921). — *Gundobin*, A. P., Die Besonderheiten des Kindesalters. **1912**. — *Haberda*, A., Die fetalen Kreislaufwege des Neugeborenen. Wien 1896. — *Karl*, P., G. *Wetzel*, F. *Heiderich*, Handbuch der Anatomie des Kindesalters. Berlin 1931. — *Melka*, J., Anat. Anz. **61** (1926). — *Testut*, Traité d'anatomie humaine. Paris 1928.