

(Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Innsbruck.
Vorstand: Hofrat Prof. Dr. *Karl Meixner.*)

Ruptur des Ductus arteriosus Botalli¹.

Von
Dr. Erich Fritz,
Assistent am Institut.

Mit 2 Textabbildungen.

Rupturen des Ductus arteriosus Botalli innerhalb der ersten Lebens-tage gehören zu den allergrößten Seltenheiten. Da in der Literatur bisher nur 6 derartige Fälle bekannt sind, scheint die Mitteilung einer am hiesigen Institut gemachten Beobachtung gerechtfertigt.

Eine 36jährige Frau erlitt beim Nachfüllen von Petroleum in eine Lampe durch Explodieren der Kanne schwere Verbrennungen. 2 Tage nach dem Unfall gebar die Frau spontan eine 43 cm lange weibliche Frucht, die $4\frac{1}{2}$ Stunden später starb.

Die Ursache ihres Todes hat sich durch die Leichenöffnung nicht mit Sicherheit ermitteln lassen. Das Gezelte war unverletzt, es fanden sich auch keine Blutungen im Gehirn, noch Anzeichen von Lues. An der Oberfläche der im allgemeinen dunkelblaurot gefärbten Lungen waren nur vereinzelt heller graurot gefärbte Bezirke mit Perlbläschenzeichnung zu sehen, so besonders in den Zwischen-lappenspalten. Dagegen zeigen sich auf dem mikroskopischen Schnitt die Lungen-bläschen mit Ausnahme kleiner Bereiche schwach entfaltet, die elastischen Fasern gespannt. Auffallend ist der außerordentliche Blutreichtum, auch die Haar-gefäß um die Endbläschen sind strotzend gefüllt. In einigen Gesichtsfeldern sind Bestandteile des Fruchtwassers, wie Mekonkugeln und Vernixzellen nachzuweisen, doch kann von einer massigen Fruchtwasseraspiration nicht gesprochen werden. In die Augen springen zahlreiche und ausgedehnte Blutungen, die haupt-sächlich unterm Lungenfell und um die kleinen Bronchien liegen. Unter dem Lungenfell nehmen die Blutungen einen breiten Saum ein und ziehen auch innerhalb der bindegewebigen Septen bis weit in das Innere der Lungen hinein. Auch in zahlreichen Endbläschen selbst liegen freie rote Blutkörperchen, in manchen Gesichtsfeldern ist die Lichtung der Endbläschen durch die Blutkörperchen voll-ständig angefüllt. Dagegen sind die größeren Luftäste und auch die Bronchioli respiratorii frei von Blut. Stellenweise sind Endbläschen und kleine Luftäste zusammenhängend von seröser Flüssigkeit erfüllt, so besonders unter dem Lungen-fell und in den Randgebieten der Lunge. Eine Vermehrung weißer Blutzellen ist nirgends zu erkennen.

¹ Herrn Prof. Dr. *Merkel* zu seinem 60. Geburtstage, am 7. VI. 1933 ge-widmet.

Magen und Dünndarm waren luftgefüllt. Das Herz von entsprechender Größe, das ovale Loch offen. An den Zipfelklappen fanden sich kleinste schwarzblaue Knötchen.

Das lockere Zellgewebe zwischen Aorta und Ductus Botalli war in einer Ausdehnung von 7 mm Länge und 3 mm Breite schwarzrot verfärbt, blutunterlaufen. Der Ductus Botalli ist offen, gegen 1 cm lang und mündet im spitzen Winkel in die Aorta. Seine Innenhaut ist im

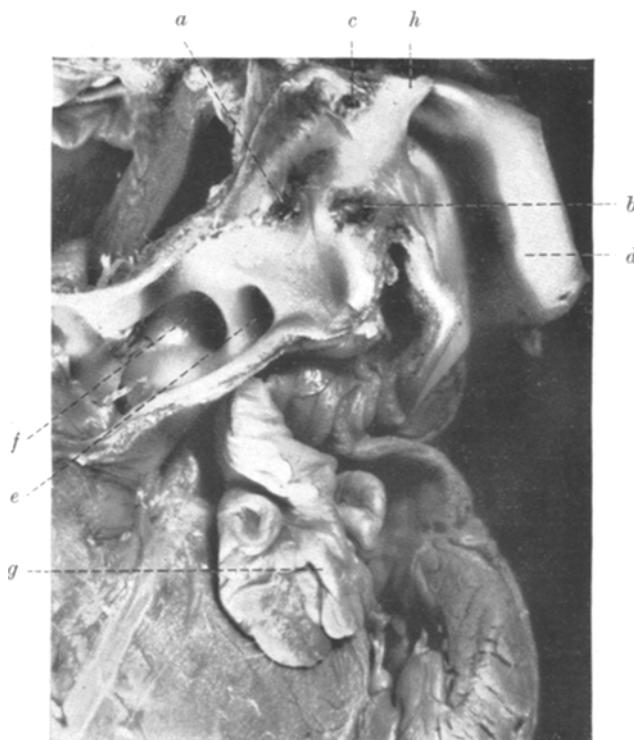


Abb. 1. a, b, c = Rupturen im Ductus Botalli; d = absteigende Aorta; e, f = linke und rechte Pulmonalarterie; g = linkes Herzrohr; h = Sporn zwischen Ductus Botalli und Aorta.

allgemeinen ganz leicht gefältelt und an drei verschiedenen Stellen schwarzrot verfärbt und rauh.

Der größte der Herde ist $3\frac{1}{2}$ mm lang und $1\frac{1}{2}$ mm breit, liegt an der Hinterwand in der Längsrichtung des Ganges und reicht bis 4 mm vor seine Eimündung in die Aorta (Abb. 1a). Innerhalb dieser Stelle, die fast wie ein Geschwür aussieht, fehlt die Innenhaut, der Grund ist von festhaftenden Gerinnseln bedeckt. An den Rändern ist die Innenhaut aufgefranst und flottiert beim Bespülen mit Wasser.

Ein zweiter, kaum $1\frac{1}{2}$ mm großer, gleichbeschaffener Herd liegt von dem eben beschriebenen etwas weiter links und weiter gegen die

Aorta zu (Abb. 1b) und ein dritter noch kleinerer nahe der Mündung des Ductus schon auf dem Sporn zwischen ihm und der Aorta (Abb. 1c).

Nach Härtung des Präparates wurde erst das Wandstück des Ductus mit dem kleinsten der Herde (Abb. 1c) und dann noch eine größere, 4—5 mm dicke Scheibe senkrecht zur Längsachse des Ganges mit den beiden anderen Herden herausgeschnitten. Die Einbettung erfolgte in Paraffin. Gefärbt wurden die Schnitte hauptsächlich mit Hämalaun-Eosin, Van Gieson und Weigerts Elastica.

Vor Wiedergabe der histologischen Befunde seien kurz die Eigentümlichkeiten des Ductus Botalli erwähnt. Sein Bau wurde erst viel später als der anderer Gefäße klargestellt, woran besonders *Frölicher* und *Gräper* Anteil haben. Er unterscheidet sich wesentlich von Lungenschlagader und Aorta, besonders in Media und Intima. Die Media ist lockerer gebaut und von zahlreichen, bis $1/3$ mm großen, unregelmäßig begrenzten Hohlräumen durchsetzt. Das Auffallendste ist, daß die inneren Schichten der Media bis über die halbe Dicke von sehr zahlreichen, ungleich gehäuften Längsmuskelbündeln durchflochten sind, die namentlich in den innersten Lagen an der Membrana elastica interna weitaus überwiegen. Die elastischen Fasern bilden nur ein zartes Maschenwerk, stellenweise fehlen sie in der Media vollständig. Zwischen Media und Intima liegt in der Regel eine mächtige elastische Membran, die sich jedoch vielfach aufblättert und auf kürzere oder längere Strecken unterbrochen sein kann. An Schnitten schwankt die Dicke der Intima immer ganz beträchtlich, wobei sich auch noch von Fall zu Fall größere Unterschiede ergeben. Die polsterförmig in die Lichtung vorspringenden verdickten Stellen können das 10fache der Dicke an anderen Stellen aufweisen. Der Querschnitt der Lichtung ist dadurch unregelmäßig, bei stärkerer Zusammenziehung geradezu sternförmig, ähnlich wie bei den Nabelarterien. Die an elastischen Fasern reiche Adventitia ist von zahlreichen weiten und meist strotzend mit Blut gefüllten Gefäßen durchsetzt, von denen mitunter Seitenzweigchen, nicht viel weiter als Haargefäße mit einfacher Endothelhaut, in die äußersten Ringmuskelschichten der Media abgehen, während die inneren Schichten der Media ausnahmslos frei von Gefäßen sind. Die Angabe *Frölichs*, daß in der Media „viele, meist strotzend mit Blut gefüllte Gefäße“ liegen, konnten wir durch unsere Untersuchungen nicht bestätigt finden.

Die mikroskopische Untersuchung des vorliegenden Falles ergibt bei allen 3 Herden einen Riß durch sämtliche Wandschichten. Der Bluterguß reicht aus dem Rißspalt bis in das lockere Zellgewebe der Adventitia des Ductus und auch in den angrenzenden Zellgewebsschichten ist er flächenhaft ausgebreitet. In der Mitte des Risses liegt zwischen den Blutmassen ein Fibrinpfropf, der sich in seiner Mitte stärker gegen die Gefäßlichtung vorwölbt, als es an dem abgebildeten Schnitt (Abb. 2) zu sehen ist. Zu beiden Seiten der Risse sind die Schichten der Media durch Blut auseinander gedrängt. Innerhalb der Blutung sind die Leukocyten etwas vermehrt, so ganz besonders im Bereiche der Risse und im Fibrinpfropf. Die Gefäße der Adventitia sind erweitert und strotzend mit Blut gefüllt, sie bilden stellenweise einen breiten Saum gegen die Media. Auch entfernt von den ausgedehnten Blutungen zeigen sich in der Adventitia hier und da kleinere Blutaustritte, die,

wie es den Anschein hat, aus solchen erweiterten Gefäßen durch Zerreißung entstanden sind. Neubildung von jungem Bindegewebe oder Gefäßen ist nirgends zu erkennen. Weder die elastischen Fasern, noch die Wandschichten des Ductus selbst zeigen irgendwelche krankhafte Veränderungen. Die Elastica interna ist gut gebildet, die Media nur von feinsten elastischen Fasern durchsetzt. Die für den Ductus bezeichnenden Innenhautpolster sind nicht besonders dick, springen wenig gegen die Lichtung vor.

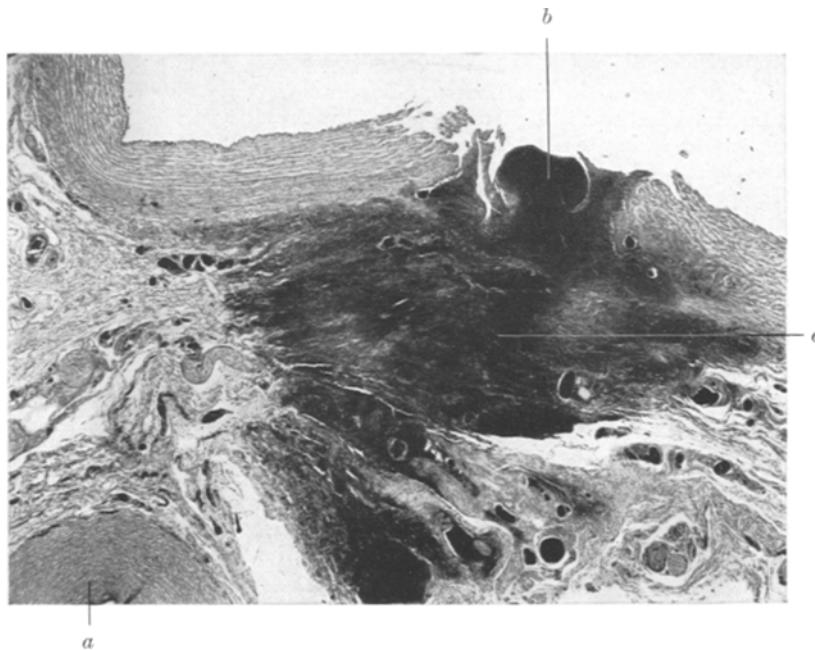


Abb. 2. Querschnitt durch den Ductus Botalli mit Herd *a* der Abb. 1. *a* = linke Pulmonal-arterie; *b* = Fibriinpfpfropf; *c* = Blutung im lockeren Zellgewebe.

Nach den histologischen Befunden handelt es sich bei allen 3 Herden um vollständige, die ganze Wanddicke des Ductus Botalli durchsetzende Risse mit Blutung zwischen die Wandschichten und in das lockere Zellgewebe unter der Adventitia.

Die außerordentliche Seltenheit solcher Rupturen ist am besten daran zu erkennen, daß in der reichhaltigen Literatur über den Ductus Botalli nur 6 annähernd gleichartige Fälle bekannt sind, die von *Roeder*, *Esser* und *Fröhlicher* ausführlich beschrieben wurden.

Der eine Fall *Roeders* betraf einen 2 Tage alten Knaben, bei welchem sich 3 kleine Risse innerhalb eines uneben höckerigen Innenhautbezirkes fanden, der 2. Fall ein 3 Tage altes Mädchen, dessen Ductusinnenwand an 2 durch Blutung etwas vorgewölbten Stellen nahe der Einmündung in die Aorta und an der medialen

Wand je einen halbstecknadelkopfgroßen Riß zeigte. In beiden Fällen schimmerte ein größerer Blutaustritt nach außen durch die Adventitia durch.

Bei den Beobachtungen *Essers* handelte es sich um 2 Kinder, von denen das eine wenige Stunden nach der Geburt, das andere am 6. Tage gestorben waren. Bei ersterem fand sich „an der Einmündung des Ductus in die Pulmonalis ein die halbe Circumferenz umfassender Querriß, von dem aus die Wand des Ductus innerhalb der Media auf eine Strecke von 4—5 mm zur Aorta hin nach Art eines Aneurysma dissecans gespalten war. Der Spalt ist mit geronnenem Blut ausgefüllt.“ Bei dem am 6. Tage gestorbenen Kinde ist die „Wand des Ductus, deren Intima fein höckerig, wie geriffelt erscheint, an 2 Stellen nahe der Einmündung des Ductus in die Pulmonalis auf eine Strecke von je 2 mm spitzwinkelig zur Längsachse eingerissen. Die Risse reichen bis etwa zur Mitte der Wanddicke und sind mit geronnenem Blut gefüllt.“

In beiden von *Frölicher* beschriebenen Fällen hatten die Kinder, ein Knabe und ein Mädchen, je einen Tag lang gelebt. Während sich bei dem Knaben gegen die Pulmonalis und gegen die Aorta zu 2 kleine, kaum 2 mm große rundliche Defekte fanden, zeigte sich bei dem Mädchen an der Hinterwand des Ductus unmittelbar am Abgang der Aorta ein Substanzverlust von 6 mm Länge und 4 mm Breite, dessen Ränder gezackt und unterhöhlten.

Die histologische Untersuchung aller 6 Fälle ergab keine krankhafte Veränderung der Ductuswand, insbesondere fehlten Anhäufungen von Rundzellen.

Für die Frage nach der Ursache der Risse sind Befunde von Blutungen in der Wand des Ductus wichtig. Solche Blutungen ohne Verbindung mit der Lichtung fand *Frölicher* 5 mal. Er leitet sie von den *Vasa vasorum* her, die er strotzend mit Blut gefüllt fand. Von den 5 Kindern war das eine tot zur Welt gekommen, die anderen nach 2, 4, 12 und 42 Tagen gestorben.

Während die mikroskopischen Untersuchungen *Frölichers* sich auf Fälle beschränken, in welchen anscheinend schon mit freiem Auge eine Veränderung der Wand zu erkennen war, hat *Gräper* ohne Auswahl den Ductus von 20 Kinderleichen untersucht und dabei 19 mal, in allen Fällen, die er an Schnittreihen untersuchte, Blutungen gefunden. Nur in einem Falle, von dem er nicht eine vollständige Serie hatte, fehlten sie. Mehrmals hatten die Blutungen auch größere Ausdehnung angenommen und durch Zerreißung der inneren Längsmuskelschichte die Intima auf eine größere Strecke abgehoben. Seiner Meinung nach könne das Blut einerseits aus den zahlreichen *Vasa vasorum* der Adventitia stammen, an denen man auch, ohne daß es zu Blutungen gekommen wäre, spindelförmige Erweiterungen nach Art von Varicen sähe, andererseits aus dem Ductus selbst, da öfters eine Verbindung der in den inneren Längsmuskelschichten liegenden Blutungen mit der Lichtung des Ductus nachzuweisen war, wonach auch diese Fälle zu den *Rupturen* zu zählen wären. Daß die Zerreißungen der Intima von seiner Technik herrühren, lehnt *Gräper* ab, vielmehr glaubt er, da er auch bei älteren Kindern Reste von Blutungen innerhalb der Muskulatur mit Veränderungen der roten Blutkörperchen gefunden hat, an-

nehmen zu können, daß diese Blutungen intravital entstanden seien. Eine Erklärung für die meist am Rande eines Polsters liegenden Zerreißungen der Intima sei in den abwechselnden Kontraktionen und Erschlaffungszuständen besonders der Längsmuskelschichten zu suchen. Durch das Zusammenschnurren der Innenhaut würden auch die Polster höher.

Auch wir haben, ohne vorerst von den Arbeiten *Frölichers* oder *Gräpers* Kenntnis zu haben, bei einer Reihe von Kindern, von denen einige tot zur Welt gekommen, die meisten ganz kurz nach der Geburt gestorben waren, den Botallischen Gang untersucht und obwohl wir keine Reihenschnitte anfertigten, dennoch bei 13 von 20 Fällen nicht nur Blutungen in der Adventitia und im lockeren Zellgewebe außerhalb, sondern auch kleinste Blutungen innerhalb der Media feststellen können. Bei einem 4 Tage alten, an Lungenentzündung gestorbenen Kinde waren durch eine ausgedehnte Blutung auch die Schichten der Media und Intima weit auseinander gedrängt und durch Zerreißung der innersten Wandschichten eine Verbindung mit der Lichtung hergestellt. Bei einem 5 Wochen alten Kinde fanden sich kleine verkalkte Herde in der Media. Es stimmen somit die Befunde unserer Untersuchungen mit denen *Frölichers* und *Gräpers* überein.

Die Ansichten über die Entstehung der Rupturen sind verschieden. *Roeder* geht von der durch *Strassmann* begründeten Anschauung aus, daß der Ductus arteriosus Botalli nach der Aorta hin einen klappenartigen Verschluß habe. Eine „Störung des pulmonalen Druckes bis zum Überdruck, sowie eine plötzliche und länger anhaltende Verschiebung der nach der Geburt in umgekehrtem Sinne eingetretenen Druckdifferenz genüge, um durch den längere Zeit herrschenden Überdruck im Bogen der Aorta den klappenähnlichen Verschluß zwischen Aorta und Ductus zu sprengen, wodurch es zur Ruptur komme.“ Bei allgemeiner Stauung im großen Kreislauf fand sich in beiden Fällen ein Hindernis der Lungenzirkulation in Gestalt einer Bronchitis, in dem einen außerdem eine Struma, ferner ausgedehnte Lungenblutungen und als Folge des Widerstandes in den Lungen in dem einen Fall schon nach 3 Tagen eine „rechtsseitige Herzhypertrophie“.

Nach *Esser* spräche schon die Lage der Einrisse und besonders im ersten Fall der Verlauf des Aneurysma dissecans von der Pulmonalis gegen die Aorta hin dafür, daß ein von der Pulmonalis kommender Überdruck die Risse verschuldet haben müsse. Dieser Überdruck in der Pulmonalis sei in beiden Fällen durch Widerstände in den Lungen bedingt, in dem einen Fall durch eine beträchtliche Lungenblähung, und im zweiten durch ausgedehnte Lungenblutungen.

Frölicher endlich meint, daß die Risse ihren Ausgang von den Blutungen in der Media des Ductus selbst nähmen. Da sie in einigen Fällen

den Charakter einer frischen, jungen Blutung zeigen, liege der Gedanke nahe, sie auf Insulte während dem Geburtsakt, sei es Pressungen, Zerrungen oder Stauung zurückzuführen. Es wäre auch denkbar, daß sie erst bei beginnender Atmung durch die damit verbundene weitgehende Umgestaltung der Gefäße, die mächtige Dehnung der beiden Pulmonalarterien und die Ausweitung der Aorta Verschiebungen und Zerrungen am Ductus Botalli ausgeübt haben, die mit Blutungen in der gefäßreichen Adventitia beantwortet wurden. Auch in den Fällen, wo die Blutungen vielleicht schon vor der Geburt eingesetzt haben, könnte durch die Geburt selbst oder durch eine danach eingetretene Asphyxie eine Vergrößerung oder gar ein Durchbruch erfolgen.

Gräper nimmt an, daß infolge der im Zustande der Atemnot bei jedem Neugeborenen stattfindenden sehr heftigen und krampfhaften ersten Atembewegungen ein erheblicher Unterdruck im Brustraum erzeugt werde, während der Druck in den Gefäßen derselbe bleibe. Danach ließe sich auch infolge der beträchtlichen Differenz zwischen Innen- und Außendruck an den Gefäßen die Neigung zu Blutungen erklären.

Auch wir halten Blutungen aus den *Vasa vasorum* für die Ursache der Risse. Hierfür sprechen in unserem Falle ganz besonders die Verteilung und Ausbreitung der Blutungen in der Adventitia, sowie die in allen anderen untersuchten Fällen festgestellten Befunde prall gefüllter Gefäße und der in 13 Fällen erbrachte Nachweis kleiner Blutungen in Adventitia und Media. Nach der Häufigkeit der von *Frölicher*, *Gräper* und uns beobachteten Blutungen scheint gerade diese Gegend um den Ductus besonders zu Blutungen zu neigen. Da der Tod in keinem Falle von Ruptur des Ductus gleich nach der Geburt, sondern erst nach $4\frac{1}{2}$ Stunden (beschriebener Fall) bis 6 Tagen eingetreten war, liegt, wie schon *Frölicher* hervorhebt, der Gedanke nahe, daß sich die Blutungen erst nachträglich so stark vergrößerten und nach innen durchbrachen. Auch nach den reichlichen von uns innerhalb der Blutungen und in den Rissen der Media gefundenen Leukocyten dürften die Blutungen nicht erst kurz vor dem Tode entstanden sein. Am ehesten sind sie auf die Geburt zu verlegen.

Die beschriebenen Veränderungen sind wohl weniger auf die Geburts gewalt als auf die Umstellung des Kreislaufes und den Beginn der Atembewegungen, sei es vorzeitiger oder zeitiger, zurückzuführen. Ein ursächlicher Anteil der Blutungen oder selbst der Risse am Tode der Kinder ist nicht ersichtlich. Da sich Blutungen auch bei gewaltsam getöteten Kindern (Kindesmord) fanden, sind sie in Anbetracht ihrer Häufigkeit geradezu als ein gewöhnliches Vorkommen anzusehen. Verwunderlich ist nur, daß sie bisher nicht öfter beobachtet oder wenigstens nicht öfter erwähnt wurden.

Bei den histologischen Untersuchungen der Ruptur des Ductus Botalli stieß ich nun ganz zufällig auf einen anderen, in der Frankf. Z. Path. ausführlich behandelten Befund. Im lockeren Zellgewebe zwischen Ductus und linkem Luftröhrenast war eine kleine Arterie von kaum 0,4 mm Dicke abgerissen. Reihenschnitte und die danach angefertigten Wachsmodelle zeigten die verödeten und blind endenden Gefäßstümpfe zurückgezogen, ihre inneren Wandschichten als lange in die Lichtung hineinragende Zapfen umgestülpt. Bei dem Mangel jeglicher Blutung oder Resten solcher hing die Zerreißung dieses Gefäßes mit der Ruptur des Ductus Botalli zeitlich nicht zusammen, sondern muß, wie die vollständige Verheilung der Rißenden zeigt, in das Fruchtleben zurückverlegt werden.

Literaturverzeichnis.

Esser, Arch. Kinderheilk. **33**. — *Fritz*, Frankf. Z. Path. **1933**. — *Frölicher*, Inaug.-Diss. Zürich 1917. — *Gräper*, Z. Anat. **61**, H. 3/4 (1921). — *Roeder*, Berl. klin. Wschr. **1901**, Nr 3 — Arch. Kinderheilk. **30**. — *Strassmann*, Arch. Gynäk. **45** (1894).
