

XXI.

Ueber die Transposition der aus dem Herzen hervortretenden grossen Arterienstämme.

Von Prof. Hermann Meyer in Zürich.

Vor einiger Zeit erhielt ich durch einen hiesigen Arzt das Herz eines neugeborenen Kindes, welches am Ende der vierten Lebenswoche gestorben war. — Bei der Section war demselben die bedeutende Ausbildung der Muskulatur an der rechten Herzkammer aufgefallen, und dieses war die Ursache dafür geworden, dass er das Herz aufbewahrte und mir mittheilte.

Zu meinem Bedauern wurde indessen bei dem Herausnehmen des Herzens zu ausschliesslich nur auf dieses geachtet und deshalb die grossen Gefässstämme ziemlich kurz abgeschnitten. Nichtsdestoweniger waren die mit dem Herzen verbunden gebliebenen Stücke derselben doch hinreichend, um zu erkennen, dass das Präparat die seltene Missbildung zeigte, bei welcher die Aorta aus dem rechten und die Lungenarterie aus dem linken Ventrikel entspringt, d. h. eine sogenannte Versetzung des Ursprunges der grossen Arterienstämme.

Ehe ich mich zu der Beschreibung des Präparates selbst wende, will ich jedoch nicht versäumen, die Bemerkungen mitzutheilen, welche mir über das Befinden des fraglichen Kindes während seines Lebens und über die zur Sache gehörigen Theile der Section gegeben wurden, wenn dieselben auch im Wesentlichen nichts Anderes enthalten, als was man in den Krankengeschichten und Sectionsbefunden cyanotischer Individuen überhaupt findet.

Von der ersten Zeit des Lebens an waren cyanotische Erscheinungen vorhanden und es traten häufig leichte Convulsionen auf. — In der zweiten Lebenswoche stellte sich ein Darmkatarrh ein, welcher indessen, mit geeigneten Mitteln behandelt,

bald geheilt wurde. — Zu Ende der vierten Lebenswoche traten die cyanotischen Erscheinungen lebhafter auf, die Convulsionen erschienen häufiger und waren dabei bedeutender und anhaltender; besonders auffallend waren während der Anfälle die Bewegungen der Arme, indem diese mit pronirter Stellung des Unterarms immer nach einwärts gedreht wurden. — Der Herzschlag war dabei in dem Epigastrium bedeutend sichtbar und stiess stark gegen die aufgelegte Hand an. — Diagnose: Herzfehler. — Endlich trat unter Convulsionen der Tod ein, nachdem die zuletzt erwähnten heftigeren Erscheinungen 30—36 Stunden angedauert hatten.

Bei der Section fanden sich folgende bemerkenswerthe Punkte: die linke Lunge war nicht gehörig ausgedehnt (atektatisch), so dass sie nach Wegnahme des Brustheines mit den Rippenknorpeln nicht sichtbar war; die rechte Lunge dagegen war normal. Das Herz war so bedeutend ausgedehnt, dass es fast die ganze Eröffnungslücke der Brustwand ausfüllte und mit seiner Basis fast bis an das Schlüsselbein reichte. Körpervenen, Lungenvenen, beide Vorhöfe und beide Ventrikel waren mit schwarzem Blute strotzend gefüllt.

Die Untersuchung des gewonnenen Präparates zeigte vor allen Dingen einen sehr bedeutenden Unterschied in der Entwicklung der Muskulatur beider Kammern, indem diejenige der rechten Kammer nicht nur überhaupt sehr viel stärker war als diejenige der linken Kammer, sondern auch in Anordnung und Stärke der Trabeculae carneae sowie der Papillarmuskeln einer linken Kammer viel ähnlicher war als einer rechten. — Die linke Kammer war dagegen viel dünner und zeigte in den nach innen vorspringenden Muskelbündeln mehr den Charakter, welcher sonst der rechten Kammer zukommt. Kurz, der den beiden Kammern durch ihre Muskulatur gegebene Charakter war so vollständig umgekehrt, dass die Vergleichung der beiderseitigen Muskulatur die während der Section gestellte vorläufige Diagnose: „Hypertrophie der rechten Herzkammer“ vollständig rechtfertigte.

Das Foramen ovale war bei angeschlossener Klappe als eine ovale Spalte offen, welche ungefähr 2 Quadratlinien gross war. Die Klappe desselben war ausserdem an ihrem vorderen unteren Theile siebförmig durchlöchert.

Aus den normal gestellten Ostia arteriosa beider Kammern traten die beiden grossen Arterienstämme heraus, und in den Klappen derselben war die richtige Anordnung zu bemerken. Obgleich beide Stämme ziemlich kurz abgeschnitten waren, so war dennoch bei genauerer Untersuchung unschwer zu erkennen, dass der aus der rechten Kammer kommende Stamm die Aorta war und der aus der linken Kammer kommende die Lungenarterie. — Das aus dem rechten Herzen entspringende Gefäss war nämlich als Aorta charakterisirt durch die relative Dicke seiner Wandung, welche etwa doppelt so stark ist als diejenige des aus der linken Kammer entspringenden Gefässes, — und durch den Ursprung der Arteriae coronariae cordis. Diese entspringen aus den beiden der Arteria pulmonalis zugewendeten Klappensinus, also unter den beiden hinteren Klappen; die linke Art. coronaria steigt in dem Sulcus longitudinalis anterior cordis sogleich gegen die Herzspitze hinab, während die rechte in dem Sulcus transversus cordis der rechten Seite nach hinten läuft; beide zeigen demnach in der Hauptsache die ihnen normal zukommende Anordnung, natürlich mit der durch die Art ihres Ursprunges be-

dingten Modifikation. — Der Stamm der Aorta hat eine sehr starke Biegung nach links und hinten, so dass als wahrscheinlich anzunehmen ist, dass der Aortenbogen trotz des veränderten Ursprunges der Aorta seine normale Lage auf der linken Lungenwurzel hatte. — Das aus der linken Kammer hervortretende Gefäss war als Lungenarterie charakterisirt durch die relative Dünne seiner Wandungen und dadurch, dass sich an ihm noch die Trennung in die zwei Aeste für die beiden Lungen erkennen lässt. — Zwischen den Ursprüngen der beiden Lungenäste, in der Fortsetzung der Richtung des Hauptstammes findet sich ein kurzer (ungefähr 10 Mm. langer) sehr dickwandiger Kanal, dessen Lumen die Durchführung einer dicken Borste erlaubt. Das eine Ende dieses Kanales mündet an der bezeichneten Stelle in die Lungenarterie und es ist daher zu schliessen, dass derselbe der Ductus Botalli sei. Für die vollständige Sicherstellung dieser Diagnose ist es indessen zu bedauern, dass das andere Ende nicht mit der Aorta in Verbindung steht, sondern quer abgeschnitten ist; auf der gleichen Höhe ist auch die Aorta quer abgeschnitten und es scheint daher, dass der trennende horizontale Schnitt gerade in die Eintrittsstelle des Ganges in die Aorta gefallen ist; diese Meinung wird noch dadurch bestätigt, dass die Querschnitte des Ductus Botalli und der Aorta gerade neben einander liegen und dass an dem freien (mit der Aorta verbunden gewesenem) Ende des ersteren das Lumen desselben trichterförmig erweitert ist.

Die Blutbahn war demnach durch diese Anordnung so eigenthümlich gestaltet, dass hier wirklich ein kleiner und ein grosser Kreislauf vorhanden war, indem das Körpervenenblut immer wieder sogleich durch die Aorta in den Körper gehen musste und das Lungenvenenblut in gleicher Weise immer wieder durch die Art. pulmonalis in die Lungen. Indessen war doch eine Vermischung beider Blutarten dadurch möglich, dass das Foramen ovale wegen der Insufficienz und der siebförmigen Durchlöcherung seiner Klappe den Durchtritt von Blut sowohl aus dem rechten in den linken Vorhof als auch umgekehrt gestattete. Hierdurch erklärt sich auch die Möglichkeit, dass das Kind doch noch ein Alter von 4 Wochen erreichen konnte; denn das sehr enge Lumen des Botallischen Ganges konnte schwerlich eine erhebliche Menge von arteriellem Blute aus der Lungenarterie in die Aorta führen; — freilich ist indessen in einem solchen Falle selbst die geringe Menge von arteriellem Blute, welche auf diese Weise in den Körper gelangen kann, immer noch für etwas zu rechnen. — Vielleicht ist der Wechsel der Erscheinungen, stärkeres Hervortreten der cyanotischen Färbung mit Convulsionen und dazwischen wieder freiere Zeiten

daraus zu erklären, dass Nebenumstände, z. B. die Lage mehr auf der rechten oder mehr auf der linken Seite, einmal das Ueberströmen arteriellen Blutes in den rechten Vorhof erleichterten und ein ander Mal dasselbe hinderten.

Die Litteratur hat im Ganzen nur sehr wenige Fälle ähnlicher Art aufzuweisen und die betreffenden Fälle sind unter sich keinesweges übereinstimmend, indem mit dem Grundfehler der Transposition sich verschiedene andere Abweichungen von dem normalen Baue des Herzens und der grossen Gefässstämme vereinigen können. Da wir immer wenigstens irgend eine andere Missbildung coincidirend finden, so muss sich in Berücksichtigung dieser Combination zunächst die Frage aufdrängen, ob die anderen gleichzeitig beobachteten Missbildungen des Herzens mit Nothwendigkeit entweder Folge oder Ursache der Transposition seien? ob demnach ein Causalnexus zwischen diesem Bildungsfehler und anderen daneben bestehenden anzunehmen sei.

Dass die Transposition Folge einer der gleichzeitig vorkommenden Missbildungen sein könne oder müsse, ist nicht einzusehen, denn wir finden keine andere Missbildung ganz constant neben der Transposition. Am constantesten ist noch das Offenbleiben des Foramen ovale; dass aber dieses die Ursache der Transposition nicht sein kann, ist sogleich deutlich, wenn man sich daran erinnert, dass das Foramen ovale zu der Zeit, in welcher sich der Fehler der Transposition entwickelt, mit Nothwendigkeit immer offen ist. — Die Entwicklungsgeschichte giebt uns auch leicht das Mittel an die Hand, die Transposition aus mangelhafter Entwicklung zu erklären, nämlich aus einem Stehenbleiben der grossen Gefässstämme auf einer früheren Bildungsstufe, in welcher sie noch nicht eine spirale Drehung um einander erfahren haben.

Es kann deshalb nur die Rede davon sein, zu untersuchen, ob die Transposition der grossen arteriellen Gefässstämme für sich Ursache anderer Missbildungen werden kann oder muss. Um dieses zu untersuchen, müssen wir zuerst die in der Literatur aufgezeichneten Fälle nach den gleichzeitig bestehenden anderen Missbildungen ordnen.

Wir theilen sie zunächst in

solche Fälle, bei welchen die beiden Arterienstämme normal sind, und

solche Fälle, bei welchen Bildungsfehler der grossen Gefässstämme selbst wahrgenommen werden.

Bei den Fällen der ersten Klasse finden wir neben dem Fehler in der Anordnung der Arterienstämme immer gleichzeitig Communicationen zwischen der rechten und der linken Seite des Herzens, entweder zwischen den Vorkammern oder zwischen den Kammern oder zwischen den grossen Gefässstämmen. Von diesen drei Communicationen sind bekanntlich die erste und die dritte als Foramen ovale und Ductus Botalli dem fötalen Alter normal, die zweite ist dagegen in dem späteren fötalen Alter eine Abnormität. Wir werden deshalb als die von dem Normalen am Wenigsten abweichenden Fälle diejenigen anzusehen haben, bei welchen nur die normalen fötalen Communicationen offen gefunden werden, — und wir wollen in diesen zunächst nur das Foramen ovale berücksichtigen, als die direkteste und grösste der beiden normalen Communicationen zwischen der rechten und linken Herzhälfte. Diejenigen Fälle, in welchen bei verschiedenem Zustande des Ductus Botalli das Foramen ovale offen gefunden wurde, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; in derselben ist auch dem Septum ventriculorum eine Spalte gewidmet und in dieser bei den Fällen, in deren Beschreibung ausdrücklich die Vollständigkeit desselben angegeben ist, eine darauf bezügliche Bemerkung hingestellt; für die anderen Fälle ist die Vollständigkeit des Septum ventriculorum aus dem Schweigen der Autoren zu schliessen, indem wohl anzunehmen ist, dass diese einen gegentheiligen Befund besonders beschrieben haben würden.

T a b e l l e I.

No.	Beobachter.	Erreichtes Lebensalter.	Foramen ovale.	Septum ventriculorum.	Ductus Botalli.	Bemerkungen.
1	Keil	35 Stunden	„kleiner, noch nicht völlig geschlossener Spalt“	vollständig	ziemlich weit.	
2	Beck	75 Stunden	„weit offen“	vollständig	offen für eine Sonde.	
3	Tiedemann	12 Tage	„weit offen“	vollständig	„weit offen“	
4	Herm. Meyer	4 Wochen	offen; 2 □ Lin.; netzförmige Klappe	vollständig	offen für eine dicke Borste.	
5	Baillie	2 Monate	offen	. . . . .	„kaum 1 Linie weit“.	
6	Garage	15 Wochen	offen	. . . . .	„nicht gefunden, wahrscheinlich nie dagewesen“.	Gleichzeitige Inversio viscerum, so dass die Aorta doch wieder links war.
7	d'Alton	22 Wochen	offen für den kleinen Finger; ohne Klappe	vollständig	geschlossen.	
8	Wistar	2½ Jahr	offen; 8—9 Lin. weit	. . . . .	geschlossen.	
9	Friedberg	?	offen	vollständig		

1) Keil, Beschreibung eines Falles von Transposition des Ursprunges der beiden grossen Körperarterien. Diss. Würzburg 1854.
 2) Beck, Ueber Transposition der Aorta und Arteria pulmonalis in dem Herzen eines neugeborenen Mädchens, — in: Archiv für physiologische Heilkunde Bd. V. 1846. S. 288.

3) Tiedemann, Seltene Anordnung der grösseren Pulsaderstämme des Herzens in einem Kinde, — in: Tiedemann und Treviranus Zeitschrift für Physiologie. Bd. I. 1825. S. 111.

4) In diesem Aufsatze.

5) Meckel's Archiv 1815. S. 244, — aus: Baillie, Series of engravings, which are intended to illustrate the morbid anatomy. 1812. Fasc. I. S. 21.
 6) Horn's Archiv. 1818. II. S. 552, — aus: New-England Journal. T. IV.

7) d'Alton, De cyanopathiae specie ex invicem permutata arteriae pulmonalis atque aortae origine. Bonnae 1824.

8) Göttinger gelehrte Anzeigen. 1817. S. 1765, — aus: Wistar, System of anatomy. Vol. I.

9) Friedberg, Die angeborenen Krankheiten des Herzens. Leipzig 1844. S. 99. — Präparat No. 11846 des Berliner Museums.

Anmerkung. In dieser und der folgenden Tabelle sind die Fälle nach dem erreichten Lebensalter geordnet.

Das Uebereinstimmende in allen diesen Fällen ist das Offenstehen des Foramen ovale, denn das Verhalten des Ductus Botalli ist ein sehr verschiedenes, indem derselbe in dem Falle von Baillie (No. 5) eine Linie weit und in den Fällen von d'Alton (No. 7) und Wistar (No. 8) geschlossen ist. Wenn demnach das Offenbleiben der fötalen Communicationen Folge der Transposition der Arterienstämme sein soll, so muss die Einwirkungsweise dieses Bildungsfehlers auf die Blutströmung der Art sein, dass sie das Foramen ovale offen halten muss, den Ductus Botalli dagegen nur offen halten kann.

In einem Herzen, in welchem bei normalem Verhalten der Venen zu den Vorhöfen ein umgekehrtes Verhalten der Arterien zu den Kammern gefunden wird, ist eigentlich keine Hemmung für den Blutlauf gegeben. Das aus den Lungen in die linke Vorammer zurückkehrende Blut kann durch die linke Kammer wieder in die Lungen befördert, werden und das aus dem Körper in den rechten Vorhof tretende Blut kann in gleicher Weise wieder durch die rechte Kammer in den Körper getrieben werden. Der Blutumlauf, welcher auf solche Weise zu Stande kommt, ist zwar nicht der normale, aber er ist doch auch in keiner Weise behindert. Denken wir uns die fötalen Verbindungswege des Foramen ovale und des Ductus Botalli geschlossen, so haben wir zwei wirklich getrennte Kreisläufe, einen grossen durch den Körper und einen kleinen durch die Lungen, während das Schema des normalen Blutlaufes dasjenige nur eines einzigen Kreises ist. In dieser Trennung ist die Abnormität des Blutumlaufes gegeben, welche mit der Transposition der grossen Arterienstämme sich nothwendig einstellen muss. So lange das Fötalleben währt, ist kein Nachtheil von einem solchen Verhältnisse zu erwarten. Das Blut, welches in der Placenta respirirt hat, gelangt aus der rechten Kammer durch den Aortenbogen ja ebenso sicher und direct in alle Theile des Körpers als im normalen Zustande durch die Lungenarterie und den Ductus Botalli; in die oberen Theile des Körpers muss es sogar noch directer gelangen. Den Lungen wird der für ihre Ernährung und Ausbildung nothwendige Antheil dieser Blutart auch nicht entgehen, wie ein Blick auf die bei dem Blutlaufe des Fötus noth-

wendigen Vorgänge lehrt. Die Lungenarterie, mag sie nun normal entspringen oder aus der linken Kammer hervortreten, muss nämlich einen grossen Theil des in ihr enthaltenen Blutes durch den Ductus Botalli in die Aorta schicken und nur einen kleinen Theil in die Lungen; die nothwendige Folge davon ist, dass bei der Erschlaffung der Vorhöfe auch nur eine verhältnissmässig sehr geringe Blutmenge in den linken Vorhof geliefert werden kann, und die Folge von diesem Umstande ist wieder, dass die Füllung des linken Vorhofes theilweise auch durch Vermittelung des rechten Vorhofes aus den Körperven zu geschehen hat, so dass also auch Blut, welches aus der Placenta zurückkehrt, in die linke Herzhälfte eintritt, und, wenn die Lungenarterie aus derselben entspringt, in die Lungen geführt werden kann. — Es findet demnach bei der Transposition der Arterienstämme ebenso gut wie bei dem normalen Fötus Herzen ein Uebertritt des Blutes aus dem rechten Vorhof in den linken wegen mangelhafter Füllung dieses letzteren statt, und ein Uebertritt von Blut, welches in der Placenta respirirt hat, in alle Theile des Körpers.

Ehe wir die Veränderungen untersuchen können, welche in diesen Verhältnissen nach der Geburt eintreten, müssen wir indessen noch einen Blick auf die normalen Blutlaufverhältnisse im Fötus und auf die damit im Zusammenhang stehenden Gestaltverhältnisse des Herzens werfen, namentlich auf die Ursache des Offenbleibens der Fötuswege während des Uterinlebens und die Schliessung derselben nach der Geburt.

Das Foramen ovale ist eigentlich nur die noch längere Zeit persistirende Verbindung beider Vorhöfe oder vielmehr: der das Foramen ovale umgebende Saum ist das Septum atriorum, welches nur bis zu einem gewissen Grade ausgebildet ist und deswegen nur eine unvollständige Trennung der beiden Vorhöfe bedingt. Auch die beiden Kammern sind ursprünglich eine einzige und auch sie werden erst später durch eine Scheidewand getrennt; diese Scheidewand schliesst sich aber vollständig, und zwar schon im sehr frühen Fötusalter. Woher diese Verschiedenheit in dem Verhalten dieser beiden Scheidewände? Sollen wir in demselben eine besondere Richtung in der Entwicklung, einen bestimmten Plan er-

kennen? Wenn es uns gelingt, eine andere Erklärung dafür zu finden und die Nothwendigkeit dieses Verhältnisses aus dem Bestehen anderer Verhältnisse herzuleiten, so ist dieses einer einschläfernden teleologischen Erklärung gewiss vorzuziehen.

Die Möglichkeit einer Erklärung des verschiedenen Verhaltens der beiden Scheidewände finden wir aber in dem durch die Erfahrungen der Entwicklungsgeschichte und der pathologischen Anatomie hinlänglich begründeten Satze, dass Blutdruck und Gefässlumen in der Weise von einander abhängig sind, dass ein Gefässlumen nur erhalten wird, wenn eine beständige Strömung durch dasselbe stattfindet, dass es sich dagegen verengert und endlich obliterirt, wenn eine solche Strömung nicht mehr hindurchgeht.

Berücksichtigen wir nun die Kreislaufverhältnisse im Fötus, wie sie oben ausgeführt sind, so werden wir eine Ursache für eine fortdauernde Strömung durch das Foramen ovale darin erkennen, dass wegen des unentwickelten Zustandes der Lungen der linke Vorhof immer nur mangelhaft durch das Lungenvenenblut gefüllt wird, so dass eine vollständige Füllung nur durch das Ueberströmen des überfüllten rechten Vorhofes zu Stande kommen kann. Diese Strömung muss sodann mit Nothwendigkeit das Lumen des Foramen ovale offen halten, und dasselbe muss demnach so lange offen bleiben, als die Ursache für die mangelhafte Anfüllung des linken Vorhofes fort dauert. Die Ursache für diese erkennen wir aber in der Kleinheit der Lungenarterienäste und in dem Bestehen des Ductus Botalli, wodurch der grösste Theil des Lungenarterienblutes in die Aortenbahn abgelenkt wird. Indessen auch für den Ductus Botalli muss eine Ursache des Offenbleibens gegeben sein. Seiner Entstehung nach ist er die persistirende Verbindung zwischen der Aorta und der von ihr abgespaltenen Lungenarterie; daraus, dass dieser letzte Theil der Verbindung beider Gefässe sich nicht ebenfalls schliesst und beide dadurch als getrennte Theile hinstellt, muss erschlossen werden, dass eine Hemmung der Obliteration vorhanden sei. Eine solche ist auch unschwer zu erkennen. Die Aortenbahn führt unverhältnissmässig viel Blut, indem sie nicht nur das Blut für den Körperkreislauf, sondern auch das-

jenige für den Placentarkreislauf enthält; das Blut dieser beiden Bahnen kehrt in den rechten Vorhof zurück, daher die Ueberfüllung desselben, welche indessen wegen der Ablenkung in den linken Vorhof nie zu einer Dilatation führen kann. Wegen der gleichen Stärke der Wandungen beider Vorhöfe und der Grösse ihrer Verbindungsöffnung (des Foramen ovale) muss vielmehr die Ausgleichung mit einer ungefähr gleichmässigen Füllung beider endigen; und wenn sich nun beide gleichzeitig zusammenziehen, so muss in beide Herzkammern ungefähr die gleiche Blutmenge ergossen und aus denselben in die beiden grossen Arterienstämme übergeführt werden. Da nun aber das Blut der Lungenarterie nur zum kleineren Theil in die Lungen eintreten kann, und da zu gleicher Zeit die durch die Arteriae umbilicales vergrösserte untere Aortenbahn nur unvollständig von der Aortenwurzel aus gefüllt wird, so muss ein Theil des Blutes der Lungenarterie stets durch den Ductus Botalli nach der Aorta hinströmen; — und dieser muss dadurch immer offen gehalten werden.

So ist demnach das Vorhandensein des Placentarkreislaufes für sich allein und mehr noch bei dem mangelhaften Lungenkreislauf Ursache dafür, dass die begonnenen Trennungen der Vorhöfe und der grossen Arterienstämme nicht vollendet werden können, und dass daher das Foramen ovale und der Ductus Botalli offen bleiben müssen, so lange der Placentarkreislauf besteht.

Für die Kammerscheidewand besteht ein solcher Grund des Offenbleibens nicht; denn in den beiden Kammern findet keine Ungleichmässigkeit der Füllung statt, und es ist damit auch keine Ursache für das Ueberströmen aus der einen in die andere gegeben. Die Ungleichmässigkeit in der Füllung der beiden Herzhälften ist ja schon in den Vorhöfen ausgeglichen. Die Kammerscheidewand kann sich deshalb auch schon in frühem Fötusalter vollständig schliessen.

Nach der Geburt werden die Blutlaufverhältnisse bedeutend geändert. Plötzlich wird der ganze Placentarkreislauf abgeschnitten und dagegen erweitert sich der Thorax und die in demselben enthaltenen Lungen, wodurch zwar nicht gerade eine neue Blutbahn

geöffnet, aber doch eine schon bestehende bedeutend vergrößert wird. Die Folgen dieser Veränderungen für die Blutströmungen müssen bedeutend sein. Die Menge des aus der rechten Kammer ausgetriebenen Blutes reicht nun gerade aus, um die Gefässe der entfalteten Lungen zu füllen und wird deshalb in die Lungen geführt, so dass wenig oder gar kein Blut mehr für den Durchtritt durch den Ductus Botalli übrig bleibt. Die Nothwendigkeit der vollständigen Ablenkung des Blutes der Lungenarterie in die Lungen leuchtet ein, wenn man daran denkt, dass jede Thoraxhälfte für den Lungenarterienast ihrer Seite durch die Inspirationsbewegung gewissermaassen ansaugend wirkt, so dass bei einer jeden Erweiterung des Thorax nicht nur äussere Luft aspirirt wird, sondern auch das Blut der Lungenarterie. Mit dieser Ablenkung der Blutbahn ist zugleich die Möglichkeit und Nothwendigkeit gegeben, dass der Ductus Botalli sich schliesse, und diese Nothwendigkeit wird noch entschiedener dadurch, dass eine allenfalls noch vorhandene geringere Strömung in diesem Canale in der Aorta einen grösseren Widerstand finden muss, nachdem deren Gebiet um ein so bedeutendes Stück wie das Gebiet der Nabelarterien beeinträchtigt ist; denn es wird durch das Wegfallen der Placenta mit ihren Arterien der Raum bedeutend verkleinert, in welchen das Aortenblut ausweichen könnte, wenn ihm noch eine Vermehrung seiner Menge von dem Ductus Botalli aus zu Theil würde. — Wenn nun einerseits die Lungenarterienäste überhaupt bedeutender gefüllt werden, und andererseits eine Blutablenkung aus der Lungenarterie in die Aorta Widerstand in dieser findet, so muss die ganze Menge des von der rechten Kammer ausgeführten Blutes in die linke Vorkammer gelangen und es muss damit eine so angemessene Füllung derselben durch ihre regelrechten Zuflüsse, die Lungenvenen, zu Stande kommen, dass die Nothwendigkeit einer ergänzenden Einströmung aus dem rechten Vorhofe wegfällt. Damit fällt dann auch die Ursache für das Offenbleiben des Foramen ovale weg und dieses kann sich zugleich mit dem Ductus Botalli schliessen; und wenn sich, wie mehrere Autoren angeben, wirklich der Ductus Botalli noch vor dem Foramen ovale schliesst (vergl. Haller, *Elementa physiologiae*. 2. Ausg. Bd. VIII. Th. II. S. 9.),

dann sind die Umstände für Schliessung des letzteren noch günstiger.

In dem Wegfallen des Placentarblutlaufes und der Erweiterung des Lungenblutlaufes ist demnach die Ursache für die Schliessung des Foramen ovale und des Ductus Botalli zu finden, wenn die anatomische Beschaffenheit der Blutbahnen überhaupt eine normale ist.

Wenden wir nach dieser Untersuchung wieder unsere Aufmerksamkeit auf die oben gegebene Zusammenstellung der einfachsten Fälle von Transposition der grossen aus dem Herzen hervortretenden Arterienstämme, so finden wir genügende Erklärung für das dort angegebene Verhalten des Ductus Botalli und des Foramen ovale.

Der Ductus Botalli ist, wie aus dem oben Entwickelten auch ganz erklärlich, in allen Fällen entschieden in der Rückbildung begriffen, in den Fällen von d'Alton (No. 7) und Wistar (No. 8) ist er sogar ganz geschlossen, und das Gleiche ist wohl auch in dem Falle von Gamage (No. 6) anzunehmen, da ausdrücklich angemerkt ist, man habe den Ductus Botalli nicht gefunden; die Entschuldigung, dass er „nie dagewesen zu sein scheine,“ dürfen wir wenigstens wohl als unstatthaft, weil im Widerspruche mit der Entwicklungsgeschichte, zurückweisen. In dem Falle von Tiedemann (No. 3) ist zwar bemerkt, der Ductus Botalli sei „weit offen“ gewesen, nach der Abbildung, welche der Abhandlung beigegeben ist, ist der Durchmesser des Ganges etwa 1 Linie, und da das betreffende Kind nur 12 Tage gelebt hat, so ist hier kein Widerspruch gegen das oben Gesagte zu finden. Eher könnte in dem Falle von Baillie (No. 5) ein Widerspruch gefunden werden, indem in diesem in einem Alter von 2 Monaten die Weite des Ganges zu 1 Linie angegeben wird. Wenn übrigens nach der Angabe verschiedener Autoren über denselben der Gang bei gesunden Kindern noch am 50., 60., 70. Tage offen gefunden wurde, und Haller dieselbe Beobachtung noch am 90. Tage und im 18. Monate machte (vgl. *Elementa physiologiae*. 2. Ausg. Bd. VIII. Th. II. S. 9 und 10), dann löst sich dieser Widerspruch, indem wir sehen, dass ein Offenbleiben des Ductus Botalli bis zum Ende des

zweiten Monates noch in die Grenzen der individuellen Schwankungen fällt.

Etwas schwieriger ist die Beurtheilung der Zustände des Foramen ovale. In allen oben angeführten Fällen ist dasselbe offen. Die erreichten Lebensalter sind indessen dabei mit einer einzigen Ausnahme von der Art, dass eine Verschlussung dieser Oeffnung noch nicht mit Nothwendigkeit vorhanden sein muss, indem als Zeit der vollständigen Schliessung für die gewöhnlichen normalen Verhältnisse das Ende des ersten Lebensjahres angeführt wird. So spricht sich wenigstens Haller aus (*Elementa physiologiae*. 2. Ausg. Bd. VIII. Th. II. S. 10), wobei er jedoch auch Fälle sehr viel früheren Verschlusses (bis 4 Tage nach der Geburt) anführt. Bekanntlich bleibt aber auch das Foramen ovale sehr häufig lebenslänglich theilweise offen, und es ist gar nichts Seltenes bei Individuen von 70 und 80 Jahren dasselbe noch für eine Sonde oder die Pincettenspitze bequem durchgängig zu finden. Der Zustand dieser Oeffnung in den oben zusammengestellten Fällen liegt deshalb bei allen noch in den Grenzen der individuellen Schwankung und erlaubt deshalb nicht die Nothwendigkeit einer Beziehung zu der in Rede stehenden Missbildung zu erkennen. Einzig der Fall von Wistar (No. 8) enthält die auffallende Angabe, dass bei einem Lebensalter von $2\frac{1}{2}$ Jahren das Foramen ovale noch in einem Durchmesser von 8—9 Linien offen gewesen sei, der Ductus Botalli dagegen geschlossen. Dieses Verhältniss ist jedenfalls nicht normal und regt deshalb die Frage an, ob in der Missbildung der Transposition der grossen Arterienstämme eine Nothwendigkeit für das Offenbleiben des Foramen ovale auch nach Verschlussung des Ductus Botalli gegeben sei. Die teleologische Redensart, dass diese Verbindung mit Nothwendigkeit offen bleiben müsse, damit doch auch Blut, welches aus den Lungen zurückkehrt, in die rechte Seite und damit in die transponirte Aorta gelangen könne, dürfte vielleicht von Manchen mit vollständiger Beruhigung gebraucht und als genügender Beweis für die Nothwendigkeit des Offenbleibens des Foramen ovale angesehen werden. Eine solche Redensart wird uns aber um so weniger befriedigen können, als derselbe Grund ja dann auch den Ductus Botalli offen halten müsste, und als wir

dennoch finden müssen, dass alle Kinder, welche an dem besprochenen Bildungsfehler leiden, aus Mangel an Sauerstoff (Blausucht) ein sehr frühes Lebensende finden. Wenn die Fortdauer einer Strömung durch das Foramen ovale als Ursache für sein Fortbestehen angesehen werden muss, so wird die oben gestellte Frage beantwortet sein, wenn es sich herausstellt, dass in Fällen der vorliegenden Art die Fortdauer einer Strömung aus der rechten in die linke Herzhälfte auch dann noch anzunehmen sei, wenn die Lungen sich entfaltet haben, und der Ductus Botalli in der Rückbildung begriffen ist. Eine Annahme dieser Art scheint nun aber allerdings gerechtfertigt. Das Blut der linken Herzhälfte nämlich, welches immer und immer wieder in die Lungen zurückkehrt, muss in diesen seinen Wassergehalt bedeutend vermindern und dadurch auf ein geringeres Volumen zurückgeführt werden; umgekehrt muss das Blut der rechten Herzseite, welches immer wieder in den Körper geht und unter Anderem auch das Ernährungsmaterial aus dem Darminhalte direct und indirect (durch die Lymphgefässe) aufnimmt, einen zu grossen Wassergehalt und grösseres Volumen überhaupt besitzen; — es muss demnach ein ähnliches Missverhältniss der Füllung beider Vorhöfe vorhanden sein, wie in dem Fötus; die linke Vorkammer wird immer mangelhaft gefüllt sein und die rechte immer überfüllt; — und hieraus können wir leicht die Fortdauer einer, wenn auch geringeren, Strömung aus dem rechten in den linken Vorhof ableiten. Es ist dabei zunächst nur das Druckverhältniss der beiden Blutmassen berücksichtigt, wir werden aber auch zugleich daran denken dürfen, dass die ungleiche Dichtigkeit derselben auch eine Ausgleichungsströmung (Diffusionsströmung) hervorrufen muss. Wenn wir Alles berücksichtigen, so werden wir uns zu der Annahme berechtigt finden, dass das, wenigstens theilweise, Offenbleiben des Foramen ovale als eine nothwendige Folge der Transposition der grossen Arterienstämme anzusehen ist. In diesem Offenbleiben werden wir sodann die Möglichkeit einer, wenn auch nur oberflächlichen, Mengung beider Blutarten während der Zusammenziehung der Vorkammern erkennen, so dass immer noch einiges Blut aus der linken Herzseite in die rechte hinüberströmt

und damit die Möglichkeit der Lebensfristung gewährt; das sehr weite Lumen des Foramen ovale in dem mehrerwähnten Wistar'schen Falle ist wegen der dadurch gegebenen grösseren Berührungs- und Mengungsfläche beider Blutarten ohne Zweifel deshalb auch die Ursache für die Erreichung eines relativ sehr hohen Lebensalters geworden; finden wir ja auch in dem dem erreichten Lebensalter nach nächststehenden Falle von d'Alton (No. 7) ausdrücklich eine bedeutende Weite des Foramen ovale angegeben.

Die zweite Reihe von Fällen der Transposition umfasst solche, in welchen auch das Septum ventriculorum unvollständig ist. Diejenigen, welche ich als hierher gehörig gefunden habe, sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle II.

No.	Beobachter.	Erreichtes Lebens- alter.	Foramen ovale.	Septum ventricu- lorum.	Ductus Botalli.	Bemerkungen.
10	Bock	8monat. Fötus	. . . . .	offen	offen	Die Aorta entspringt aus dem rech- ten Ventrikel, die Art. pulm. über dem Septum ventriculorum.
11	Meckel	2 Tage	offen	offen	offen	Schaf.
12	Martin	10 Wochen	weit offen	offen 2 Linien	„schon fast ganz obliterirt“.	
13	Wilkinson King	2½ Jahre	offen	offen		
14	Nasse	19 Jahre	offen für eine Haben- feder	offen		
15	Meckel . . . . .	?	. . . . .	offen	. . . . .	zweiköpfiges Kalb.

10) Bei Friedberg (No. 9.), — aus: Cerutti, pathologisch-anatom. Museum. Bd. I. Th. 3. S. 37.

11) Meckel, Tabulae anatomico-pathologicae. Fasc. H. S. 1.

12) Martin, Beobachtung einer seltenen Abweichung des Ursprungs der grossen Gefässe aus dem Herzen, — in: Müller's Archiv. 1839. S. 222.

13) Bei Beck (No. 2.), — aus: London and Edinburgh monthly Journal. Jan. 1844.

14) Nasse, Leichenöffnungen. Bonn 1824. Bd. I. S. 167.

15) Meckel, Tabulae anatomico-pathologicae. Fasc. H. S. 2.

Wir finden in denjenigen unter diesen Fällen, in welchen es durch das Lebensalter gestattet war, den Ductus Botalli geschlossen; denn in dem Falle von Martin (No. 12) ist derselbe „schon fast ganz obliterirt,” und in den Fällen von Wilkinson King (No. 13) und von Nasse (No. 14) ist er gar nicht erwähnt, woraus wohl geschlossen werden darf, dass er vollständig obliterirt war; aus der mangelnden Angabe über den Zustand dieses Ganges in Meckel's Falle von dem zweiköpfigen Kalbe (No. 15) dürfen wir indessen darum noch nicht auch den Schluss ziehen, dass er hier geschlossen gewesen sei, denn muthmaasslich war das betreffende Thier ein neugeborenes und eine Verschlussung des Ganges würde daher als etwas Besonderes haben angeführt werden müssen; — überhaupt ist der Fall nur so flüchtig und gelegentlich erwähnt, dass wir dem Mangel der Angaben über die Beschaffenheit des Ductus Botalli und ebenso des Foramen ovale, welches muthmaasslich ebenfalls offen war, gar keine grosse Wichtigkeit beimessen dürfen. Ebenso versteht es sich auch wohl in dem Falle von Bock (No. 10) von selbst, dass das Foramen ovale offen war, da er einen achtmonatlichen Fötus betrifft.

Wir finden ferner in allen Angaben das Offenbleiben des Foramen ovale erwähnt und erkennen darin (wenigstens für die Fälle No. 12, 13 und 14) eine Bestätigung für dasjenige, was oben über die Nothwendigkeit dieses Offenbleibens gesagt wurde. Dabei ist indessen noch zu berücksichtigen, dass diese Nothwendigkeit in den vorliegenden Fällen nicht so scharf hervortritt, wie in den Fällen der ersten Tabelle, weil noch eine weitere Communication beider Herzhälften in der Unvollständigkeit des Septum ventriculorum gegeben ist.

Was nun diesen letztgenannten Bildungsfehler angeht, so drängt sich hier, wie früher beim Foramen ovale die Frage auf: Ist das Offenbleiben des Septum ventriculorum abhängig von dem Fehler der Transposition der Arterienstämme? — Die Lücke in dem Septum, welche im Erwachsenen noch durch eine nur häutige Membran (Septum membranaceum ventriculorum) geschlossen gefunden wird, ist nicht ein fötaler Blutweg, denn sie ist schon in einer sehr frühen Zeit des Fötuslebens geschlossen, jedenfalls

schon im dritten Monate; die Nothwendigkeit für ein Offenbleiben ist auch durchaus nicht gegeben, da durch das Foramen ovale die Ausgleichung der Füllungsgrade beider Herzhälften schon hinlänglich vermittelt wird; — und eine nicht in einfacher Bildungshemmung begründete Nöthigung für ein solches Offenbleiben muss daher durch besondere Verhältnisse bedingt werden, welche sich in der Transposition der Arterienstämme als einer solchen nicht gegeben finden. Ich will indessen nicht länger bei diesem Gegenstande verweilen, da ich in einem späteren Aufsatze noch einmal auf denselben werde zurückzukommen haben. Es genügt für den gegenwärtigen Zweck zu wissen, dass die Nothwendigkeit des Offenbleibens des Septum ventriculorum in den Fällen einfacher Transposition der Arterienstämme nicht gegeben ist, — ein Satz, welcher noch vollständig durch einen Blick auf die erste Tabelle bestätigt wird, in welcher wir eine grössere Anzahl von Transpositionsfällen mit geschlossenem Septum ventriculorum zusammengestellt finden. Wenn wir demnach in den Fällen der zweiten Tabelle auch das Septum ventriculorum unvollständig gebildet sehen, so können wir, falls dieses nicht durch in der Beschreibung übersehene Momente bedingt ist, darin nur eine zufällige Coincidenz zweier Bildungsfehler erkennen. Ein Offenbleiben dieser Scheidewand scheint ja nicht selten für sich allein beobachtet worden zu sein, ohne einen begleitenden anderen Bildungsfehler; es wird deshalb auch als ein Begleitendes ohne Causalnexus neben der Missbildung vorkommen können, welche Gegenstand dieses Aufsatzes ist.

Darauf darf indessen wohl noch aufmerksam gemacht werden, dass das Offenbleiben des Septum ventriculorum eine entschieden günstigere Prognose für die Lebensdauer zu geben scheint, als das alleinige Offenbleiben des Foramen ovale. Wir finden wenigstens in dem Falle von Nasse (No. 14) ein Lebensalter von 19 Jahren angegeben und in demjenigen von Wilkinson King (No. 13) ein solches von $2\frac{1}{2}$ Jahren, welches letztere Alter in den Fällen der ersten Tabelle nur einmal bei sehr grossem Foramen ovale vorkömmt (Fall von Wistar No. 8); — in dem Falle von Martin (No. 12) wurde indessen allerdings die Lebensdauer nur

auf 10 Wochen gebracht. — Der Grund für die günstigere Prognose ist auch leicht einzusehen. Ich habe oben schon auf die günstige Einwirkung aufmerksam gemacht, welche die Vermengung beider Blutarten in dem Lumen des Foramen ovale während der Zusammenziehung der Vorhöfe haben muss, und die Wichtigkeit möglichst grosser Berührungs- und damit Mengungsflächen hat sich dort schon herausgestellt, — und es ist daraus deutlich, dass das Vorhandensein einer weiteren Berührungsfläche beider Blutarten in der unvollständigen Kammerscheidewand das Verhältniss noch günstiger stellen muss. Dazu kommt noch, dass die Mengung zwischen den Blutmengen beider Kammern bedeutender sein kann, als zwischen denjenigen beider Vorhöfe, indem dort nicht wie hier die Nothwendigkeit einer vorherrschenden Strömung von der rechten Seite zur linken vorhanden ist.

Die dritte Reihe von Fällen der Transposition umfasst diejenigen, in welchen wichtige Fehler anderer Art, namentlich in der Wegsamkeit der Arterienstämme und der Ostien der Herzkammer noch neben der Transposition gefunden werden. Die mir bekannt gewordenen Fälle dieser Art sind folgende:

Tabelle III.

No.	Beobachter.	Erreichtes Lebensalter.	Foramen ovale.	Septum ventriculorum.	Ductus Botalli.	Bemerkungen.
16	Langstaff	10 Wochen	geschlossen	. . . . .	„normale Weite“	Lungenarterie ist Stamm der Aorta descendens.
17	Kreysig	?	geschlossen	offen	. . . . .	wie No. 16, daneben das Ost. venos. des Ventr. pulmonalis geschlossen.
18	Valleix	8 Tage	Septum atriorum nur eine schmale Falte	unvollständig	„rien de particulier“	Gleichzeitige Inversio viscerum. — Aortenbogen rechts. — Ostium venosum des Ventr. pulm. geschlossen.
19	Otto	7monatl. Fötus	erbsengross	fehlt	fehlt	Lungenarterie zu eng.
20	Lawrence	einige Monate	Septum atriorum fehlt fast ganz	fehlt	. . . . .	wie No. 19.
21	Farre	5 Monat	unvollkommen geschlossen; Klappe durchbohrt	. . . . .	verengt	wie No. 19.
22	Müller	1 Jahr	in der Klappe drei Öffnungen, jede für eine Rabenfeder durchgäng.	offen	. . . . .	Lungenarterie von dem Durchmesser eines Gänsekiels.
23	Breschet	?	Septum atriorum fehlt	fehlt	langer, dünner Kanal zwischen rechter Art. pulmon. und rechter Art. subclavia	wie No. 19.
24	Raoul-Chassinat .	12 Tage	. . . . .	offen	offen für eine Rabenfeder; in die linke Art. pulmon.	Lungenarterie rudimentär; von dem recht. Ventr. ein hinterer Theil abgeschürzt, in welchen d. Vorhof mündet.
25	Farre	79 Stunden	zu gross	fehlt	Stamm der Lungenarterien	Lungenarterie mit blinden Anfänge; Aorta über dem Septum entspringend.
26	Mauran	?	Septum atriorum fehlt	fehlt	Stamm der Lungenarterien	Lungenarterie mit blindem Anfange.

- 16) Bei Farre (No. 21.) S. 28, — aus London medical review. Vol. IV. — S. Meckel's Archiv 1815. No. 20 der Tabelle S. 284 und bei Friedberg (No. 9) S. 99.
- 17) Kreysig, Die Krankheiten des Herzens. Bd. III. S. 104.
- 18) Archives générales de médecine. Sér. II. T. VIII. S. 78.
- 19) Otto, Seltene Beobachtungen zur Anatomie, Physiologie und Pathologie gehörig. I. Breslau 1816. S. 11.
- 20) Bei Farre (No. 21). — Meckel's Archiv 1815. S. 225. — Der linkseitige Ursprung der Arteria pulmonalis ist angemerkt bei Friedberg (No. 9) S. 83.
- 21) Meckel's Archiv 1815. S. 244, — aus: Farre, Pathological researches. Essay I.
- 22) Horn's Archiv 1822. S. 438.
- 23) Bei Friedberg (No. 9) S. 83, — aus: Repertoire général d'anatomie. T. II. S. 10.
- 24) Bei Friedberg (No. 9) S. 103 und 109, — aus: Arch. génér. de méd. II. Sér. Mai 1836. S. 80.
- 25) Meckel's Archiv 1815. S. 223 und bei Friedberg (No. 9) S. 109 aus Farre's pathological researches. Essay I.
- 26) Bei Friedberg (No. 9) S. 83, — aus: The Philadelphia Journal. Vol. XIV. S. 253.

Anmerkung. In dieser Tabelle sind immer nur die unter sich verwandten Fälle nach dem erreichten Lebensalter geordnet.

Da in diesen Fällen die Transposition als der minder wichtige Bildungsfehler erscheint, so eignen sie sich nicht zu weiterer Besprechung in diesem Aufsätze, sondern müssen mit anderen in dem Hauptfehler mit ihnen übereinstimmenden Fällen zusammengestellt werden. Ich behalte mir dieses für eine spätere Arbeit vor und gebe deshalb hier nur die Aufzählung der betreffenden Fälle.

Ich habe in dem Obigen alle diejenigen Fälle von Transposition der grossen Arterienstämme zusammengestellt, über welche mir entweder die Originalabhandlung oder wenigstens ein genaueres Referat zu Gebote stand. Wegen der Seltenheit der Fälle führe ich hier noch solche Fälle auf, über welche ich nichts Genaueres finden konnte.

1. Ein Fall soll beschrieben sein in: Burkart, Dissert. de humano monstro notabili. Ferib. 1825. (Otto, patholog. Anatomie. Bd. I. S. 303.)

2 und 3. Mehrfach werden angeführt ohne weitere genauere Mittheilungen zwei Fälle, welche von Paget beschrieben seien und zwar in einer Dissertation: On the malformations of the heart. Edinb. 1831. — und dann in: Edinburgh medical and surgical Journal. Vol. 36. pag. 263. — Es seien Beschreibungen eines Präparates in dem Edinburger Museum und eines anderen in Guy's Hospital unter No. 1392.

4. Beck führt in seinem Aufsätze (Archiv für physiologische Heilkunde. Bd. V. S. 294) ohne Angabe der Quelle einen Fall an, welcher von Walsche beobachtet worden sei. Der Ductus Botalli sei dabei offen gewesen.

5. In Otto's patholog. Anatomie. Bd. I. S. 303 ist noch ein Fall angeführt von Dugés in Journal génér. de Médic. Bd. 101. S. 88. — Diese Zeitschrift stand mir nicht zu Gebote. — Wahrscheinlich für denselben Fall habe ich an anderen Orten auch das Citat gefunden: Arch. génér. de méd. Tom. XX. p. 232. — oder auch Arch. génér. de méd. Tom. XXII. p. 232. — An beiden Orten dieser Zeitschrift habe ich indessen Nichts gefunden.

6. Friedberg, Die angeborenen Krankheiten des Herzens. 1844. S. 92. führt an, dass in den Arch. génér. de méd. Serie I. Tom. V. p. 284 ein Fall von Transposition der Arterienstämme mit gleichzeitig offenem Septum ventriculorum beschrieben sei. — An dem bezeichneten Orte habe ich aber Nichts finden können.