ÜBER DIE
ENTWICKELUNG UND „WANDERUNG“ DER ZWEIGE DER
AORTA ABDOMINALIS BEIM MENSCHEN

NEBST
BEMERKUNGEN ÜBER GEFÄSSWURZELWANDERUNGEN
IM ALLGEMEINEN.

VON
IVAR BROMAN,
LUND.

Mit 43 Figuren im Text und auf Tafel 37—41.

Einleitung.

Während meiner Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Bursa omentalis konnte ich als Nebenresultat die Tatsache feststellen, dass eine beim Erwachsenen sehr seltene Gefässanomalie, nämlich eine zweiwurzelige Arteria mesenterica superior, fast regelmässig bei menschlichen Embryonen von 5—11,7 mm Sch.-St.-Länge zu finden war (Vgl. Broman, 1904; Ergebnis Nr. 138 S. 594!).

Bei einem einzelnen menschlichen Embryo von 7 mm Länge hatte schon vorher Mall (1891) eine zweiwurzelige Arteria mesenterica superior beschrieben, und etwa gleichzeitig mit mir machte Tandler (1903, 1 u. 2) eine ähnliche Beobachtung bei zwei 9 mm langen menschlichen Embryonen.

Tandler ist der erste Autor, welcher die Entwicklungsgeschichte der menschlichen Darmarterien eingehender untersucht hat. Tandlers Untersuchungsmaterial war indessen nicht vollständig genug, um z. B. die Frage zu beantworten, ob die einfachen Ventralzweige der Aorta abdominalis aus den frühzeitigeren Ventralzweigpaaren (Mall, 1897) durch Verschmelzung der beiden Arterien desselben Paares entstehen, oder — wie Thane (1892) lieber annehmen will — dadurch, dass die Arterie der einen Seite in ihrer Entwicklung unterdrückt wird und atrophiert.

Ich hätte mich nun darauf beschränken können, diese Lücke unseres Wissens zu erfüllen. Da ich indessen während meiner Bursa-omentalis-Arbeit in der Lage gewesen war, ein recht viel grösseres Embryonalmaterial auch betreffs der Bauchgefässentwicklung zu untersuchen, und hierbei zu der Ansicht gekommen war, dass schon während der Entwicklung dieser Gefässe gewisse Variationen derselben möglich sind, welche Tandler — des kleineren Materials wegen — nicht hatte berücksichtigen können, so beschloss ich mich dafür, meine diesbezüglichen Untersuchungen vollständig zu veröffentlichen.

Da die Entwicklung der Lateralzweige der Aorta und die Entstehung der bleibenden *Arteria sacralis media* beim Menschen nie Gegenstand einer systematischen Untersuchung gewesen waren, dehnte ich meine Untersuchungen hierauf aus.

Historik.

Bei einem 2,6 mm langen menschlichen Embryo (M.), bei welchem die *Aortae descendentes* noch nur in sehr kurzer Ausdehnung (etwa 0,27 mm) miteinander zu einer unpaaren Aorta verschmolzen waren, fand His (1880) die *Arteria omphalomesenterica* durch zwei gleichdicke Gefässe repräsentiert, welche beide in der Höhe des 1. Dorsalsegmentes (eng nebeneinander) von der Aortavorderseite ausgingen und „für die Nabelblase bestimmt“¹⁾ waren (l. c. Taf. VI Fig. 15). Im übrigen konnte er bei der grossen Schnittdicke (0,1–0,66 mm) keine Aortenzweige sehen (l. c. S. 124).

¹⁾ In Fig. M. 5 Taf. VII. wird indessen das linke Gefäss als *Art. coeliaca* und das rechte als *Art. mesenterica superior* bezeichnet.

Bei den 7–7,5 mm langen Embryonen A und B fand derselbe Autor (l. c. S. 81) „ausser einer Reihe von kleineren, für die Wolffschen Körper bestimmten“ Aortazweigen „auch einige in das Magen- und Darmgekröse eintretende Gefässe“, die er als *Arteria coeliaca* und als *Arteria mesenterica superior* deutete. Die letztgenannte Arterie teilte sich gabelig und verliess den Körper mit dem Darmstiele. — Eine *Arteria sacralis media* wird nicht erwähnt, und die *Arteriae umbilicales* werden als direkte Fortsetzungen der Aorta beschrieben. Auch bei älteren menschlichen Embryonen (des 2. Monats) hat offenbar His keine *Arteria sacralis media* gesehen. Dagegen hat His bei diesen älteren Embryonen dorsale Segmentalzweigpaare sowohl in der Hals- wie in Brust- und Bauchgegend beobachtet (l. c. Teil III, S. 193).

Bei einem 5,6 mm langen menschlichen Embryo beschreibt Fol (1884) die *Arteriae umbilicales* als direkte Fortsetzungen der Aorta. Weder eine *Arteria sacralis media* noch segmentale Aortazweige hat dieser Autor hier gesehen. Von der Ventralseite der Aorta sah er nur eine einfache *Arteria omphalo-mesenterica* (*l'artère vitello-intestinale ou omphalique*) ausgehen.

Lockwood (1885) macht einen Versuch, die Entwicklung der menschlichen Abdominalarterien klarzustellen. In der mir zugänglichen Publikation wird leider das für die betreffende Untersuchung benutzte Material nicht näher angegeben. — Die Ergebnisse Lockwoods waren:

1. „That the arteries of the abdomen, including the splenic and hepatic, were originally derived from the dorsal aorta for the supply of the midgut.

2. That they reach their destinations by passing through the mesentery.

3. That they participate in all changes the mesentery undergoes.

4. That if an organ is developed in the mesentery or from the gut, it will obtain part at least of its blood supply from the vessels of the mesentery or gut, and that these will conform to the preceding rules."

Ausserdem hebt Lockwood hervor, dass in frühzeitigen Entwicklungsstadien „vessels extend at very frequent intervals from the dorsal aorta to the intestin“ und dass sowohl die Arteria gastrica wie die Arteria hepatica je für sich „one of the original arteries of the mesenterium“ darstellen sollen.

Janošik (1887) beschreibt bei einem 3 mm langen menschlichen Embryo in ähnlicher Weise wie Fol die Arteriae umbilicales („iliacae“) als Fortsetzungen der Aorta und erwähnt in dem Text keine Arteria sacralis media. An seiner Fig. 2 (l. c. Taf. 34) findet man indessen eine die Aorta fast bis zur Schwanzspitze direkt fortsetzende, recht dicke Arterie, welche offenbar als die Arteria sacralis media anzusprechen ist. — Ausser zahlreichen Aortenästchen „an die Mesoblastsomiten“ fand Janošik zwei stärkere Stämmchen und einige kleinere Gefässchen, welche sich von der einfachen Aorta descendens abzweigten. Er nimmt als wahrscheinlich an, dass die betreffenden Stämmchen die Anlagen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica (superior?) darstellen, will sich aber hierüber nicht bestimmt äussern, da er der Ansicht ist, dass die Gefässverhältnisse sich während der Embryonalzeit stark verändern.

Phisalix (1888) hat ebenfalls die Arteria sacralis media bei einem jungen menschlichen Embryo (10 mm lang) abgebildet. An seiner Fig. 40 sieht man die Aorta sich caudwärts von der Abgangsstelle der beiden Arteriae umbilicales in ein langes Gefäss bis zur Schwanzspitze fortsetzen. Offenbar stellt dieses Gefäss die Arteria sacralis media dar. Dasselbe wird aber weder in der Figurenerklärung noch

im Text erwähnt. „Les artères ombilicales“, sagt Phisalix trotz dieses Befundes, „sont, pour ainsi dire, la continuation du tronc de l'aorte d'où elles divergent à la naissance du membre inférieur.“ — Die dorsalen Segmentalzweige wurden von Phisalix beobachtet, aber zum grössten Teil nicht abgebildet, weil sie wie Kapillaren klein waren. — Phisalix bildet 3 Ventralzweige der Aorta ab: 1. einen kleinen, gegenüber dem 12. Körpersegment ausgehenden Zweig, welcher von Phisalix unbenannt bleibt, aber offenbar als *Arteria coeliaca* anzusprechen ist; 2. eine einfache, aber sehr mächtige *Arteria mesenterica superior* („l'Artère vitelline“), welche gegenüber dem 14. Körpersegment ausgeht, und 3. eine kleine, dem 20. Segment gehörende *Arteria mesenterica inferior*. Die *Arteriae umbilicales* zweigten sich im 23. Segment von der Aorta ab.

Bei einem 7 mm langen menschlichen Embryo beschreibt Mall (1891) das uns interessierende Arteriensystem folgendermassen:

„On the dorsal side of the aorta there are, on either side, twenty-one segmental arteries, the first being in front of the first cervical nerve, and the last behind the twelfth dorsal. — Following the segmental branches backward, I find that between the fifth and sixth cervical nerves, a branch passes from the segmental into the anterior extremity. Although this twig arises (as far as the relation of the subclavian artery to the brachial plexus is concerned) one segment too far forward, I think it must represent the future subclavian. From this point on down to the first lumbar, the segmental arteries gradually diminish in size. Below the first lumbar nerve no segmental branches arise from the aorta“.

„Between the lateral and ventral sides of the aorta there are fourteen pairs of segmental branches, which pass to the Wolffian body. Each pair arises on the ventral side just op-

posite the origin of the branches which pass towards the spina, cord. The anterior branches, which are quite small, arise between the seventh and eight cervical nerves, and pass directly to the anterior end of the Wolffian body. Back of this pair the branches are of about equal size, the last being in front of the first lumbar nerve."

„On the ventral median line of the aorta there are two distinct branches, — coeliac axis and the omphalo-mesenteric. At the fourth lumbar several small branches are given off from the ventral side of the aorta, and break up into a capillary network which extends throughout the mesentery."

„Although the branch to the stomach and liver has already all its relations to these organs, as the coeliac axis in the adult, its origin is far too far forward. Other embryos, however, demonstrate that the origin of this vessel is constantly shifting as the following table shows: —

	Length in Millimeters	Origin of coeliac Axis
His' embryo M	2,6	Opposite 1 st dorsal nerve
Dog embryo	10	„ 2 d „ „
His' embryo B	7	„ 2 d „ „
Dog embryo	10	„ 4 th „ „
Human embryo	7	„ 4 th „ „
His' embryo A	7,5	„ 6 th „ „
Cat. embryo	12	„ 10 th „ „
Dog embryo	13,5	„ 10 th „ „
Adult, human		Behind 12 th „ „
„ cat		„ 12 th „ „
„ dog		„ 12 th „ „

„It is only left for us to conclude that the stomach, liver and pancreas receive their artery while they lie dorsal to the

heart, and as their organs move backward the origin of the coeliac axis is gradually shifted in the same direction.“

„In these cases the omphalo-mesenteric artery is also shifted with the coeliac axis. In our embryo this vessel has a double origin¹⁾, which indicates that this movement may be brought about by an anastomosis forming and then occlusion of the old origin. There is no twig from the omphalo-mesenteric to the mesentery.“

Gegenüber dem 4. Lumbalnervenpaar geht die Aorta in die beiden *Arteriae umbilicales* direkt über. Eine *Arteria sacralis media* wird weder in den Figuren abgebildet, noch in dem Text erwähnt. Offenbar hat aber Mall später eine solche gefunden, denn in einer späteren Publikation erwähnt er von demselben Embryo, dass dieser eine kleine *Arteria lumbalis* 4. besitzt, welche von der *Arteria sacralis media* ausgeht.

Die oben referierten, interessanten Beobachtungen und Ausführungen, nach welchen die zuerst auftretenden Wurzelpartien der *Arteria coeliaca* bzw. der *Arteria mesenterica superior* zugrunde gehen und durch neue, mehr caudal gelegene ersetzt werden, wird in einer späteren Arbeit von Mall (1897) noch stärker und zwar speciell beim Menschen begründet. Über diese Caudalwärtsverlagerung der *Arteria coeliaca* bei menschlichen Embryonen gibt er 1897 folgende (umstehende) Tabelle.

„The table“, setzt Mall fort, „shows that the arteries arising from the ventral side of the aorta to supply the stomach and intestines are constantly shifting until their definite origin is finally reached. In these specimens the omphalomesenteric artery is shifted ahead of the coeliac axis. In embryo No. II the omphalomesenteric artery has a double origin from the aorta,

¹⁾ An der Fig. 1, Taf. XXX (l. c.) ist ersichtlich, dass die craniale Wurzel dieser Arterie von dem 5., der caudale von dem 6. Segment ausgeht.

„Table showing point of origin of Coeliac Axis.

Embryo	Length in Millimeters	Origin of Coeliac Axis
Nr. XII.	2,1	Opposite 4 th cervical nerve ¹⁾
His' Embryo M	2,6	„ 1 st dorsal „ ²⁾
„ „ B	7	„ 2 nd „ „ ³⁾
Nr. II.	7	„ 4 th „ „
His' Embryo A	7,5	„ 6 th „ „ ⁴⁾
Nr. XLIII.	13	„ 10 th „ „
Nr. IX.	14	„ 11 th „ „
Nr. XXII.	18	„ 11 th „ „
Nr. XVII.	16	„ 12 th „ „
Nr. LVII.	20	Below 12 th „ „
Adult.		„ 12 th „ „

which indicates that this movement may be brought about by a new anastomosis forming, which is then followed by an occlusion of the old origin. At any rate it is impossible that the whole aorta shifts with the abdominal viscera, for it is bound to the vertebrae and muscle plates through the segmental arteries.“

In einer späteren Publikation hebt Mall (1898) hervor, dass die Arteria iliaca communis ebensowenig wie die Aorta descendens als eine segmentale Arterie betrachtet werden könne, denn „the hypogastric artery is present long before the segmental arteries are formed near its junction with the aorta. — — — We can only locate its origin in the neighborhood of the fourth lumbar artery.“

¹⁾ In the first two embryos the omphalomesenteric artery is noted and not the coeliac axis.

²⁾ Compare Fig. 15, Plate VI, His' Atlas, with M₄. Pl. VII.

³⁾ Compare Fig. 35 Plate II, His' Atlas, with Fig. 1, Plate I.

⁴⁾ Compare Figs. 79 and 86, His' Atlas, with Fig. 4. Plate I.

Bei einem 2,1 mm langen menschlichen Embryo, bei welchem die Aortae descendentes noch überall paarig waren, hat Mall (1897) auch die interessante Beobachtung gemacht, dass jede Aorta segmentale Ventralzweige nach der Vesicula umbilicalis entsendet (l. c. Fig. 16, S. 418). Er bildet 10 solche Arterien ab, welche von den 4.—13. Segmenten der einen Aorta ausgehen. Diese Arterien „are“ — schreibt er —, „of course, temporary; they may be called collectively the omphalo-mesenteric arteries. As the permanent omphalo-mesenteric artery arises more aboral than any of these, it is easy to understand that most of them must degenerate.“ — In einer späteren Arbeit (Mall, 1898 S. 363 Anm.) sagt Mall betreffs derselben Ventralzweige der Aorta desselben Embryos folgendes: „In a short time these all disappear, only to repeat themselves over the body of the embryo. In turn this second set disappears as soon as the umbilical vein enters the liver.“

Auf Anregung von G. Schwalbe hat Frédéric (1897) die Zahl und Anordnung der kleinen, schon seit Haller bekannten Ästchen der Aorta abdominalis bei zwei menschlichen Feten (vom 6.—7. Monat), fünf Kindern und Neugeborenen und zwei Erwachsenen näher untersucht. Bei demselben Material wurden auch die grossen Aortenäste hinsichtlich ihrer segmentalen Lage (d. h. ihrer Lage im Verhältnis zu den Ausgangsstellen der Arteriae lumbales etc.) studiert.

Bei dem einen Fetus (von 28,5 cm Totallänge) fand Frédéric fünf von der Aorta abdominalis in regelmässigen Intervallen von je einem Segment (vom 12. Thoracal bis 4. Lumbalsegment) ausgehende Ventralzweige. Drei von diesen waren grosse Äste und stellten die Arteria coeliaca (vom 12. Thoracalsegment), die Arteria mesenterica superior (vom ersten Lumbalsegment) und die Arteria mesenterica inferior (vom dritten Lumbalsegment) dar. Die Ventralzweige des zweiten und vierten Lumbalsegments waren dagegen beide feine Ästchen,

welche sich nach kurzem Verlauf im subperitonealen Bindegewebe verloren. Frédéric fasst diese Ästchen als frühere Darmartien auf und nimmt — auf Grund des erwähnten Befundes — an, „dass ursprünglich fünf Darmarterien in segmentaler Anordnung aus der Aorta kamen, von denen sich späterhin nur drei weiter entwickelt haben, zwei rudimentär geworden sind.“ Das betreffende Ästchen des zweiten Lumbalsegmentes ist nach Frédéric nur noch beim Fetus zu finden; das Ästchen des vierten Lumbalsegmentes ist dagegen — wie übrigens schon aus der Beschreibung Theiles (1841) hervorgeht — „auch noch beim Kind und Erwachsenen als kleiner Ast zum Bindegewebe zu treffen.“

Wie aus den Figuren Frédéric's hervorgeht, fand dieser Autor die erwähnte streng metamere Anordnung der Ventralzweige der Aorta weder bei dem anderen Fetus (von 31 cm Totallänge) noch bei den Kindern oder Erwachsenen wieder. Teilweise erklärt er aber dieses durch die Annahme, dass gewisse Aortenäste ihre Ausgangsstellen sekundär verlagern. So glaubt er durch Messungen an seinem Material feststellen zu können 1. „dass der Abstand zwischen dem Ursprung der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica inferior mit dem Alter zunimmt“ und 2., dass die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior einander während der extrauterinen Entwicklung absolut näher rücken. Aus seinen Messungen ginge nämlich hervor, „dass der Abstand zwischen der A. coeliaca und der A. mesenterica superior beim Erwachsenen Null beträgt, beim Kind und Neugeborenen zwischen 2,0—3,5 mm schwankt.“ Diesen Befund erklärt nun Frédéric durch die Annahme, „dass das Wandungsstück der Aorta, welches zwischen dem Ursprung der A. coeliaca und der Arteria mesenterica superior liegt, zunächst im Wachstum allmählich zurückbleibt, sodann allmählich in die Wandung der beiden benachbarten Gefässe aufgenommen wird, so dass schliesslich der Abstand vollständig verschwindet.“

Zu den seitlichen Aortenzweigen rechnet Frédéric nicht nur die *Arteriae suprarenales*, *renales* und *spermaticae internae*, sondern auch einige sehr variante Ästchen, welche entweder von den Lateralseiten oder von den lateralen Partien der Ventralseite der Aorta ausgehen und zu Lymphdrüsen oder zum Bindegewebe abgegeben werden. Auch die *Arteriae phrenicae inferiores* sind in gewissen Fällen als Lateralzweige der Aorta zu betrachten. „Wenn sie aber aus der *A. coeliaca* oder aus der Aorta von deren Vorderseite dicht über der *A. coeliaca* kommen, so erscheint es richtiger, dieselben zu den vorderen Ästen zu stellen. Eine sichere Entscheidung ist indes nicht möglich.“ (Frédéric l. c. p. 705.)

„Die Klassifizierung der seitlichen Äste der Bauchaorta vom Gesichtspunkte einer segmentalen Anordnung ist“ — sagt Frédéric — „schwer durchzuführen. Nur für wenige Äste lässt sich mit einer Sicherheit bestimmen, welchem Segment sie angehören. So z. B. ist die *A. spermatica* je nach ihrem Ursprung dem zweiten oder dritten Lumbalsegment zuzurechnen. Die *Aa. renales* gehören zum zweiten Lumbalsegment, da sie in der Mehrzahl der Fälle in der Höhe der *A. lumbalis II* oder nahe ober- oder unterhalb entspringen. In Fall IV¹⁾ besteht eine beträchtliche Ursprungsdifferenz und hier ist offenbar die linke Nierenarterie dem ersten Lumbalsegment, die rechte dem zweiten Lumbalsegment zuzuzählen.“

Mit Hochstetter findet Frédéric es wahrscheinlich, dass die *Arteriae spermaticae* von früheren segmentalen Urnierenarterien abzuleiten sind. Auch vermutet er, dass die *A. renalis* aus einer der segmentalen Urnierenarterien entsteht.

„Was die übrigen Äste“ — setzt er fort —, „die *Aa. phrenicae*, *suprarenales* und hauptsächlich viele der kleinen seitlichen Ästchen zum Bindegewebe etc. betrifft, so ist es durchaus

1) Fünfmonatliches Kind.

unmöglich, dieselben nach einem 'metameren System zusammenzustellen.“ Einzelne dieser seitlichen Ästchen, welche indessen metamere Anordnung zeigten, betrachtet Frédéric als rudimentäre accessorische *Arteriae spermaticae*.

Frédéric vermutet, „dass in vielen Fällen ursprünglich vier, jederseits zwei Arterien, zu den Geschlechtsdrüsen resp. Urniere verlaufen, von denen das eine Paar dem zweiten, das zweite Paar dem dritten Lumbalsegment angehört.“ „Es ist nun,“ sagt er weiter, „die Möglichkeit vorhanden, dass sich sämtliche vier Arterien weiter entwickeln, so dass auf den beiden Seiten die Samenarterien doppelt sind. Diese Varietät kommt in der Tat vor (Theile). Oder es entwickeln sich nur zwei Arterien, entweder je eine Arterie von jedem Paar oder ein ganzes Paar wird rudimentär, das andere allein entwickelt sich weiter.“

Bei einem sehr jungen menschlichen Embryo von 1,3 mm Länge (etwa zwei Wochen alt) beschreibt Eternod (1898) zwei überall weit getrennte *Aortae descendentes*, welche sich caudalwärts in je eine *Arteria umbilicalis* direkt fortsetzten (Fig. 1 und 2, Taf. 37). Eine Anlage der *Arteria sacralis media* wurde also nicht beobachtet. Auch werden keine von den Aorten ausgehenden Segmentalzweige erwähnt.

Tandler (1903: 1 und 2) untersuchte die Entwicklung der Darmarterien bei sieben menschlichen Embryonen von 5 bis 17 mm Länge.

Bei dem 5 mm langen Embryo gingen von den 7.—22. Aortensegmenten je ein medianer unpaarer Ventralzweig zu dem Darne ab. Die meisten von diesen waren klein und ohne erkennbare Anastomosen zwischen einander. Diejenigen der 10.—13. Segmente waren dagegen durch eine Längsanastomose miteinander verbunden und teilweise sehr stark entwickelt. Sie bildeten die Wurzeln einer mächtigen *Arteria omphalomesenterica*. Auch die Ventralzweige der 7. und 8. Segmente waren miteinander durch eine Längsanastomose verbun-

den. Sie bildeten die Wurzeln einer kleineren Arterie, deren Zweige — nach der von Tandler gegebenen Abbildung zu urteilen — zu dem Verästelungsgebiet der späteren *Arteria coeliaca* gehen. Nach Tandler stellt indessen diese Arterie nicht die Anlage der definitiven *Arteria coeliaca* dar.

Die letztgenannte soll nämlich aus der cranialsten Wurzel der *Arteria omphalo-mesenterica*, also aus dem Ventralzweig des 10. Aortensegmentes hervorgehen. Aus den drei caudalen Wurzeln der *Arteria omphalo-mesenterica* soll dagegen die *Arteria mesenterica superior* gebildet werden.

Den weiteren Verlauf der *Arteria omphalo-mesenterica* bei dem 5 mm langen Embryo schildert Tandler folgendermassen:

„Die *Arteria omphalo-mesenterica* verläuft ein Stück weit ventralwärts, teilt sich hierauf in einen rechten und in einen linken Schenkel, welche sich um den Darm gerade an der Abgangsstelle des *Ductus omphalo-mesentericus* legen. Ventral vom Darm stehen die beiden Arterienschenkel durch eine quere Anastomose in Verbindung. Darm und Anfangsteil des Dotterganges stecken demnach in einem Arterienring. Die beiden *Arteriae omphalo-mesentericae* sind distalwärts weit verfolgbare.“ Die Anlage der *Arteria mesenterica inferior* war bei diesem Embryo nicht anzugeben, da die caudalwärts von der *Arteria omphalo-mesenterica* ausgehenden segmentalen Ventralzweige der Aorta alle gleichgross waren.

Auch aus den seitlichen Partien der Aorta gingen segmentale Zweige heraus. Von dem 8. bis zum 20. Segmente (inklusive) kam nämlich jederseits je eine kleine Arterie, welche zur Urniere verfolgt werden konnte.

Wie aus dem von Tandler gegebenen Textfigur 1 (l. c. S. 192) ersichtlich ist, setzte sich die Aorta in eine anfangs sehr dicke *Arteria sacralis media* fort. Die *Arteriae umbilicales* gingen mit je zwei Wurzeln von der Aorta ab. Die eine von diesen Wurzeln kam von der ventralen Partie des 23.

Aortensegmentes, die andere von der lateralen Partie des 25. Aortensegmentes. Zwischen den beiden Arterienwurzeln verlief jederseits der Wolffsche Gang. Da die ventrale Wurzel der Arteria umbilicalis die stärkere war, betrachtet Tandler diese als eine primäre Wurzel des betreffenden Gefäßes und die laterale Wurzel als eine sekundäre. Die von Hochstetter bei Kaninchenembryonen gemachte Beobachtung, dass die Arteria umbilicalis zuerst eine (temporäre) medio-ventrale Wurzel besitzt und erst sekundär eine (persistierende) latero-dorsale Wurzel bekommt, glaubt also Tandler durch den oben erwähnten Befund auf menschliche Embryonen ausdehnen zu dürfen.

Eine Arteria mesenterica inferior ist nach Tandler zuerst an 9 mm langen menschlichen Embryonen nachweisbar. Bei einem 9 mm langen Embryo zweigte sie sich einfach von 20. Aortensegment ab; bei einem anderen, gleich langen aber etwas älteren Embryo ging dieselbe Arterie mit zwei Wurzeln von den 21. und 22. Aortensegmenten heraus.

Auch die Arteria coeliaca beschreibt Tandler als zuerst bei den 9 mm langen Embryonen auftretend. Bei beiden ging sie von dem 12. Aortensegment einfach heraus.

Die Anlage der Arteria mesenterica superior war bei beiden diesen Embryonen zweiwurzelig. Bei den älteren Embryonen war sie nur einwurzelig.

Bei den 9 mm langen Embryonen waren noch einzelne der kleineren Ventralzweige, welche zwischen der Arteria mesenterica superior und der Arteria mesenterica inferior von der Aorta ausgingen, oder wenigstens Rudimente davon zu erkennen. Bei den älteren Embryonen waren sie dagegen alle verschwunden.

Die oben referierte Beobachtung von Mall, dass die Ursprünge der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior während der Embryonalentwicklung caudalwärts verschoben werden, wird von Tandler bestätigt. Dieser

Autor stellt ausserdem fest, dass gleichzeitig auch die Ursprungspartie der Arteria mesenterica inferior — wenn auch weniger weit — caudalwärts verlagert wird.

Über die Beziehungen der betreffenden Arterien zu den Aortensegmenten gibt Tandler folgende tabellarische Zusammenstellung¹⁾.

Länge des Embryo	Art. coeliaca	Art. mesenterica sup. resp. omphalomesent.	Art. mesenterica inferior.
5 mm	—	(9), 10, 11, 12, 13	—
9 „	12	13 ²⁾ , 14, 15	20
9 „	12	14, 15	21, 22
12 ^{1/2} „	16	18	22
14 ^{1/2} „	17, 18	19	22
14 „	19	20	22
17 „	20	21	23

Die Betrachtung obiger Tabelle ergibt nach Tandler folgendes:

„Die Arteria coeliaca wandert von der 12. Segmentararterie (IV. Thoracalis) am 9 mm Embryo bis zur 20. Segmentararterie (XII. Thoracalis) am 17 mm langen Embryo“.

„Die Arteria omphalo-mesenterica, welche ihre Wurzeln bis auf eine verliert, zeigt ähnliche Verschiebung, auch sie wandert ca. um acht Segmente.“

„Die Arteria mesenterica inferior verschiebt sich nur um drei Segmente, so dass der ursprünglich grosse Abstand (12.

¹⁾ Die bei den einzelnen Arterien angeführten Ziffern bedeuten die Nummer der zugehörigen segmentalen Rumpfwandarterie.

²⁾ Bemerkenswert ist, dass in dem Text (vergl. Tandler 1903, 2, S. 200) diese Wurzel nicht als bei diesem Embryo tatsächlich existierend beschrieben wird, sondern dass sie nur bei „einem nur um wenig jüngeren Stadium“ supponiert wird.

bis 20. Seg.) zwischen Arteria coeliaca und Arteria mesenterica inferior später bedeutend kleiner wird.“

„Am 17 mm langen Embryo sind schon fast die bleibenden Verhältnisse erreicht.“

Über die Art und Weise, in welcher die betreffende Caudalwärtsverschiebung der Gefässursprünge stattfindet, ist indessen Tandler anderer Meinung als Mall.

Nach Tandler werden für diese Verschiebung „drei von einander verschiedene Mechanismen verwendet und zwar: 1. Die Bildung von Längsanastomosen, 2. Inselbildung und 3. die aktive Wanderung längs der vorderen Aortenwand.“

„Die Bildung von Längsanastomosen“, sagt Tandler weiter, „scheint nur in den allerersten Stadien und hier vornehmlich im Gebiete der Arteria omphalo-mesenterica vorzukommen. Später erfolgt dann Inselbildung, in ähnlicher Weise wie ich dies seinerzeit auch bei der Wanderung der Aortenbogen beschrieben habe. — — — Die aktive Wanderung scheint so vor sich zu gehen, dass die caudale Wand des betreffenden Gefässes sich ausbuchtet, während die craniale in die Aortenwand aufgenommen wird.“

Tandler ist der bestimmten Ansicht, dass „ein Wandern des Aortenrohres im ganzen“ „für das relative Tiefertreten der Ursprungsstellen der Darmarterien — — nicht verantwortlich gemacht werden“ kann. Denn „wie man aus der andauernd horizontalen Verlaufsrichtung der segmentalen Rumpfwandarterien in diesen Abschnitten ersehen kann,“ behält der mittlere und untere Abschnitt des Aortenrohres seine Topik zur Wirbelsäule.

Tandler findet es „im höchsten Grade wahrscheinlich“, dass die von ihm beschriebenen, „frühzeitig zugrunde gehenden segmentalen Darmarterien nicht mit den von Frédéric als rudimentäre Darmarterien angesprochenen identisch sein können.“ Er nimmt daher an, dass es sich bei den von Frédéric näher

beschriebenen, kleinen Arterien „um sekundäre Bildungen“, die erst in spät fötaler Zeit entstehen, handeln dürfte. Die Vermutung Frédéric's, dass die *Arteria coeliaca* ursprünglich nur um eine Segmentlänge höher als die *Arteria mesenterica superior* von der Aorta ausgeht, muss nach Tandler unrichtig sein, denn „zwischen dem ursprünglichen Abgang der *Coeliaca* und der *Arteria mesenterica* liegen viel mehr Segmente.“

Dass Tandler bei dem 5 mm langen Embryo jederseits 13 segmentale Urnierenarterien beobachtete, wurde schon oben (S. 419) erwähnt. Auch bei den 9 mm langen Embryonen waren (vom 9.—18. Aortensegmente) segmentale Urnierenarterien deutlich nachweisbar. Sie entsprangen „immer entsprechend dem Abgange der zugehörigen Rumpfwandarterie“. Doch fanden sich „auch an einzelnen Stellen interkalierte Arterien des Wolffschen Körpers, so dass der metamerale Charakter dieser Arterien verwischt“ erschien. Bei den älteren Embryonen werden die Urnierenarterien nicht erwähnt.

Dass die menschlichen Urnieren von mehreren Aortenzweigen gespeist werden, wurde — wie oben erwähnt — schon von His bei 7—7,5 mm langen Embryonen beobachtet. Dass diese Urnierenarterien dagegen als segmentale Gefässe zu betrachten sind, wurde — soviel ich weiss — zuerst von Mall (1891) durch direkte Beobachtung begründet. Wie schon erwähnt, fand dieser Autor bei einem 7 mm langen menschlichen Embryo 14 Paare segmentaler Urnierenarterien.

Nach Hochstetter (1892) soll bei den Säugetieren der segmentale Charakter der Urnierenarterien später dadurch verwischt werden, dass diese Arterien mit dem Zugrundegehen der Urnieren ebenfalls verschwinden. Nur ein Zweig, welcher auch die Geschlechtsdrüse versorgte, soll als die *Arteria spermatica interna* persistieren.

Kollmann (1893) ist aber der Ansicht, dass auch die Ar-

teriae renales von früheren Urnierenarterien herzuleiten sind und dass also Vermehrung der Arterien der bleibenden Nieren „primär auf Arterien der Urnieren zurückzuführen“ ist.

Im Gegensatz hierzu hebt indessen Hochstetter (1892, 1903) hervor, dass bei den Säugern „die Arteriae renales in der Regel direkt aus der Aorta“ entstehen und zwar erst dann, „wenn die Nieren bei ihrer Wanderung ihre definitive Lage in der Lendengegend erreicht haben.“ Zu gleicher Zeit sollen nach Hochstetter (1894) die Nierenvenen entstehen (l. c. S. 487).

Diese Angaben Hochstetters sind später von Hauch (1901, 1903) und Pohlmann (1905) bei menschlichen Embryonen bestätigt worden.

Nach Hauch (1901) wachsen die Gefäße erst Ende der achten Embryonalwoche¹⁾ in die menschlichen Nieren hinein (l. c. S. 44).

Pohlmann fand 1. „that the kidney is not vascularized until it has reached its normal height“, und 2. „that it attains this position in an embryo of about 20,0 mm.“ Bei einem Embryo von dieser Länge waren die Nierengefäße sogar noch „problematisch“. Nach einer Angabe von Hill (1907) soll Pohlmann (später?) bei menschlichen Embryonen gefunden haben, „that the vascularization occurs between twenty-five and thirty mm.“

Wenn diese Angaben ganz richtig wären, würden also — wie ich neulich (Broman 1907) hervorgehoben habe — die sich entwickelnden Nieren während längerer Zeit (z. B. bei menschlichen Embryonen während mehr als eines ganzen Monats) ganz gefässlos sein! Dieses muss aber wundernehmen, denn während dieser Zeit entwickeln sich die Nieren doch recht viel. Und in der Tat verhält es sich, wie ich habe zeigen können, nicht ganz so.

¹⁾ Die Länge von Embryonen aus der 8. Woche wird von Hauch (1903 S. 192) zu ca. 3 cm geschätzt.

Die menschlichen Nachnieren haben nämlich schon bei einem 16 mm langen Embryo deutliche Gefässe.

Diese Gefässe stammen aber zu dieser Zeit weder von der Aorta noch von den Urnierenarterien her. Insofern sind also die oben erwähnten Beobachtungen richtig, dass die definitiven zuführenden Nierengefässe noch nicht existieren. Die von mir gefundenen frühzeitigen Nierengefässe sind alle Venen, welche einem zu dieser Zeit auch beim menschlichen Embryo existierenden, aber bald vorübergehenden Pfortaderkreislauf der Nachniere angehören (Broman, 1907).

Vor einigen Jahren hat Clark (1900) eine grössere Arbeit — über den Ursprung, die Entwicklung und die Degeneration der Blutgefässe des menschlichen Ovariums — veröffentlicht, in welcher hervorgehoben wird, dass die Geschlechtsdrüsen nur in den ersten Entwicklungsstadien in ihrer Ernährung von den Urnierengefässen abhängig sind. Später soll jederseits von der Aorta eine ganz neue Arterie auswachsen, welche die Nutrition der betreffenden Geschlechtsdrüse übernimmt.

Diese *Arteriae ovaricae* oder *spermaticae internae* gehen nach Clark etwa in der Höhe des caudalsten Urnierenarterienpaares von der Aorta heraus. Sie verlaufen zuerst lateralwärts und dann cranialwärts (also *ascendent*) zu den Geschlechtsdrüsen; und erst in einem folgenden Entwicklungsstadium, wenn die Geschlechtsdrüsen schon mehr oder weniger caudalwärts verschoben sind, gehen sie ganz transversal bzw. *descendent* zu ihrem Ziel.

Nach den diese Beschreibung illustrierenden Abbildungen (l. c. Textfigg. 1 und 2, S. 601 und 603) zu urteilen, ist indessen diese Beobachtung nicht an menschlichen Embryonen gemacht worden, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach an Schweineembryonen¹⁾.

¹⁾ In den betreffenden Figurenerklärungen werden — wohl aus Versehen — weder Art noch Alter oder Grösse der abgebildeten Embryonen erwähnt.

In einer aus demselben Laboratorium¹⁾ hervorgegangener Arbeit hat neulich Hill (1907) ähnliche Ergebnisse über die Entwicklung der Hodenarterien bei Schweineembryonen bekommen: „The testis of the pig receives its first blood supply when the embryo is 33 mm in length, the kidney having received its blood supply when the embryo has attained a length of 28 mm. — — — Out of seventyfive specimens only one exception was found to the usual source of the spermatic artery, and in this case the artery instead of coming directly from the aorta arose as a branch from the most caudal Wolffian artery“ (l. c. S. 459).

Über die Entwicklung der *Arteriae supra-renales* und der *Arteriae phrenicae inferiores* habe ich in der Literatur keine auf Beobachtung jüngerer Embryonalstadien gestützte Angaben finden können.

Nach Untersuchungen an verschiedenen Säugetierembryonen sind Young und Robinson (1898) zu der Ansicht gekommen, dass die wahre kaudale Fortsetzung der primitiven Aorten nicht die *Arteria sacralis media* ist, sondern die *Arteriae iliacae communes*. Dass dieses auch beim Menschen der Fall sein muss, versuchen die erwähnten Autoren dadurch zu begründen, dass in den oben referierten Gefässbeschreibungen von His (1880—1885) und Janošík (1887) keine *Arteria sacralis media* erwähnt wird. Die — ursprünglich paarige — *Arteria sacralis media* stellt nach Young und Robinson nur ein verschmolzenes (caudalwärts gerichtetes), dorsales Segmentalzweigpaar der Aorta dar. Diese Arterie soll also am nächsten einem verschmolzenen Lumbalarterienpaar gleichzustellen sein. Nach Young (1905) darf man auch nicht sagen, dass das letzte Lumbalarterienpaar von der *Art. sacralis media* ausgeht, sondern nur umgekehrt, dass die *Arteria sacralis media* von dem gemein-

¹⁾ Anatomical Laboratory of the John Hopkins University.

samen Stamm des verschmolzenen letzten Lumbalarterienpaares ausgeht.

Die Tatsache, dass die *Arteria sacralis media* im allgemeinen von der Dorsalseite der Aorta ein Stückchen cranialwärts von der Bifurcationsstelle derselben ausgeht und nur in sehr seltenen Ausnahmefällen direkt von der Bifurcation kommt, wird von Young (1898) auch als Beleg dafür benutzt, dass die *Arteria sacralis media* nicht als die direkte Fortsetzung der Aorta gebildet worden ist. Wenn dies trotzdem der Fall gewesen wäre, müsste man ja annehmen, dass die caudalwärts von der Ausgangsstelle der *Arteria sacralis media* gelegene Aortapartie keine wahre Aorta, sondern ein Verschmelzungsprodukt der beiden *Arteriae iliacae communes* darstellen sollte; eine Annahme, die Young (1897) offenbar betreffs des Menschen absurd findet, obgleich er eine solche Verschmelzung der beiden *Arteriae iliacae communes* bei Carnivoren als wahrscheinlich betrachtet. Ausserdem glaubt Young, dass wenn die *Arteria sacralis media* die wahre Fortsetzung der Aorta gewesen wäre, dann hätte sie betreffs ihres Ursprunges gar keine Variationen zeigen dürfen. Nun findet man aber gerade betreffs ihres Ursprunges mehrere Variationen und zwar oft solche, welche nach Young nur dann leicht erklärt werden können, wenn man annimmt, dass die *Arteria sacralis media* keine direkte Fortsetzung der Aorta darstellt.

Eigene Untersuchungen.

Meine diesbezüglichen Untersuchungen über die Entwicklung der Baucharterien bei jüngeren menschlichen Embryonen wurden zum grossen Teil schon in den Jahren 1903 und 1904 am Anatomischen Institut in Upsala gemacht. Nach meiner

Übersiedelung nach Lund habe ich sie hier fortgesetzt und durch Untersuchung von älteren Embryonen und Erwachsenen sowie auch von einigen neuen Schnittserien jüngerer Embryonen vervollständigt.

Für die Benützung der den anatomischen Instituten zu Upsala, Stockholm und Lund gehörenden Schnittserien menschlicher Embryonen bin ich den Direktoren dieser Institute, den Herren Professoren J. Aug. Hammer, Erik Müller und C. M. Fürst zu grossem Dank verpflichtet. Die älteren Embryonen verdanke ich den Herren Professoren C. M. Fürst, Erik Müller und A. O. Lindfors.

Von den in Querschnitten zerlegten Embryonen habe ich je eine graphische Sagittalrekonstruktion der Aorta — von rechts gesehen — gemacht. Die Angaben über die Lateralzweige beziehen sich daher im allgemeinen auf diejenigen der rechten Seite.

Von einzelnen Embryonen wurde ausserdem die Aorta mit ihren Ästen mehr oder weniger vollständig plastisch rekonstruiert.

Bei den älteren Embryonen habe ich die Aortenäste mit Hilfe des Zeiss'schen Präparationsmicroscopes (mit Pincett und Nadeln) herauspräpariert. Nur einzelne dieser Embryonen hatte ich Gelegenheit gehabt im voraus zu injizieren. Die meisten waren leider nicht injizierte, in Spiritus oder Formalin aufbewahrte Objekte. Bei diesen muss man natürlich die Möglichkeit voraussetzen, dass vielleicht — ausser den hier beschriebenen Zweigen — noch Zweigchen existierten, welche durch die Präparation nicht zutage gebracht werden konnten.

Um auch ein selbständiges Urteil über diejenigen Variationen haben zu können, welche die Ausgangsstellen der Aortenäste beim Erwachsenen zeigen, habe ich von allen im letzten Jahre zu Gefässpräparation injizierten Leichen die Bauchaorta für eine genauere Untersuchung aufbewahrt. Weil aber das Leichenmaterial bei uns klein ist, habe ich bisher nur 13

Aortae sammeln können. Da ausserdem das betreffende Material für die obligatorischen Präparationen der Studierenden ausgenutzt werden musste, habe ich die betreffenden Präparate nicht selbst machen wollen, sondern sie sind alle von älteren Präparanten unter meiner Leitung gemacht worden. Die Präparanten wussten im voraus, dass das betreffende Präparat für eine wissenschaftliche Untersuchung benutzt werden sollte, und sie haben mit grösster Sorgfalt und Interesse auch die allerkleinsten Aortenzweige herauspräpariert. Gewiss sind daher diese Aortenpräparate gleich so gut geworden, wie ich sie selbst hätte machen können.

Diese meine Mitarbeiter sind folgende Herren Mediziner: Franck (Präp. Nr. 1), Möller und Rydholm (Präp. Nr. 2), Scholander (Präp. Nr. 3), Lindgren und Widén (Präp. Nr. 4), Gussarsson und P. Olsson (Präp. Nr. 5), Thorell und Nilsson (Präp. Nr. 6), Rietz (Präp. Nr. 7), Bergner und Jörgensen (Präp. Nr. 8), Sjögren und Zadig (Präp. Nr. 9), N. Andersson (Präp. Nr. 10), Thuresson und Säfholm (Präp. Nr. 11), Gramén (Präp. Nr. 12), Rietz und Hintze (Präp. Nr. 13).

Nachdem alle Aortenzweige aufpräpariert waren, wurden sie mit Etiketten (mit Namen oder Bezeichnung über den peripheren Verlauf des betreffenden Zweiges) versehen. Die ganze Bauchaorta mit den Arteriae iliacae communes und den etikettierten Ursprungspartien der übrigen Aortenzweige wurde dann von der Bauchhöhle entfernt und für eine genauere Untersuchung aufbewahrt.

Ich werde jetzt zuerst die einzelnen Embryonalstadien beschreiben, um nachher die aus denselben hervorgehende Entwicklungsgeschichte der Baucharterien mehr übersichtlich darzustellen.

Stadienbeschreibung¹⁾ der Zweige der Aorta abdominalis bei 41 menschlichen Embryonen.

Embryo I (Sch.-St.-Länge 3,4 mm).

Die äussere Form dieses Embryos entspricht etwa der des Hisschen Embryos Lr. (vgl. His, 1880 Taf. 10 Fig. 6). Die Nackenkrümmung ist nur schwach angedeutet. — Der in 12 μ dicke Querschnitte zerlegte Embryo gehört dem Anatomischen Institut in Upsala.

[Die entodermale Lungenanlage ist nur als eine schwache, unpaare Vorwölbung an der Ventralseite des Vorderdarmes zu erkennen. (Vgl. Broman, 1904. Fig. 147 Lg.) Pancreasanlagen noch nicht erkenntlich. Medullarrohr überall geschlossen. Die Gehörblasen stehen noch durch je einen Epithelstiel mit dem Ektoderm in Verbindung. Die Wolff'schen Gänge haben noch nicht die entodermale Kloake erreicht²⁾].

Von der rechten Aorta descendens und von der einfachen Aorta wurde zuerst eine Sagittalrekonstruktion in 85 maliger Vergrösserung gemacht. Ausserdem wurden die in den 6.—23. Körpersegmenten liegenden Aortenpartien in 170 maliger Vergrösserung plastisch rekonstruiert.

Die beiden Aortae descendentes, von welchen die linke bedeutend (etwa doppelt) dicker als die rechte ist, sind schon in recht grosser Ausdehnung miteinander verschmolzen. Unmittelbar caudalwärts von der Leberanlage legen sie sich einander

¹⁾ In dieser Stadienbeschreibung habe ich nur diejenigen Gefässe erwähnt, welche deutlich zu sehen waren. — An einigen Embryonen hätte ich beim Niederschreiben des Textes einige Gefässverhältnisse gern etwas eingehender berücksichtigen wollen. Dieses war mir aber nicht möglich, da — nach meiner Übersiedelung nach Lund — die Embryonalserien des anatomischen Instituts in Upsala mir nicht mehr zu einer (sonst erwünschenswerten) Revision zugänglich waren.

²⁾ Da die Längenangabe bekanntlich nicht genügt, um das Alter eines Embryos zu taxieren, füge ich, um eine solche Taxierung besser zu ermöglichen zu den Angaben der jüngeren Embryonen auch einige andere Angaben über den Entwicklungsgrad gewisser Organe hinzu.

dicht an, und etwa in der Höhe der cranialen Nabelgrenze verschmelzen sie zu einer einfachen Aorta descendens, welche sich bis zu der Ausgangsstelle der Arteriae umbilicales erstreckt (Fig. 3. Taf. 38).

Von den cranialen, paarigen Aortae descendentes gehen je 7 dorsolateralwärts gerichtete, segmentale Zweige aus. Laterale Zweige besitzen diese Aortenpartien gar nicht; auch fehlen ihnen meistens ventrale Zweige. Von den ventralwärts gerichteten Aortenbogen (Fig. 3) abgesehen, besitzt die linke Aorta descendens nur einen einzigen Ventralzweig und zwar unmittelbar oberhalb der Verschmelzungsstelle (Fig. 3). Die rechte Aorta descendens hat 3 Ventralzweige, von welchen der caudalste demjenigen der linken Aorta entspricht; der zweite Zweig gehört dem 7. und der dritte (sechste Aortenbogen?) dem 1. Segment an (Fig. 3).

Die einheitliche Aorta descendens besitzt 14 dorso-lateralwärts gerichtete, segmentale Zweigpaare. Diese sind weder gleichgross, noch sitzen sie in genau gleichen Entfernungen von einander. Besonders an der Mitte der einfachen Aorta sitzen sie einander relativ sehr nahe; sie sind hier auch relativ klein. Am grössten ist das caudalste von der einfachen Aorta ausgehende Paar. Dasselbe gehört dem 21. Körpersegment und geht gegenüber den ventralwärts gerichteten Arteriae umbilicales von der Aorta aus.

Laterale Zweige sind nur noch sehr spärlich entwickelt. Einigermassen deutlich sind solche nur in den 16. und 18. Segmenten zu sehen. Sie gehen zu den Urnieren, welche sich in diesem Entwicklungsstadium bis zum 11. Körpersegment hinaufstrecken.

Die ventralen Zweige der einfachen Aorta descendens sind sehr zahlreich und noch fast überall paarig (Fig. 3—5). Die Anordnung der Zweigpaare ist segmental, was in der Rekonstruktion um so deutlicher hervortritt, als das Aortenrohr selbst quer verlaufende, segmentale Verdickungen zeigt (Fig. 3

Taf. 38). Nur in einzelnen Segmenten findet man entweder nur einen (Segment 10) oder drei (Segment 12) Ventralzweige. Meistens gehen die beiden Zweige desselben Paares in derselben Höhe von der Aortenvorderseite aus. Oft gehen sie aber in ungleicher Höhe von derselben aus.

Diejenigen Ventralzweige, welche den 7. und 8. Körpersegmenten angehören und von den noch paarigen Aorten ausgehen (Fig. 4 Taf. 39), verzweigen sich in der werdenden Magengegend des Verdauungsrohres und können daher als *Arteriae coeliacae primitivae* bezeichnet werden.

Die von den 9.—20. Aortensegmenten ausgehenden Ventralzweige gehen alle zum Darmrohr bzw. zur Dotterblase und sind also als *Arteriae omphalo-mesentericae primitivae* anzusprechen. Von diesen sind diejenigen des 16. Segmentes, welche etwa gegenüber der Nabelmitte liegen, besonders stark entwickelt (s. Fig. 3, Taf. 38. *A. omph.-mes. maxima*).

Die *Arteriae umbilicales* gehen aus der Ventralseite der Aorta mit je zwei kurzen Wurzeln aus. Die eine von diesen Wurzeln geht von dem 21., die andere von dem 22. Aortensegment aus. Eine Verbindung zwischen den *Arteriae umbilicales* und den relativ starken, dorsolateralen Aortenzweigen des 21. Segmentes konnte ich nicht feststellen.

Betreffs der Form der einfachen Aorta ist — ausser den schon oben erwähnten segmentalen Verdickungen — hervorzuheben, dass die mittlere Partie derselben am dicksten ist (Fig. 3, Taf. 38). Zwar ist diese Verdickung in der Fig. 3 teilweise nur scheinbar, indem diese Aortenpartien von den Seiten her, die obere bzw. untere Partie dagegen mehr von vorn nach hinten abgeplattet sind. Die Wachsplattenrekonstruktion zeigt aber, dass die mittlere Aortenpartie tatsächlich am dicksten ist.

Etwa in der Mitte zwischen dem 21. und 22. Segment hört die Verschmelzung der beiden Aorten auf. Die Aorta setzt sich dann schwanzwärts als zwei getrennte dicke Stämme, die Ar-

teriae caudales fort, von welchen dorsale Segmentalzweige ausgehen.

Embryo II (Sch.-St.-Länge 3 mm).

Wahrscheinlich etwas stärker gebogen als Embryo I. Der in 12 μ dicke Querschnitte zerlegte Embryo gehört dem Anatomischen Institut in Upsala.

Da dieser Embryo teilweise missgebildet erscheint, wurde nur eine kurze Partie der einfachen Aorta descendens mit Wachsplatten rekonstruiert.

Die Rekonstruktion zeigt, dass die Ventralzweige der Aorta noch paarig und segmental sind. An der Mitte der Aorta haben sich die beiden Zweige desselben Paares einander bis zur Berührung genähert.

Embryo III. (Sch.-St.-Länge etwa 3 mm, etwa 19 Tage alt).

Die Nackenkrümmung ist deutlich ausgesprochen. — Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Lund gehörend. Schnitt-dicke 10 μ .

[Bei diesem Embryo ist die entodermale Lungenanlage schon paarig vorhanden. Die entodermale Magenanlage ist als eine schwache quere Verdickung, die dorsale Pancreasanlage als relativ starke Ausbuchtung des Verdauungsrohres markiert. Die Wolffschen Gänge münden in die entodermale Kloake ein. — (Über den Entwicklungsgrad der Organe im übrigen vgl. Bro-man, 1895 und 1904)].

Dieser Embryo ist in Pikrokarmin gefärbt worden. Die kleinsten Gefäße sind deshalb nur undeutlich zu erkennen. — Von der einfachen Aorta desc. wurde eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

An den paarigen Aorten waren keine Ventralzweige zu sehen. An der unpaaren Aorta habe ich sechs unpaare Ventralzweige zählen können, von welchen die cranialste etwa in der

Höhe der Gallenblasenanlage¹⁾ von der Aorta ausgeht und sehr klein ist. Sie ist wohl als die Anlage der *Arteria coeliaca* anzusprechen. Mit segmentalen Zwischenräumen folgen dann vier grosse Arterien, von welchen die caudalste die grösste ist und der Lage nach etwa das grösste Ventralzweigpaar bei Embryo I entspricht. Zwei Segmente weiter caudalwärts habe ich den letzten Ventralzweig, der nur sehr klein war, gefunden. Dass aber in diesem Stadium die caudale Aortenpartie noch von jedem Segment einen kleinen Ventralzweig aussendet, der bei günstigerer Färbung hervortreten kann, finde ich nicht unwahrscheinlich.

Die bei diesem Embryo deutlichen Ventralzweige hatten alle eine Eigenschaft gemeinsam: Sie gingen von der Aorta einfach aus und teilten sich, nachdem sie das Mesenterium dorsale passiert hatten, in zwei symmetrisch liegende Zweige, welche einen mehr oder weniger vollständigen Ring um das entodermale Darmrohr herum bildeten (Fig. 6, Taf. 40).

So viel ich habe sehen können, gehen die *Arteriae umbilicales* nur mit je einer Wurzel von der Aorta aus.

Die Urnieren strecken sich bis zur Höhe der Gallenblasenanlage hinauf. Zu ihnen gehen einzelne laterale Aortenzweige aus, welche indessen alle nur undeutlich wahrzunehmen sind.

Die dorso-lateralen Aortenzweige sind auch nur undeutlich zu sehen. In ihrer Anordnung stimmen sie mit denjenigen des erstgenannten Stadiums überein.

Embryo IV (Sch.-St.-Länge 4,5 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 15 μ .

¹⁾ In früheren Publikationen (Broman, 1895 u. 1904) habe ich die betreffende ventrale Ausbuchtung des Darmes als ventrale Pancreasanlage bezeichnet; eine Angabe, welche — wie ich später beim Vergleich mit etwas älteren Embryonen gefunden habe — wahrscheinlich unrichtig ist.

Fig. 7.

Rekonstruktionsbild der Aorta von einem 4,5 mm langen menschlichen Embryo; von rechts gesehen. Vergrößerung 40fach. Die rechtsseitigen Dorsalzweige des 7., des 11. und des 25. Aortensegmentes sind numeriert.

[Die Linsenanlage ist als eine seichte Vertiefung von verdicktem Ektoderm erkenntlich. Periphere Nerven sind gebildet. — Die Nachnierenanlagen sind nur als Verdickungen der Wolffschen Gänge angedeutet.]

Von diesem Embryo wurde zuerst eine Sagittalrekonstruktion von der ganzen Aorta (in 67 maliger Vergrösserung) und dann eine plastische Rekonstruktion (in 100 maliger Vergrösserung) von der einfachen Aorta gemacht.

Die Verschmelzung der beiden Aorten ist cranialwärts bis zur Höhe des 6. Segmentes fortgeschritten.

Unmittelbar caudalwärts von dieser Höhe gehen die Dorsalzweigpaare der Aorta in relativ grossen Zwischenräumen voneinander aus. Sowohl cranialwärts, wie besonders caudalwärts werden die Zwischenräume zwischen den Dorsalzweigen immer kleiner (Fig. 7). Von den Aortensegmenten sind also offenbar die 6.—10. am stärksten in die Länge gewachsen.

Die Urnieren erreichen die Höhe des 9. Aortensegmentes. Zu ihnen gehen jederseits spärliche segmentale Lateralzweige von der Aorta aus. An der rechten Seite waren solche aus den 11., 12. und 13. Segmenten zu sehen. Einigermassen gross und deutlich war indessen nur der Lateralzweig des 13. Segmentes.

Bei diesem Embryo waren drei von der rechten Aorta descendens — in der Höhe des 3.—4. Segmentes — ausgehende Ventralzweige zu sehen. Sie waren zwar klein, aber deutlich und konnten bis zum Ösophagus verfolgt werden.

Von der oberen Partie der einfachen Aorta geht nur ein kleiner Ventralzweig (Fig. 7) aus. Derselbe geht in der Mitte zwischen den 8. und 9. Segmenten in der Höhe des Pancreas dorsale von der Aorta aus und ist wohl als die Anlage der Arteria coeliaca zu betrachten.

Der nächste Ventralzweig geht von dem 10. Aortensegment aus und verbindet sich durch eine Längsanastomose mit einem sehr grossen, von dem 11. Segment kommenden Ventralzweig.

Beide zusammengenommen stellen diese Ventralzweige wahrscheinlich die Anlage der *Arteria mesenterica superior* dar. Von dem 12. Aortensegment geht ein kleiner Ventralzweig hinaus, welcher schief cranialwärts verläuft und offenbar sehr nahe ist, sich mit der *Art. mesenterica sup.* zu verbinden und so eine dritte Wurzel derselben zu bilden.

Auch von den 13., 15., 16. und 20. Aortensegmenten gehen kleine, einfache Ventralzweige zum Darne ab. Ausserdem gehen von den 25. und 26. Aortensegmenten je zwei paarige Ventralzweige ab.

Von dem 27. Aortensegment gehen die *Arteriae umbilicales* mit je zwei Wurzeln hinaus. Sie gehen beide von der ventralen Aortenseite aus. Der caudale ist nur sehr schwach ausgebildet.

Das Rekonstruktionsmodell zeigt eine allgemeine Verdickung der Aorta in der Höhe der 13.—16. Segmente. Ausserdem treten an diesem schwache segmentale Verdickungen der ganzen Aorta zutage. Am 26. Aortensegment ist in der Medianebene eine kleine Lücke zu sehen, welche aller Wahrscheinlichkeit nach als eine lokale Unterbrechung der Verschmelzung der paarigen Aorten zu betrachten ist. — Caudalwärts von dem 27. Segment ist die Fortsetzung der Aorta noch doppelt.

Embryo V. (Sch.-St.-Länge 5 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke 12 μ .

[Die Linsengrube ist bedeutend tiefer als im vorigen Stadium. Die Nachnierenanlagen zweigen sich knospenförmig von den Wolffschen Gängen ab. Über den Entwicklungsgrad der Lungen etc. bei diesem Embryo vgl. Broman, 1904 p. 130].

Von diesem Embryo, bei welchem auch die kleineren Gefässe relativ sehr deutlich waren, wurde die ganze Aorta mit ihren Zweigen in 85 maliger Vergrößerung plastisch rekonstruiert.

Ausserdem wurde die mittlere Aortenpartie, von welcher die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior ausgehen, zusammen mit den Wurzelpartien dieser Arterien in 170maliger Vergrößerung plastisch rekonstruiert.

Die paarigen Aortae descendentes, welche bei diesem Embryo gleich dick sind, gehen an der caudalen Grenze des 5. Segmentes in die einfache Aorta descendens über (Fig. 8 Taf. 41).

Die fünf ersten dorso-lateralwärts gerichteten Zweige oder, wie ich sie — der Kürze halber — nennen werde, die Dorsalzweige der Aorta gehen also von den paarigen Aorten aus. Betreffs der Dorsalzweigpaare der einfachen Aorta ist zu bemerken, dass sie in der mittleren Aortenpartie einander am nächsten sitzen. Dieselbe Aortenpartie, welche sich vom 9.—17. Segment erstreckt, zeigt auch eine allgemeine Verdickung. An dieser Aortenpartie sind die segmentalen Verdickungen des Aortenrohrs besonders deutlich ausgesprochen. Von derselben Partie gehen jederseits 7—8 Lateralzweige aus. Diese gehen alle zu der betreffenden Urniere, welche mit ihrem cranialen Ende jetzt die Höhe des 9. Segmentes erreicht. Die Lateralzweige kommen aber nur von den 11.—16. Segmenten. Sie haben alle eine segmentale Lage und zwar gehen sie von jedem Segment jederseits gewöhnlich einfach aus. An der rechten Seite gehen sie aber von den 12. und 14. Segmenten je doppelt aus und zwar sitzen die beiden Arterien desselben Segmentes in derselben Höhe. Das 15. Segment hat an der rechten Seite keine Urnierenarterie.

Von den Aortenbogen abgesehen waren an den paarigen Aorten keine ventralwärts gerichteten Zweige zu sehen. Der erste ventrale Aortenzweig geht an der Grenze zwischen den 8. und 9. Aortensegmenten von der Aorta aus und stellt die Anlage der Arteria coeliaca dar. Der Stamm dieser Arterie, welcher etwas höher als das Pancreas dorsale liegt, teilt sich nach einem kurzen gerade ventralwärts gerichteten Verlauf in zwei Zweige,

von welchen der eine cranialwärts zum Magen und der andere zuerst caudalwärts und dann ventralwärts umbiegend zur Leber geht. Sie stellen die Anlagen der Arteria gastrica sin. und der Arteria hepatica dar. Eine Milzanlage ist noch nicht zu erkennen. Auch existiert noch keine Arteria lienalis.

Von dem 12. Aortensegment geht ein Ventralzweig von etwa gleicher Stärke wie diejenige der Arteria coeliaca aus. Derselbe verbindet sich vermittelst einer starken Längenanastomose mit einem viel dickeren, aus dem 13. Aortensegment kommenden Ventralzweig. Zusammen bilden diese beiden Ventralzweige die Anlage der Arteria mesenterica superior. Etwa an der Grenze zwischen dem 13. und dem 14. Aortensegment ist an der Ventralseite der Aorta eine kleine Gefäßknospe zu sehen, welche wohl als eine in Entwicklung begriffene, dritte Wurzel der Arteria mesenterica superior zu betrachten ist.

Ausserdem geht von den 15., 17. und 23. Aortensegmenten je ein kleiner Ventralzweig zum Darne aus. (Von diesen würde man vielleicht den letztgenannten als die Anlage der Arteria mesenterica inferior betrachten können.)

Die Arteriae umbilicales gehen von den 24. und 25. Aortensegmenten mit je zwei Wurzeln aus. Von diesen ist beiderseits die craniale Wurzel am stärksten ausgebildet. Beide Wurzeln gehen von dem lateralen Umfang der Aorta aus. Ob ein oder beide derselben von ursprünglich dorsolateralwärts gerichteten Aortenzweigen stammen, war nicht mit Sicherheit abzumachen.

Mitten zwischen den Insertionsstellen der beiden Wurzeln der Art. umb. zeigt die Aorta zwei kleine Verschmelzungslücken, welche in einer gewissen Seitenlage eine Aufteilung der rechten cranialen Wurzel in drei Wurzeln simuliert.

Embryo VI (Sch. St.-Länge: 8 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

[Die Linsenblase ist vom Ectoderm abgeschnürt. — Das primäre Nierenbecken hat sich blasenartig vergrößert, aber noch nicht verzweigt. — Über den Entwicklungsgrad der Lungen etc. vgl. Broman, 1904.]

Von der ganzen Aorta wurde in 85 maliger Vergrößerung eine Sagittalkonstruktion gemacht. Ausserdem wurden die mittlere (vom 9. bis zum 14. Segment) und die caudale (vom 17. Segment ab) Aortenpartie in 170 maliger Vergrößerung plastisch rekonstruiert.

Die beiden Aortae descendentes verbinden sich an der caudalen Grenze des 4. Aortensegmentes miteinander zu der einfachen Aorta (Fig. 9, Taf. 41). Diese ist in ihrem oberen Teil im Querschnitt relativ klein (absolut viel kleiner als diejenige des vorigen Embryos), zeigt aber in der caudalen Hälfte (vom 13. bis zum 23. Segment) eine recht bedeutende allgemeine Verdickung. Diese Vergrößerung des Aortenlumens findet indessen nur in sagittaler Richtung statt, weshalb dasselbe hier als von den Seiten her komprimiert erscheint. Die segmentalen Verdickungen der Aorta sind nur an einzelnen Stellen zu erkennen.

Die Ursprungspartien der Aortenäste sind an Fig. 9 Taf. 41 ersichtlich. Von Lateralästen sind jetzt nicht weniger als jederseits 20 vorhanden, welche von 14 Segmenten (den 7.—20. Segmenten) ihren Ursprung nehmen und zu der betreffenden Urniere gehen. Mehrere von diesen Lateralästen zeigen keine segmentale Anordnung. — Die cranialen Spitzen der sehr lang gewordenen Urnieren liegen jetzt in der Höhe des 6. Aortensegmentes. Die kleinen Nachnierenanlagen befinden sich in dem 23. Segment. Zu ihnen gehen noch keine Arterien.

Von dem 10. Aortensegment geht die Arteria coeliaca hinaus. Nach kurzem Verlauf teilt sich der Stamm dieser Arterie in 3 Äste; die Arteria hepatica, die Arteria gastrica und die Arteria lienalis. Von diesen ist die cranialwärts ziehende Arteria gastrica am schwächsten entwickelt.

Die *Arteria mesenterica superior* geht mit 3 Wurzeln von der Aorta aus. Von diesen sind die zwei unteren, welche von den 12. und 13. Aortensegmenten ausgehen, gross und deutlich; dieselben sind von mir früher in einer anderen Arbeit (Broman, 1904, S. 144) erwähnt und abgebildet worden. Später habe ich die Existenz von noch einer (sehr unansehnlichen) Wurzel feststellen können, welche ein wenig weiter cranialwärts von der Aortenvorderseite ausgeht.

Von den 18.—20. Aortensegmenten gehen noch 4 Ventralzweige hinaus, von welchen die zwei von dem 20. Segment kommen. Der obere von diesen ist doppelt grösser als die anderen und ist wohl als die Anlage der *Arteria mesenterica inferior* zu betrachten.

Von dem 23. Aortensegment gehen die beiden *Arteriae umbilicales* hinaus. Jede Arterie besitzt nur eine Wurzel. Diese ist aber sehr gross und ihr Ursprung streckt sich von der vorderen Mittellinie der Aorta dorsalwärts bis zur Ausgangsstelle des Dorsalzweiges dieses Segmentes.

Stark verdünnt setzt sich die Aorta in eine anfangs einfache *Arteria sacralis media* fort. Von der Anfangspartie derselben geht ein kleiner Ventralzweig aus. Die caudalste Partie der *Arteria sacralis media* ist noch doppelt.

Embryo VII (Sch.-St.-Länge: 8,3 mm):

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 20 μ .

In der kaudalen Partie dieses Embryos waren einige Schnitte geschädigt. Es war daher nur die mittlere Partie für Gefässstudien geeignet.

Von der mittleren Aortapartie wurde eine Sagittalrekonstruktion (Fig. 10) gemacht. Diese zeigt, dass die *Arteria coeliaca* als ein einfaches, recht dickes Gefäss von der Aortavorderseite ausgeht. Wie ich schon früher (Broman, 1904 S. 145) erwähnt

habe, teilt sich diese Arterie zunächst nur in zwei Zweige, eine Arteria hepatica und eine stark entwickelte Arteria lienalis. Von der letztgenannten geht die Arteria gastrica (sinistra) als ein relativ sehr schwaches Gefäß kranialwärts aus.

Fig. 10.

Sagittalrekonstruktion der mittleren Aortenpartie von einem 8,3 mm langen menschlichen Embryo. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40 fach.

Wie ich ebenfalls früher erwähnt und abgebildet habe (Broman, 1904, S. 146 und 147) ist bei diesem Embryo die Arteria mesenterica superior zweiwurzellig. Diese Wurzeln sind beide recht ansehnlich, liegen einander sehr nahe und verschmelzen nach kurzem Verlauf miteinander. Sie gehen

zwei Segmente caudalwärts von der Austrittsstelle der Arteria coeliaca aus der Aortavorderseite aus.

Eine segmentale Anordnung der zu den Urnieren gehenden Lateralzweige der Aorta ist kaum mehr zu erkennen.

Embryo VIII (Sch.-St.-Länge: 10 mm):

Querschnittserie, dem Anatomischem Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

Wie ich schon früher erwähnt und abgebildet habe (Broman, 1904 S. 148) gehen bei diesem Embryo sowohl die Arteria coeliaca wie die Arteria mesenterica superior mit nur je einer Wurzel von der Aortavorderseite aus.

Der Erhaltungszustand dieses Embryo war weniger gut. Ich verzichte daher darauf, über die undeutlicheren kleineren Gefäße eine Beschreibung zu geben.

Embryo IX (Sch.-St.-Länge: 10 mm)

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 15 μ .

Von den mittleren und caudalen Partien der Aorta wurde eine Sagittalrekonstruktion (Fig. 11) gemacht.

Die Arteria coeliaca geht einfach von der Aorta aus. Von den nächstfolgenden zwei Segmenten gehen je eine Wurzel der Arteria mesenterica superior heraus. Von diesen ist die craniale nur schwach, die caudale dagegen sehr stark entwickelt. Vier Segmente caudalwärts von der Arteria mesenterica superior gehen noch zwei Ventralzweige in unmittelbarer Nähe voneinander von der Aorta aus. Diese stellen wahrscheinlich die Anlage der Arteria mesenterica inferior dar. Zwei Segmente caudalwärts von der Art mesenterica sup. geht ausserdem ein sehr schwacher Ventralzweig aus. — Die

Entfernung zwischen der Art. mes. sup. und die Ausgangsstelle der Arteriae umbilicales beträgt etwa 6—7 Segmente.

Fig. 11.

Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 10 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40 fach.

Embryo X (Sch.-St.-Länge: 10 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ . — Weniger gut konserviert.

Die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica inferior sind beide einfach. Dagegen wird die Anlage der Arteria mesenterica superior von zwei in unmittelbarer Nähe voneinander ausgehenden Ventralzweigen repräsentiert, welche durch eine sehr schwache Längsanastomose mit einander verbunden sind. Von diesen Wurzeln der Art. mes. sup. ist die craniale sehr schwach, die caudale dagegen sehr stark entwickelt.

Embryo XI (Sch.-St.-Länge 10,3 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. — Sehr gut konserviert. — Schnittdicke: 12 μ .

Von der ganzen Aorta wurde eine Sagittalrekonstruktion in 85maliger Vergrößerung und von der mittleren Aortapartie ausserdem eine plastische Rekonstruktion in 170maliger Vergrößerung gemacht.

Von den 8.—10. Aortensegmenten¹⁾ gehen bei diesem Embryo nicht weniger als 6 kleine Ventralzweige zum Ösophagus ab (Fig. 12).

Die Arteria coeliaca ist sehr stark entwickelt. Sie geht mit einem einzigen Wurzel von den 15. und 16. Aortensegmenten ab. Als Hauptzweig oder Fortsetzung des Stammes dieser Arterie imponiert die grosse Arteria lienalis. Die cranialwärts gerichtete Arteria gastrica und die caudalwärts verlaufende Arteria hepatica machen mehr den Eindruck als Zweige der Arteria lienalis.

Von den 17. und 18. Aortensegmenten geht die noch stärkere Arteria mesenterica superior hinaus. Auch diese Arterie geht mit einer einfachen Wurzel aus der Aortavorderseite heraus; diese sendet aber sofort einen kleinen Zweig aus, welcher — zuerst cranial — und dann ventralwärts verlaufend — am Rekonstruktionsmodell den Eindruck eines segmentalen Ventral-

¹⁾ Von diesem Stadium ab bin ich — in Übereinstimmung mit Tandler (1903) — bei der Zählung von der Arteria brachialis als der siebenten Segmentarterie ausgegangen.

zweiges macht, der seine direkte Verbindung mit der Aorta secundär verloren hat.

Fig. 12.

Sagittalrekonstruktion der einfachen Aorta descendens von einem 10,3 mm langen menschlichen Embryo. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40 fach.

Die Dorsalzweige des 7. und des 23. Aortensegmentes sind numeriert.

Von den 21. und 22. Aortensegmenten gehen noch zwei Ventralzweige von der Aorta aus. Diese sind beide unansehnlich und zwar besonders derjenige des 21. Segmentes. Der etwas stärker ausgebildete Ventralzweig des 22. Segmentes stellt wahrscheinlich die Anlage der *Arteria mesenterica inferior* dar.

Die *Arteriae umbilicales* gehen von dem 23. Aortensegment mit je einer dicken Wurzel hinaus. In der Höhe derselben liegen die Nachnierenanlagen, zu welchen noch keine Arterien gehen.

Die *Urnieren* strecken sich von dem 11. bis zum 20. Segment. Zu diesen Organen gehen jederseits 10–11 Lateralzweige von der Aorta hinaus. Von den 12.–19. Aortensegmenten kommend, zeigen diese Lateralzweige sowohl betreffs ihrer Grösse wie betreffs ihrer Ausgangsstellen grosse Unregelmässigkeiten. Eine segmentale Anordnung derselben ist also nicht mehr zu erkennen.

In der Höhe der 15.–18. Segmente ist jederseits in intimer Verbindung mit der betreffenden *Urnieren* die Geschlechtsdrüsenanlage deutlich zu erkennen. Zu dieser gehen noch keine unterscheidbaren Arterien; ihre Nutrition bekommen die Geschlechtsdrüsen wohl via der *Urnieren*.

In der Höhe der 11.–17. Segmenten liegen die *Nebennieren*-anlagen. Diejenigen Lateralzweige der Aorta, welche in dieser Höhe zu den *Urnieren* gehen, geben im allgemeinen auch je einen Zweig nach der *Nebenniere* ab.

Embryo XII (Sch.-St.-Länge: 11 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 15 μ .

Von dem 7. bis zum 23. Aortensegment wurde eine Sagittalrekonstruktion der Aorta in 75 maliger Vergrösserung gemacht. Caudalwärts von dem 23. Aortensegment waren die Schnitte geschädigt. Die Ausgangsstelle der *Arteriae umbilicales* war daher nicht zu sehen.

Fig. 13.

Sagittalrekonstruktion der Aorta
eines 11 mm langen menschlichen
Embryos. Von rechts gesehen.
Vergrößerung 40 fach

In der Höhe des 8. Aortensegmentes vereinigen sich die beiden Aortae descendentes zu der einfachen Aorta (Fig. 13).

Der erste Ventralzweig wird von der Arteria gastrica sin. gebildet, welche als ein kleines Gefäß selbständig von dem 14. Aortensegment ausgeht und zunächst hauptsächlich cranialwärts verläuft.

Die Arteria lienalis und die Arteria hepatica sind Äste eines gemeinsamen, kurzen, aber dicken Stammes, welcher mit zwei ungleich grossen Wurzeln von dem 15. Aortensegment ausgeht. Die craniale, dickere Wurzel geht von der Mitte, die caudale, dünnere Wurzel von der caudalen Partie des betreffenden Segmentes aus.

Von dem 17. Aortensegment geht die mächtige Arteria mesenterica superior mit einer einfachen Wurzel hinaus. Von dieser geht aber cranialwärts ein kleiner Zweig aus, welcher durch einen dünnen Bindegewebsstrang mit dem 16. Aortensegment in Verbindung steht, einen Bindegewebsstrang, den ich als eine atrophierte zweite Wurzel betrachte.

Von dem 23. Aortensegment geht die Arteria mesenterica inferior mit zwei fast gleichgrossen Wurzeln hinaus. — Im übrigen waren keine ventralen Aortenzweige zu finden.

Die Urnieren strecken sich vom 10. bis zum 23. Segment. Von dem 11.—21. Aortensegmente gehen die sie versorgenden Lateralzweige der Aorta heraus. Jederseits gehen 17—18 solche Zweige zu der betreffenden Urniere. Eine segmentale Anordnung der Urnierenarterien ist nur in einzelnen Segmenten zu erkennen.

Embryo XIII (Sch.-St.-Länge: 11,7 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 20 μ .

Von dem 8. bis zum 23. Aortensegment wurde eine Sagittalrekonstruktion der Aorta in 50 maliger Vergrösserung gemacht.

Auch bei diesem Embryo findet die Vereinigung der beiden Aortae descendentes in der Höhe des 8. Aortensegments statt.

Fig. 14.

Sagittalrekonstruktion der Aorta eines 11,7 mm langen menschlichen Embryos.
Von rechts gesehen. Vergrößerung 40fach.

Von dem 9. Aortensegment geht eine *Arteria oesophogica* als der erste Ventralzweig von der Aorta hinaus.

Die Ausgangsstelle der bei diesem Embryo einwurzeligen *Arteria coeliaca* liegt an der Grenze zwischen dem 15. und dem 16. Aortensegment (Fig. 14).

Wie ich schon früher (Broman, 1904 S. 150) erwähnt habe, ist bei diesem Embryo die *Arteria mesenterica superior* zweiwurzelig. Die beiden Wurzeln sind fast gleichdick und kommen, die caudale von dem 17., die craniale von der Grenze zwischen dem 16. und 17. Aortensegment.

Die *Arteria mesenterica inferior* geht mit einer einfachen Wurzel von der Grenze zwischen dem 21. und 22. Aortensegment hinaus.

In unregelmässigen Zwischenräumen gehen zu der rechten Urniere 12 Lateralzweige von den 15.—21. Aortensegmenten heraus. Die betreffende Urniere erreicht die Höhe des 11. Segmentes. — Auf der linken Seite wurden die Urnierenarterien nicht gezählt.

Die *Arteriae umbilicales* gehen von dem 23. Aortensegment hinaus.

Embryo XIV (Sch.-St.-Länge: 11,7 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ . Obwohl die Länge dieses Embryos dieselbe ist wie die des Embryo XIII, befindet er sich doch — nach der Organentwicklung zu urteilen — in einem späteren Entwicklungsstadium.

Es wurde zuerst eine Sagittalrekonstruktion der Aorta von dem 7. bis 25. Segment in 85 facher Vergrösserung und dann eine plastische Rekonstruktion der mittleren Aortapartie (Segmente 16—19) in 170 facher Vergrösserung gemacht.

Die caudale Partie der rechten Aorta descendens ist jetzt sehr dünn geworden. In der Höhe des 8. Segmentes verbindet

sie sich mit der Aorta descendens sinistra zu der einfachen Aorta descendens.

Fig. 15.

Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 11,7 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40 fach. Die Länge und die Höhelage der Urniere (Un), Geschlechtsdrüse (Gdr), Nebenniere (Nn) und Niere (N) sind durch punktierte Linien schematisch angegeben.

Von der cranialen Partie des 10. Aortensegmentes geht eine Arteria oesophagica als erster Ventralzweig von der Aorta aus.

Die Arteria coeliaca geht einfach von dem 17. Aortensegment hinaus, teilt sich aber fast sofort in zwei fast gleich-grosse Äste, welche zunächst ventralwärts und einander fast parallel verlaufen (Fig. 15). Der craniale Ast stellt die Anlage der Arteria gastrica sin. dar; der caudale, etwas dickere Ast entsendet sowohl die Arteria lienalis wie die Arteria hepatica.

Die Arteria mesenterica superior geht einwurzelig aus dem 18. Aortensegment heraus. Ebenfalls einwurzelig kommt die Arteria mesenterica inferior aus dem 22. Aortensegment.

Die Arteriae umbilicales kommen aus dem 23. und 24. Aortensegment.

Die Urnieren strecken sich von dem 13. bis zum 22. Segment und bekommen Lateralzweige von der ganzen entsprechenden Strecke der Aorta. Diese Urnierenarterien zeigen grosse Unregelmässigkeiten sowohl betreffs ihrer Lage wie ihrer Grösse (vgl. Fig. 15). Am grössten ist diejenige Urnierenarterie, welche in der Höhe der Arteria mesenterica superior ausgeht.

Die Geschlechtsdrüsen sind sehr lang. Sie strecken sich vom 14. bis zum 21. Segment. Eigene Arterien besitzen sie noch nicht, sondern bekommen ihre Nutrition via der Urnieren.

Auch die Nachnieren, welche jetzt in der Höhe der 22. und 23. Aortensegmente liegen, haben noch keine unterscheidbaren Arterien.

Dagegen haben die Nebennieren, welche in der Höhe der 13.—18. Segmente liegen, Arterien, welche sich von den in derselben Höhe ausgehenden Urnierenarterien abgezweigt haben.

Embryo XV (Sch.-St.-Länge: 13,2 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

Ausser einer Sagittalrekonstruktion der ganzen Aorta descendens in 85facher Vergrößerung wurde von der mittleren Aortapartie (Segmente 15—20) in 170 facher Vergrößerung eine plastische Rekonstruktion hergestellt.

Fig. 16.

Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 13,2 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40fach. Die Höhen der Geschlechtsdrüse (Gdr), der Urnieren (Un), der Nebennieren (Nn) und der Niere (N) sind schematisch angegeben.

Die Vereinigung der dünnen rechten Aorta descendens mit der dicken linken findet an der Höhe des 8. Segmentes statt.

Von ventralen Aortazweigen waren bei diesem Embryo nur drei zu sehen: die Arteria coeliaca, die Arteria mesenterica superior und die Arteria mesenterica inferior (Fig. 16).

Die letztgenannte ging von dem 22. Segment und die Arteria mesenterica superior sowohl von der unteren Hälfte des 18. wie von der oberen Hälfte des 19. Aortensegmentes aus, und zwar beide mit nur je einer Wurzel.

Dagegen ist bei diesem Embryo die Arteria coeliaca dreiwurzelig. Von diesen Wurzeln ist nur die caudalste gross und auch bei schwacher Vergrösserung deutlich zu sehen. Sie geht von dem 17. Aortensegment heraus. Die beiden cranialen Wurzeln, welche von dem 16. Aortensegment kommen, sind dagegen so unbedeutend, dass sie — wenn man ihre Existenz nicht im voraus kennt — bei schwacher Vergrösserung ganz übersehen werden können. Dieses habe ich auch tatsächlich gemacht, bis ich die Schnittserie speziell um die Gefässverhältnisse genauer zu studieren, bei stärkerer Vergrösserung durchgesehen habe.

Die Urnieren strecken sich von der Höhe des 15. bis zu derjenigen des 22. Aortensegmentes. Wie Fig. 16 zeigt, kommen aber Urnierenarterien nur von den 17.—21. Aortensegmenten.

An der Mitte der einfachen Aorta zeigen die segmentalen Dorsalzweige derselben interessante Verschmelzungsstadien (Fig. 31), welche mit denjenigen der ventralen Aortazweige in frühzeitigeren Entwicklungsstadien vollständig übereinstimmen. Die dorsalen Zweigpaare der 15. und 16. Segmente sind vollständig zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen, und die diesen am nächsten liegenden Zweigpaare zeigen ganz ähnliche Übergangsstadien zwischen getrennten und verschmolzenen Zweigen desselben Segments, wie wir bei den Ventralzweigen der hier zuerst beschriebenen Entwicklungsstadien (Fig. 5 u. 6) gesehen haben.

Die Arteriae umbilicales gehen von dem 23. und teilweise auch von dem 24. Aortensegment hinaus.

Caudalwärts von ihnen setzt sich die Aorta descendens in eine lange Arteria sacralis media fort.

Embryo XVI (Sch.-St.-Länge: 14 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

Von der ganzen Aorta descendens wurde eine Sagittalrekonstruktion in 85facher Vergrößerung gemacht.

Die caudale Partie der rechten Aorta descendens ist sehr atrophisch und fast ohne Lumen. In der Höhe des 9. Aortensegmentes verbindet sie sich mit der dicken linken Aorta descendens.

Die einfache Aorta besitzt 4 Ventralzweige, von welchen nur der caudalste, die Arteria mesenterica inferior, segmental ausgeht. Wie in den vorigen Stadien kommt diese Arterie von dem 22. Aortensegment (Fig. 17).

Die Arteria mesenterica superior geht zwischen den 18. und 19., die Arteria coeliaca zwischen den 17. und 18. Segmenten von der Aorta aus; und zwar beide mit nur je einer Wurzel. An der Grenze zwischen den 11. und 12. Segmenten geht eine recht grosse Arteria oesophagica heraus.

Die Urniere streckt sich jederseits von dem 14. bis zu dem 22. Segment. Ihre Arterien bekommt sie aber nur von den 17.—22. Aortensegmenten. Wie Fig. 17 zeigt, sind die Urnierenarterien nicht mehr besonders zahlreich — es waren jederseits nur 7—8 zu zählen —; die meisten sind aber recht gross geworden. Die 2—3 cranialen Urnierenarterien funktionieren auch als Nebennierenarterien.

Die Geschlechtsdrüsen, welche sich von dem 18. bis zu dem 21. Segment strecken, bekommen ihre Nutrition durch die Urnieren.

Die Nachnieren, welche in der Höhe der 22. und 23. Aortensegmente liegen, haben noch keine unterscheidbare Arterien.

Die Arteriae umbilicales gehen von dem 23. Aorten-segment heraus. Caudalwärts hiervon setzt sich die Aorta in

Fig. 17.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Aorta descendens eines 14 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40 fach. eine sehr lange und noch recht dicke Arteria sacralis media direkt fort. Von dieser gehen mehrere dorsale Segmentalzweige paarweise ab.

Embryo XVII (Sch.-St.-Länge: 16 mm).

Den Kopf dieses Embryos habe ich für eine frühere Arbeit (Broman, 1899) microtomiert. Den Rumpf — teilweise durch macroscopische Präparation in der Bauchhöhle geschädigt — habe ich vor vielen Jahren als Gabe von Herrn Professor Erik Müller erhalten, aber erst jetzt microtomiert (in Quer-

Fig. 18.

Sagittalrekonstruktion (halbschematisch) der Bauchaorta eines 16 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40fach.

schnitten von 10 μ). Leber, Urnieren und Geschlechtsdrüsen waren mehr oder weniger geschädigt. Der Erhaltungszustand dieses Embryos ist aber sehr gut und die Zweige der Bauchaorta deutlich zu sehen. Von derselben wurde in 100maliger Vergrößerung ein Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die Arteria coeliaca geht etwas cranialwärts vom Ursprung der 20. dorsalen Segmentalarterie von der Aorta aus (Fig. 18). Die Arteria mesenterica superior entspringt

etwa an der Grenze zwischen den 20. und 21. Aortensegmenten. Die Arteria mesenterica inferior wird von dem 23. Aortensegment abgegeben. Die Arteriae umbilicales verlassen am 24. Segment die Aorta, welche sich direkt in eine dünne Arteria sacralis media fortsetzt. Die Ausgangsstelle dieser Arterie liegt den dorsalen Segmentalzweigen des 24. Aortensegmentes sehr nahe. Von den 21. und 22. Aortensegmenten gehen 7—8 Lateralzweige hinaus, von welchen jederseits 2—3 grosse zu den Nebennieren verfolgt werden können.

Dagegen können keine Arterien bis in die Nachnieren hinein verfolgt werden. Indessen besitzen die Nachnieren in dem Innern — wie ich neulich gezeigt habe (Broman 1907) — deutliche Gefässe. Diese sind aber alle Venen, welche dem zu dieser Zeit existierenden Pfortadersystem der Nachniere gehören.

Embryo XVIII (Sch.-St.-Länge: 16,2 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. — Schnittdicke: 15 μ .

Von der Bauchaorta wurde in 75maliger Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Von den 13. und 14. Aortensegmenten geht je eine Arteria oesophagica hinaus.

Die Arteria coeliaca wird von zwei etwa gleichdicken Arterien repräsentiert, welche in der Höhe des 19. Aortensegmentes von der Aortavorderseite ausgehen (Fig. 19).

Die Arteria mesenterica superior geht einfach von dem 20. Aortensegment hinaus. Die ebenfalls einfache Arteria mesenterica inferior zweigt sich etwa an der Grenze zwischen den 22. und 23. Segmenten von der Aorta ab.

An der Grenze zwischen den 23. und 24. Aortensegmenten nehmen die Arteriae umbilicales ihren Ursprung. Von hier aus setzt sich die Arteria sacralis media als dünne aber direkte Fortsetzung der Aorta caudalwärts fort.

Von den 20—22 Aortensegmenten gehen jederseits 6 mächtige Lateralzweige heraus, von welchen die oberen die Neben-

Fig. 19.

Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 16,2 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40 fach.

nieren, die unteren die Urnieren (mit der Geschlechtsdrüse) versorgen. Die Niere besitzt noch keine deutlichen Arterien.

Betreffs der dorsalen Segmentalzweigpaare der Aorta ist

hervorzuheben, dass diejenigen der 22. und 23. Segmente zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen sind.

Embryo XIX. (Sch.-St.-Länge: 18,5 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. — Schnittdicke: 12 μ .

Dieser Embryo zeigt in mehreren Beziehungen abnorme Verhältnisse. U. a. sind die Urnieren abnorm gross: sie strecken sich vom 12. bis zum 24. Segment. Die Nebennierenanlagen sind nicht deutlich abzugrenzen.

Von der Aorta wurde in 85facher Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

An der Grenze zwischen den 15. und 16. Aortensegmenten geht die einfache Arteria coeliaca hinaus. Die Arteria mesenterica superior zweigt sich von dem 17., die Arteria mesenterica inferior von dem 23. und die Arteriae umbilicales von dem 24. Aortensegment ab.

6—7 mächtige Lateralzweige gehen jederseits von den 20.—23. Aortensegmenten hinaus.

Die Dorsalzweigpaare der Aorta gehen in sehr ungleichen Abständen von der Aorta heraus. Das letzte Paar ist zu einem kurzen, unpaaren Stamm verschmolzen, welcher sich in zwei ungleich dicke, stark descendente Zweige teilt.

Die Arteria sacralis media geht von der Aorta mit zwei kurzen symmetrischen Wurzeln aus, welche wahrscheinlich dadurch entstanden sind, dass an dieser Stelle die beiden Aortae descendentes paarig geblieben sind. Sie setzt sich caudalwärts als direkte Fortsetzung der Aorta fort und sendet zahlreiche Segmentalzweigpaare dorso-lateralwärts aus.

Embryo XX (Sch.-St.-Länge: etwa 19 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Stockholm gehörend. Schnittdicke: 15 μ .

Von der Bauchaorta wurde in 75facher Vergrößerung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die Arteria coeliaca wird von drei Gefäßstämmen repräsentiert (Fig. 20), welche sich alle von dem 20. Aortensegment abzweigen. Am cranialsten geht die Arteria gastrica sin., am caudalsten die Arteria lienalis von der Aorta hinaus. Diese Gefäße gehen beide nach rechts von der Medianebene

Fig. 20.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 19 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40fach.

von der Aorta aus und sind durch eine Längsanastomose miteinander verbunden. Die mittlere, dickere Arterie stellt die Arteria hepatica dar. Sie hat keine direkte Verbindung weder mit den anderen Gefäßstämmen noch mit der dieselben verbindende Längsanastomose.

Die Arteria mesenterica superior geht von dem 21. und die Arteria mesenterica inferior von dem 23. Aor-

tensegment hinaus, beide nur mit je einer funktionsfähigen Wurzel. Unmittelbar cranialwärts von der dicken Wurzel der *Arteria mesenterica superior* ist indessen eine zweite, atrophische Wurzel dieser Arterie undeutlich zu erkennen.

Bei diesem Embryo sind jederseits nur 4 Lateralzweige zu erkennen. Die zwei oberen kommen vom 21. Aortensegment, der dritte geht an der Grenze zwischen dem 21. und 22., der vierte an der Grenze zwischen dem 22. und 23. Aortensegment von der Aorta aus. Die zwei oberen, welche am stärksten entwickelt sind, gehen in erster Linie zu der betreffenden Nebenniere; der erste Lateralzweig sendet aber auch einen dünnen Zweig zu dem soeben geschlossenen Zwerchfell; und von dem zweiten Lateralzweig geht jetzt ein Nierenzweig ab.

Die beiden caudalen Lateralzweige versorgen die Urniere und die Geschlechtsdrüse der betreffenden Seite.

Die *Arteriae umbilicales* gehen von dem 24. Aortensegment heraus. Caudalwärts von diesem setzt sich die Aorta in die *Arteria sacralis media* direkt fort.

Embryo XXI (Sch.-St.-Länge: 21,1 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

Von der Bauchaorta wurde in 85facher Vergrößerung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die *Arteria coeliaca* zweigt sich vom 20., die *Arteria mesenterica superior* an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21., und die *Arteria mesenterica inferior* vom 23. Aortensegment ab (Fig. 21).

An der Grenze zwischen dem 19. und 20. Aortensegment geht rechterseits ein kleiner Lateralzweig zu der betreffenden Nebenniere ab. Von dem 21. Aortensegment kommt ein starker Lateralzweig, welcher sich sofort in einen oberen Nebennieren-

zweig und in einen unteren Nierenzweig teilt. An der Grenze zwischen dem 22. und 23. Segment zweigt sich ein dritter Lateralzweig von der Aorta ab, um zu der Urniere und der Geschlechtsdrüse zu gehen.

Die Arteriae umbilicales verlassen die Aorta am 24. Segment. Die in derselben Höhe ausgehenden Dorsalzweige

Fig. 21.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 21,1 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40 fach.

haben sich zu einem kurzen, unpaaren Stamm vereinigt, welcher sich in zwei stark descendente Zweige teilt, die der Arteria sacralis media fast parallel verlaufen. Die letztgenannte Arterie macht noch den Eindruck, eine direkte Fortsetzung der Aorta zu bilden.

Embryo XXII (Sch.-St.-Länge: 22,7 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

Von der Bauchaorta wurde in 85facher Vergrößerung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Fig. 22.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 22,7 mm langen menschlichen Embryos. Von rechts gesehen. Vergrößerung 40fach.

Bei diesem Embryo wird die Arteria coeliaca von 2 ungleich dicken Arterienstämmen (Fig. 22) repräsentiert, von welchen der dickere mehr cranial und nach links, der dünnere mehr caudal und nach rechts von der Aortavorderseite ausgeht. Sie gehen beide von der oberen Hälfte des 20. Aortensegmentes heraus. Von der unteren Hälfte desselben Segmentes kommt die einfache Arteria mesenterica superior.

Die *Arteria mesenterica inferior* ist relativ stark entwickelt. Sie kommt vom 23. Aortensegment. Vom 24. Aortensegment kommt bei diesem Embryo ein kleiner Ventralzweig, welcher in das Zuckerkandlsche Organ, nicht aber in das Mesenterium dorsale hinein verfolgt werden kann.

Unmittelbar caudalwärts von diesem Ventralzweig verlassen die *Arteriae umbilicales* der Aorta, welche sich caudalwärts von dieser Stelle in die *Arteria sacralis media* direkt fortsetzt.

Nicht weniger als 7 Lateralzweige gehen bei diesem Embryo von der rechten Seite der Aorta ab (und zwar von den 20.—22. Aortensegmenten). Die 3 cranialen Lateralzweige gehen alle zu der betreffenden Nebenniere. Der vierte Lateralzweig, welcher von dem 21. Aortensegment kommt, ist als die Anlage der *Arteria renalis* zu bezeichnen; nach schwach descendentem¹⁾ Verlauf trifft er die Niere unmittelbar caudalwärts von dem caudalen Nebennierenpol. Kleinere Zweige gehen hier in die Nebenniere hinein; drei grosse Zweige dringen aber in die Niere hinein.

Die 3 caudalen Lateralzweige gehen alle zur Urmiere. Von diesem Organ aus wird noch die Geschlechtsdrüse mit Nahrung versorgt.

Embryo XXIII (Sch.-St.-Länge: 24 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

Von der Bauchaorta und der cranialen Partie der *Arteria sacralis media* wurde in 85 facher Vergrößerung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die 3 Ventralzweige der Aorta gehen alle einfach von der Aorta aus (Fig. 23), und zwar die *Arteria coeliaca* von dem

¹⁾ Die *Vena renalis* verläuft mehr transversal.

Arteria umbilicalis gibt zur unteren Extremität eine kleine Arterie ab.

Fünf Lateralzweige gehen rechterseits von den 21. und 22. Aortensegmenten heraus.

Die Arteria sacralis media bildet noch eine zwar dünne, aber direkte Fortsetzung der Aorta. Sie ist bis zum caudalen Ende des Os coccygis zu verfolgen. Von dieser Arterie gehen zahlreiche segmentale Dorsalzweigpaare heraus. Ob auch die caudale Partie der Arterie solche Zweige besitzt, war wegen der Schnittrichtung nicht zu beobachten. Von der cranialen Partie derselben gingen aber nicht weniger als 7 segmentale Dorsalzweigpaare hinaus. Von dem 27. Segment zweigt sich ausserdem ein unpaarer Ventralzweig, eine Arteria recti von der Arteria sacralis media ab.

Embryo XXIV (Sch.-St.-Länge: 30,5 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke 12 μ .

Sagittalrekonstruktion in 85 facher Vergrösserung. Die Dorsalzweigpaare der Aorta sind teilweise recht undeutlich und sitzen in unregelmässigen Abständen voneinander. Die Segmentnummern waren daher nicht ganz sicher zu bestimmen.

Die Arteria coeliaca geht von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes, die Arteria mesenterica superior von der Mitte des 21. Aortensegmentes heraus. Die Arteria mesenterica inferior zweigt sich von der Grenze zwischen dem 23. und 24. Segment der Aorta ab. — Von den 21.—24. Segmenten gehen rechterseits 6 Lateralzweige von der Aorta ab. — Die Arteriae umbilicales oder — wie wir sie jetzt lieber benennen — die Arteriae iliacae communes zweigen sich erst caudalwärts vom 25. Aortensegment von der Aorta ab. — Die Arteria sacralis media bildet nicht mehr eine direkte

Fortsetzung der Aorta, sondern geht vom 25. Aortensegment zusammen mit dem verschmolzenen Dorsalzweigpaar dieses Segmentes von der Aorta ab.

Fig. 24.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 32,6 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrößerung 40 fach.

Embryo XXV (Sch-St-Länge: 32,6 mm):

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke 18 μ .

Von der Bauchaorta wurde in 56 facher Vergrößerung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die Arteria coeliaca geht von dem 20. Aortensegment, die Arteria mesenterica superior von der Grenze zwischen den 20. und 21. Aortensegmenten ab. (Fig. 24.) Die Arteria mesenterica inferior kommt von dem 23. Aortensegment. Von dem 24. Aortensegment geht noch ein vierter Ventralzweig heraus. Derselbe ist aber sehr klein und erreicht den Darm nicht.

Von dem 21. Segment gehen eine kleinere Arteria suprarenalis und eine grössere Arteria renalis heraus. Von dem 22. Segment kommen noch zwei Lateralzweige, welche zu dem Urnierenrest und zur Geschlechtsdrüse gehen.

Von dem 25. Aortensegment geht die Arteria sacralis media von der Dorsalseite der Aorta dorsalwärts heraus, um bald caudalwärts umzubiegen.

Eine kurze Strecke caudalwärts von der Ausgangsstelle der Arteria sacralis media teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXVI (Sch-St-Länge: 33 mm).

Querschnittserie dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

Von der Bauchaorta wurde in 85facher Vergrösserung eine Sagittalrekonstruktion gemacht.

Die Arteria coeliaca geht von der Mitte des 20., die Arteria mesenterica superior von der oberen Partie des 21. Aortensegmentes und die Arteria mesenterica inferior von dem 23. Aortensegment heraus (Fig. 25). — Die Arteria suprarenalis zweigt sich von der mittleren Partie, die Arteria renalis von der caudalen Partie des 21. Aortensegmentes ab. Die Arteria spermatica interna kommt von der Mitte des 22. Aortensegmentes.

Die Arteria sacralis media geht als unpaarer Dorsalzweig von dem 24. Aortensegment heraus. Etwa ein Drittel von einer Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Fig. 25.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 33 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrößerung 40fach.

Embryo XXVII (Sch.-St.-Länge: 36,8 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta in 85facher Vergrößerung.

Die Arteria coeliaca geht von der caudalen Partie des 20., die Arteria mesenterica superior von der cranialen

Partie des 21. Aortensegmentes heraus (Fig. 26). Die Arteria mesenterica inferior kommt von der caudalen Partie des 23. Aortensegmentes.

Von dem 21. Segment kommen (rechterseits) eine Arteria suprarenalis und eine Arteria renalis. Die letztgenannte

Fig. 26.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 36,8 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrößerung 40 fach.

gibt auch einen Zweig für die Nebenniere ab. Von den 22. und 23. Aortensegmenten kommen (rechterseits) je eine Arteria spermatica interna.

Etwa eine halbe Segmentlänge caudalwärts von dem 24. Dorsalzweigpaar geht die Arteria sacralis media als unpaarer Dorsalzweig von der Aorta ab; und noch eine halbe

Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden *Arteriae iliacae communes*.

Embryo XXVIII (Sch.-St.-Länge: 52 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 18 μ .

Sagittal-Rekonstruktion der Bauchaorta in 56facher Vergrösserung.

Die *Arteria coeliaca* wird von 2 Arterienstämmen repräsentiert, welche sich in kurzer Entfernung voneinander von der cranialen Partie des 19. Aortensegmentes abzweigen (Fig. 27). Der craniale, kleinere Stamm stellt die *Arteria gastrica sin.* dar; der caudale, dickere Stamm gibt die *Arteria lienalis* und die *Arteria hepatica* ab. — Die *Arteria mesenterica superior* kommt vom 20. und die *Arteria mesenterica inferior* vom 23. Aortensegment. Von der cranialen Partie des 24. Aortensegmentes kommt ausserdem ein sehr kleiner Ventralzweig, welcher wahrscheinlich in das Zuckerkandlsche Organ endigt.

Von den 19.—22. Segmenten gehen rechterseits nicht weniger als 6 Lateralzweige von der Aorta ab. Der oberste von diesen, welcher von der caudalen Partie des 19. Segmentes ausgeht, ist klein und geht zu der Gegend des Zwerchfelles. Er ist wohl als die *Arteria phrenica inf.* anzusprechen. Die zwei nächstfolgenden Lateralzweige sind gross und kommen beide von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes; der obere von diesen stellt die *Arteria suprarenalis*, der untere die *Arteria renalis* dar. Hervorzuheben ist, dass diese beiden Gefässe recht stark descendent verlaufen, ehe sie in die betreffenden Organe einmünden. — Die zwei nächstfolgenden Lateralzweige gehen beide von dem 21. Aortensegment heraus; sie sind beide klein und nicht weit zu verfolgen. — Der letzte Lateralzweig, welcher von dem 22. Aortensegment ausgeht, ist

grösser und stellt die Arteria spermatica interna dar. Das 23. Dorsalzweigpaar wird von einem einfachen Stamm repräsen-

Fig. 27.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 52 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrößerung 30 fach. Das 23. Dorsalzweigpaar ist zu einem kurzen, unpaaren Stamm verschmolzen.

tiert. Die Arteria sacralis media geht als einfacher Dorsalzweig vom 24. Aortensegment heraus und zwar ein Stückchen

cranialwärts von der Ausgangsstelle der *Arteriae iliacae communes*.

Embryo XXIX (Sch.-St.-Länge: 65 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 18 μ .

Sagittalrekonstruktion der Aorta abdominalis in 56facher Vergrößerung.

Die *Arteria coeliaca* geht an der Grenze zwischen dem 19. und dem 20. Segment von der Aorta aus (Fig. 28). Die *Arteria mesenterica superior* kommt vom 20. und die *Arteria mesenterica inferior* vom 23. Aortensegment.

Von dem 20. Aortensegment geht mit zwei Wurzeln ein dickes Gefäß heraus, welches nach descendentem Verlauf Zweige sowohl zur Nebenniere wie zur Niere abgibt. Caudalwärts hiervon gehen noch 4 Lateralzweige von der Aorta heraus. Drei von diesen sind klein und nicht weit zu verfolgen. Der eine aber, welcher von der cranialen Partie des 21. Aortensegmentes herausgeht, stellt die *Arteria spermatica interna* dar.

Die Dorsalzweigpaare des 21., des 22. und des 23. Aortensegmentes sind zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen. Die *Arteria sacralis media* geht als unpaarer Dorsalzweig von dem 24. Aortensegment heraus. Etwa eine halbe Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden *Arteriae iliacae communes*.

Embryo XXX (Sch.-St.-Länge: 70 mm).

Querschnittserie, dem Anatomischen Institut in Upsala gehörend. Schnittdicke: 12 μ .

Von der Bauchaorta wurde eine Sagittalrekonstruktion in 85facher Vergrößerung gemacht.

Fig. 28.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 65 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrößerung 30 fach. Die Dorsalzweigpaare des 21., des 22. und des 23. Aortensegmentes sind zu je einem kurzen unpaaren Stamm verschmolzen.

Fig. 29.

Halbschematische Sagittalrekonstruktion der Bauchaorta eines 70 mm langen menschlichen Embryos. — Von rechts gesehen. — Vergrößerung 30fach.

Die Arteria coeliaca geht vom 20. Aortensegment, die Arteria mesenterica inferior vom 23. Aortensegment heraus (Fig. 29). Die Arteria mesenterica superior kommt von der Grenzpartie zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment.

Eine Arteria suprarenalis geht von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes heraus. Die Arteria renalis kommt von der cranialen Partie des 21. Aortensegmentes. Sie verläuft bei diesem Embryo nur sehr wenig descendent. — Die Arteria spermatica interna kommt vom 21. Aortensegment. Caudalwärts von dieser gehen noch zwei Lateralzweige von der Aorta (von den 21. und 22. Segmenten) ab. Dieselben sind aber sehr klein und nur eine kurze Strecke zu verfolgen.

Vom 25. Aortensegment geht die Arteria sacralis media als unpaarer Dorsalzweig von der Aorta ab. Ein Stückchen caudalwärts hiervon teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXI (Sch.-St.-Länge: 11 cm. Totallänge: 17 cm)

Nicht injiziert. Nach Präparation mit Nadeln unter dem Zeiss'schen Präparationsmicroscope untersucht.

Die Arteria coeliaca geht von der Grenze zwischen dem 19. und dem 20. Aortensegment, die Arteria mesenterica superior von der Mitte des 20. Aortensegmentes und die Arteria mesenterica inferior von der Grenze zwischen dem 23. und dem 24. Aortensegment heraus.

Die Arteriae renales kommen von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes und verlaufen noch stark descendent.

Die Arteria sacralis media zweigt sich etwa $\frac{2}{3}$ Segmentlänge caudalwärts von dem fast verschmolzenen 24. Dorsalzweigpaar von der Dorsalseite der Aorta ab. Noch $\frac{1}{3}$ Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXII (Sch.-St.-Länge: 16 cm. Totallänge: 23 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca geht von der Mitte des 20., die Arteria mesenterica inferior von der Mitte des 23. Aortensegmentes heraus. Die Arteria mesenterica superior kommt von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment.

Die Arteriae renales gehen beide, die linke etwas höher als die rechte, vom 21. Aortensegment heraus. Sie haben bei diesem Embryo einen fast transversalen Verlauf.

Die segmentalen Dorsalzweige des 24. Aortensegmentes und die Arteria sacralis media gehen mit einem gemeinsamen Gefäßstamm von der Dorsalseite der Aorta heraus. Etwa $\frac{1}{4}$ Segmentlänge caudalwärts von der Ursprungsstelle dieses Gefäßstammes teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXIII (Sch.-St.-Länge: 17 cm. Totallänge: 24 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca geht von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment, die Arteria mesenterica inferior von der Grenze zwischen dem 23. und 24. Aortensegment heraus. Die Arteria mesenterica superior zweigt sich von der Mitte des 21. Aortensegmentes ab.

In derselben Höhe geht jederseits eine Arteria suprarenalis von der Aorta heraus. Die Arteriae renales kommen beide von der caudalen Partie desselben Segmentes. Sowohl diese Arterien wie die Arteriae suprarenales sind bei diesem Embryo noch descendent und zwar etwa in derselben Masse.

Erst eine halbe Segmentlänge caudalwärts vom 25. Aortensegment zweigen sich die Arteriae iliacae communes von der Aorta ab. — Die Arteria sacralis media bildet zu-

sammen mit dem 25. Dorsalzweigpaar einen kurzen gemeinsamen Stamm.

Embryo XXXIV (Totallänge: 24 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior verhalten sich wie beim Embryo XXXIII, nur mit der Ausnahme, dass die Arteria coeliaca etwas tiefer sitzt, so dass ihre Ausgangsstelle derjenigen der A. mes. sup. fast unmittelbar anliegt. Die Arteria mesenterica inferior geht von der Mitte des 23. Aortensegmentes heraus.

Die Arteriae renales gehen beide in derselben Höhe wie die Art. mes. sup. von der Aorta heraus. Die Arteriae suprarenales kommen nicht direkt aus der Aorta, sondern zweigen sich von den Renalarterien ab.

Davon abgesehen, dass die beiden Dorsalzweige sowohl des 20. wie des 21. Zweigpaares in sehr ungleicher Höhe (diejenigen der linken Seite liegen am höchsten) von der Aorta ausgehen, verhalten sich die segmentalen Dorsalzweige und die Arteria sacralis media in derselben Weise wie bei Embryo XXXIII.

Embryo XXXV (Totallänge: 27 cm).

Injiziert.

Die Arteria coeliaca geht von der caudalen Partie des 19. Aortensegmentes heraus. Die Arteria mesenterica superior wird von 2 Gefäßstämmen repräsentiert: der eine geht von der cranialen Partie, der andere von der Mitte des 20. Aortensegmentes ab. Die Arteria mesenterica inferior kommt von der Mitte des 23. Aortensegmentes.

Die Arteriae suprarenales kommen vom 20., die Arteriae renales vom 21. Aortensegment. An der linken Seite existiert eine kleine Arteria renalis accessoria, welche unmittelbar cranialwärts von der normalen Renalarterie

von der Aorta ausgeht. — Sie verlaufen alle fast transversal. — Die rechte Arteria spermatica interna geht von der Mitte des 21., die linke von der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes heraus.

Die Dorsalzweige des 23. Aortensegmentes sind miteinander ein Stückchen verwachsen. — Die Arteria sacralis media geht von der caudalen Partie desselben Aortensegmentes ab. Etwa eine Segmentlänge caudalwärts vom 23. Dorsalzweigpaar teilt sich die Aorta in die beiden Arteriae iliacae communes.

Embryo XXXVI (Totallänge: 27 cm).

Nicht injiziert. — (Dieser Embryo und Embryo XXXV sind Zwillinge).

Die Arteria coeliaca geht von der caudalen Partie des 20., die Arteria mesenterica superior von der Mitte des 21., und die Arteria mesenterica inferior von der cranialen Partie des 23. Aortensegmentes heraus.

Die linke Arteria suprarenalis kommt von der Mitte des 21. Aortensegmentes, die rechte von der etwa in derselben Höhe ausgehenden Arteria renalis dextra. Die Arteria renalis sinistra geht von der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes heraus.

Die Arteria sacralis media geht etwa an der caudalen Grenze des 24. Segmentes von der Aorta aus. Etwa eine halbe Segmentlänge weiter caudalwärts zweigen sich die beiden Arteriae iliacae communes vor der Aorta ab.

Embryo XXXVII (Totallänge: 30 cm).

Nicht injiziert.

Die Arteria coeliaca geht an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Segment von der Aorta heraus. Die Arteria mesenterica superior kommt von der caudalen Partie des

21. und die *Arteria mesenterica inferior* von der cranialen Partie des 24. Aortensegmentes.

Die *Arteria suprarenalis* und die *Arteria renalis* kommen jederseits mit einem kurzen gemeinsamen Stamm von der caudalen Partie des 21. Segmentes. Die *Arteriae spermaticae int.* kommen beide von der Mitte des 22. Aortensegmentes. — Die *Arteriae phrenicae inferiores* gehen von der *Arteria coeliaca* heraus.

Die Dorsalzweige des 22., des 23. und des 24. Aortensegmentes sind zu je einem unpaaren Gefäßstamm verschmolzen. — An der Grenze zwischen dem 24. und dem 25. Aortensegment geht die *Arteria sacralis media* von der Aorta heraus; und noch eine halbe Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden *Arteriae iliacae communes*.

Embryo XXXVIII (Totallänge: 33 cm).

Nicht injiziert.

Die *Arteria coeliaca* geht vom 20., die *Arteria mesenterica inferior* vom 23. Aortensegment heraus. Die *Arteria mesenterica superior* zweigt sich an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Segment von der Aorta ab.

Die *Arteriae spermaticae int.* gehen beide von der Mitte des 22. Aortensegmentes heraus.

Rechterseits gehen von den 20. und 21. Aortensegmenten nicht weniger als 5 Lateralzweige ab, von welchen die zwei oberen zu der Nebenniere, die 3 unteren zu der Niere gehen. An der linken Seite existiert nur eine *Arteria suprarenalis*; dieselbe geht an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment heraus. Dagegen finden sich zwei *Arteriae renales*, welche von dem 21. bzw. von der Grenze zwischen den 21. und 22. Aortensegmenten ausgehen. — Die *Arteria sacralis media* geht gemeinsam mit dem verschmolzenen 24. Dorsalzweigpaar von der Aorta heraus. Etwa eine halbe Segment-

länge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden *Arteriae iliacae communes*.

Embryo XXXIX (Totallänge: 41 cm).

Nicht injiziert.

Die *Arteria coeliaca* geht von der Mitte des 20. Aortensegmentes heraus. Die *Arteria mesenterica superior* kommt von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21., die *Arteria mesenterica inferior* von der Grenze zwischen dem 22. und dem 23. Aortensegment. Von dem 24. Aortensegment kommt noch ein kleiner Ventralzweig, welcher wahrscheinlich den Darm nicht erreicht.

Die *Arteriae spermaticae internae* kommen beide vom 21. Aortensegment. Von demselben gehen auch die Arterien der rechten Niere und Nebenniere heraus und zwar mit einem gemeinsamen kurzen Stamm. Die *Arteria renalis sinistra* kommt von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment, die *Arteria suprarenalis sin.* von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes.

Das 24. Dorsalzweigpaar ist zu einem unpaaren Gefäßstamm verschmolzen. Etwa eine halbe Segmentlänge caudalwärts von diesem geht die *Arteria sacralis media*, und etwa eine ganze Segmentlänge von demselben Punkt die *Arteriae iliacae communes* von der Aorta ab.

Embryo XL (Totallänge: 50 cm).

Injiziert.

Die *Arteria coeliaca* kommt von der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Aortensegment. Die *Arteria mesenterica superior* und die *Arteria mesenterica inferior* gehen von der Mitte des 21. bzw. des 23. Aortensegmentes heraus. An der Grenze zwischen dem 23. und dem 24. Aortensegment geht noch ein kleiner Ventralzweig heraus.

Die *Arteriae spermaticae* kommen beide von der oberen Partie des 22. Aortensegmentes. Die *Arteriae renales* gehen beide von der Mitte des 21. Aortensegmentes heraus. Die rechte *Arteria suprarenalis* zweigt sich von der betreffenden Renalarterie, die linke dagegen direkt von der Aorta ab, und zwar in derselben Höhe wie die *Arteria coeliaca*. Unmittelbar caudalwärts von der soeben erwähnten Hauptarterie der linken Nebenniere geht eine sehr kleine *Arteria suprarenalis accessoria* ebenfalls direkt von der Aorta heraus.

Die Dorsalzweige des 24. Aortensegmentes und die *Arteria sacralis media* gehen mit einem gemeinsamen Stamm von der Aorta heraus. Eine halbe Segmentlänge weiter caudalwärts teilt sich die Aorta in die beiden *Arteriae iliacae communes*.

Embryo XLI (Totallänge: 53 cm).

Nicht injiziert.

Die *Arteria coeliaca* kommt von der Mitte des 20., die *Arteria mesenterica superior* von der cranialen Partie des 21., und die *Arteria mesenterica inferior* von der caudalen Partie des 23. Aortensegmentes.

Die rechte *Arteria spermatica interna* geht von der caudalen Partie des 21., die linke von der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes heraus. Die *Arteriae renales* gehen beide von der Mitte des 21. Aortensegmentes heraus. Die rechte *Arteria suprarenalis* zweigt sich von der Renalarterie derselben Seite ab, die linke geht dagegen selbständig von der Aorta heraus und zwar in derselben Höhe wie die *Arteria mesenterica superior*.

Die Dorsalzweige des 22. und des 24. Aortensegmentes sind zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen. Ein Viertel Segmentlänge caudalwärts von dem 24. Dorsalzweig verlässt die *Arteria sacralis media* die Aorta; und etwa eine halbe

Segmentlänge caudalwärts von demselben Punkt gehen die Arteriae iliacae communes von der Aorta ab.

Über die Ursprungsstellen der Zweige der Aorta abdominalis bei 13 Erwachsenen.

Die Arteriae iliacae communes gingen in den meisten Fällen von dem 25. Aortensegment heraus. In sechs Fällen (Präparate No. 1, 3, 4, 5, 9 und 10) kamen sie von der caudalen, in zwei Fällen (Präparate No. 8 und 11) von der mittleren und in zwei Fällen (Präparate No. 2 und 12) von der cranialen Partie dieses Segmentes. — In zwei Fällen (Präparate No. 6 und 7) zweigten sie sich an der Grenze zwischen dem 25. und 26. Segment von der Aorta ab; und in einem Falle (Präparat No. 13) kamen sie von der Mitte des 24. Aortensegmentes.

Die Arteria sacralis media ging in keinem Falle von der Bifurcationsstelle, sondern immer von der Dorsalseite der Aorta heraus. In vier Fällen (Präparate No. 1, 3, 5 und 10) zweigte sie sich 4 mm, in drei Fällen (Präparate No. 4, 9 und 12) 5 mm, in einem Falle (Präparat No. 2) 6 mm, in drei Fällen (Präparate No. 7, 13 und 8) 7 mm, in einem Falle (No. 11) 9 mm und in einem Falle (No. 6) 10 mm cranialwärts von der Bifurcationsstelle der Aorta ab.

In sieben Fällen (No. 1, 4, 5, 6, 7, 9 und 10) ging sie von der Mitte des 25. Aortensegmentes (gemeinsam mit dem verschmolzenen 5. Lumbalarterienpaar) und in zwei Fällen (Nr. 3 und 13) von der Mitte des 24. Aortensegmentes (gemeinsam mit dem 4. Lumbalarterienpaar) heraus. — In drei Fällen (Nr. 2, 8 und 12) kam sie aus der caudalen Partie des 24. Aortensegments und in einem Falle (Nr. 11) aus der Grenze zwischen dem 24. und 25. Aortensegment.

Ventralzweige der Bauchaorta.

Die Ausgangsstelle der *Arteria coeliaca* wechselte bei den von mir untersuchten Individuen etwa anderthalb Segmenthöhen. Nur in einem Falle (Nr. 1) zweigte sich diese Arterie schon an der Grenze zwischen dem 19. und 20. Segment von der Aorta ab. Dreimal (Nr. 5, 8 und 12) kam sie von der Mitte, zweimal (Nr. 6 und 13) von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes. In zwei Fällen (Nr. 3 und 11) nahm sie an der Grenze zwischen dem 20. und 21. Aortensegment Ursprung. In zwei Fällen (Nr. 4 und 9) ging sie von der Mitte und in anderen zwei Fällen (Nr. 7 und 10) von der cranialen Partie des 21. Aortensegmentes heraus.

In zwei Fällen (Nr. 1 und 5) wurde die *Arteria coeliaca* durch zwei Arterien repräsentiert, welche beide in der Nähe voneinander direkt von der Aorta kamen. In dem einen Falle (Nr. 1) ging nämlich die *Arteria gastrica sinistra* (etwas nach rechts und cranialwärts von der eigentlichen *Arteria coeliaca*) und in dem anderen Falle die *Arteria hepatica* (etwas nach links und caudalwärts von der eigentlichen *Arteria coeliaca*) direkt von der Aorta heraus.

Etwas mehr als anderthalb Segmenthöhen wechselte die Ursprungsstelle der *Arteria mesenterica superior*. In einem Falle (Nr. 2) ging sie von der Mitte, in einem anderen Falle (Nr. 12) von der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes heraus. Dreimal (Nr. 1, 5 und 8) zweigte sie sich an der Grenze zwischen dem 20. und dem 21. Segment von der Aorta ab. Meistens kam sie aber von dem 21. Aortensegment und zwar in 4 Fällen (Nr. 3, 6, 7 und 10) von der Mitte, in drei Fällen (Nr. 4, 11 und 13) von der caudalen Partie desselben. In einem Falle (Nr. 9) fand sich ihre Ursprungsstelle an der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes.

Die Ausgangsstelle der *Arteria mesenterica inferior* variierte ebenfalls etwas mehr als anderthalb Segmenthöhen. Zweimal (Nr. 8 und 12) ging sie von der Mitte des 22. Aortensegmentes, einmal (Nr. 2) von der Grenze zwischen dem 22. und dem 23. Aortensegment heraus. Meistens kam sie aber von dem 23. Aortensegment und zwar in 4 Fällen (No. 1, 4, 5 und 6) von der Mitte, in 2 Fällen (Nr. 3 und 13) von der cranialen und in einem Falle (Nr. 10) von der caudalen Partie desselben. Zweimal (Nr. 7 und 9) zweigte sie sich an der Grenze zwischen dem 23. und dem 24. Segment und einmal (Nr. 11) von der cranialen Partie des 24. Segmentes von der Aorta ab.

Median ausgehende, kleinere Ventralzweige wurden nur dreimal (Nr. 11, 12 und 13) beobachtet. Sie gingen alle (etwa ein Zentimeter¹⁾ caudalwärts von der Ausgangsstelle der *A. mesenterica inferior* von der Aorta heraus. In zwei von diesen Fällen (Nr. 12 und 13) kam der betreffende Ventralzweig von dem 23., in dem einen Falle von dem 24. Aortensegment; und zwar entweder etwas nach oben oder etwas nach unten von der Mitte des betreffenden Segmentes. — Diese Ventralzweige endigten alle in dem prävertebralen Bindegewebe.

Lateralzweige der Bauchaorta.

Eine direkt aus der Aorta entspringende Nebennierenarterie (*A. suprrenalis media*) fehlte rechterseits vollständig in 5 Fällen (Nr. 1, 3, 4, 10 und 12). In allen diesen Fällen war sie durch einen starken Zweig der rechten Nierenarterie, eine *Arteria suprarenalis inferior* ersetzt.

Auch an der linken Seite fehlte die *Arteria suprarenalis media* fünfmal. Hier war sie aber nur in 3 Fällen (Nr. 3, 6 und 10) von einem Nierenarterienzweig ersetzt. In

¹⁾ Etwa einer halben Segmentlänge entsprechend.

zwei Fällen (Nr. 4 und 9) wurde sie hier durch eine aus der Arteria coeliaca kommende Arteria suprarenalis sinistra ersetzt.

Wenn vorhanden, ging die rechte Arteria suprarenalis media gewöhnlich von dem 21. Aortensegment heraus und zwar entweder von der Mitte (Nr. 5, 6, 10 und 11), von der cranialen (Nr. 11 und 13) oder von der caudalen (Nr. 9) Partie desselben. Zweimal (Nr. 2 und 8) kam sie aus der caudalen Partie des 20. Aortensegmentes und einmal (Nr. 7) von der Grenze zwischen dem 21. und dem 22. Aortensegment. Viermal (Nr. 5, 6, 7 und 11) ging sie doppelt aus der Aorta heraus.

Die linke Arteria suprarenalis media zweigt sich entweder von dem 20. oder von dem 21. Aortensegment herab. Gewöhnlich kam sie von der Mitte (Nr. 7 und 11) oder von der cranialen Partie (Nr. 8., 11 und 13) des 21. Aortensegmentes. In zwei Fällen (Nr. 1 und 2) zweigte sie sich von der caudalen Partie und in einem Falle (Nr. 5) von der Mitte des 20. Aortensegmentes ab.

Im allgemeinen einfach, ging sie in einem Falle (Nr. 11) dreifach von der Aorta heraus.

Die Nierenarterien kamen fast alle entweder aus dem 21. oder aus dem 22. Aortensegment. Nur in einem Falle (Nr. 9) kam eine Nierenarterie und zwar eine überzählige an der rechten Seite — aus dem 25. Aortensegment. Von der cranialen Partie des 21. Aortensegmentes zweigte sich die Arteria renalis viermal rechterseits (Nr. 2, 8, 12 und 13) und zweimal linkerseits (Nr. 2 und 12) ab. Von der Mitte desselben Segmentes kam sie rechterseits in zwei Fällen (Nr. 1 und 8), und linkerseits in 4 Fällen (Nr. 1, 8, 10 und 13); und von der caudalen Partie desselben Segmentes rechterseits in vier Fällen (Nr. 3, 4, 5 und 6), linkerseits in sechs Fällen (Nr. 3, 4, 5, 6, 11 und 13). An der Grenze zwischen dem 21. und dem

22. Aortensegment zweigte sich die Nierenarterie rechts einmal (Nr. 10) und links zweimal (Nr. 7 und 10) ab.

Von der cranialen Partie des 22. Aortensegmentes kam die rechte Nierenarterie zweimal (Nr. 7 und 11), die linke Nierenarterie einmal (Nr. 9); von der Mitte desselben Segmentes sowohl rechts (Nr. 9) wie links (Nr. 11) je einmal.

Zwei Nierenarterien auf einer Seite fanden sich an der rechten Seite in zwei Fällen (Nr. 8 und 9), an der linken Seite in vier Fällen (Nr. 10, 11, 12 und 13). Dreimal (Nr. 8, 12 und 13) gingen die beiden Nierenarterien derselben Seite von einem und demselben (dem 21.) Aortensegment heraus. Im Falle Nr. 10 kam die eine Nierenarterie von der Mitte des 21. Aortensegmentes, die andere derselben Seite von der Grenze zwischen dem 21. und dem 22. Aortensegment. Im Falle Nr. 11 kam die eine vom 21., die andere vom 22. Aortensegment; und im Falle Nr. 9: die eine vom 22., die andere vom 25 Aortensegment.

Die Ausgangsstelle der Arteria spermatica interna wechselte an der rechten Seite von der Mitte des 21. bis zur caudalen Grenze des 22. Aortensegmentes; an der linken Seite von der Mitte des 21. bis zur caudalen Partie des 23. Aortensegmentes.

Die rechte Arteria spermatica interna ging dreimal (Nr. 1, 3 und 8) von der Mitte und zweimal (Nr. 5 und 12) von der kaudalen Partie des 21. Aortensegmentes heraus. Zweimal (Nr. 6 und 11) kam sie von der Grenze zwischen dem 21. und dem 22. Aortensegment, einmal (Nr. 13) von der Mitte und einmal (Nr. 9) von der caudalen Partie des 22. Aortensegmentes. In einem Falle (Nr. 10) zweigte sie sich an der Grenze zwischen dem 22. und dem 23. Segment von der Aorta ab. — In drei Fällen kam sie nicht direkt aus der Aorta, sondern entweder aus der rechten Nierenarterie (Nr. 2 und 4) oder aus der rechten Arteria suprarenalis media (Nr. 7).

Die linke *Arteria spermatica interna* zweigte sich im Falle Nr. 8 von der Mitte und im Falle Nr. 2 von der caudalen Partie des 21. Aortensegmentes ab. Zweimal (Nr. 1 und 12) kam sie von der Grenze zwischen dem 21. und dem 22. Aortensegment. Am gewöhnlichsten (in 5 Fällen, nämlich Nr. 4, 5, 7, 10 und 13) ging sie von der Mitte des 22. Aortensegmentes heraus. In je einem Falle kam sie von der caudalen Partie des 22. Aortensegmentes (Nr. 6) von der Mitte (Nr. 10) und von der caudalen Partie (Nr. 9) des 23. Aortensegmentes. — In drei Fällen kam sie nicht direkt aus der Aorta, sondern zweigte sich entweder von der normalen *Arteria renalis sinistra* (Nr. 3) oder von einer *Arteria renalis accessoria sinistra* (Nr. 11 und 12) ab.

Kleinere Lateralzweige (zum Bindegewebe) waren nur bei vier Leichen (Nr. 1, 7, 10 und 13) zu sehen. Ihre Ausgangsstellen variierten zwischen der cranialen Partie des 21. und der caudalen Grenze des 24. Aortensegmentes. Die meisten kleinen Lateralzweige gingen ventro-lateral und zwar von der linken Seite der Aorta aus. Nur in einem Falle (Nr. 13) gingen zwei solche Zweige rein lateral von der Aorta ab: sie bildeten hier ein Zweigpaar, indem der eine von der rechten, der andere von der linken Seite des 23. Aortensegmentes (jedoch nicht in ganz derselben Höhe) abging.

In einem Falle (Nr. 1) waren nicht weniger als 5 solche ventro-laterale Aortenzweigchen an der linken Seite vorhanden. Unter diesen kamen zwei von der cranialen und ein von der caudalen Partie des 21. Aortensegmentes; ein Zweigchen kam von der Mitte des 22. Aortensegmentes und noch eines von der Grenze zwischen dem 24. und dem 25. Aortensegment.

Das caudalste von der Aorta ausgehende Dorsalzweigpaar war im allgemeinen zu einem kurzen medianen Gefäßstamm verschmolzen, zusammen mit welchem die *Arteria*

sacralis media oft gemeinsam ausging. Dieses Dorsalzweigpaar gehörte entweder dem 25. (Nr. 1, 8, 5, 6, 7, 9, u. 10) oder dem 24. (Nr. 2, 3, 8, 11, 12 u. 13) Aortensegment. Im Falle Nr. 13 war aber ausserdem das 23., in den Fällen Nr. 4 und Nr. 11, das 23. und das 22. Dorsalzweigpaar in ähnlicher Weise zu einem medianen Stamm verschmolzen. Im Falle Nr. 5 ging auch das 20. Dorsalzweigpaar von der Aorta einfach heraus.

Im Falle Nr. 4 war am 21. und im Falle Nr. 9 am 20. Aortensegment nur ein einfacher Dorsalzweig zu sehen. Dieser war aber offenbar nicht durch Verschmelzung eines Dorsalzweiges entstanden, sondern dadurch, dass der Dorsalzweig der einen Seite sekundär zugrunde gegangen war. Denn sowohl der Ursprung wie die Distribution des persistierenden Dorsalzweiges war ausschliesslich entweder linksseitig (Nr. 9) oder rechtsseitig (Nr. 4). Der atrophiierte Dorsalzweig wurde durch Kollateralzweige eines naheliegenden Dorsalzweiges derselben Seite ersetzt.

Die caudalen Segmente der Bauchaorta wurden oft etwas kürzer als die cranialen gefunden.

Häufig gingen die Dorsalzweige eines und desselben Paares in ungleicher Höhe von der Aorta ab. Der grösste Höhenunterschied betrug etwa ein Viertel einer Segmenthöhe.

Die grösste transversale Entfernung zwischen den beiden Zweigen eines Dorsalzweigpaares betrug 10 mm. Zwischen dieser Maximalentfernung und einer Annäherung bis zur Verschmelzung d. h. bis zu einer Entfernung von 0 mm gab es alle Übergänge. Besonders in dem Falle Nr. 13 waren alle Zwischenstadien der Annäherung und Verschmelzung der Dorsalzweige auf einmal schön zu sehen.

Über die Ursprungsstellen der Zweige der Aorta abdominalis bei den von mir untersuchten 41 menschlichen Embryonen.

I. Die caudalen Zweige, sogenannten Endzweige der Aorta.

Zu den caudalen Zweigen der menschlichen Aorta rechne ich die *Arteriae iliacae communes* und die *Arteria sacralis media*.

Die *Arteriae iliacae communes* oder — wie wir sie in frühzeitigen Entwicklungsstadien, wenn die Arterien der hinteren Extremitäten noch nur als unbedeutende Zweige derselben erscheinen, lieber benennen — die *Arteriae umbilicales* gehen in unserem ersten Stadium (Embryo von 3,4 mm Sch.-St.-Länge) mit je zwei Wurzeln von der Aorta ab. Von diesen Wurzeln geht jederseits der eine von dem 21., der andere von dem 22. Aortensegment heraus.

Es liegt nun nahe anzunehmen, dass diese beiden Wurzeln den von Hochstetter (1891) beim Kaninchen beschriebenen zwei Wurzeln der *Arteria umbilicalis* entsprechen müssten; dieses um so mehr, als Tandler (1903) bei einem menschlichen Embryo (von 5 mm Länge) eine mit dem Hochstetter schen Befund übereinstimmende Beobachtung gemacht hat. (Vgl. p. 420). Allein in unserem Falle gehen diese Wurzeln alle beide von der ventralen Aortaseite aus. Sie sind also beide ventrale oder „primäre“ Wurzeln und nicht den von Hochstetter und Tandler beschriebenen Wurzeln vollständig gleichzustellen, von welchen nur die eine ventral (die primäre Wurzel), die andere dagegen dorsal oder lateral (die sekundäre Wurzel) war.

Die eine (und zwar die caudale) Wurzel jeder *Arteria umbilicalis* bei Embryo 3,4 mm betrachte ich als eine „Wanderungswurzel“, welche entweder im voraus als segmentaler Ventralzweig der *Arteria sacralis media* existierte, oder —

was ich lieber glauben möchte — um die Wanderung der *Arteria umbilicalis* zu ermöglichen ganz neugebildet wurde. In beiden Fällen wäre sie aber als Wurzel der Art. *umbilicalis* als secundär gebildet zu betrachten.

Dass die *Arteriae umbilicales* während der Embryonalentwicklung wirklich caudalwärts „wandern“, geht — glaube ich — aus den Tatsachen hervor, dass sie bei einem 3,4 mm langen Embryo von den 21. und 22. Aortensegmenten kommen, während sie bei Neugeborenen und Erwachsenen im allgemeinen von dem 25. (oder 24.) Aortensegment ausgehen.

Diese Caudalwärtswanderung der *Arteriae umbilicales* wird offenbar sehr frühzeitig zu Ende gebracht. Denn schon bei meinem 5 mm langen Embryo gehen sie (ebenfalls mit je zwei Wurzeln) von den 24. und 25. Aortensegmenten heraus. Im allgemeinen scheinen sie aber zu dieser Zeit schon am 24. Aortensegment Halt zu machen. Denn in dieser Höhe finde ich sie bei fast allen meinen Embryonen aus dem 2. Embryonalmonat.

Anfang des 3. Embryonalmonats scheint es, als „wanderten“ die Ursprungsstellen der *Arteriae umbilicales* noch ein Stückchen weiter caudalwärts. Denn bei den etwa 3 cm langen und den noch längeren Embryonen — kamen die *Arteriae umbilicales* (*Arteriae iliacae communes*) constant von dem 25. Aortensegment oder von der caudalen Partie des 24. Segmentes; also von derselben Höhe, wo wir sie im allgemeinen auch beim Erwachsenen auszugehen sehen.

Diese letzte „Wanderung“ der Ursprünge der *Arteriae umbilicales* ist — aller Wahrscheinlichkeit nach nur scheinbar. Wahrscheinlich verschmelzen nämlich zu dieser Zeit die Anfangspartien der *Arteriae iliacae communes* (= der *Arteriae umbilicales*) ein Stückchen hinab miteinander zu einem einfachen, medianen Gefässstamm, welcher — dank seiner Grösse als unabgrenzbare Fortsetzung der Aorta imponiert. Man bekommt

daher den Eindruck, als hätten sich die Ausgangsstellen der *Arteriae iliacae communes* caudalwärts verschoben.

Dass es sich hier nicht um eine wahre Caudalwärtswanderung der Ausgangsstellen dieser Arterien handelt, schliesse ich 1. daraus, dass nach meinem Untersuchungsmaterial zu urteilen — zu dieser Zeit keine „Wanderungswurzeln“¹⁾ auftreten; und 2. aus meinem Befund, dass die *Arteria sacralis media* gerade mit dieser Zeit ihren Ursprung aus der Bifurcationsstelle der Aorta aufgibt, um in den folgenden Stadien von der Dorsalseite der Aorta auszugehen.

Am einfachsten²⁾ erklärt sich nämlich diese „Cranialwärtswanderung“ der Ursprungsstelle der *Arteria sacralis media* durch die Annahme, dass die *Arteriae iliacae communes* ein Stückchen hinab, und zwar gleich so viel, wie die *Arteria sacralis media* in umgekehrter Richtung „verschoben“ erscheint, miteinander zu einem aortenähnlichen Gefässstamm verschmelzen.

Die Ursache der erwähnten Verschmelzung ist — nehme ich an — in einer Lageveränderung der *Arteriae iliacae* zu suchen, wodurch die cranialsten Partien dieser Arterien gegeneinander gepresst werden und zuletzt miteinander verwachsen.

Wie Hauch (1901, 1903) hervorgehoben hat, gehen nämlich die *Arteriae iliacae communes* bei jüngeren Embryonen ventralwärts unter fast rechten Winkeln von der Aorta ab, während sie später (bei etwa 3 cm langen Embryonen) mehr caudalwärts gerichtet sind. Zu der letztgenannten Zeit hat der „Winkel zwischen den beiden Arterien — ungefähr die für Erwachsene normale Grösse, ca. 60° —. „Dies kommt“, sagt Hauch (1903), „daher, dass während des Wachstums eine Änderung des Verlaufes der *Art. umbilicales* in caudaler Rich-

¹⁾ Wie ich in einem speziellen Kapitel erörtern werde, kann eine sog. „aktive Wanderung“ hier wahrscheinlich nicht in Frage kommen.

²⁾ Über andere Erklärungsmöglichkeiten vgl. unten!

tung stattfindet, teils weil die unteren Extremitäten sich entwickeln und ihre Blutzufuhr erheischen, namentlich aber, weil der Embryo sich ausstreckt“.

Die *Arteria sacralis media* wird aus paarigen Gefässen gebildet, welche bei Embryo 3,4 mm als direkte caudale Fortsetzungen der Aorta imponieren (Fig. 3 Taf. 38). Da sie selbst mehrere segmentale Dorsalzweige aussenden, finde ich es nicht angemessen, sie einem Dorsalzweigpaar der Aorta gleichzustellen.

Während der 4. und 5. Embryonalwoche verschmelzen die beiden Anlagen zu einer einfachen *Arteria sacralis media*. Die Verschmelzung schreitet allmählich in caudaler Richtung fort. Unter Umständen kann sie von kleinen Verschmelzungslücken unterbrochen werden. (Fig. 8 Taf. 41); ja in seltenen Fällen an grösseren Strecken ganz ausbleiben.

Die *Arteria sacralis media* ist ursprünglich ein relativ grosses Gefäss. Besonders ihre Anfangspartie ist Anfang des 2. Embryonalmonats noch recht dick. Sie erreicht eine ansehnliche Länge und sendet eine grosse Zahl von segmentalen Dorsalzweigen paarweise heraus. Ob auch Ventralzweige an allen Segmenten gebildet werden, muss ich dahingestellt sein lassen; ich habe aber nur einzelne solche sehen können.

Von grossem Interesse ist die Tatsache, dass die *Arteria sacralis media* noch während des ganzen 2. Embryonalmonats (bei Embryonen von 8,3 bis 20 mm Länge) constant von der sogenannten „Bifurcationsstelle“ der Aorta (d. h. vom Winkel zwischen den Ursprungsstellen der *Arteriae iliacae communes*) ausgeht; und dass sie in späteren Entwicklungsstadien — von etwa 30 mm langen Embryonen an — fast ebenso konstant von der Dorsalseite der „Aorta“ ausgeht.

Wie schon oben hervorgehoben wurde, bin ich der Ansicht, dass diese Cranialwärtsverschiebung des Ursprunges der *Arteria sacralis media* nur scheinbar ist, und zwar dass sie durch eine

partielle Verschmelzung der Arteriae iliacae communes simuliert wird.

Wir wollen aber jetzt in Betracht nehmen, ob nicht auch eine wahre Cranialwärtswanderung der Arteria sacralis media möglich wäre.

Man könnte sich erstens denken, dass von der Ausgangsstelle der Arteria sacralis ab ein Abschnürungsprozess cranialwärts fortschritt, wodurch aus der dorsalen Aortenwand ein neues Anfangsstück der Arteria sacralis media gebildet wurde. — Ich habe aber kein einziges Moment finden können, das für eine solche Annahme spricht.

Zweitens wäre es möglich, dass die ursprüngliche Anfangspartie der Arteria sacralis media zugrunde ginge und durch eine neue Gefäßverbindung ersetzt würde. Die neue Ursprungspartie aus der Dorsalseite der Aorta könnte hierbei entweder speciell für diese „Wanderung“ gebildet werden oder im voraus existieren. Für die erste Annahme liegen, nach meinem Material zu urteilen, keine Gründe vor. Dagegen finde ich es glaubhaft, dass die zweite Möglichkeit unter Umständen bestehen kann. Bei einem 18,5 mm und bei einem 21,1 mm langen Embryo hatten nämlich die Zweige des verschmolzenen letzten Lumbalarterienpaares einen stark descendenten Verlauf (Fig. 21). Diese Zweige gingen der Arteria sacralis media fast parallel caudalwärts durch 2—4 Körpersegmente. Den hier ausgehenden segmentalen Dorsalzweigen waren sie sehr nahe. Hier liegt also die Möglichkeit vor, dass die Arteria sacralis media sich mit dem einen oder anderen Zweig der letzten Lumbalarterie verbinden und nachher ihre ursprüngliche Aorta-Verbindung aufgeben könne.

Diese letztgenannte Möglichkeit muss, glaube ich, als Erklärung gewisser Anomalien¹⁾ der Arteria sacralis media accep-

¹⁾ Ich denke hier speziell an diejenigen Anomalien, in welchen die Arteria sacralis media peripher von der einen Lumbalarterie des nicht verschmolzenen, vierten Paares ausgeht.

tiert werden. Dass aber die regelmässige „Cranialwärtswanderung“ dieser Arterie nicht in dieser Weise erklärt werden kann, darauf hin deutet die Tatsache, dass die *Arteria sacralis media*, auch wenn sie selbständig — ohne Verbindung mit dem letzten von der Aorta ausgehenden Lumbalarterienpaar — von der Aorta ausgeht, trotzdem nicht von der Bifurcationsstelle, sondern von der Dorsalseite derselben Ursprung nimmt. So z. B. ging sie bei einem Erwachsenen (Präparat Nr. 8) nur 2 mm caudalwärts von dem 4. Lumbalarterienpaar, aber 7,5 mm cranialwärts von der Bifurcationsstelle der Aorta heraus.

Diejenigen Fälle, in welchen die *Arteria sacralis media* und das vierte Lumbalarterienpaar mit einem gemeinsamen Stamm von der Dorsalseite der Aorta ausgehen, können — meiner Meinung nach — in dreierlei Weise entstanden sein:

1. Wenn die frühembryonale Verschmelzung der beiden *Aortae descendentes* an der caudalen Grenze des 23. Aortensegmentes Halt macht — was recht oft vorzukommen scheint —, wird die Folge, dass das vierte Lumbalarterienpaar nicht von der Aorta, sondern von der *Arteria sacralis media* ausgeht. Wenn sich nun aber in späteren Entwicklungsstadien die Lumbalarterien vergrössern, die *Arteria sacralis media* dagegen — caudalwärts von der Abgangsstelle dieser Arterien — relativ kleiner wird, so bekommt man jetzt den Eindruck, als wäre die *Arteria sacralis* ein Zweig eines verschmolzenen Lumbalarterienpaares. Die spätembryonale Verschmelzung der cranialen Teile der *Arteriae iliacae communes*, wodurch das definitive Caudalende der Aorta gebildet wird und wobei die Ursprungsstelle der *Arteria sacralis* scheinbar cranialwärts wandert, ändert natürlich in diesem Verhältnis nichts. — Dieser Bildungsmodus kommt, glaube ich, in den meisten Fällen vor.

2. Wenn die frühembryonale Verschmelzung der beiden *Aortae descendentes* an der Mitte des 24. Aortensegmentes Halt macht, — was nicht gerade selten vorzukommen scheint —,

so wird die Folge, dass sowohl das vierte Lumbalarterienpaar wie die *Arteria sacralis media* zuerst von der primären Bifurcationsstelle der Aorta und später (nach der Verschmelzung der *Arteriae iliacae communes*) von der Dorsalseite der Aorta in unmittelbarer Nähe voneinander ausgehen. Ihre Anfangspartien verwachsen dann nicht selten miteinander zu einem sehr kurzen einfachen Stamm¹⁾, dessen Querschnitt aber noch beim Erwachsenen oft kleeblattähnlich ist (dies war z. B. in meinen Fällen Nr. 1 und 3 der Fall) und so gewissermassen die Entwicklung des betreffenden Stammes verrät.

3. Wenn die *Arteria sacralis media* sich sekundär also durch einen neugebildeten Arterienzweig mit dem Stamm eines verschmolzenen 4. Lumbalarterienpaares in direkte Verbindung setzte, und wenn nachher die ursprüngliche Wurzelpartie der *Arteria sacralis* verloren ging, so würden die definitiven Verhältnisse derjenigen des Moment I recht ähnlich werden. Dieser Bildungsmodus kommt aber, glaube ich, viel seltener vor als derjenige des Moment I.

Die Ausgangsstelle der *Arteria sacralis media* wird ursprünglich durch diejenige der *Arteriae iliacae communes* (umbilicales) bestimmt; was übrigens selbstverständlich ist, da wir die Grenze zwischen der Aorta und der *Arteria sacralis media* eben dort setzen, wo die *Arteriae iliacae* ausgehen. Daraus geht hervor, dass solange die Ausgangsstelle der *Arteriae iliacae communes* tatsächlich caudalwärts wandert (vgl. oben S.493), diejenige der *Arteria sacralis media* Hand in Hand hiermit dasselbe tun muss. Dagegen ist die segmentale Höhe der Ausgangsstelle der *Arteria sacralis media* natürlich ganz unabhängig von der spätembryonalen Verschmelzung der Anfangspartien der *Arteriae iliacae communes*.

¹⁾ Wenn die betreffenden Lumbalarterien des 4. Paares schief sitzen, kann die *Arteria sacralis* unter Umständen nur mit der einen Lumbalarterie verschmelzen.

II. Die Dorsalzweige der Aorta.

Die segmentalen Dorsalzweige der Aorta werden offenbar schon vor der Verschmelzung der beiden Aortae descendentes angelegt. Ich schliesse dieses daraus, dass bei meinem ersten Stadium (Embryo 3,4 mm) segmentale Dorsalzweige auch von

Fig. 30.

Halbschematische Querschnitte der Aorta von jungen menschlichen Embryonen. Die Ventralzweige der Aorta sind nach unten gerichtet. — Vergrößerung etwa 150fach.

- a. von einem 3,4 mm langen Embryo (ohne Nackenbeuge).
- b. „ demselben Embryo, etwas weiter caudal.
- c. „ einem 3 mm langen Embryo (mit Nackenbeuge).
- d. „ einem 5 mm langen Embryo.
- e. „ „ 8 „ „ „ „
- f. „ „ 11,7 „ „ „ „

den 6., 7., 22. und 23. Segmenten der hier noch doppelten (aber bald verschmelzenden) Aorta (bezw. A. sacralis media) ausgehen. (Vgl. Fig. 3 Taf. 38).

Hervorzuheben ist, dass sie in diesem Entwicklungsstadium gleich so viel lateralwärts wie dorsalwärts gerichtet sind und von der dorso-lateralen Wandpartie jeder Aorta ausgehen

(Fig. 30 A u. B). Unmittelbar nach der Verschmelzung der Aortae descendentes gehen auch die beiden Dorsalzweige eines und desselben Aortensegmentes voneinander weit entfernt von der Aorta aus. In den folgenden Entwicklungsstadien rücken sie aber einander immer näher, bis sie gewöhnlich im 2. Embryonalmonat ihre definitive relative Lage erreicht haben

Fig. 31.

Halbschematische Querschnitte (für verschiedene Höhen) der Aorta von einem 13,2 mm langen menschlichen Embryo.

Die Dorsalzweige (nach oben gerichtet) stehen in Fig. a. in Begriff zu verschmelzen. In Fig. b. sind sie schon zu einem unpaaren Stamm verschmolzen. — Ausser den Dorsalzweigen sind in Fig. b. ein Ventralzweig und in Fig. a. ausserdem drei Lateralzweige sichtbar. — Vergrößerung etwa 150 fach.

(vgl. Fig. 30 F). Unter Umständen bleibt die erwähnte Medialwärtsverschiebung erst dann stehen, wenn die beiden Dorsalzweige einander bis zur Berührung genähert sind. Ihre Ursprungspartien verwachsen dann miteinander zu einem kurzen, median ausgehenden Stamm in ganz ähnlicher Weise, wie — wie ich unten zeigen werde — die Ventralzweige der Aorta es regelmässig tun.

Solche unpaare Dorsalzweigstämme habe ich schon bei einem 13,2 mm langen Embryo (Fig. 31) gesehen (vgl. oben S. 455).

Nach meinen bisherigen Erfahrungen zu urteilen scheinen zwei Prädispositionsstellen für eine solche Verschmelzung der Dorsalzweige zu existieren, nämlich 1. an derjenigen Aortapartie, welche zuerst aus der Verschmelzung der beiden Aortae descendentes hervorging, und 2. an der caudalen Aortapartie. Ein Beispiel der ersten Kategorie finde ich bei meinem Embryo 13,2 mm, bei welchem nur die Dorsalzweige der 15. u. 16. Aortensegmente zu je einem unpaaren Stamm verschmolzen sind. Als Beispiele der 2. Kategorie hebe ich meine Embryonen von 16,2; 18,5; 21,1; 30,5; 52 und 65 mm Länge hervor. Bei allen diesen letztgenannten Embryonen war das caudalste, von der Aorta ausgehende Lumbalarterienpaar zu einem unpaaren Stamm verschmolzen; bei einzelnen ausserdem die am nächsten cranialwärts hiervon ausgehenden 1—3 Lumbalarterienpaare.

Ich finde es glaubhaft, dass die Verschmelzungen mittlerer Dorsalzweigpaare frühzeitiger (als diejenigen caudaler Dorsalzweigpaare) stattfinden und dass ihre nächste Ursache dieselbe ist, welche die beiden Aortae descendentes hier zuerst zur Verschmelzung bringt.

Die nächste Ursache zu der Verschmelzung caudaler Dorsalzweigpaare suche ich dagegen in denselben Faktoren, welche die Anfangspartien der Arteriae iliacae communes zur Verwachsung bringen.

Die einander segmental entsprechenden Dorsalzweige der beiden Aortae descendentes können unter Umständen in etwas ungleicher Höhe ausgehen, was nach der Verschmelzung der Aorta natürlich die Folge hat, dass die Dorsalzweige desselben Paares mehr oder weniger schief zu sitzen kommen. Noch beim Erwachsenen ist ein solcher Befund sehr gewöhnlich. Die Ursache desselben stammt wohl aber nicht immer von der oben erwähnten, frühen Embryonalzeit ab. Kleinere Höhenunterschiede können wohl auch später durch ungleiches Wachstum der Aortawände hervorgerufen werden.

III. Die Ventralzweige der Aorta.

Die schon von den unverschmolzenen Aortae descendentes ausgehenden, segmentalen Ventralzweige (Mall) gehen unmittelbar nach der Bildung der einfachen Aorta descendens paarweise von dieser ab. Die beiden Arterien eines und desselben Paares haben von Anfang an eine mehr mediale Lage als die Dorsalzweige; d. h. sie sitzen einander viel näher, als die beiden Arterien eines Dorsalzweigpaares es tun. Daraus erklärt sich — meiner Meinung nach — die Tatsache, dass die Ventralzweige konstant, die Dorsalzweige dagegen nur ausnahmsweise einander so stark genähert werden, dass sie zu einem unpaaren Gefässstamm verschmelzen können (vgl. Fig. 30 A—F).

Die Verschmelzung der Ventralzweigpaare zu unpaaren segmentalen Stämmen findet bei etwa 3—4,5 mm langen menschlichen Embryonen statt; sie scheint etwa in der Mitte der einfachen Aorta anzufangen und von hier aus sowohl cranial- wie caudalwärts fortzuschreiten. Noch bei einem 4,5 mm langen Embryo fand ich die caudalsten Ventralzweigpaare unverschmolzen.

Die nach Mall ursprünglich gleichgrossen Ventralzweige verändern sich bald in vielerlei Weise. Einzelne Zweigpaare bzw. Stämme vergrössern sich stark, während andere verkleinert werden und zugrunde gehen. So geht das gleichmässig segmentale Aussehen der Ventralzweige bald verloren.

Schon bei meinem jüngsten Embryo (3,4 mm lang, ohne Nackenbeuge) hatte sich das eine Ventralzweigpaar — und zwar dasjenige des 16. Aortensegmentes — bedeutend stärker als die anderen entwickelt (Fig. 3, Taf. 38). Und schon bei meinem 4,5 mm langen Embryo waren mehrere Ventralzweige nicht mehr zu sehen (Fig. 7, S. 435).

Von diesem letztgenannten Stadium ab sind die Anlagen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica

superior zu erkennen (Fig. 8, Taf. 41). Die Anlage der Arteria mesenterica inferior war dagegen erst bei einem 8 mm langen Embryo von anderen kleinen Ventralzweigen zu unterscheiden (Fig. 9, Taf. 41).

Über die Ausgangsstellen dieser drei Arterien in verschiedenen Entwicklungsstadien gibt folgende Tabelle (S. 504 u. 505) Aufschluss¹⁾.

Aus dieser Tabelle geht hervor:

1. Dass die Ursprungsstelle der Arteria coeliaca gewöhnlich von dem 8. oder 9. Aortensegmente bis zur Mitte des 20. Aortensegmentes, also um mehr als 11 Segmente caudalwärts wandert; dass aber diese Caudalwärtswanderung unter Umständen sowohl etwas kleiner wie auch etwas grösser sein kann. (Sie kann entweder am 19. Segment aufhören oder bis zur cranialen Grenze des 21. Segmentes fortsetzen).

2. Dass die Ursprungsstelle der Arteria mesenterica superior gewöhnlich von dem 11. bis zum 21. Aortensegment, also um etwa 10 Segmente caudalwärts wandert; dass sie aber unter Umständen schon am 20. Aortensegment stehen bleiben kann.

3. Dass die Ursprungsstelle der Arteria mesenterica inferior gewöhnlich von dem 20. bis zum 23. Aortensegment, also um etwa 3 Segmente caudalwärts wandert; dass sie aber unter Umständen ihre Wanderung etwas früher einstellen oder auch bis zur Mitte des 24. Aortensegmentes fortsetzen kann.

4. Dass die definitiven Ausgangsstellen dieser drei Arterien gewöhnlich schon Ende des 2. Embryonalmonats (bei etwa 2 cm langen Embryonen) erreicht sind.

5. Dass der Zwischenraum zwischen den Ausgangsstellen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior anfangs gewöhnlich etwa 2-3 Segmentlängen beträgt;

¹⁾ (cr.) bedeutet die craniale, (caud.) die caudale Partie des betreffenden Segmentes.

Länge des Embryos	Ausgangsstelle der			Arteria mesenterica inferior
	Arteria coeliaca	Arteria mesenterica superior		
4,5 mm Sch-St.L.	Grenze zw. 8. u. 9. Aortensegment	10. u. 11. Aortenseg. (mit 2 Wurzeln)		
5 mm	" " 8. u. 9.	12. u. 13. " (" 2 ")		
8 "	10.	12, 13. u. 14. (cr.) " (" 3 ")		20. Aortensegment
10 "	16.	17. u. 18. Aortensegm. " 2 ")		22 (caud.) " (zweifach)
10,3 "	" " 15. u. 16.	17. u. 18. " (" 1 ")		Grenze zw. 21. u. 22. Aortenseg.
11 "	14., 15. u. 16. Aortensegm. (zweifach)	16. u. 17. " (" 2 ")		23. Aortensegm. (mit 2 Wurzeln)
11,7 "	Grenze zw. 15. u. 16. Aortensegment	17. " (" 2 ")		Grenze zw. 21. u. 22. Aortenseg.
11,7 "	17.	18. " (" 1 ")		22. Aortensegment
13,2 "	16. u. 17. Aortensegm. (mit 3 Wurzeln)	18. u. 19. " (" 1 ")		22.
14 "	18. (cr.) " (" 1 ")	18. u. 19. " (" 1 ")		22. (cr.) "
16 "	20. (cr.) "	20. (caud.) " (" 1 ")		23. "
16,2 "	19. " (zweifach)	20. " (" 1 ")		Grenze zw. 22. u. 23. Aortenseg.
19 "	20. " (dreifach)	21. " (" 2 ")		23. Aortensegment
21,1 "	20.	Grenze zw. 20. u. 21. Aortensegm.		23.
22,7 "	20. (cr.) "	20. (caud.) "		23.
24 "	20.	21.		24.
32,6 "	20.	Grenze zw. 20. u. 21.		23.

Länge des Embryos	Ausgangsstelle der		
	Arteria coeliaca	Arteria mesenterica superior	Arteria mesenterica inferior
33 mm Sch.-St.-L.	20. Aortensegment	21. (cr.) Aortensegm.	23. Aortensegment
36,8 mm	20. (caud.) "	21. (cr.) "	23. (caud.) "
52 "	19. (cr.) "	20. "	23. "
65 "	19. (caud.) "	20. "	23. "
70 "	20. "	Grenze zw. 20. u. 21. "	23. "
110 (170 Total) mm	Grenze zw. 19. u. 20. Aortensegm.	20. "	Grenze zw. 23. u. 24. Aortenseg.
160 (230) "	20. "	" 20. u. 21. "	23. Aortensegment
170 (240) "	" 20. u. 21. "	21. "	Grenze zw. 23. u. 24. Aortenseg.
240 mm Total-L.	" 20. u. 21. "	21. "	23. Aortensegment
270 "	19. (caud.) "	20. Aortensegment (zweifach)	23. "
270 "	" 20. u. 21. "	21. "	23. (cr.) "
300 "	" 20. u. 21. "	21. (caud.) "	24. (cr.) "
330 "	" 20. "	Grenze zw. 20. u. 21. Aortensegm.	23. "
410 "	20. "	" 20. u. 21. "	Grenze zw. 22. u. 23. Aortenseg.
500 "	" 20. u. 21. "	21. "	23. Aortensegment
530 "	20. "	21. (cr.) "	23. (caud.) "

dass derselbe aber schon bei etwa 2 cm langen Embryonen die Grösse von nur einer halben Segmentlänge oder noch weniger erreichen kann.

Von den kleiner gebliebenen Ventralzweigen der Aorta gehen — wie erwähnt — einige schon frühzeitig spurlos zugrunde. Andere persistieren eine Zeitlang, werden durch Längsanastomosen mit den grösseren Ventralzweigen in Verbindung gesetzt und vermitteln so die erste Wanderung der letztgenannten, indem sie diese zuerst zwei-, drei- bis mehrwurzelig machen und dann die älteren Wurzeln durch starke Erweiterung ihrer eigenen Wurzelpartie ersetzen.

Bei dieser ersten Caudalwärtswanderung der grösseren Ventralzweige werden also die Wurzelpartien der kleineren Ventralzweige successive vergrössert, um als neue Wurzelpartie der grossen Ventralzweige vorübergehend zu funktionieren und dann selbst der Atrophie anheimzufallen. Diejenigen Ventralzweige, welche zu einer solchen „Wanderung“ benützt werden, gehen hierbei (wenigstens in ihrer proximalen Partie) selbst zugrunde.

Daraus erklärt sich, meiner Meinung nach, die Tatsache, dass kleinere Ventralzweige, welche als persistierende Segmentalzweige betrachtet werden können, nach der abgeschlossenen Caudalwärtswanderung der Darmarterien nur caudalwärts von der Arteria mesenterica inferior zu finden sind.

Die Arteria coeliaca kann natürlich nur im ersten Anfang ihrer Caudalwärtswanderung die segmentalen Ventralzweige als Wanderungsvermittler benutzen. Denn die meisten derselben sind schon von der nur wenige Segmente im voraus wandernden Arteria mesenterica superior ausgenutzt worden.

Wenn keine ventralen Segmentalzweige mehr für die Caudalwärtswanderung der Darmarterien zur Verfügung stehen, wandern sie — so viel ich aus meinem Material schliessen kann — unter Vermittelung von ganz neugebildeten Wurzeln weiter. Da die

Bildungsstellen dieser Wurzeln an der Aorta ganz unabhängig von der ursprünglichen Aortasegmentierung sind, so erklärt sich hieraus die Tatsache, dass alle die Darmarterien beim Erwachsenen keine konstante Lage gegenüber den segmentalen Dorsalzweigen der Aorta besitzen.

Da die *Arteria mesenterica inferior* für ihre Caudalwärtswanderung schon die Ventralzweige des 20. und 21. Aortensegmentes ausgenutzt hat, so ist es annehmbar, dass die *Arteria mesenterica superior* für den letzten Teil ihrer Caudalwärtswanderung auch die Bildung von neuen (nichtsegmentalen) Wurzeln zugreifen muss.

Betreff des Wanderungsmodus der *Arteria mesenterica inferior* hätte man annehmen können, dass diese Wanderung allein durch Vermittelung von segmentalen Ventralzweigen stattfände. Dies scheint aber nicht — oder wenigstens nicht immer — der Fall zu sein. Denn diese Arterie bleibt in ihrer Wanderung nicht selten an der Grenze zwischen zwei Aortensegmenten stehen, was ja darauf hindeutet, dass in diesen Fällen wenigstens der letzte Teil der Wanderung unter Vermittelung von einer neugebildeten, nichtsegmentalen Wurzel ausgeführt wurde.

In denjenigen Fällen aber, wenn die *Arteria mesenterica inferior* beim Erwachsenen gerade gegenüber dem 3. oder 4. Lumbalarterienpaar ausgeht, ist es sehr wohl möglich (aber nicht notwendig!), dass ihre Wurzelpartie von einem ursprünglich segmentalen Ventralzweig der Aorta her stammt. Die Wurzelpartien der *Arteria coeliaca* und der *Arteria mesenterica superior* stammen dagegen aller Wahrscheinlichkeit nach nicht aus den segmentalen Ventralzweigen.

Caudalwärts von der Ausgangsstelle der *Arteria mesenterica inferior* liegt auch die Möglichkeit vor, dass unter Umständen eine direkt von der Aorta ausgehende, ventrale Segmentalarterie zeitlebens persistieren kann. Denn die bei

älteren Embryonen und Erwachsenen bisweilen zu beobachtende kleine Arterie, welche gegenüber dem 4. Lumbalarterienpaar von der Aorta ausgeht, habe ich auch bei jüngeren Embryonen (von resp. 22,7 und 32,6 mm Länge) in derselben Höhe beobachtet (vgl. Fig. 22 und 24). Bei dem 22,7 mm langen Embryo konnte ich die Verzweigungen dieser Arterie bis in das Zuckerkandlsche Organ verfolgen.

Dass diese Segmental-Arterie aber konstant persistieren sollte (wie Frédéric (1897) behauptet), muss ich bestimmt in Abrede stellen. Denn in Schnittserien von vier älteren Embryonen (von resp. 24, 36,8, 65 und 70 mm Sch.-St.-Länge) habe ich sie vollständig vermisst.

Auch an der *Arteria sacralis media* können einzelne segmentale Ventralzweige entstehen, welche unter Umständen wohl auch zeitlebens persistieren können. (So habe ich bei einem 24 mm langen Embryo, Fig. 23, gegenüber dem 27. Dorsalzweigpaar eine kleine *Arteria recti* ausgehen gesehen).

Dagegen finde ich es weniger wahrscheinlich, dass die beim Erwachsenen zu findenden Ventralzweige der Brust-aorta, die *Arteriae oesophageae*, von den segmentalen Ventralzweigen herzuleiten seien. Denn diese gehen, sowie ich aus meinem Material urteilen kann, alle sehr frühzeitig zugrunde. Die *Arteriae oesophageae* sind also als sekundäre, nicht segmentale Ventralzweige zu betrachten. Ihre Zahl und Lage ist daher auch den grössten Variationen unterworfen. (Fig. 12.)

IV. Die Lateralzweige der Aorta.

Die Lateralzweige der Aorta stellen ursprünglich alle Urnierenarterien dar. Sie gehen zuerst (bei etwa 5 mm langen Embryonen) segmental — von dem 10. bis zum 16. Segment — heraus. Hand in Hand mit der folgenden starken Verlängerung der Urnieren vermehren sie sich aber stark und

zwar nicht nur dadurch, dass neue segmentale Lateralzweige sowohl cranialwärts von dem 10., wie caudalwärts von dem 16. Aortensegment gebildet werden, sondern auch dadurch, dass zwischen den segmentalen nichtsegmentale (vgl. oben S. 423, Tandler) Lateralzweige in wechselnder Zahl auftreten. So fand ich bei einem 8 mm langen Embryo, dass jederseits nicht weniger als 20 Urnierenarterien von dem 7. bis zu dem 20. Aortensegment ausgingen. (Vgl. Fig. 8 und 9, Taf. 41.)

Die cranialsten Urnierenarterien haben offenbar nur ein sehr kurzes Dasein. Denn schon bei 10,3 bis 11,7 mm langen Embryonen (Fig. 12—15) waren keine Lateralzweige mehr cranialwärts von dem 12. bzw. dem 13. Aortensegment zu finden. Diese Atrophie der cranialen Lateralzweige schreitet in den folgenden Stadien weiter caudalwärts fort. So fand ich bei 13,2—14 mm langen Embryonen (Fig. 16 und 17) keine Lateralzweige mehr cranialwärts von dem 17. Aortensegment ausgehen. Der cranialste Lateralzweig bei einem 16,2 mm langen Embryo (Fig. 19) ging von dem 20. und bei einem 19 mm langen Embryo (Fig. 20) von dem 21. Aortensegment heraus. Nach diesem Stadium scheint keine Atrophie der cranialen Lateralzweige mehr stattzufinden.

Gleichzeitig mit dieser Atrophie der cranialen Lateralzweige findet eine Neubildung von caudalen Lateralzweigen statt. So finde ich schon bei etwa 12 mm langen Embryonen, dass neue Urnierenarterien von den 21. und 22. Aortensegmenten ausgehen. (In der Regel scheinen keine Lateralzweige caudalwärts von dem 22. Aortensegment angelegt zu werden. Bei einem 19 mm langen Embryo sah ich aber Lateralzweige von der cranialen Grenze und bei einem 36,8 mm langen Embryo von dem cranialen Teil des 23. Aortensegmentes ausgehen.)

Diese zuletzt gebildeten Urnierenarterien scheinen gar nicht segmental angelegt zu werden. Sie können an jeder beliebigen Stelle der Lateralseite eines Aortensegmentes entstehen; ich

muss es also meiner Erfahrung nach als reinen Zufall bezeichnen, wenn sie in derselben Höhe wie ein Lumbalarterienpaar auszugehen kommen.

Es ist diese Tatsache von recht grossem Interesse. Denn da es gerade diese zuletzt gebildeten Lateralzweige sind, welche allein bei älteren Embryonen und beim Erwachsenen persistieren, so erklärt sich mit einmal, warum die Ausgangsstellen der Lateralzweige des Erwachsenen so stark variieren.

Wie schon erwähnt, sind die Lateralzweige der Aorta meiner Erfahrung nach ursprünglich alle Urnierenarterien. Einige dieser Arterien liefern aber, sobald die Nebennieren und die Geschlechtsdrüsen angelegt worden sind, Nutrition auch zu diesen Organen.

Zu den ursprünglich relativ langgestreckten und longitudinal verlaufenden Geschlechtsdrüsenanlagen gehen zuerst Zweige wahrscheinlich von mehreren Urnierenarterien. Bei der Verkürzung und anfangenden Verlagerung der Geschlechtsdrüse bleibt aber gewöhnlich nur eine dieser Arterien als die *Arteria spermatica interna* bestehen. Dieselbe versorgt auch den bleibenden Rest der Urniere. — Diese *Arteria spermatica interna* ist schon bei etwa 2 cm langen Embryonen als solche zu erkennen. Sie geht schon dann gewöhnlich von dem 22. Aorten-segment, also in der definitiven Höhe, von der Aorta ab.

Sehr wenig wahrscheinlich finde ich die Möglichkeit, dass die *Arteria spermatica interna* auch beim Menschen nur ausnahmsweise von einer Urnierenarterie, sondern in der Regel als ein ganz neuer und selbständiger Aortenzweig entstehen sollte, wie dies Clark (1900) und Hill (1907) beim Schwein beschrieben haben.

Auch zu jeder Nebennierenanlage geben ursprünglich mehrere Urnierenarterien Zweige ab. So z. B. sehe ich bei einem etwa 10 mm langen Embryo sechs Urnierenarterien der rechten Seite Zweige auch zu der betreffenden Nebenniere

senden. Diese Urnierenarterien, welche in diesem Stadium von den 14.—16. Aortensegmenten ausgehen, gehen — wie schon oben erwähnt wurde — bald zugrunde. Die in dem Inneren der Nebenniere existierenden Arterien gewinnen aber offenbar im voraus allmählich neue Verbindungen mit immer mehr caudal ausgehenden Urnierenarterien, Hand in Hand damit, dass die Nebenniere caudalwärts verschoben wird. So finde ich die die rechte Nebenniere versorgenden Urnierenarterien bei einem 11,7 mm langen Embryo (Fig. 14) von dem 13.—18., bei zwei 13—14 mm langen Embryonen (Fig. 16 und 17) von den 17.—20., und bei einem etwa 16 mm langen Embryo (Fig. 18) von den 20. und 21. Aortensegmenten ausgehen. Etwa in der letztgenannten Höhe gehen die *Arteriae suprarenales* auch beim Erwachsenen von der Aorta ab.

Es findet also hier eine „Caudalwärtswanderung“ der gemeinsamen Nebennieren- und Urnierenarterien statt, welche gewissermassen an die Caudalwärtswanderung der Darmarterien erinnert; nur mit dem allerdings grossen Unterschied, dass die betreffenden Nebennierenarterien hierbei nicht nur ihre Wurzelpartien, sondern auch ihre Stammportionen umtauschen.

Die letzten mit den inneren Nebennierengefässen in Verbindung getretenen Urnierenarterien sind gewöhnlich weniger zahlreich als die ersten. Vom Anfang des 3. Embryonalmonats an finde ich im allgemeinen jederseits nur 2 bis 3 solche Arterien; in einzelnen Fällen sogar nur eine. Bei etwa 2 cm langen Embryonen verlieren diese Arterien vollständig ihre ursprünglichen Beziehungen zu den Urnieren und werden so ganz und gar von den Nebennieren übernommen. Von dieser Zeit ab finde ich es angemessen, sie als *Arteriae suprarenales* zu bezeichnen. Sie gehen gewöhnlich jederseits zu Zwei- oder Dreizahl und zwar alle direkt von der Aorta ab. Nach der gewöhnlichen Nomenclatur würde man sie also alle als *Arteriae suprarenales mediae* bezeichnen müssen.

Die cranialste von diesen Nebennierenarterien gibt oft auch einen Nebenzweig zu der naheliegenden Zwerchfellshälfte ab. Indem nun dieser Zwerchfellzweig in den späteren Entwicklungsstadien relativ stark wird, imponiert er als die eigentliche Fortsetzung des Gefässstammes, der daher beim Erwachsenen *Arteria phrenica (inferior)* benannt worden ist; der frühere Hauptzweig dagegen behält allein den Namen *Arteria suprarenalis (superior)*.

Sehr oft geht aber die Zwerchfellarterie nicht von der cranialsten Nebennierenarterie, sondern von der *Arteria coeliaca* oder einem ihrer Zweige ab. Die Zweigchen, die eine solche *Arteria phrenica inferior* oft zu der betreffenden Nebenniere abgibt, haben natürlich nichts mit den ursprünglichen Urnierenarterien zu tun (vgl. oben S. 417).

Die Nierenarterien entstehen bekanntlich erst dann, wenn die Nieren ihre definitive Lage fast erreicht haben (Hochstetter, 1892, Hauch, 1901, Pohlman, 1905 und Hill, 1905). Vor dieser Zeit fehlen ihnen aber nicht — wie die oben erwähnten Autoren behauptet haben — Blutgefässe. Wie ich neulich (Broman, 1907) habe zeigen können, existieren in den Nieren, ehe diese noch Arterien bekommen haben, venöse Gefässe, welche einem vorübergehenden Nierenpfortadersystem angehören.

Erst bei etwa 2 cm langen menschlichen Embryonen habe ich Arterienzweige in die Nieren hinein verfolgen können. Diese kamen zuerst fast immer von der caudalsten Nebennierenarterie der betreffenden Seite. Ich nehme daher an, dass die *Arteria renalis* in der Regel von der caudalsten *Arteria suprarenalis* als ein Nebenzweig gebildet wird, der sich aber bald so stark vergrössert, dass er als Hauptzweig imponiert. Anstatt zu sagen, dass sich die *Arteria renalis* von der *Arteria suprarenalis inferior* abzweigt, betrachten wir daher beim

Erwachsenen umgekehrt die *Arteria suprarenalis inferior* als Zweig der *Arteria renalis*.

Auch die *Arteria renalis* stammt also wahrscheinlich in der Regel von einer ursprünglichen *Urnierenarterie* ab. Sehr oft scheinen auch eine oder mehrere der caudalwärts von den *Nebennierenarterien* liegenden *Urnierenarterien* zu den Nieren Zweige zu senden, welche zusammen mit den Stammportionen der betreffenden *Urnierenarterie* nach dem Zugrundegehen der *Urnieren* als überzählige *Nierenarterien* persistieren können (vgl. oben S. 424).

Dass die *Arteriae renales* auch beim Menschen in der Regel ganz neugebildete Arterien sein sollten, welche mit den ursprünglichen *Urnierenarterien* nichts zu tun haben sollten, (so wie Hochstetter (1892) und Hill (1905) es bei Säugetieren beschrieben haben) finde ich, bis stärkere Beweise vorliegen, sehr unwahrscheinlich.

Die normalen *Arteriae renales* gehen von Anfang an gewöhnlich von dem 21. Aortensegment heraus. Überzählige *Arteriae renales*, welche von ursprünglichen *Urnierenarterien* stammen, kommen gewöhnlich von den 21. und 22. Aortensegmenten. Weiter caudal von der Aorta, der *Arteria sacralis media* oder den *Arteriae iliacae* ausgehende *Arteriae renales* stammen dagegen im allgemeinen nicht von *Urnierenarterien* ab, sondern sind als jüngere Gefässe zu betrachten.

Von recht grossem Interesse finde ich meine Beobachtung, dass die normalen *Arteriae renales* zuerst constant mehr oder weniger stark *descendent* zu den Nieren verlaufen. Diese Tatsache lässt sich — glaube ich — am einfachsten in folgender Weise erklären:

Die caudalste *Nebennierenarterie*, welche ursprünglich *transversal* verlief, wird Anfang des 3. Embryonalmonats allmählich *descendent*, und zwar dadurch, dass die *Nebennieren* nach der Schliessung des Zwerchfells sich bei ihrem Wachstum relativ

stark caudalwärts ausbreiten muss. Da es nun dieselbe Arterie ist, welche auch die Niere versorgt und später als die *Arteria renalis* bezeichnet wird, so erklärt es sich daraus, dass die *Arteria renalis* zu ihrem Ziel descendent verläuft, obgleich die Nieren nicht caudalwärts sondern ganz umgekehrt verlagert worden sind. Ende des 3. bis Anfang des 5. Embryonalmonats beginnen die *Arteriae renales* indessen gewöhnlich ihre definitive transversale Lage einzunehmen, indem die Nebennieren relativ kleiner werden und die Nieren dann noch etwas höher hinaufrücken können.

Nach G. Schwalbe (1878) sollen die Nierenarterien erst beim Erwachsenen ihre definitive transversale Lage einnehmen.

Diejenigen Urnierenarterien, welche von den 21. und 22. Aortensegmenten ausgehen, aber weder als Nebennieren-, Nieren- oder Geschlechtsdrüsenarterien verwendet werden, gehen entweder zugrunde oder sie persistieren als kleine Lateralzweige, welche nur das retroperitoneale Bindegewebe etc. versorgen.

Diejenigen kleinen Lateralzweige, welche caudalwärts von dem 22. Aortensegment ausgehen, sind wohl im allgemeinen als spät gebildete Gefässe zu betrachten. Denkbar wäre natürlich auch, dass sie unter Umständen von früheren Urnierengefässen stammen, welche abnorm tief von der Aorta ausgingen.

Die Lateralzweige der Aorta können beim Erwachsenen entweder rein lateral, ventro-lateral oder fast ventral von der Aorta ausgehen. Bei jüngeren Embryonen gehen sie alle rein lateral von der Aorta aus; sehr oft findet man aber bei diesen Embryonen, dass sie in zwei Reihen (einer grösseren mehr dorsalen und einer kleineren mehr ventralen Reihe) sitzen. Aus der mehr dorsalen Reihe gehen die später rein lateral ausgehenden Zweige hervor; aus der mehr ventralen Reihe stammen die später ventro-lateral oder fast ventral ausgehenden Lateralzweige. In sehr seltenen Fällen können zwei Lateralzweige der letzten Kategorie von verschiedenen Seiten her einander sogar

so nahe rücken, dass sie in der Medianebene zu einem kurzen unpaaren Stamm verschmelzen.

In welchen Weisen können Gefässwurzeln „wandern“?

Es ist dies eine Frage, die — obwohl von allgemeiner Natur und grosser Wichtigkeit — so viel ich weiss, bisher von niemand eingehend beantwortet worden ist.

Ich werde es daher nun versuchen, alle die mir — entweder aus der Literatur oder aus eigenen Erfahrungen und Erwägungen — bekannt gewordenen bzw. theoretisch denkbaren „Wanderungs“-Modi der Gefässursprünge systematisch zusammenzustellen.

Hierbei unterscheide ich in erster Linie eine wahre Gefässwurzelwanderung von einer scheinbaren. Unter wahrer Gefässwurzelwanderung verstehe ich aber keine Wanderung im gewöhnlichen Sinne¹⁾, sondern nur das Verhältnis, dass ein Gefäss mit bestimmtem Ausbreitungsgebiet in einem späteren Entwicklungsstadium an einer anderen Stelle ausgeht als in einem frühzeitigen Stadium. Wenn z. B. die Arterie des Colon descendens, die Arteria mesenteria inferior, in frühzeitigeren Stadien konstant vom 20. Aortensegment, in späteren Stadien aber ebenso konstant vom 23. Aortensegment ausgeht, so hat hier eine „wahre Wanderung“ (im unseren Sinne) ihrer Ursprungspartie (= ihrer Wurzel) stattgefunden, gleichgültig in welcher Weise diese Wanderung im übrigen durchgeführt wurde. — Wenn es andererseits z. B. konstatiert werden kann, dass die Arteriae subclaviae in zwei verschiedenen Entwicklungsstadien jederseits von dem 7. Aortensegment ausgehen, dass sie sich aber in dem frühzeitigeren Stadium beide von der einfach gewordenen Aorta descendens, in dem späteren Stadium

¹⁾ Eine wahre Wanderung im gewöhnlichen Sinne (d. h. ohne ihr Baumaterial ganz oder teilweise umzutauschen) können — soviel ich verstehe — die Gefässwurzeln nicht ausführen.

dagegen von den doppelten Aortae descendentes abzweigen, so hat hier nur eine scheinbare Wanderung der Wurzel der Arteriae subclaviae stattgefunden (vgl. Fig. 40).

A. Die wahre Gefässwurzelwanderung kann durchgeführt werden:

I. Durch Bildung von einer ganz neuen Gefässwurzel (einem sogenannten Kollateralgefäss) mit nachfolgender Atrophie der alten Wurzel. (Vgl. Fig. 32.)

Fig. 32.

Fig. 33.

Fig. 32 stellt die Aorta mit zwei segmentalen Ventralzweigen dar, von welchen der craniale eine zweite sekundäre (caudale) Wanderungswurzel bekommen hat. — Fig. 33 stellt die Aorta mit fünf segmentalen Ventralzweigen dar, von welchen die vier cranialen durch eine sekundäre Längsanastomose miteinander verbunden sind.

Die äusseren Konturen bezeichnen die ursprünglicheren, die inneren Konturen die definitiven Gefässe.

Mall (1891) nahm an, dass die von ihm entdeckte Caudalwärtswanderung der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior in dieser Weise stattfand. Tandler (1903 : 2) scheint aber diesen Wanderungsmodus für die Baucharterien nicht acceptieren zu wollen. — Meiner Meinung nach ist dieser Wanderungsmodus als der einfachste und wohl auch als der am gewöhnlichsten vorkommende zu betrachten.

II. Durch Bildung von Anastomosen zwischen naheliegenden Wurzeln verschiedener Gefässe mit nachfolgender

Atrophie einiger der alten Wurzeln. (Fig. 33). In dieser Weise „wandern“ diejenigen Gefäße, welche ihre ursprünglichen Wurzeln verlieren, zu der persistierenden Wurzel hin.

Zu dieser Kategorie gehört die von Tandler gefundene Bildung von Längsanastomosen zwischen denjenigen segmentalen Ventralzweigen der Aorta, welche die Anlage der Arteria omphalomesenterica darstellen. Durch Vermittelung einer solchen Längsanastomose zwischen im voraus existierenden Segmentalarterien wandert nach Tandler die Anlage der

Fig. 34.

Arteria mesenterica superior in frühzeitigen Entwicklungsstadien caudalwärts.

III. Durch partielle Abschnürung einer Gefäßwurzel von einem Gefäßstamm.

Eine solche Abschnürung kann entweder:

1. von dem Gefäßwinkel wie in Fig. 34A oder
2. von einer intermediären Partie der Gefäßstammwand, wie in Fig. 34A¹, ausgehen. Dieser letztgenannte Wanderungsmodus ist — soviel ich Tandler recht verstehe — mit dem von diesem Autor unter dem Namen „Inselbildung“ aufgenommenen Modus identisch.

IV. Durch partielle Verwachsung einer Gefäßwurzel mit dem sie aussendenden Gefäßstamm (oder ausserdem mit einem Stamm höherer Ordnung) und nachfolgende Atrophie der

Fig. 35.

Fig. 36.

durch die Verwachsung entstandenen gemeinsamen Wandpartie (Fig. 35).

V. Durch relativ starke Erweiterung der Gefäßwurzel bei einseitigem Erweiterungshindernis (Fig. 36). — Wenn kein solches Hindernis existiert hätte, würde sich die betreffende

Gefässwurzel nach allen Seiten hin gleichmässig erweitert haben und ihre Achse würde keine Verschiebung erfahren haben. Bei einseitigem Erweiterungshindernis muss sich natürlich die Achse nach der Richtung des kleineren Widerstandes verschieben. Man muss sich hierbei denken, dass eine gewisse Partie der Stammwand in die Wurzelwand aufgenommen wird (vgl. Fig. 36 A und B). — Diese Gefässwurzelwanderung kann selbstverständlich nie bedeutend werden.

Fig. 37.

VI. Vielleicht durch Tandlers „aktive Wanderung“. Wie ich durch die Fig. 37 deutlich zu machen versuche, würde hierbei ein gegenseitiger Umtausch von Wandpartien zwischen dem Gefässstamm und der davon ausgehenden Gefässwurzel stattfinden.

Meiner Meinung nach ist die Existenz einer solchen „aktiven Gefässwanderung“ bisher durch keine Tatsache gestützt worden. Da diese „aktive Wanderung“ ausserdem mechanisch sehr kompliziert und für eine befriedigende Erklärung keiner Gefässwurzelwanderung nötig ist, so möchte ich sie bis auf weiteres lieber bestreiten denn annehmen.

B. Die scheinbare Gefäßwurzelwanderung.

Eine Gefäßwurzelwanderung kann simuliert werden:

I. Durch ungleiches Wachstum des die Gefäßwurzeln aussendenden Gefäßstammes (Fig. 38).

Fig. 38.

Fig. 39.

II. Durch wahre Wanderung von nahesitzenden Gefäßwurzeln, welche irrtümlich als stillsitzend betrachtet werden (vgl. Fig. 32 A und B oder Fig. 33 A und B).

III. Durch Abschnürung des eine Gefässwurzel aussendenden Gefässstammes (Fig. 39).

IV. Durch Verwachsung des eine Gefässwurzel aussendenden Gefässstammes mit einem anderen (Fig. 40).

Fig. 40.

Fig. 41.

V. Durch Verwachsung von zwei naheliegenden Gefässwurzeln zu einer unpaaren Gefässwurzel, die durch ihre Grösse und Richtung als eine Partie des ursprünglichen Hauptstammes imponiert (Fig. 40).

VI. Durch relativ starke Erweiterung einer Gefässwurzel, wodurch eine kleinere nahesitzende Gefässwurzel als Zweig auf die sich erweiternde Wurzel übergeht (Fig. 41).

VII. Durch relativ starke Erweiterung von zwei (oder mehr) nahesitzenden Gefässwurzeln, wodurch die gegeneinander sehenden Wände dieser Gefässwurzeln einander absolut näher rücken (Fig. 42) und unter Umständen sogar miteinander verschmelzen.

Fig. 42.

Überblick über die Entwicklung der Zweige der menschlichen Bauchaorta.

Schon ehe die beiden Aortae descendentes angefangen haben, miteinander zu einer einfachen Aorta zu verschmelzen, senden sie mit regelmässigen Zwischenräumen je eine Reihe etwa gleichgrosser Ventralzweige heraus, die wir als segmental bezeichnen können (Mall). Bald nachher¹⁾ entstehen in denselben Höhen auch segmentale Dorsalzweige der beiden Aortae. Diese gehen aber mehr lateral als die Ventralzweige von den Aorten ab (vgl. Fig. 30a, S. 499).

¹⁾ Da Mall (1897) bei seinem 2,1 mm langen Embryo die Ventralzweige beschreibt, aber keine Dorsalzweige erwähnt, muss ich wohl annehmen, dass solche noch nicht vorhanden waren.

Wenn nun in einem folgenden Stadium die beiden Aortae in der Medianebene miteinander verschmelzen, kommen die erwähnten Segmentalzweige von der einfachen Aorta paarweise auszugehen (Fig. 30 b).

Zu dieser Zeit (bei 3—5 mm langen Embryonen) zeigt die menschliche Aorta segmentale Verdickungen (vgl. Fig. 3, Taf. 38, und Fig. 8 Taf. 41) in ähnlicher Weise, wie wir dies zeitlebens bei gewissen Fischen (Cyprinoiden) finden (Owen 1866). Von der Mitte jeder Verdickung, d. h. jedes Aortensegmentes, geht ventralwärts ein Dorsalzweigpaar heraus. Die Ventralzweige gehen durch das Mesenterium dorsale zu den Wänden des Darmes und setzen sich teilweise auf die Wände der Dotterblase fort. Die Dorsalzweige gehen zu den Körperwänden.

Zu bemerken ist, dass diese Segmentalzweige zwischen den Muskelsegmenten verlaufen. Wenn man sich zu diesen referiert, sind sie also nicht als segmentale, sondern als intersegmentale Gefässe zu betrachten. Man könnte dieses Verhältnis auch so ausdrücken: die Aortensegmente alternieren mit den Muskelsegmenten.

In einem etwas späteren Stadium entwickelt sich von den in der Höhe der Urnieren liegenden Aortensegmenten auch je ein Lateralzweigpaar. Diese Lateralzweige, welche also ebenfalls segmental sind, gehen alle zu den Urnieren.

Ein durch die Mitte eines solchen Aortensegmentes gelegter Querschnitt trifft also auf einmal die Ausgangsstellen von 3 Zweigpaaren: einem Dorsal-, einem Lateral- und einem Ventralzweigpaar. Ein solcher Querschnitt stimmt also der Hauptsache nach mit dem von Mackay (1889) gegebenen, hypothetischen Querschnitt eines Wirbeltierkörpers (Fig. 43) fast vollständig überein. Was Mackay als Wahrscheinlichkeit, betreffs der ursprünglichen Gefässordnung bei den

Wirbeltieren im allgemeinen hervorgehoben hat, können wir also beim Menschen als Tatsache feststellen (Fig. 43).

Diese schematische Gefässanordnung wird aber bald mehr oder weniger stark verändert.

Fig. 43.

Schema der in einem Querschnitt eines Wirbeltierkörpers sichtbaren Arterien.
(Nach Mackay, 1889.)

Das Schicksal der Dorsalzweige.

Am wenigsten verändern sich die Dorsalzweige der Bauch-aorta. Sie persistieren zeitlebens als *Arteriae lumbales* (einschliesslich der *Arteria subcostalis*).

Die beiden Arterien eines Dorsalzweigepaares gehen ursprünglich relativ weit voneinander entfernt von der Aorta aus. Schon Ende des 1. Embryonalmonats beginnen sie aber einander näher zu rücken, bis sie gewöhnlich im 2. Embryonalmonat ihre definitive relative Lage erreicht haben (Fig. 30 f).

Diese Medialwärtswanderung der Dorsalzweige ist wahrscheinlich nur scheinbar und zwar dadurch hervorgerufen, dass

die zwischenliegende Aortawandpartie entweder im Wachstum nachgeblieben oder sogar einer Rückbildung anheimgefallen ist. In vielen Fällen nämlich geht die Medialwärtswanderung der Dorsalzweige so weit, dass die beiden Arterien sich zuletzt in der Medianebene berühren und hier miteinander zu einem unpaaren Stamm verwachsen (Fig. 31, S. 500). In diesen Fällen muss man wohl annehmen, dass die zwischenliegende Aortawandpartie durch Atrophie ganz zugrunde gegangen ist.

Auf diese Weise können in seltenen Fällen alle Dorsalzweigpaare sowohl in der Bauch- wie in der Brustregion zu unpaaren Stämmen verschmelzen. Einen solchen Fall hat Ernst (1899) bei einem Erwachsenen beschrieben.

Zwischen diesem Fall und dem gewöhnlichsten Befund, dass die Dorsalzweige noch beim Erwachsenen alle paarig von der Aorta ausgehen, gibt es alle Übergänge.

Relativ oft findet man, dass bei einem Individuum nur ein einziges Dorsalzweigpaar zu einem unpaaren Stamm verschmolzen hat. In solchen Fällen pflegt der betreffende Stamm entweder an der untersten oder an der mittleren Aortapartie zu finden zu sein. Meine Befunde an menschlichen Embryonen sprechen auch dafür, dass sich an der Aorta zwei Prädispositionsstellen finden, wo die Dorsalzweige am leichtesten verschmelzen, nämlich 1. an derjenigen Aortapartie, welche zuerst aus der Verschmelzung der beiden Aortae descendentes hervorging, und 2. an der caudalen Aortapartie. An diesen beiden Stellen sind wahrscheinlich diejenigen Kräfte welche die zwischen den beiden Dorsalzweigreihen liegende Aortawandpartie zum Schwunde bringen können, am stärksten entwickelt.

Das Schicksal der Ventralzweige.

Das ursprüngliche Verhältnis der segmentalen Ventralzweige der Aorta wird schon frühzeitig sehr stark verändert.

Von den ursprünglich etwa gleichgrossen Ventralzweigen vergrössern sich bald einzelne relativ stark, um ein grösseres Verzweigungsgebiet zu übernehmen, während andere im Wachstum nachbleiben oder sogar der Atrophie anheimfallen. So fand ich z. B. bei einem 3,4 mm langen Embryo, dass das Ventralzweigpaar des 16. Aortensegmentes bedeutend grösser als die übrigen war¹⁾ und dass von den 4—6 Aortensegmenten, an welchen Mall (1897) bei einem jüngeren Embryo Ventralzweige beobachtet hatte, keine solche mehr ausgingen (Fig. 3, Taf. 38).

Die von der einfach gewordenen Aorta ausgehenden Ventralzweigpaare verschmelzen alle Ende der 3. Embryonalwoche mit ihren proximalen Partien zu segmentalen unpaaren Stämmen. Derselbe Prozess, welcher unter Umständen ein Dorsalzweigpaar zu einem medianen Dorsalstamm umwandeln kann, wandelt also regelmässig jedes von der einfachen Aorta ausgehende Ventralzweigpaar in einen medianen Ventralstamm um (Fig. 30, S. 499).

Die nächste Ursache zu dieser regelmässigen Verschmelzung der beiden Arterien eines Ventralzweigpaares ist — meiner Meinung nach — in der Tatsache zu suchen, dass diese einander von Anfang an viel näher sitzen, als die beiden Arterien eines Dorsalzweigpaares. Es braucht also nur eine sehr schmale mediane Aortenwandpartie zugrunde zu gehen, um die beiden Arterien eines Ventralzweigpaares miteinander in Kontakt zu bringen. Bei der Verdünnung und sagittalen Verlängerung des Mesenterium dorsale, in welchem die beiden Arterien eines Ventralzweigpaares zunächst verlaufen, werden diese wahrscheinlich gegeneinander gepresst und so zur Verwachsung gezwungen.

¹⁾ Ich finde es sehr glaubhaft, dass dieses Ventralzweigpaar in den nächstfolgenden Stadien relativ kleiner als mehr cranial ausgehenden Zweigpaare wird.

Diese Verschmelzung der Ventralzweigpaare zu einfachen Ventralstämmen scheint etwa in der Mitte der einfachen Aorta anzufangen und von hier aus sowohl cranial- wie caudalwärts fortzuschreiten.

Unmittelbar nach dem Einfachwerden der Ventralzweige können diese unter Umständen eine lückenlose Reihe von segmental angehenden Gefäßen bilden (Tandler). Einzelne mittlere Ventralzweigpaare scheinen aber oft schon vor der Verschmelzung zugrunde zu gehen, so dass die Reihe der einfachen segmentalen Stämme von Lücken unterbrochen wird.

Aus den segmentalen Ventralstämmen entstehen nun die definitiven Magen-Darmarterien und zwar zunächst dadurch, dass die meisten Ventralstämme zugrunde gehen, während sich nur drei weiter ausbilden.

Von diesen sind die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior schon bei 4,5—5 mm langen Embryonen zu erkennen. Die Anlage der Arteria mesenterica inferior markiert sich dagegen deutlich erst bei etwa 8 mm langen Embryonen.

Wie zuerst Mall (1891, 1897) gefunden hat, gehen die Arteria coeliaca und die A. mes. sup. ursprünglich viel höher (d. h. mehr cranial) von der Aorta heraus, als später. Es muss also angenommen werden, dass die Ausgangsstellen dieser Arterien während der Embryonalzeit an der Aorta caudalwärts verschoben werden. Tandler (1903), der diese Beobachtung bestätigt hat, hat auch betreffs der Ausgangsstelle der Arteria mesenterica inferior eine ähnliche, wenn auch kleinere Caudalwärtswanderung feststellen können.

Diese „Wanderung“ der Eingeweidearterien findet — meiner Meinung nach — wahrscheinlich nur in zweierlei Weise statt, nämlich:

I. Durch Ausbildung einer Längsanastomose zwischen der „wandernden“ Eingeweidearterie und den unmittelbar caudal-

wärts von ihr ausgehenden Segmentalstämmen mit nachfolgender Atrophie der cranialen Arterienwurzeln (Tandler).

Auf diese Weise bekommt die wandernde Arterie zuerst zwei bis mehrere, von der Aorta segmental ausgehende Wurzeln; und dann verliert sie dieselben allmählich wieder mit Ausnahme der caudalsten (Fig. 33). Gleichzeitig mit dieser Wanderung der betreffenden Eingeweidearterie verliert also die Aorta die an der Wanderungsstrecke ausgehenden segmentalen Ventralstämme.

Nachdem diese Wanderungsmöglichkeit vollständig ausgenutzt worden ist, und unter Umständen vielleicht auch früher setzt sich die betreffende Wanderung in einem etwas anderen Modus fort; nämlich:

II. Durch Ausbildung von nichtsegmentalen Anastomosen der wandernden Arterie direkt mit der Aorta und nachfolgende Atrophie der älteren, cranialen Wurzel (Fig. 32).

Durch Wiederholung dieser Prozesse führen wahrscheinlich regelmässig sowohl die *Arteria coeliaca* wie die *Arteria mesenterica superior* den letzten Teil ihrer Wanderung aus. Dasselbe scheint oft mit der *Arteria mesenterica inferior* der Fall zu sein.

Nach meinem Material zu urteilen, wandert in diesen beiden Weisen die *Arteria coeliaca* um etwa 11 Aortensegmente caudalwärts. Von diesen scheinen die ersten 2—3 Segmente nach dem Modus I, die übrigen nach dem Modus II zurückgelegt zu werden.

Die *Arteria mesenterica superior* wandert um etwa 10 Segmente, wovon für die ersten neun Segmente der Modus I allein verwendet werden kann. Der Modus II kommt regelmässig am letzten Segment vor. Auch scheint er mit dem Modus I gemischt an den ersten neun Segmenten vorkommen zu können.

Die *Arteria mesenterica inferior* wandert — wie Tandler richtig beschrieben hat — um etwa 3 Aortensegmente

caudalwärts. Diese Wanderung könnte ganz und gar nach dem Modus I durchgeführt werden. Oft wird indessen der letzte Teil der Wanderung nach dem Modus II vollgebracht; und ich finde es sehr wahrscheinlich, dass diese beiden Modi oft bei der ganzen Wanderung kombiniert vorkommen.

Die nächste Ursache der beschriebenen Caudalwärtswanderung der Arterien des Magen-Darmkanales ist — wie schon von Mall angedeutet wurde — offenbar in der gleichzeitig stattfindenden Caudalwärtsverschiebung des Magen-Darmkanales selbst zu suchen. Da nun diese Verschiebung am stärksten den Magen und den cranialen Darmteil betrifft, so erklärt sich — glaube ich — hieraus, warum die Arteria coeliaca und die Arteria mesenterica superior um so viele Segmente, die Arteria mesenterica inferior dagegen nur um etwa 3 Segmente caudalwärts wandern.

Aus dem Obenstehenden geht es hervor, dass die definitiven Wurzelpartien der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior nie und diejenige der Arteria mesenterica inferior nicht immer von ursprünglichen, segmentalen Ventralzweigen stammen.

Unter Umständen können die segmentalen Ventralstämme des 23. und des 24. Aortensegmentes zeitlebens persistieren und zwar derjenige des 23. Segmentes als die definitive Wurzel der Arteria mesenterica inferior, derjenige des 24. Aortensegmentes als die gegenüber des 4. Lumbalarterienpaares oft ausgehende kleine Arterie zum Bindegewebe.

Meine Befunde widersprechen der Annahme von Tandler, dass beim menschlichen Embryo die Anlage der Arteria coeliaca eine Zeitlang konstant mit der Anlage der Arteria mesenterica superior durch eine Längsanastomose in weiter Verbindung stehen sollte. Dagegen finde ich es wahrscheinlich, dass dies in Ausnahmefällen der Fall ist. Wenn dann secundär die normale Ursprungspartie der Arteria coeliaca

zugrunde geht, entsteht — wie Tandler hervorgehoben hat — eine *Arteria coeliaco-mesenterica*, (beim Menschen) welche (von der Aorta einfach ausgehend) sowohl das Gebiet der *Arteria coeliaca* wie dasjenige der *Arteria mesenteria superior* versorgt.

Dagegen finde ich es unwahrscheinlich, dass die von Bühler (1904) bei einem Erwachsenen gefundene anomale Anastomose zwischen den Stämmen der *Arteria coeliaca* und der *Arteria mesenterica superior* von einer frühembryonalen Längsanastomose stammen sollte. Denn die letztgenannte Anastomose verbindet nur ursprüngliche segmentale Ventralzweige miteinander, und sowohl die Wurzel der *Arteria coeliaca* wie diejenige der *Arteria mesenterica superior* sind — wie ich oben zu zeigen versucht habe — nicht als Segmentalzweige zu betrachten. Ich nehme also an, dass die von Bühler beschriebene Längsanastomose eine spätembryonale oder vielleicht sogar postembryonale Bildung ist. Ich gestehe aber gern, dass ich an die von Bühler gegebene Erklärung, die ich anfangs sehr bestechend fand, eine Zeitlang geglaubt habe.

Sehr verlockend ist es, auch eine andere Anomalie der *Arteria coeliaca* als Persistenz von frühembryonalen Verhältnissen erklären zu wollen. Ich meine diejenige, nicht gerade selten vorkommende Anomalie, bei welcher die *Arteria coeliaca* von zwei nebeneinander ausgehenden Stämmen repräsentiert wird. Am nächsten liegt natürlich anzunehmen, dass an dieser Stelle ein Ventralzweigpaar als solches persistiert hat d. h. zu einem unpaaren Stamm nicht verschmolzen ist. Wenn wir aber in Betracht nehmen, dass die segmentalen Ventralzweige hier bei der Caudalwärtswanderung der im voraus gehenden *Arteria mesenterica superior* zugrunde gehen, so steht es nur übrig anzunehmen, dass die betreffende Anomalie durch zufällige Ausbildung von doppelten nicht segmentalen Anastomosen mit der Aorta zustande gekommen ist. Diese können

entweder neben- oder übereinander, oder schief von der Aorta ausgehen.

Das Schicksal der Lateralzweige.

Die Lateralzweige der Aorta scheinen ursprünglich alle Urnierenarterien zu sein. Daraus erklärt sich die Tatsache, dass Lateralzweige in der Regel nur in der Höhe der Urnieren von der Aorta auswachsen.

Zuerst, wenn die Urnieren relativ klein sind, gehen ihre Arterien segmental von einer kleineren Anzahl der mittleren (z. B. den 10.—16. bei etwa 5 mm langen Embryonen) Aortensegmenten heraus. Wenn aber, Ende des 1. Embryonalmonats, die Urnieren ihre grösste relative Länge erreichen, vermehren sich die Urnierenarterien stark und zwar sowohl dadurch, dass neue laterale Segmentalzweige cranial- und caudalwärts von den zuerst gebildeten entstehen, wie auch dadurch, dass zwischen vielen Segmentalzweigen nicht-segmentale Lateralzweige in wechselnder Zahl (gewöhnlich 1—3) auftreten. Bei etwa 8 mm langen Embryonen gehen jederseits ca. 20 Urnierenarterien von den 7.—20. Aortensegmenten heraus (Fig. 9, Taf. 41). Zuletzt (bei etwa 10—12 mm langen Embryonen) wachsen von den 21. und 22. Aortensegmenten mehrere Lateralzweige heraus, welche alle nichtsegmental zu sein scheinen.

Diese zuletzt gebildeten, caudalen Urnierenarterien sind die einzigen, die zeitlebens persistieren. Die cranialen Urnierenarterien gehen — während des 2. Embryonalmonats alle durch Atrophie zugrunde. Die betreffende Atrophie schreitet allmählich caudalwärts fort, bis sie (bei 16—19 mm langen Embryonen) die Höhe des 20. Aortensegmentes erreicht hat.

Wenn die Anlagen der Geschlechtsdrüsen und der Nebennieren etwa Anfang des 2. Embryonalmonats auftreten, werden dieselben durch Nebenzweige von den in der betreffenden Höhe ausgehenden Urnierenarterien versorgt.

Da nun die Geschlechtsdrüsenanlagen ursprünglich relativ sehr langgestreckt und den Urnieren parallel, also longitudinal gelagert sind, so bekommen sie in frühen Stadien Zweige von mehreren Urnierenarterien. Unter diesen Urnierenarterien pflegt indessen nur die caudalste, gewöhnlich von dem 22. Aortensegment ausgehende Arterie zu persistieren. Diese stellt also die Anlage der *Arteria spermatica interna* dar, welche noch beim Erwachsenen ausser der Geschlechtsdrüse auch die Überreste der Urniere (*Epididymis* bzw. *Epoophoron*) versorgt.

Auch diejenigen Urnierenarterien, welche zu den Nebennierenanlagen Zweige abgeben, sind ursprünglich zahlreicher als später. Bei 10 mm langen Embryonen können jederseits etwa 6 Urnierenarterien, welche von den 14.—16. Aortensegmenten ausgehen, Zweige auch zu den Nebennieren senden. Gerade diese Urnierenarterien gehen schon in der ersten Hälfte des 2. Embryonalmonats (bei etwa 13 mm langen Embryonen) vollständig zugrunde. Gleichzeitig hiermit bekommen aber die Nebennieren neue Arterienverbindungen und zwar mit den von den 17.—19. Aortensegmenten ausgehenden Urnierenarterien. Auch diese atrophieren aber bald, und ihre Nebennierenzweige werden durch solche von mehr caudal ausgehenden Urnierenarterien ersetzt. Bei etwa 16 mm langen Embryonen sind es jederseits gewöhnlich 2—3 von den 20. und 21. Aortensegmenten kommende Urnierenarterien, welche auch die Nebennieren mit Blut versorgen.

Indem nun die zu den Urnieren gehenden Hauptzweige dieser Arterien Hand in Hand mit den betreffenden Urnierenpartien der Atrophie anheimfallen, während sich gleichzeitig die zu den Nebennieren gehenden Nebenzweige vergrössern, so wandeln sich die betreffenden Urnierenarterien (bei etwa 20 mm langen Embryonen) in die definitiven *Arteriae suprarenales* um.

Die Arteriae suprarenales gehen alle (bezw. beide) von der Aorta direkt aus. Die cranialste Nebennierenarterie sendet oft zu der betreffenden Zwerchfellshälfte einen Nebenzweig aus, der später so gross wird, dass er als Hauptzweig imponiert. Wir sind daher gewohnt, die Arteria suprarenalis superior beim Erwachsenen als Zweig der Arteria phrenica inferior zu beschreiben. Entwicklungsgeschichtlich ist es aber umgekehrt.

Oft geht aber die Arteria phrenica inferior nicht von einer Arteria suprarenalis superior, sondern von der Arteria coeliaca heraus. Sie hat natürlich dann nichts mit den ursprünglichen Urnierenarterien zu tun (Frédéric, vgl. oben S. 417) und der Nebennierenzweig, den sie trotzdem aussenden kann, ist nur als ein spätembryonales Gefäss zu betrachten.

In ähnlicher Weise wie die cranialste Nebennierenarterie sendet auch die caudalste — und zwar, wie es scheint, viel öfter — einen Nebenzweig heraus, welcher später zu Hauptzweig wird. Dieser Zweig geht zu der Niere.

Die Nieren müssen sich, solange sie noch ihre embryonale Cranialwärtswanderung ausführen, mit venösem Blut begnügen. Sie besitzen mit anderen Worten bis Ende des 2. Embryonalmonats einen Pfortaderkreislauf (Broman, 1907). Anfang des 3. Embryonalmonats (bei etwa 20 mm langen Embryonen) bekommen sie aber arterielle Gefässe, welche die zuführenden Venen unnötig machen und zum Schwunde bringen.

Diese arteriellen Gefässe scheinen beim Menschen gewöhnlich als Nebenzweige der caudalsten Arteriae suprarenales auszuwachsen. Bisweilen gehen sie aber ausserdem oder ausschliesslich von mehr caudal gelegenen Urnierenarterien heraus¹⁾.

¹⁾ Bis stärkere Beweise dafür vorliegen, finde ich es dagegen weniger wahrscheinlich, dass die menschlichen Nierenarterien — so wie Hochstetter und Hill bei Säugetierembryonen beschreiben — als selbständige Aortenzweige neugebildet werden.

Die die normalen Nierenarterien abgebenden Urnierenarterien gehen gewöhnlich von Anfang an vom 21. Aortensegment heraus, also von demselben Segment, welches beim Erwachsenen die erstgenannten Arterien aussendet.

Nicht selten sendet auch eine der caudalwärts von der caudalsten Nebennierenarterie ausgehende Urnierenarterie Nierenzweige heraus. Aus diesen Zweigen und dem betreffenden Urnierenarterienstamm bildet sich dann (nach der Atrophie der Urnierenzweige desselben Stammes) eine *Arteria renalis accessoria* heraus. In selteneren Fällen führt derselbe Prozess zur Bildung von 2 bis mehreren überzähligen Renalarterien auf jeder Seite. Diese gehen gewöhnlich von dem 21. oder dem 22. Aortensegment heraus. Unter Umständen können sie aber von dem 23. oder dem 24. Aortensegment kommen. Sie stammen dann entweder aus abnorm weit caudal ausgewachsenen Urnierenarterien oder auch aus spätgebildeten Arterien, welche nichts mit der betreffenden Urniere zu tun gehabt haben. Solche spätgebildeten Arterien bilden wahrscheinlich auch diejenigen überzähligen Nierenarterien, welche in seltenen Fällen von den *Arteriae iliacae*, den *Arteriae mesentericae*, der *Arteria hepatica dextra*, der *Arteria sacralis media* oder den Lumbalarterien ausgehen können.

Die normalen Nierenarterien entstehen — wie oben erwähnt — gewöhnlich als Zweige der caudalsten Nebennierenarterien. Wenn aber später die Nieren sich stark vergrössern, während die Nebennieren relativ kleiner als früher werden, so verkleinern sich Hand in Hand hiermit auch die zu den Nebennieren gehenden Hauptzweige, so dass sie als Nebenzweige aussehen. Beim Erwachsenen werden daher die *Arteriae suprarenales inferiores* als Zweige der *Arteriae renales* beschrieben und nicht umgekehrt.

Unmittelbar nach ihrer Bildung verlaufen die normalen *Arteriae renales* fast regelmässig nicht transversal, sondern

mehr oder weniger stark descendent. Erst in späteren Embryonalstadien (Ende des 3. bis Anfang des 5. Embryonalmonats oder noch später) beginnen sie gewöhnlich, wieder transversal zu werden.

Diese Tatsachen erklären sich wahrscheinlich einerseits dadurch, dass die Nebenniere sich bei ihrer Vergrößerung nach der Schliessung des Zwerchfells speziell caudalwärts ausbreiten muss und so die in ihren caudalen Pol inserierende Arteria suprarenalis inferior descendent macht; wenn nun die Nierenarterie sich als Zweig der peripheren Partie der Arteria suprarenalis inferior entwickelt, so wird es verständlich, dass die Arteria renalis descendent verlaufen kann, obgleich die Niere nie caudalwärts, sondern in gerade umgekehrter Richtung verschoben worden ist. Dass andererseits die einmal descendente Richtung der Nierenarterie wieder transversal werden kann, erklärt sich einfach daraus, dass die Nebenniere später relativ kleiner wird, hierbei mit ihrem caudalen Ende cranialwärts rückt und von der gleichzeitig höher hinaufsteigenden Niere gefolgt wird.

Diejenigen caudalen Urnierenarterien, welche weder als Nebennieren-, Nieren- oder Geschlechtsdrüsenarterien verwendet werden, können entweder als schwache Arterien zu dem retroperitonealen Bindegewebe persistieren oder auch zugrunde gehen.

Von Interesse ist, dass die Urnierenarterien jederseits nicht in einer Reihe, sondern gewöhnlich in zwei Reihen angelegt werden, von welchen die eine mehr ventral, die andere mehr dorsal von der Lateralseite der Aorta ausgeht. Die letztgenannte Reihe scheint zeitlebens von der Lateralseite der Aorta auszugehen. Die ursprünglich mehr ventral ausgehenden Lateralzweige werden dagegen in späteren Embryonalstadien auf die Ventralseite der Aorta übergeführt. In seltenen Fällen können einzelne dieser Ventrolateralzweige von den beiden

Seiten her einander hier so nahe rücken, dass sie sich in der Medianebene berühren und sogar zu unpaaren Stämmen verwachsen. Relativ oft scheint dieses mit den *Arteriae spermaticae internae* und den *Arteriae suprarenales superiores* (+ *Art. phren. inf.*), relativ selten dagegen mit den *Arteriae renales* der Fall zu sein.

Dass die *Arteriae spermaticae internae* nicht gerade selten von den Nieren- oder Nebennierenarterien ausgehen können, ist leicht zu verstehen, wenn wir in Betracht nehmen, dass alle diese Arterien von derselben Quelle, von den Urnierenarterien, stammen¹⁾. — Überhaupt sind alle Anomalien der Lateralzweige der Aorta mit Hilfe der oben geschilderten Entwicklungsgeschichte dieser Gefäße leicht zu erklären.

Die Entwicklung der Endzweige.

Ursprünglich setzen sich die beiden primitiven Aorten caudalwärts in je eine primitive *Arteria umbilicalis* direkt fort. Dieses ist nach Eternod (1898) bei etwa 1,3 mm langen menschlichen Embryonen der Fall (vgl. Fig. 1 u. 2 Taf. 37). In diesem Entwicklungsstadium ist der Schwanz des Embryos noch kaum angedeutet. Schwanzarterien existieren noch nicht. Wenn aber in einem späteren Entwicklungsstadium der Schwanz ausgebildet wird, entstehen wahrscheinlich Hand in Hand hiermit auch die von den Aorten auswachsenden paarigen Schwanzarterien, welche der Richtung nach als direkte caudale Fortsetzungen der Aorten imponieren. (Zu der Zeit ihrer Entstehung sind in der caudalen Körperpartie wahrscheinlich noch keine Segmentalarterien angelegt.)

¹⁾ Wenn man dagegen annehmen wollte, dass auch beim Menschen sowohl die Nierenarterien wie die Geschlechtsdrüsenarterien als selbständige Aortazweige gebildet werden, wie Hochstetter (1892) und Hill (1905) für die Nierenarterien, Clark (1900) und Hill (1907) für die Geschlechtsdrüsenarterien gewisser Säugetiere beschreiben — so werden mit einmal wieder viele Anomalien dieser Gefäße schwer zu erklären.

Die Schwanzarterien sind nur schwach gebogen und zwar in derselben Richtung wie die Aorten, während die *Arteriae umbilicales* mehr plötzlich ventralwärts umbiegen. Obgleich diese letztgenannten tatsächlich die ursprünglichen Fortsetzungen der Aorten darstellen, von welchen sie erst durch das Auswachsen der Schwanzarterien abgegrenzt werden, sehen sie also jetzt mehr wie Ventralzweige der Aorten aus (Fig. 3, Taf. 38).

Die primitiven Umbilicalarterien gehen zuerst mehr cranial als später von den Aortenstämmen ab. Indem nun neue, von der Ventralseite jeder Schwanzarterie ausgehende Wurzeln entstehen, welche sich mit den Umbilicalarterien verbinden, werden diese zuerst zweiwurzellig und dann nach Atrophie der cranialen ursprünglichen Wurzel wieder einwurzellig. Durch Wiederholung von diesem Prozess „wandert“ die Ausgangsstelle jeder *Arteria umbilicalis* einige Segmente weit caudalwärts auf die ursprüngliche *Arteria caudalis* über.

Wenn diese Caudalwärtswanderung etwa Mitte der 4. Embryonalwoche beendet wird, scheint auch die letztgebildete ventrale Wurzel jeder *Arteria umbilicalis* zugrunde zu gehen und durch eine neue mehr lateral von dem 24. oder 25. (Tandler) Aortensegment ausgehende Wurzel ersetzt zu werden. Von dieser Wurzel aus wachsen auch die anfangs relativ sehr kleinen Arterien der unteren Extremitäten heraus. Die gemeinsamen Stämme der *Arteriae umbilicales* und der betreffenden Extremitätarterien stellen die beim Erwachsenen sogenannten *Arteriae iliacae communes* dar.

Diese *Arteriae iliacae communes* können, wie aus dem oben Gesagten hervorgehen dürfte also nicht als ursprüngliche direkte Fortsetzungen der primitiven Aorten betrachtet werden.

Nachdem die primitiven Aorten in der Bauchregion zu einer unpaaren Aorta verschmolzen sind, setzt sich die Verschmelzung caudalwärts auf die *Arteriae caudales* fort. Diese Arterien

wandeln sich so in eine unpaare Arterie um, die wir beim Menschen *Arteria sacralis media* benennen.

Die *Arteria sacralis media* ist ursprünglich ein relativ grosses Gefäss, in welches die Aorta unmerklich übergeht. Gleich wie die Aorta sendet sie in regelmässigen Zwischenräumen segmentale Dorsalzweigpaare heraus. Ihre cranialste Partie nimmt nach der Caudalwärtswanderung der Umbilicalarterien an der Bildung der secundären Aorta teil.

Bis zum Anfang des 3. Embryonalmonats gehen die beiden *Arteriae iliacae communes* und die *Arteria sacralis media* alle drei von derselben Stelle der (secundären) Aorta heraus. Mit anderen Worten: vor dieser Zeit geht die *Arteria sacralis media* konstant von der sogenannten Bifurcationsstelle der secundären Aorta heraus.

Die *Arteriae iliacae communes*, welche bei jüngeren Embryonen ventralwärts unter fast rechten Winkeln von der Aorta abgehen, nehmen etwa Anfang des 3. Embryonalmonats eine mehr caudale Richtung ein (Hauch 1901, 1903), so dass sie von nun ab als caudale Endzweige der Aorta aussehen. Gleichzeitig verkleinert sich der Winkel zwischen den beiden *Arteriae iliacae communes*, so dass er von nun ab ungefähr die für Erwachsene normale Grösse (60°) besitzt (Hauch).

Aller Wahrscheinlichkeit nach werden nun bei dieser Richtungsänderung der *Arteriae iliacae communes* ihre ursprünglichen Anfangspartien einander zur Berührung genähert, gegeneinander gepresst und so zur Verwachsung miteinander gezwungen. Auf diese Weise wird — glaube ich — aus den cranialsten Partien der beiden *Arteriae iliacae communes* ein kurzer unpaarer Gefässstamm gebildet, der — da er etwa dieselbe Richtung und Dicke wie die Aorta besitzt — als eine wahre Aortapartie imponiert.

Auf diese Weise erklärt sich am einfachsten die Tatsache, dass die Ausgangsstelle der (schon jetzt relativ klein gewordenen)

— *Arteria sacralis media* gerade zu dieser Zeit cranialwärts auf die Dorsalseite der Aorta „hinaufwandert“. (Über andere Erklärungsmöglichkeiten vgl. oben S. 496).

Offenbar ist diese „Wanderung“ gewöhnlich nur eine scheinbare, welche durch die erwähnte Addition zu der Aorta simuliert wird.

Die definitive Bauchaorta ist also ein Produkt 1. aus der primitiven Aorta, 2. aus der cranialen Partie der primitiven *Arteria sacralis media* und 3. wahrscheinlich aus verschmolzenen Anfangspartien der *Arteriae iliacae communes*.

Aus dem oben Gesagten dürfte es hervorgehen, dass weder die definitiven *Arteriae iliacae communes* noch die *Arteria sacralis media* als ontogenetisch ursprüngliche, direkte Fortsetzungen der primitiven Aorten angesehen werden können. Denn die ursprünglichen Wurzelpartien der *Arteriae iliacae communes* (= *Arteriae umbilicales*) sind zugrunde gegangen und durch neue ersetzt worden, welche als Zweige von der primitiven *Arteria sacralis media* ausgewachsen sind. Und weder die primäre noch die definitive *Arteria sacralis media* bildet beim Menschen normalerweise eine direkte Fortsetzung der Aorta.

Aus praktischen Gründen können aber die beiden *Arteriae iliacae* und die *Arteria sacralis media* unter der gemeinsamen Rubrik „Endzweige“ der Aorta zusammen behandelt werden. Dieses ist vor allem dadurch motiviert, dass die Entwicklungsgeschichte der definitiven *Arteria sacralis media* mit derjenigen der definitiven *Arteriae iliacae communes* eng verknüpft ist; und ausserdem dadurch, dass in gewissen Entwicklungsstadien die *Arteria sacralis media*, in anderen Entwicklungsstadien aber die *Arteriae iliacae communes* als die „wahren“ caudalen Fortsetzungen der Bauchaorta imponieren.

Ogleich aber die oben citierte Beobachtung von Eternod (1898) über die Gefässe eines 1,3 mm langen menschlichen Em-

bryos bestimmt dafür spricht, dass in der menschlichen Ontogenie die primitiven Arteriae umbilicales und nicht die Anlagen der Arteria sacralis media als primäre direkte Fortsetzungen der primitiven Aorten zu betrachten sind, so glaube ich nicht, dass dasselbe in der menschlichen Phylogenie der Fall gewesen ist.

Die komparative Anatomie der Wirbeltiere deutet nämlich — meiner Meinung nach — sehr stark darauf hin, dass in der menschlichen Stammentwicklung die Arteria sacralis media die ursprüngliche caudale Fortsetzung der Aorta darstellte. — In einer bald erscheinenden Arbeit¹⁾ werde ich hierüber ausführlicher berichten.

Ergebnisse.

Als Hauptresultate meiner Untersuchung hebe ich zuletzt hervor:

1. Dass die primitive Bauchaorta unmittelbar, nachdem sie unpaar geworden ist — bei 3—5 mm langen menschlichen Embryonen — segmentale Verdickungen besitzt, welche an die bei gewissen Fischen (Cyprinoiden) zeitlebens existierenden segmentalen Aortenverdickungen erinnern.

2. Dass die definitive Bauchaorta als ein Produkt

a) aus der primitiven Aorta,

b) aus der cranialen Partie der primitiven Arteria sacralis media und

¹⁾ Die betreffende Arbeit (Broman: Über die Entwicklung, „Wanderung“ und Variation der Bauchaorten zweige bei den Wirbeltieren. — Ergebnisse der Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 16) ist, obgleich später als die vorliegende Arbeit geschrieben, schon (zur Zeit des Korrekturlesens) erschienen.

c) wahrscheinlich aus verschmolzenen Anfangspartien der *Arteriae iliacae communes* zu betrachten ist.

3. Dass die *Arteriae umbilicales* in frühzeitigen Embryonalstadien (bei 3—5 mm langen Embryonen) unter Vermittelung von neugebildeten Wurzeln (Wanderungswurzeln) von der Grenze zwischen den primitiven Aorten und den *Arteriae caudales* caudalwärts auf die letztgenannten Arterien oder das Verschmelzungsprodukt derselben (die primitive *Arteria sacralis media*) überwandern.

4. Dass also die *Arteriae iliacae communes* nicht als direkte Fortsetzungen der primitiven Aorta zu betrachten sind (entgegen Young und Robinson, 1898).

5. Dass die *Arteria sacralis media* ursprünglich der Richtung nach eine direkte Fortsetzung der Aorta bildet (entgegen Young und Robinson) und erst secundär (Anfang des 3. Embryonalmonats) auf die Dorsalseite der definitiven Aorta zu sitzen kommt.

6. Dass diese Cranialwärtswanderung der *Arteria sacralis media* wahrscheinlich nur scheinbar ist und zwar dadurch hervorgerufen, dass die Anfangspartien der *Arteriae iliacae communes* zu einem unpaaren aortenähnlichen Gefäss verschmelzen.

7. Dass die *Arteria sacralis media* nicht als ein Verschmelzungsprodukt von einem gewöhnlichen, segmentalen Dorsalzweigpaar betrachtet werden kann (entgegen Young und Robinson, 1898).

8. Dass die segmentalen Dorsalzweige der Aorta der Medianebene secundär näher rücken (Fig. 30, S. 499) und dass unter Umständen, besonders leicht an zwei Prädilektionsstellen, diese Medialwärtswanderung so weit gehen kann, dass die beiden Arterien eines und desselben Dorsalzweigpaares zu einem unpaaren Stamm verschmelzen können (Fig. 31, S. 500).

9. Dass die ursprünglich doppelt von jedem Aorten-segment ausgehenden Ventralzweige regelmässig durch Verschmelzung einfach werden (Fig. 30).

10. Dass die Regelmässigkeit dieser Verschmelzung sich gewissermassen dadurch erklärt, dass die Arterien jedes Ventralzweigpaares von Anfang an einander näher als diejenigen jedes Dorsalzweigpaares liegen und also leichter als diese miteinander in Kontakt gebracht werden können.

11. Dass die Anlagen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior schon bei 4,5 mm langen Embryonen als solche erkannt werden können. Dass die Anlage der Arteria mesenterica inferior dagegen erst bei etwa 8 mm langen Embryonen zu erkennen ist.

12. Dass die Anlagen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior an der Aortenvorderseite um etwa 11 bzw. 10 Segmente, (also länger als bisher von Mall und Tandler angenommen wurde) caudalwärts wandern.

13. Dass die Caudalwärtswanderung der menschlichen Magen-Darmarterien wahrscheinlich nur 1. durch Bildung von Längsanastomosen (Tandler) zwischen segmentalen Ventralzweigen und 2. durch Bildung von ganz neuen, nichtsegmentalen Wurzeln (Mall) vermittelt wird; dass dagegen die von Tandler sogenannte „aktive Wanderung“ wahrscheinlich hier nicht vorkommt.

14. Dass die Anlage der Arteria coeliaca beim menschlichen Embryo nicht regelmässig, sondern nur ausnahmsweise durch eine frühembryonale Längsanastomose mit der Anlage der Arteria mesenterica superior verbunden wird (entgegen Tandler).

15. Dass die von Bühler (1904) als eine persistierende, frühembryonale Längsanastomose zwischen der Arteria coeliaca

und der Arteria mesenterica superior beschriebene Anomalie wahrscheinlich als eine spät- oder postembryonale Bildung zu betrachten ist.

16. Dass die definitiven Wurzelpartien sowohl der Arteria coeliaca wie der Arteria mesenterica inferior als nicht-segmentale Gefässe zu betrachten sind (entgegen Frédéric).

17. Dass die definitive Wurzelpartie der Arteria mesenterica inferior bisweilen von einer Segmentalarterie, bisweilen aber von einem nichtsegmentalen Aortenweig stammt.

18. Dass die Wurzelpartien der ursprünglichen, nichtsegmentalen Ventralzweige unter Umständen alle zugrunde gehen können; dass aber oft der Ventralweig des 23. Aortensegmentes als die Arteria mesenterica inferior und derjenige des 24. Aortensegmentes als eine kleine Bindegewebsarterie persistiert.

19. Dass die Hypothese von Frédéric (1897), dass die drei Magendarmarterien beim Menschen von den segmentalen Ventralzweigen des 20., des 21. und des 23. Aortensegmentes stammen sollten, also grösstenteils unrichtig ist.

20. Dass Frédéric ebenfalls im Unrecht ist, wenn er behauptet, dass der Abstand zwischen den Ausgangsstellen der Arteria coeliaca und der Arteria mesenterica superior beim Erwachsenen regelmässig Null betragen sollte, und dass dieser Abstand nach der Geburt also absolut kleiner werden sollte.

21. Dass wahrscheinlich alle die Lateralzweige der Aorta beim menschlichen Embryo ursprünglich Urnierenarterien sind.

22. Dass die persistierenden Lateralzweige aus den zuletzt gebildeten, caudalen, nichtsegmentalen Urnierenarterien stammen.

23. Dass von diesen persistierenden Urnierenarterien gewöhnlich 2 oder 3 der cranialsten zu Nebennierenarterien umgewandelt werden.

24. Dass die caudalste Nebennierenarterie gewöhnlich auch einen Zweig zu der naheliegenden Niere aussendet und sich später durch starke Verdickung des betreffenden Zweiges und der Stammpartie zu der normalen Nierenarterie umbildet.

25. Dass, wenn jederseits drei Nebennierenarterien gebildet werden, die cranialste oft einen Zwerchfellzweig aussendet, welcher sich später zu einem Hauptzweig entwickelt.

26. Dass der gemeinsame Stamm der Arteria suprarenalis inferior und der Arteria renalis im 3. oder 4. Embryonalmonat gewöhnlich mehr oder weniger descendent verläuft, was wahrscheinlich von der letzten Caudalwärtsverschiebung der caudalen Nebennierenpartien abhängt.

27. Dass die Nebennierenarterien ursprünglich von höher gelegenen Aortensegmenten ausgehen und zahlreicher sind als später. Dass die ursprünglichen Nebennierenarterien bei der Caudalwärtsverschiebung der ganzen Nebenniere allmählich durch neue, tiefer ausgehende Nebennierenarterien ausgetauscht werden.

28. Dass auch die Geschlechtsdrüsenarterien ursprünglich als Zweige von mehreren Urnierenarterien gebildet werden. Dass von diesen (Geschlechtsdrüsenzweige abgebenden) Urnierenarterien jederseits gewöhnlich nur die caudalste als die definitive Arteria spermatica interna persistiert.

29. Dass einzelne der caudalen Urnierenarterien gewöhnlich nur als kleine Bindegewebsarterien persistieren, während sie sich in anderen Fällen zu accessorischen Arterien der Nebennieren, der Nieren oder der Geschlechtsdrüsen

entwickeln. Dass aber solche accessorischen Arterien der erwähnten Organe sich unter Umständen auch als Zweige von anderen angrenzenden Arterien ausbilden können.

30. Dass die Lateralzweige ursprünglich in zwei Reihen — eine mehr dorsal und eine mehr ventral ausgehende Reihe — von der Aorta auswachsen, und dass diejenigen der ventrolateralen Reihe später rein ventral von der Aorta ausgehen, ja, in seltenen Fällen sogar mit ähnlichen Arterien der anderen Seite in der Medianebene verwachsen können.

Tafelerklärung.

Tafel 37.

Fig. 1 u. 2. Graphische Rekonstruktion der Gefässe eines 1,3 mm langen menschlichen Embryos. Etwas verkleinert nach Eternod (1898).

Fig. 1 zeigt die Area embryonalis und den Bauchstiel mit ihren Gefässen von oben gesehen. — Vergrösserung: $\frac{20}{1}$.

Fig. 2 zeigt dieselben Gefässe von der linken Seite gesehen. — Vergrösserung: etwa $\frac{16}{1}$.

Die Arterien sind rot; die Venen blau.

Tafel 38.

Fig. 3. Rekonstruktionsmodell der Aorta eines 3,4 mm langen menschlichen Embryos. Von der rechten Seite gesehen. — Vergrösserung: $\frac{50}{1}$.

Tafel 39.

Fig. 4 u. 5. Querschnitt durch die mittlere Körperpartie eines 3,4 mm langen menschlichen Embryos (ohne Nackenbeuge). Fig. 4 in der Höhe des 7. Aortensegmentes, Fig. 5 in der Höhe des 11. Aortensegmentes. — Vergrösserung: $\frac{80}{1}$.

Die Arterien sind rot, die Venen blau.

Tafel 40.

Fig. 6. Querschnitt durch die mittlere Körperpartie (etwa in entsprechender Höhe wie der in Fig. 5 abgebildete Querschnitt) eines 3 mm langen Embryos (mit Nackenbeuge). Vergrösserung: $\frac{80}{1}$.

Die Arterien sind rot, die Venen blau.

Tafel 41.

Fig. 8. Rekonstruktionsmodell der Aorta eines 5 mm langen menschlichen Embryos. Von der rechten Seite gesehen. — Vergrösserung: $\frac{50}{1}$.

Fig. 9. Rekonstruktionsmodell der Aorta eines 8 mm langen menschlichen Embryos. Von der rechten Seite gesehen. — Vergrösserung: $\frac{50}{1}$.

Literaturverzeichnis.

1. Broman, Ivar (1895), Beschreibung eines menschlichen Embryo von beinahe 3 mm Länge mit spezieller Bemerkung über die bei demselben befindlichen Hirnfalten. — Morphologische Arbeiten herausgegeben von Schwalbe, Bd. 5, H. 2. S. 202.
2. Derselbe (1904), Die Entwicklungsgeschichte der Bursa omentalis und ähnlicher Recessbildungen bei den Wirbeltieren. Wiesbaden.
3. Derselbe (1907), Über die Existenz eines embryonalen Pfortaderkreislaufes in der Nachniere der Säugetiere. Anat. Anz. Bd. 31. S. 94.
4. Bühler, A. (1904), Über eine Anastomose zwischen den Stämmen der Art. coeliaca und der Art. mesenterica superior. Morph. Jahrb. Bd. 32 S. 185.
5. Clark, John G. (1900), The origin, development and degeneration of the blood-vessels of the human ovary. Johns Hopkins Hospital Reports. Vol. IX. S. 593. Baltimore.
6. Ernst, P. (1899), Unpaariger Ursprung der Intercostal- und Lumbalarterien aus der Aorta. Zeitschr. Morphol. u. Anthropol. Bd. I. H. 4. S. 495.
7. Eternod, Aug. Ch. F. (1898), Premiers stades de la circulation sanguine dans l'oeuf et l'embryon humain. Anat. Anz. Bd. 15. S. 181.
8. Fol, H. (1884), Description d'un embryon humain de cinq millimètres et six dixièmes. Recueil Zool. Suisse. Tome I. Nr. 3.
9. Frédéric, J. (1897), Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Äste der Aorta descendens beim Menschen. Morphologische Arbeiten, Bd. 7. S. 691.
10. Hauch, E. (1901), On Nyrernes Anatomi og deres Udvikling. Diss. Kopenhagen.
11. Derselbe (1903). Über die Anatomie und Entwicklung der Nieren. Anatomische Hefte I. Bd. 22.

12. Hill, Eben C. (1905), On the first appearance of the renal artery, and the relative development of the kidneys and Wolffian bodies in pig embryos. *John Hopkins Hospital Bulletin*. Vol. 16. Baltimore. S. 60.
13. Derselbe (1907), On the gross Development and Vascularization of the Testis. *Americ. Journal of Anatomy*. Vol. 6. S. 439.
14. His, W. (1880), Anatomie menschlicher Embryonen. I. Leipzig.
15. Hochstetter, F. (1890), Über die ursprüngliche Hauptschlagader der hinteren Gliedmasse des Menschen und der Säugetiere, nebst Bemerkungen über die Entwicklung der Endäste der Aorta abdominalis. *Morph. Jahrb.* Bd. 16. S. 300.
16. Derselbe (1892), Entwicklungsgeschichte des Gefäßsystems. *Ergebnisse der Anat. und Entwicklungsgesch.* Bd. I. S. 696.
17. Derselbe (1894), Entwicklung des Venensystems der Wirbeltiere. *Ergebnisse d. Anat. u. Entwicklungsgesch.* Bd. 3. S. 460.
18. Derselbe (1903), Die Entwicklung des Blutgefäßsystems (des Herzens nebst Herzbeutel und Zwerchfell, der Blut- und Lymphgefäße, der Lymphdrüsen und der Milz in der Reihe der Wirbeltiere). In Hertwigs Handbuch der vergl. u. experim. Entwicklungsgeschichte d. Wirbeltiere. Bd. III. Jena.
19. Janosik (1887), Zwei junge menschliche Embryonen. *Arch. f. micr. Anat.* Bd. 30. S. 559.
20. Koelliker, A. (1879), Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. 2. Aufl. Leipzig.
21. Kollmann, J. (1893), Abnormitäten im Bereich der Vena cava inferior. *Anat. Anz.* Bd. 8. S. 80.
22. Lockwood, C. B. (1885), On the Development of the Arteries of the Abdomen and their Relation to the Peritoneum. *Proceedings of the Royal Society of London*. Vol. 38. S. 8.
23. Mackay, J. Yule (1889), The arterial system of vertebrates homologically considered. *Memoirs and Memoranda in Anatomy* (herausgegeben von Cleland, Mackay und Young). Vol. I. S. 111. London.
24. Mall, F. P. (1891), A human embryo twenty-six days old. *Journ. of Morphology*. Vol. V.
25. Derselbe (1897), Development of the human coelom. *Journ. of Morphology*. Vol. XII. S. 395.
26. Derselbe (1898), Development of the ventral-abdominal Walls in Man. *Journ. of Morphol.* Vol. 14.
27. Owen, R. (1866:1), *Anatomy of Vertebrates*. Vol. I. Fishes and Reptiles.
28. Derselbe (1866:2), *Anatomy of Vertebrates*. Vol. II. Birds and Mammals.
29. Phisalix, C. (1888), Étude d'un Embryon humain de 10 millimètres. *Arch. de Zool. exp. et gén.* II. Série. Tome 6.
30. Pohlmann, Augustus G. (1905), A note on the developmental relations of the kidney and ureter in human embryos. *John Hopkins Hospital Bulletin*. Vol. 16. S. 49. Baltimore.

31. Schwalbe, G. (1878), Über Wachstumsverschiebungen und ihr Einfluss auf die Gestaltung des Arteriensystems. Jenaer Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XII.
32. Tandler, Julius (1902), Zur Entwicklungsgeschichte der Kopfarterien bei den Mammalia. Morphol. Jahrb. Bd. 30. S. 275.
33. Derselbe (1903:1), Zur Entwicklungsgeschichte der menschlichen Darmarterien. Verh. d. Anat. Gesellsch. in Heidelberg. S. 132.
34. Derselbe (1903:2), Zur Entwicklungsgeschichte der menschlichen Darmarterien. Anat. Hefte. I. Bd. 23. S. 189.
35. Derselbe (1904), Über die Varietäten der Arteria coeliaca und deren Entwicklung, Anat. Hefte. I. Bd. 25. S. 475.
36. Thane, G. D. (1892), Angeology. In: Quains Elements of Anatomy. Vol. II. Part. II. London.
37. Theile, F. W. (1841), Sömmerrings Lehre von den Muskeln und Gefäßen, umgearbeitet von Theile. Bd. III. 2. S. 172. Leipzig.
38. Whittaker, Ch. R. (1905), A curious Abnormality of the Renal Arteries Journ. Anat. and Phys. Vol. 39 (N. Ser. Vol. 19). P. 4. S. 493.
39. Young, A. H. (1897), Abnormalities of the midde sacral Artery and their morphological Significance. Journ. Anat. and Phys. Vol. 31 (N. S. 11) P. 2. S. 169 oder in Studies in Anat. fr. Anat. Dep. of the Owens College. Vol. II. S. 41.
40. Young, A. H. and Robinson, A. (1898), The development and morphology of the vascular system in mammals. The posterior and of the aorta and the iliac arteries. Journal Anat. and Phys. Vol. 32 (N. S. Vol. 12). P. 3. S. 605 oder in Studies in Anatomy from the Anat. Department of the Owens College. Vol. II. Manchester 1900. S. 1.
41. Young, A. H. and Thompson, P. (1903, 1906), Abnormalities of the Renal Arteries. with Remarks on their Development and Morphology. Journal of Anat. and Phys. 1903. Oder in „Studies in Anatomy from the Anatomical Department of the University of Manchester. Vol. 3. 1906. p. 129.
42. Young, A. H. (1905), Observations on the lumbar Arteries. Journ. Anat. and Phys. Vol. 39. P. 3. S. 295 oder in Studies in Anatomy fr. the Anatom. Dep. of the University of Manchester 1906. Vol. 3. S. 283.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	407
Historik	408
Eigene Untersuchungen	427
Stadienbeschreibung der Zweige der Aorta abdominalis bei 41 menschlichen Embryonen	430
Über die Ursprungsstellen der Zweige der Aorta abdominalis bei 13 Erwachsenen	485
Über die Ursprungsstellen der Zweige der Aorta abdominalis bei den von mir untersuchten 41 menschlichen Embryonen	492
I. Die caudalen Zweige (sogenannte „Endzweige“) der Aorta	492
II. Die Dorsalzweige der Aorta	499
III. Die Ventralzweige der Aorta	502
IV. Die Lateralzweige der Aorta	508
In welchen Weisen können Gefäßswurzeln wandern?	515
Überblick über die Entwicklung der Zweige der menschlichen Bauch-aorta	522
Das Schicksal der Dorsalzweige	524
Das Schicksal der Ventralzweige	525
Das Schicksal der Lateralzweige	531
Die Entwicklung der „Endzweige“	536
Ergebnisse	540
Tafelerklärung	546
Literaturverzeichnis	547