AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUTE ZU GIESSEN.

BEITRÄGE

ZUR

FEINEREN STRUKTUR, ENTWICKELUNGSGESCHICHTE UND
PHYSIOLOGIE DER UMBILICALGEFÄSSE

DES

MENSCHEN.

VON

B. HENNEBERG,

GIESSEN.

Mit 12 Figuren auf den Tafeln XX/XXI.

Wenngleich bereits Untersuchungen über den Bau der Umbilikalgefäße des ausgetragenen Kindes vorhanden sind, so bestehen merkwürdigerweise doch über einige Thatsachen, von denen man annehmen sollte, dass sie seit langem sicher festgestellt seien, verschiedene Anschauungen. Dies ist auch einem neueren Untersucher (Lochmann) aufgefallen, der dadurch veranlasst wurde, die Angaben über den Bau der Umbilikalgefäße noch einmal nachzuprüfen. Da jedoch unsere Erfahrungen auch mit jenen Resultaten nicht in allem übereinstimmen, so seien letztere im folgenden mitgeteilt in der Hoffnung, dass dadurch die bisher zweifelhaften Beobachtungen klar gestellt werden. Unsere Untersuchung, zu der uns ein sehr umfangreiches Material zur Verfügung stand, beschränkt sich im wesentlichen auf den feineren mikroskopischen Bau jener Gefäße, da die gröberen Verhältnisse bereits mehrfach richtig geschildert wurden. Auf die Frage nach dem Vorhandensein von Nerven soll jedoch an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Zugleich geben wir unsere Beobachtungen über die Entwicklung dieser Gefäße wieder, wie sie sich aus der Untersuchung einer fortlaufenden Reihe von Embryonen verschiedenen Alters ergaben. Die Physiologie wird nur soweit berücksichtigt, als sie zum Verständnis bestimmter anatomischer Erscheinungen von Bedeutung ist.

Der Gang der Untersuchung ist der, dass mit der Schilderung der Umbilikalarterien des ausgetragenen Kindes begonnen

wird und zwar zuerst mit der des Nabelstrangteiles und dann des intraabdominalen Abschnittes. Hierauf folgt in derselben Reihenfolge die Darstellung der Entwicklungsgeschichte dieses Gefäßes. Entsprechend wird bei der Umbilikalvene verfahren. Den Schluss bildet eine kurze Schilderung der Placentargefäße.

I. Arteria umbilicalis.

1. Extraabdominaler Teil der Arteria umbilicalis¹⁾ (Fig. 1, 2, 3).

Bei makroskopischer Untersuchung oder bei Betrachtung mit der Lupe zeigen die Umbilikalarterien während ihres Verlaufes im Nabelstrang sehr wechselnde Querschnittsbilder. Während die mit Blut gefüllten oder sonstwie dilatierten Gefäße sich nicht wesentlich von anderen Arterien unterscheiden, zeichnen sich die kontrahierten Umbilikalarterien durch die Enge und eigentümliche Gestalt ihres Lumens oder durch den oft vollständigen Verschluss desselben und durch die im Verhältnis zum Lumen bedeutende Dicke ihrer Wandung aus, wie dies von verschiedenen Beobachtern beschrieben wird (cf. Fig. 1). Meist ist das Lumen sternförmig, wobei sich die einzelnen Teile der Wand so dicht aneinander legen können, dass dasselbe kaum noch nachweisbar ist. Nicht selten ist dieser Spalt sichelförmig, indem sich ein dickerer Teil der Gefäßwand, der die Konkavität der Sichel ausfüllt, in das Lumen vorbuchtet, während der übrige Wandteil ausserordentlich verdünnt ist.

¹⁾ Der Kürze wegen wird in dieser Abhandlung der extraabdominale Teil der Art. umb. als Art. umb. extraabdominalis bezeichnet und als A. u. e. abgekürzt; ebenso für den intraabd. Teil A. u. i. Ein gleiches gilt für die Vene.

Bei mikroskopischer Untersuchung fällt sofort auf, dass nach aussen von dem Endothel eine geschlossene elastische Membran, wie wir sie bei Arterien dieses Kalibers zu finden pflegen, fehlt. Es folgt vielmehr sofort die Muskulatur, in die, wie wir noch sehen werden, elastische Membranen eingelagert sein können. Wir nehmen daher von der üblichen Einteilung der Gefässwand in Intima und Media Abstand. — Das Fehlen von Vasa vasorum in den Gefässen des Nabelstranges ist schon oft hervorgehoben.

Die Anordnung der Muskulatur ist meist derart, dass sich zwei Hauptabteilungen unterscheiden lassen: innen unter dem Endothel längs oder schräg verlaufende Muskulatur¹⁾, nach aussen davon Ringmuskulatur (Figg. 1—3). In der letzteren oder dieser von aussen aufgelagert finden sich häufig schwächere oder stärkere Züge von längs verlaufender Muskulatur. Abweichungen davon kommen vor. Sie bestehen im wesentlichen darin, dass die innere Längsmuskulatur stellenweise geringer ausgebildet ist, so dass die Ringmuskulatur fast bis an das Endothel heranreicht (Fig. 2).

Was das Massenverhältnis der Muskulatur betrifft, so überwiegt die Ringmuskulatur meist bei weitem über die Längsmuskulatur. Erstere stellt stets einen überall geschlossenen Cylinder vor, dessen Wandungsdicke je nach dem Kontraktionszustand des Gefässes variiert und auch an verschiedenen Stellen desselben Gefässquerschnittes verschieden sein kann. Die innere Längsmuskulatur ist auf dem Querschnittsbild nur selten überall gleich stark, vielmehr ist sie meist unregelmässig verteilt (Fig. 2). Manchmal bildet sie streckenweise nur eine dünne Auskleidung der Ringmuskulatur.

Diese Lage von Längsmuskulatur ist natürlich desto dünner, je mehr die Gefässwand gedehnt ist. In letzterem Falle ist es manchmal schwierig, diese Muskelschicht überhaupt nachzu-

¹⁾ Die längs, schräg oder spiralig verlaufende Muskulatur wird weiterhin ihrer Haupttrichtung nach einfach als Längsmuskulatur bezeichnet.

weisen. Liegt an solcher Stelle ein längs verlaufender Zug Muskulatur aussen auf, so bekommt man eine vom gewöhnlichen Verhalten abweichende Anordnung. Dies hat wohl mit Veranlassung dazu gegeben, dass die Muskulatur der Umbilikalarterien als regellos bezeichnet wurde.

Die Angaben in der Litteratur über den Bau der Muskulatur sind meist sehr knapp und allgemein gehalten. Eine ausführlichere Schilderung, mit der sich unsere Befunde im wesentlichen decken, giebt nur Straviński.

Die Muskelzellen der Ringmuskulatur werden durch das intercelluläre Bindegewebe zusammengehalten und zu Bündeln gruppiert, die untereinander durch interfascikuläres Bindegewebe im Zusammenhang stehen. Letzteres ist ausserordentlich reichlich und locker, wodurch sich die A. u. e. ganz wesentlich von anderen Arterien unterscheidet. Hierdurch erklären sich die auf Schnitten häufig zu beobachtenden grossen Räume zwischen den einzelnen Bündeln. Über den feineren Bau dieses Bindegewebes hat Schaffer eingehende Angaben gemacht, die wir in allem wesentlichen bestätigen können. In Bezug auf die Bedeutung desselben sei auf M. Heidenhains Abhandlung über die kontraktile Materie hingewiesen. — Das spärliche elastische Gewebe findet sich in Gestalt von längs und schräg verlaufenden Fasern, die meist zu Gruppen angeordnet zwischen den Muskelbündeln also interfascikulär liegen (Fig. 3).

In der das Lumen auskleidenden Längsmuskulatur (Fig. 3) ist das Bindegewebe ebenfalls sehr reichlich vorhanden. Auffallend ist der Reichtum an elastischem Gewebe im Vergleich mit der Ringmuskulatur. Dasselbe tritt in Gestalt von Fasern, die in der Längsrichtung des Gefässes laufen, und von Membranen auf. Die Fasern sind ziemlich gleichmässig verteilt und liegen intercellulär. Die Membranen, die sich sowohl am fötalen wie am placentaren Ende finden, sind sehr zart und wesentlich dünner als die in der A. u. i. Sie zeigen die bekannte Fenste-

rung. Dadurch, dass die Löcher grösser und zahlreicher werden, nehmen jene den Charakter eines Netzes an und gehen auf solche Weise oft in Fasern über. In kontrahierten Arterien sind die Membranen sehr eng gefältelt. Auf dem Querschnitt ist es dann unmöglich mit Sicherheit zu unterscheiden, ob es sich um jene oder um eng nebeneinander liegende Fasern handelt. Dass man wirklich gefensterter Membranen vor sich hat, tritt am besten an Schrägschnitten durch dilatierte Arterien hervor. Die Membranen variieren an Menge, Ausdehnung und Gruppierung ausserordentlich bei verschiedenen Individuen und im Verlauf derselben Arterie.

Zuweilen fehlt jede stärkere elastische Membran, so dass also nur feine elastische Fasern vorhanden sind. Öfter findet sich zwischen dem Endothel und der Längsmuskelschicht auf eine Strecke hin eine elastische Membran. Niemals umgiebt diese aber, wie uns die Untersuchung einer sehr grossen Zahl von Präparaten zeigte, das ganze Lumen, sondern nur etwa ein Drittel desselben, so dass sie also nicht den Namen einer Membrana elastica interna verdient. Entweder bleibt diese Membran die einzige oder es liegen andere elastische Membranen hinter der erstgenannten und sind von dieser nur durch dünne Lagen von Muskulatur getrennt. Dieses stärkere elastische Gewebe ist öfter in einer Gegend angehäuft. Es können auch die elastischen Membranen auf eine Strecke hin näher am Lumen liegen, um sich allmählich dadurch, dass sich Längsmuskulatur vorlagert, von diesem zu entfernen. Nicht selten findet sich auf eine Strecke hin eine elastische Membran auf der Grenze zwischen den beiden Muskelschichten. Auf dem Längsschnitt zeigt sich, dass die geschilderten Membranen sich untereinander unter spitzem Winkel vereinigen, so dass sie in dieser Ansicht das Bild eines langgestreckten Maschenwerkes darbieten. Betreffs der Anordnung der elastischen Membranen zur Muskulatur sei noch gesagt, dass die ersteren dort in stärkerer Ausbildung auftreten, wo die Längs-

muskulatur in geringerer Menge vorhanden ist. Die Untersuchung, ob vielleicht die Anhäufung von stärkerem elastischen Gewebe mit der Lage der betreffenden Gefässwandstrecke zur Oberfläche des Nabelstranges in Beziehung stände, ergab ein negatives Resultat.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass die Anschauungen der Autoren betreffs verschiedener Punkte auseinander gehen. Dies gilt auch von dem Vorkommen von elastischem Gewebe und speziell von dem Vorhandensein einer M. elast. int. in der A. u. e.

Kehrer (1867 S. 85) erwähnt eine aussen vom Endothel liegende dünne elastische Lamelle.

Hofmann (S. 196) bezeichnet die elastischen Elemente als spärlich, seine kurze Angabe über die elastische Intima stimmt mit unserer Beobachtung überein.

Straviński (S. 89) sagt: „Die Armut an elastischen Fasern zeigt sich sowohl in der Media als in der Intima, ja man kann sagen, dass die eigentliche elastische Intima, welche allen übrigen Arterien zukommt, der Nabelarterie geradezu fehlt, indem ich die Muskelfasern bis hart unter das Endothel habe verfolgen können. Den auf Querschnitten anderer Arterien sehr deutlichen stark lichtbrechenden Streifen, welcher zwischen den Muskelfasern und dem Endothel liegt und der den Querschnitt der elastischen Intima repräsentiert, habe ich bei der Nabelarterie im Verlaufe des grössten Teiles des Nabelstranges gänzlich vermisst. Die ersten Spuren einer elastischen Intima zeigen sich einige Centimeter vom Nabelringe in der Gestalt von elastischen Fasern, welche unmittelbar unter dem Endothelium liegen und mittelst Weinsäure sich gut sichtbar machen lassen.“ Wie man sieht, sind Straviński die zahlreichen in der Muskulatur liegenden elastischen Fasern entgangen. Nicht richtig ist es auch, wenn er erst in der Nähe des Nabels unter dem Endothel elastische Fasern auftreten lässt, da sich solche an dieser Stelle im ganzen Verlauf der Arterie

finden. Dass sich zuweilen, freilich niemals im ganzen Umkreise des Gefässlumens, eine elastische Membran nach aussen vom Endothel findet, hat Strawiński ebenfalls nicht beobachtet. Hierbei wissen wir sehr wohl, dass wir die Möglichkeit, jene Angaben zu berichtigen, in erster Linie den heutigen bequemen Färbemethoden verdanken.

Stutz (S. 14) thut des elastischen Gewebes in der Muskulatur keine Erwähnung. Betreffs der *Elastica interna* schreibt er: „Diesem Endothelrohr liegt aber nicht auf die elastische Innenhaut Köllikers. Man sucht vergeblich nach den stark lichtbrechenden, streifigen Längsfalten, auch die dünne elastische Lamelle, wie sie Kehler beschreibt, habe ich nicht sehen können. Ich konnte überhaupt keine eigene elastische Intima finden; es sind meine Befunde übereinstimmend mit den Angaben von Frey und Spiegelberg.“ Lindemann (S. 17) giebt von den Umbilikalgefässen nur an, dass sie keine eigene *Tunica intima* hätten. Minot (S. 381) sagt: „Die Gefässe (des Nabelstrangs) unterscheiden sich in vieler Hinsicht von anderen, ausgebildeten Gefässen, welche dasselbe Kaliber besitzen: sie enthalten, soweit ich mich davon habe überzeugen können, kein elastisches Gewebe.“ Ebenso erwähnt Thomass (S. 11) nicht das Vorkommen von elastischem Gewebe in der Muskulatur; die *Elastica interna* leugnet er. Im Gegensatz dazu stehen die Angaben Lochmann's (S. 14). Da er fand, dass die Meinungen der Autoren über das Vorhandensein einer *Elastica interna* geteilt seien, untersuchte er zehn verschiedene Nabelschnüre, indem er die Präparate in Formol fixierte, auf dem Gefriermikrotom schnitt und mit Hämatoxylin und nach van Gieson färbte. Das Resultat seiner Untersuchung war, dass eine *El. int.* unzweifelhaft vorhanden sei: „Auf Querschnitten erscheint sie als stark lichtbrechendes in zahlreichen Windungen verlaufendes geschlossenes Band, von derselben mitunter von bedeutender Stärke, als wie es sich bei anderen Gefässen gleichen Kalibers darstellt. Es

gelang ferner, diese elastische Innenhaut an aufgeschlitzten Gefässen durch Kalilauge zu isolieren; sie stellte sich in der Flächenansicht als gefensterte Membran dar.“ Es braucht nicht darauf hingewiesen zu werden, wie wenig diese Angaben mit unseren Beobachtungen übereinstimmen. Erklären liessen sich jene vielleicht so, dass Lochmann bei der Isolierung durch Kalilauge Abschnitte der oben geschilderten gefensterten Membranen zu Gesicht bekam und daraus auf das Vorhandensein einer vollständigen geschlossenen El. int. schloss. Zu bedauern ist, dass Lochmann keinen der neuen Farbstoffe zur Färbung des elastischen Gewebes benutzt hat. Die Färbung von Querschnitten mit Orcein oder nach Weigert hätte ihm aufs deutlichste gezeigt, dass eine wirkliche El. int. hier nicht vorkommt.

Was die Adventitia betrifft, so möchte ich von einer solchen überhaupt nicht sprechen, da das der Muskulatur direkt anliegende Gewebe sich kaum von dem der Sulze unterscheidet, höchstens dass dicht an der Muskulatur das Gewebe etwas dichter erscheint und die Gallerte hier etwas spärlicher vorhanden ist als in einiger Entfernung von den Arterien. Das elastische Gewebe ist in dieser Schicht sehr spärlich. Es wechselt in der Menge, wie es scheint, bei verschiedenen Individuen und in den verschiedenen Strecken der Nabelschnur. Zuweilen findet es sich nach aussen von der Gefässwand etwas reichlicher, manchmal ist es kaum nachweisbar. Es besteht aus hauptsächlich längsverlaufenden Fasern. Als Merkmal für eine Adventitia kann es jedoch nicht dienen, denn es findet sich auch in der Sulze überhaupt und zwar ebenfalls in wechselnder Menge bei verschiedenen Individuen. Bei mehreren Nabelschnüren, die speziell auf das elastische Gewebe in der Sulze untersucht wurden, zeigte es sich, dass das Kindsende der Nabelschnur bedeutend weniger elastische Fasern besass, als das placentale. Einigemal fand sich hier an der Oberfläche der Nabelschnur eine Zone, in der sich relativ viele elastische Fasern fanden. Diese Fasern

verlaufen ungefähr in der Längsrichtung des Nabelstrangs und liegen meist einzeln, seltener in Gruppen. Langes (S. 116) Angabe, dass elastische Fasern in den Bindegewebszügen der Nabelschnur „in grosser Zahl“ zu finden seien, vermögen wir nach unseren Präparaten nicht beizustimmen.

Hiernach können wir uns nicht einverstanden erklären, mit der Auffassung anderer Beobachter (Straviński, Stutz, Thomass), die von einer Adventitia reden, als sei eine solche in derselben Weise vorhanden, wie bei anderen Arterien, ohne dass sie über die Struktur derselben nähere Mitteilungen machen. Stravińskis Beobachtung (S. 91), dass die Adventitia im mittleren Teile des Nabelstranges und gegen die Placenta hin immer scharf von der eigentlichen Arterienwand abgegrenzt sei, nach dem Nabel zu diese Grenze aber undeutlicher werde und diese Undeutlichkeit gegen den intraabdominalen Teil hin noch mehr zunehme, können wir uns nicht anschliessen. Gebilligt dagegen kann die Auffassung Kehrsers (1867, S. 84) und Herzogs (S. 16) werden, dass die Warthonsche Sulze eine Art von Adventitia für die Umbilikalgefässe bilde.

Dicht vor dem Nabel grenzt sich das die Arterien umgebende Gewebe gegen die übrige Sulze mehr oder weniger deutlich ab, sodass es aussieht, als hätten die Arterien hier eine besondere Einhüllung. Es ist diese Schicht die Fortsetzung einer modifizierten Adventitia, die den distalen Teil der A. u. i. umgibt, worauf bei Beschreibung der letzteren zurückzukommen ist. Weiter ab vom Nabel verschwindet diese Erscheinung bald. Erwähnt wird dieselbe bereits von Ruge (S. 3).

Charakteristisch ist also für die A. u. e. das Vorhandensein einer inneren Längs- und einer äusseren Ringmuskulatur, welcher letzterer stellenweise Züge von Längsmuskulatur aussen aufgelagert oder in diese eingesprengt sind, das Fehlen einer vollständigen Elast. int., das reichliche meist in Gestalt von feinen Fasern weniger in der von Membranen auftretende elastische

Gewebe in der inneren Längsmuskulatur, spärliche elastische Fasern in der Ringmuskulatur und das reichliche lockere kollagene Bindegewebe, durch das die Muskelfasern zu Bündeln und diese locker untereinander verbunden sind, sowie das Fehlen einer Adventitia.

Infolge dieses eigenartigen Baues, durch den sich die A. u. e. von anderen Arterien auffallend unterscheidet, bietet sie in kontrahiertem und erschlafftem Zustande eigentümliche, sonst bei Arterien nicht anzutreffende Bilder dar, die zum Teil schon makroskopisch ins Auge fallen. Die bedeutenden Verschiedenheiten in der Weite, die die Umbilikalarterien zeigen können, werden abgesehen von der Zusammenziehung und Streckung der Muskelbündel durch die lockere Verbindung derselben untereinander möglich, denen dadurch ein grösserer Spielraum in der gegenseitigen Gruppierung gegeben ist. Bei der Kontraktion des Gefässes rücken die Bündel dicht zusammen, bei stark gefüllter Arterie werden sie in der Richtung der Gefässperipherie auseinander gezogen.

Der bereits erwähnte Verschluss des Lumens (Fig. 1) bei Kontraktion der Arterie kommt dadurch zu Stande, dass die sich zusammenziehende Ringmuskulatur die Längsmuskulatur zusammenschnürt, sodass sich dieselbe von allen Seiten leistenförmig nach innen vorwölbt, wobei das auch mit der Lupe kaum erkennbare Lumen auf dem Querschnitt unregelmässig sternförmig oder spaltförmig erscheint.

Bei jenem Vorgang ist das Fehlen der M. elast. int., sowie die feine Verteilung des elastischen Gewebes von der grössten Bedeutung. Der Verschluss des Lumens könnte, wenn eine dem Kaliber der A. u. e. entsprechend dicke M. elast. int. vorhanden wäre, nach unserer Auffassung niemals ein derart dichter sein wie es so der Fall ist. Infolge der eigenartigen physikalischen

Beschaffenheit des elastischen Gewebes würden auch bei stärkster Kontraktion der Muskulatur sich die Längsfalten der M. elast. int. (die auf dem Querschnitt die halskrausenartige Figur geben), nicht derart innig aneinander schmiegen können, dass das andringende Blut nicht einen Weg in den Längsfalten fände. Auch das Fehlen stärkerer elastischer Membranen innerhalb der Muskulatur ist in gedachter Beziehung von Bedeutung, denn stärkere derartige Gebilde könnten nur die sich kontrahierende Muskulatur verhindern, sich fest aneinander zu legen. Hierzu stimmt die Angabe Thomas (Bd. 95. S. 329), dass sich in Arterien amputierter Glieder niemals ein so vollkommener Verschluss der Lichtung durch Verkürzung der Media findet wie in den Nabelarterien.

Die lockere Verbindung der Muskelbündel untereinander macht weiter die Entstehung des sichelförmigen Lumens verständlich. Wie wir am anderen Orte bei der Untersuchung der Carotis des Rindes erörtert haben, kommt es vor, dass in einem Blutgefäß verschiedene Wandstrecken sich in verschiedenem Tätigkeitszustande befinden. So sieht man, dass an der einen Stelle stark kontrahierte, an der anderen weniger stark kontrahierte oder ruhende Muskelzellen liegen. Tritt nun an der A. u. e. eine solche partielle starke Kontraktion der Ringmuskulatur ein — eine Erscheinung, die auch Lochmann (S. 17) beobachtet — so verdickt sich die eine Strecke der Wand ausserordentlich, wölbt sich nach innen vor und drückt die ihr anliegende Längsmuskulatur in das Lumen hinein. Im Gegensatz hierzu wird der übrige Teil der Ringmuskulatur gedehnt, sodass er sich über den kontrahierten Teil als dünne Schicht herüberspannt. Auf dem Querschnitt zeigen dementsprechend in dem dicken Teil der Wandung die Ringmuskelzellen alle Zeichen der Kontraktion, während sie in dem dünnen die langgestreckte Gestalt und den dünnen stäbchenförmigen Kern der komprimierten oder gedehnten Muskelzellen aufweisen. In solchem

Falle liegt das sichelförmige Lumen nicht in der Mitte der Muskulatur, sondern excentrisch. Dieses eigentümliche Bild hat Straviński (S. 93) veranlasst, die Frage aufzuwerfen, ob vielleicht an solchen Stellen das Blut in einer früheren Periode der Entwicklung die Wand des Gefässes teilweise durchbrochen und sich innerhalb der Muskulatur einen neuen Weg gebahnt habe. Auf den ersten Blick kann ja eine derartige Vermutung auftauchen, doch bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass unsere Darstellung jene Erscheinung in ungezwungener Weise erklärt. Diese sichel- oder halbmondförmige Gestalt des Lumens ist zwar oft zu beobachten, häufiger ist aber die sternförmige. Jedenfalls möchten wir nicht, wie dies Lochmann (S. 16) thut, den ersteren Befund als durchgehend bezeichnen.

Die innere Längsmuskelschicht scheint sich bei der Kontraktion des Gefässes in verschiedener Weise verhalten zu können. Manchmal findet man sie, wie die Untersuchung der Muskelzellen auf dem Längsschnitt ergibt, im ganzen Umkreis des Gefässes und auf grosse Strecken in der Längsrichtung des Gefässes kontrahiert, wodurch sie sich naturgemäss stärker in das Lumen hinein vorwölbt. Durch die Kontraktion der sie umschnürenden Ringmuskulatur wird sie, wie bereits gesagt, leistenartig nach innen vorgewölbt. In anderen Präparaten zeigt die in Frage kommende Muskellage das Bild der ruhenden Muskulatur, sodass wir annehmen müssen, dass sie sich beim Verschluss des Lumens ganz passiv verhalten habe und dass sie nur von der äusseren Ringmuskulatur in jenes hineingepresst sei. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, unter welchen Umständen die beiden Modi auftreten und ob der letztere nicht bereits eine Absterbeerscheinung sei.

Auch die als „Polster“ beschriebene Erscheinung ist an dieser Stelle näher zu erörtern. Straviński versteht darunter kleine buckelartige Hervorragungen, die manchmal in grösserer Menge an der Innenwand der A. u. sichtbar sind. Sie finden

sich in kontrahierten, fehlen in den erschlafften Arterien. Dies ist kein Beweis, dass sie nicht permanente, sondern nur transitorische Erscheinungen wären, denn sie könnten ja in den weiten Arterien durch den Blutdruck flachgedrückt sein. Von vornherein scheint mir das wahrscheinliche zu sein, dass es sich um lokale Kontraktionserscheinungen in der Muskulatur handelt. Eine lokale Kontraktion in der Längsmuskulatur muss zu einer polsterartigen Hervorwölbung führen. Durch die Polster wird, da sich der übrige Teil der Gefässwand eng darüberschmiegt, ebenfalls ein prompter Lumenschluss herbeigeführt.

Durch das Vorhandensein der Polster erklärt sich auch die eigentümliche teilweise radiäre Anordnung der Muskelzellen, wie sich dies zuweilen in der inneren Schicht stark kontrahierter Arterien zeigt. Es sind dies eben Zellen der inneren Längsmuskelschicht, die in einem Polster an dessen beiden Enden — in der Längsrichtung der Arterie gemeint — liegen.

Sodann sei auch jener knotenförmigen Anschwellungen der A. u. e. Erwähnung gethan, die Hyrtl nach ihrem ersten Beschreiber als Noduli Hobokeni bezeichnet hat. Dieselben finden sich wie bekannt, in wechselnden Mengen an den Arterien, fehlen oft auch gänzlich. Sie stellen blutgefüllte Anschwellungen von wechselnder Grösse vor. Die grösseren von über ein Centimeter Länge gehen bei weiterer Volumenzunahme in Gebilde über, die mehr langgestreckt cylindrisch sind und die nichts anderes vorstellen als blutgefüllte weitere Strecken der Arterie, die durch blutleere stark kontrahierte Gefässstrecken begrenzt werden. Letztere haben nach unserer Anschauung eben dadurch, dass sie sich nach der Geburt kontrahierten, das Blut aus ihrem Lumen herausgepresst, das sich nun an anderen Stellen der Arterien angesammelt hat, und wenn letztere von geringerer Ausdehnung sind, zur Bildung der Noduli Veranlassung giebt. Dass hierbei eventuell noch ein anderes Moment mitwirken kann, wird weiter unten in dem Abschnitt über die Placentargefässe gezeigt.

Mit jener Erscheinung, speziell mit lokalen Kontraktionen der Ringmuskulatur hängen auch die von verschiedenen Beobachtern erwähnten Klappen- oder faltenartigen Vorsprünge der Wand in den A. u. e. zusammen. Ihr Auftreten müsste an ganz frischem Material, wie es in Frauenkliniken dem Untersucher zur Verfügung steht, noch näher verfolgt werden.

Wie sich gezeigt hat, sind durch die Anordnung der Muskulatur und das Fehlen gröberer elastischer Membranen Verhältnisse geschaffen, durch die ein ausserordentlich prompter Lumenverschluss möglich ist. Thatsächlich beruht wohl hierin teilweise die Bedeutung jener anatomischen Verhältnisse, womit nicht gesagt sein soll, dass nicht während des intrauterinen Lebens des Fötus auch noch andere Aufgaben dadurch erfüllt werden können. Der Verschluss des Lumens tritt bekanntlich meist sehr bald nach der Geburt mit dem Aufhören des Pulses in den A. u. e. ein. Die naheliegende Bedeutung dieser Erscheinung beruht, wie fast allgemein angenommen wird, in der Verhütung einer Blutung nach Durchtrennung der Nabelschnur. Thatsächlich sind in den meisten Fällen unter normalen Bedingungen die Reste der A. u. e. und die distale Strecke des intraabdominalen Teiles der A. u. so eng kontrahiert, dass ein Lumen kaum noch nachweisbar ist und kein Blut mehr hindurchdringen kann. Beim Menschen wird zwar meist zur Verhütung einer Blutung der Nabelschnurrest unterbunden. Dass aber auch ohne diese Sicherheitsmassregel, wenn nicht sonst abnorme Verhältnisse vorliegen, keine stärkere Blutung aus den durchschnittenen Umbilikalarterien auftritt, lehren zahlreiche Beobachtungen am Menschen und das Verhalten dieser Gefässe bei den Tieren. Auf diese Rolle der Muskulatur haben besonders hingewiesen: Virchow, Strawiński, Hofmann,

Thoma und andere spätere Beobachter. Virchow legt ausserdem der Thrombose, wie sie öfters in den A. u. i. gefunden wird, eine grössere Bedeutung bei. Straviński nimmt dies nicht an, Thoma hält den Wert derselben betreffs der Blutstillung für gering. Stutz (S. 36) sieht die Thrombenbildung nur für eine zufällige oder pathologische Erscheinung an. Es sei darauf hingewiesen, dass es nach unserer Meinung sehr wohl möglich ist, dass sich bei den von Virchow untersuchten Neugeborenen gerade darum häufiger Thrombose fand, weil dieselben von vornherein jedenfalls unter ungünstigen Bedingungen standen, die eben die Ursache zu dem bald erfolgten Absterben gaben.

Dass die Kontraktion der Muskulatur die angegebene bedeutende Rolle spiele, wird auffallenderweise von Stutz geleugnet. Derselbe meint, dass die Kontraktion der A. u. nur eine sekundäre Rolle bei der Verhütung der Blutung spiele. Nach seiner Anschauung ist nämlich das Sistieren des Blutstromes in den A. u. das primäre, die Kontraktion der Muskulatur das sekundäre. Ersteres trete dadurch ein, dass durch die Eröffnung des Lungenkreislaufes, die mit Eintritt der Atmung erfolgt, die Stromkraft in der Aorta descendens sinkt und in den Nabelarterien auf Null herabgeht. Dieser Anschauung möchten wir nicht beistimmen. Nach unserer Meinung ist es zwar sehr wohl möglich, dass ein für die Erhaltung des Neugeborenen so wichtiger Vorgang, von dem die Verhütung des Verblutungstodes abhängt, nicht durch ein, sondern durch mehrere Momente reguliert wird, doch möchten wir behaupten, dass unter diesen die Kontraktion der A. u. eine bedeutsame Rolle spiele. Unterbleibt nämlich dieselbe aus irgend einer Ursache, so kommt es zu einer Blutung und die infolge der Atmung eingetretene Cirkulationsänderung, auf die Stutz das Hauptgewicht legt, genügt nicht, dieselbe zu verhüten. Hierfür kann nach unserer Meinung eine von genanntem Autor (S. 37) selbst wiedergegebene Thatsache als Beweis angeführt werden, die darin besteht, dass

aus den durchschnittenen nicht unterbundenen Nabelarterien Stunden, ja Tage nach der Geburt eine Blutung zu stande kommen kann, wenn man solche Kinder in ein warmes Bad setzt. Stutz führt die eintretende Blutung allerdings auf die Erhöhung der Herzthätigkeit durch das warme Bad zurück und schliesst daraus, dass eben die Kontraktion der Arterienmuskulatur nicht so intensiv sei, dass dadurch dem Blutdruck in jedem Falle genügender Widerstand geleistet würde. Hiergegen möchten wir zu bedenken geben, dass jener Vorgang auch so gedeutet werden kann, dass durch die Wärme die Arterien erschlafften und aus diesem Grunde den Blutdruck nicht aushalten konnten. In wie hohem Grade die Wärme erschlaffend auf die Gefässmuskulatur wirken kann, haben wir an anderem Orte durch eine grössere Zahl von Versuchen an der Carotis des Rindes demonstriert. Entschieden kann diese Frage nur durch direkte Versuche werden, die aber, da sie an Tieren ausgeführt werden, für den Menschen nur bedingte Gültigkeit haben. Es hat Hofmann (S. 196) nachgewiesen, dass beim Hund es thatsächlich der Verschluss des peripheren Teiles der A. u. i. ist, der die Blutung verhindert. Wir haben an neugeborenen Ratten einige diesbezügliche Experimente gemacht.

Es gelingt bei neugeborenen Ratten, was nachher gezeigt werden soll, bei der Durchschneidung der Nabelschnur die vollständige Kontraktion der Umbilikalarterie — zu dieser Zeit hat nämlich die Ratte nur noch eine derartige Arterie, wie wir dies an anderer Stelle nachgewiesen haben — zu verhindern. Bringt man nun sofort nach der Geburt so behandelte Tiere in ein warmes Bad in der Weise, dass der Kopf über Wasser bleibt und die Atmung ungehindert von statten geht, so blutet das Tier vollständig aus, sicher ein Beweis, dass die Cirkulationsänderung, welche durch die Atmung hervorgerufen wurde, allein nicht genügt, eine Verblutung zu verhindern. War aber das Gefäss kontrahiert, so trat trotz der Wärme keine Blu-

tung ein. Die durch Erhöhung der Temperatur eventuell gesteigerte Herzthätigkeit war also nicht im stande, durch die Blutdrucksteigerung den Widerstand, den die kontrahierte Muskulatur bot, zu überwinden. Bei diesen Versuchen, die mehrere Male mit demselben Erfolge angestellt wurden, war es also sicher die Kontraktion der Arterienmuskulatur, die eine Verblutung verhinderte. Hier sei erwähnt, dass nach den Untersuchungen von Cohnstein und Zuntz (S. 354) an dem zur Geburt reifen Schafffötus die ersten Atembewegungen den arteriellen Blutdruck, wenn auch nur in geringem Masse, doch deutlich erhöhen. Mit diesem Beweise ist nach den genannten Autoren auch die Notwendigkeit eines direkten Verschlusses der Nabelarterien gegeben. Die Ringmuskulatur derselben überwinde entgegen der Anschauung von Preyer und Ziegenspeck den arteriellen Blutdruck allmählich derart, dass die Nabelarterie für Blut undurchgängig werde.

Wodurch die Muskulatur der Umbilikalarterien veranlasst wird, sich nach der Geburt so energisch zu kontrahieren, dafür hält Straviński (S. 97) folgende Ursachen für möglich. Erstens käme die Temperaturerniedrigung, der die Umbilikalarterien bei der Geburt ausgesetzt sind, dafür in Betracht, sodann könnte der Reiz, den die atmosphärische Luft auf die Haut und Respirationsoberfläche des Kindes ausübt, reflektorisch eine Zusammenziehung der Nabelarterien hervorrufen, und endlich könnte ein innerer Vorgang wirksam sein, der mit dem Übergang vom intrauterinen zum extrauterinen Leben, dem Beginn der Respiration und der Veränderung des Blutkreislaufes eng verbunden sei. Hofmann (S. 199) gelangt durch seine Versuche an neugeborenen Hunden zu dem Resultat, dass es der Reiz der atmosphärischen Luft sei, der die Kontraktion erzeuge. Stutz (S. 21), nach dessen Ansicht die Sistierung des Blutstromes das primäre ist, meint, dass diese die Kontraktilität der Tunica media aufs intensivste anrege. An anderer Stelle (S. 36) sagt

er „da damit“ (nämlich mit dem Aufhören der Cirkulation in den A. u.) „das die Umbilikalarterien dehnende Moment: die Stromkraft weggefallen ist, zieht sich die Ringfaserschicht, die sich bis dahin infolge der Dehnung durch das hindurchgetriebene Blut in einem gewissen Tonus befunden, entsprechend diesem und ihrer lebendigen Kontraktionsfähigkeit zusammen, sodass die Wände aneinander liegen und das Lumen gleich Null ist.“

Wie weit die eben wiedergegebenen Anschauungen im einzelnen gerechtfertigt sind, sei hier nicht weiter untersucht, da eine Erörterung darüber ohne neue Experimente zwecklos ist. Näher eingegangen sei nur auf die Bedeutung, die der direkten mechanischen Reizung der Arterienmuskulatur zukommt, da wir für diese einen Beitrag zu liefern im stande sind. Solche mechanische Reizung tritt bei jeder Abnabelung ein, am geringsten, wenn die Nabelschnur mit einem scharfen Messer ohne Zerrung durchschnitten wird, stärker beim Durchtrennen mit einem stumpfen Instrument, beim Abquetschen oder Abbeissen und am stärksten bei der Zerreißung. Während bei schonender Durchtrennung der direkte Reiz nur die Trennungsstelle trifft und von hier aus auf den proximalen Teil der A. u. sich fortpflanzt, wird bei der Zerreißung das ganze Gefäß in allen seinen Teilen von dem Reize getroffen. Dass diese Thatsache bei den Tieren eine bedeutsame Rolle spielt, ist allgemein anerkannt. Die Zerrung erfolgt bei diesen in verschiedener Weise. Als Beispiel sei angeführt, dass sie beim Kalbe während des Sturzes desselben aus dem Geburtswege der stehenden oder liegenden Mutter eintritt. Die Zerrung ist hierbei so stark, dass die Umbilikalarterien zerreißen, und zwar geschieht dies an dem intraabdominalen Teile. Eine Blutung tritt hierbei nicht ein. Dem neugeborenen Ferkel beisst entweder die Sau die Nabelschnur ab, indem sie Eihäute und jene verzehrt, oder aber das Ferkel tritt auf die Eihäute und zerrt solange, bis die Nabelschnur durchreisst. Bei den Raubtieren zerbeisst die Mutter die Nabelschnur, was natürlich nicht ohne Zerrung geschieht.

Bei der weissen Wanderratte haben wir den Geburtsvorgang öfter beobachtet. Hier nimmt die Mutter mit den Vorderpfoten das in den Eihäuten geborene Junge, zerreisst und frisst jene mitsamt der Placenta, wobei sie das Junge mit den Vorderpfoten festhält und die Nabelschnur straff anspannt, die sie meist bis an den Nabel heran verzehrt. Verhindert man die Zerrung, so tritt, wie dies oben bereits gesagt wurde, eine starke Blutung ein, wenn man zugleich die Abkühlung verhindert. Dies geschah in der Weise, dass wir das Junge sofort nach dem Austreten aus dem Geburtskanal der Mutter wegnahmen, die Eihäute vorsichtig öffneten und die Nabelschnur unter möglichster Vermeidung jeder Dehnung mit sehr scharfem Messer durchtrennten. Dass es nun der Mangel der Zerrung ist, infolge dessen sich die Arterienmuskulatur nicht kontrahierte, ergab sich daraus, dass von der Mutter abgenabelte Tiere oder solche, deren Nabelschnur vor der Durchschneidung mit dem Messer gedehnt worden war, im Bade keinen Tropfen Blut verloren. Hier war infolge der Dehnung die Kontraktion offenbar so stark, dass die Wärme die Arterie nicht erschlaffte. Hofmann (S. 199), der die Dehnung der Gefässe nicht näher berücksichtigt, konnte vielleicht aus diesem Grunde an neugeborenen Hunden die erschlaffende Wirkung der Wärme nicht konstatieren.

Dass auch beim Menschen die mechanische Reizung der Umbilikalarterien eine Rolle spielt, ist vielfach nachgewiesen. Da wir hierüber keine eigenen Beobachtungen bringen können, so sei betreffs dieser Thatsache auf die Arbeiten von Schiller und von Bayer hingewiesen. Bei letzterem findet sich ein ausführliches Litteraturverzeichnis.

2. Intraabdominaler Teil der Arteria umbilicalis.

(Fig. 4).

Wie verhält sich nun die A. u. e. in Bezug auf ihren Bau zu dem innerhalb vom Nabel liegenden Teil der Nabelarterie.

Wie wir gesehen haben, unterscheidet sich die Nabelstrangarterie ganz auffallend von anderen Arterien gleichen Kalibers und ebenfalls auch von der Arteria iliaca. Eine Untersuchung von Stufenschnitten durch die intraabdominale Strecke der A. u. mehrerer ausgetragener Fötus zeigte, dass die Umwandlung in der Struktur nicht plötzlich, sondern allmählich vor sich geht, wie dies ja auch von vornherein das wahrscheinlichere ist. Der proximale Teil zeigt einen Bau, der unserer Vorstellung von der Struktur von Gefässen derartigen Kalibers durchaus entspricht, d. h. es sind die bekannten Schichten der Gefässwand vorhanden. Unter dem Endothel liegt eine starke gefaltete M. elast. int., hierauf folgt die vorzugsweise aus Ringmuskulatur bestehende Media, in die elastische Membranen und Fasern derart reichlich eingelagert sind, dass auf dem Querschnitt zwischen je einer Reihe von Muskelzellen elastisches Gewebe liegt, und nach aussen von dieser die Adventitia mit reichlichen hauptsächlich längs verlaufenden, gröberen und feineren elastischen Fasern, mit ebenso angeordneten Bündeln glatter Muskelzellen und Vasa vasorum. Nur an der medialen Seite des Gefässlumens findet sich nicht eine M. elast. int. als einheitliches Blatt. Hier ist, wie dies bereits Thoma (Bd. 93. S. 465) geschildert hat, ein Zug von Längsmuskulatur der Media von innen her vorgelagert, der sich leistenartig in das Lumen vorwölbt. An Stelle der M. elast. int. findet sich hier eine grössere Zahl von dünneren elastischen Membranen und Fasernetzen, die voneinander durch die Zellen des erwähnten Längsmuskelzuges getrennt sind. Man kann sich dies so vorstellen, als ob die M. elast. int. durch die eingelagerte Längsmuskulatur in einzelne Membranen aufgeteilt sei. Geht man nun in der Durchmusterung der Serien weiter zum Nabel hin, so ändert sich allmählich der eben beschriebene Bau, indem die geschilderte Spaltung der M. elast. int. durch längsverlaufende Muskulatur sich auch auf andere Stellen ausdehnt (Fig. 4*). An solchen erscheint auch an

dem mässig kontrahierten Gefäss das Lumen eingebuchtet. Diese Erscheinung nimmt weiterhin noch mehr zu, sodass erst nur noch kleine Strecken der M. elast. int. vorhanden sind, bis dann diese in der Nähe des Nabels ebenfalls verschwinden. Die an Stelle der M. elast. int. aufgetretenen Membranen werden nach dem Nabel zu immer zarter und gehen zum grossen Teil in Fasernetze über, sodass in dieser Beziehung das Bild der A. u. e. noch innerhalb vom Nabel erreicht wird. Auch das oben geschilderte sternförmige Lumen der letzteren findet sich bereits an dieser Stelle. Hierdurch ist es möglich, dass sich diese Strecke der A. u. i. nach der Geburt in Bezug auf Kontraktion und Lumenverschluss, ebenso verhält wie die A. u. e., eine Thatsache, deren Bedeutung bereits im ersten Abschnitt gewürdigt ist.

Zugleich mit dieser Veränderung geht eine Dickenzunahme der Ringmuskulatur vor sich, die sich auch deutlicher in Bündel sondert. Ganz auffallend ist ferner die allmähliche Abnahme des elastischen Gewebes in der Ringmuskulatur. An Stelle der starken Membranen finden sich schliesslich nur feine, in verschiedener Richtung ziehende Fäserchen, von denen die ringförmig verlaufenden als feine geschlängelte Linien erscheinen.

Endlich geht auch mit der Adventitia eine bemerkenswerte Veränderung vor sich, indem nach dem Nabel zu das elastische Gewebe mehr und mehr an Menge abnimmt und schliesslich nur noch eine äussere Schicht (Herzogs fibröse Mantelzone) bildet, während der übrige Teil dieser modifizierten Adventitia aus einem zarten zellreichen Bindegewebe besteht und somit einen jugendlichen Zustand beibehält. Diese Hülle, auf die wir noch einmal zurückkommen werden, begleitet die Arterie durch den Hautnabel hindurch und ist in dem Abschnitt über die A. u. e. bereits berücksichtigt worden.

Die Angaben, die Strawiński (S. 92) beiläufig über die A. u. i. macht, sind nur spärlich und zu wenig genau, als dass sie zum Vergleich herangezogen werden könnten. Baumgar-

tens (S. 738) Notiz, dass das Nabelende des intraabdominalen Teiles bis zu $1\frac{1}{2}$ cm Länge durch eine sehr dicke elastische Grenzlamelle scharf charakterisiert sei, haben wir in keinem Falle bestätigen können. Wenn Haberdas (S. 36) schreibt, dass er an seinen mit Orcein gefärbten A. u. i. jedesmal eine ziemlich dicke elastische Lamelle unter dem Endothel nachweisen konnte, die sich durch die ganze Länge des Gefäßes erstreckte, so gilt dies nach unserer Untersuchung nur für den proximalen Teil, wie dies auch Thoma gefunden hat. Wo sie vorhanden ist, setzt sie sich aber nicht „aus welligen, dicken elastischen Fasern“ zusammen, sondern besteht aus einer gefensterten Membran.

3. Entwicklungsgeschichte des extraabdominalen Teiles der Arteria umbilicalis (Fig 5, 6, 7).

Bei dem jüngsten mir zur Verfügung stehenden menschlichen Embryo von 1,2 cm Länge¹⁾ liegen in der Gegend der A. u. e. die Zellen dichter als in dem übrigen Teil der Nabelschnur (Fig. 5). Die direkt das Lumen umgebenden zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Kerne mehr ovoid sind und mit ihrer langen Achse parallel der ungefähr kreisförmigen Peripherie des Gefäßlumens liegen, während die weiter nach aussen liegenden, der Sulze angehörenden runde Kerne haben. Die Zellen mit den ovoiden Kernen bilden zwei bis drei Reihen. Es ist sicher, dass die innere Reihe den Endothelzellen entspricht, die anderen jugendlichen Muskelzellen. Bindegewebe ist nur in feinsten Spuren nachweisbar. In der Sulze finden sich bereits deutliche Bindegewebsfasern. Bei etwas älteren Embryonen von 2,5 cm Länge sind die Kerne der Muskelzellen, die in drei bis vier Reihen ringförmig das Lumen umgeben,

¹⁾ Die Größenmaasse geben die Steissseittellänge an. Ist noch eine zweite Zahl in Klammern genannt, so bezeichnet diese die Scheitelfersnlänge.

bereits deutlich stäbchenförmig, der Zelleib dementsprechend ungefähr spindelförmig. Zwischen den Muskelzellen ist ein zartes Bindegewebe besonders mit der Giesonschen Färbung deutlich nachweisbar. Elastisches Gewebe fehlt noch. Letzteres wird an mit Orcein oder mit Kresofuchsin gefärbten Präparaten von 5 ($6\frac{1}{4}$) cm langen Embryonen zuerst nachweisbar und zwar am Nabelende. Hier erscheint es auf dem Gefässquerschnitt in Gestalt von feinen Linien, die auf Strecken zwischen den Muskelzellen liegen. Offenbar entsprechen diese Linien sehr zarten elastischen Membranen und Fasernetzen.

Ausser dem Auftreten von elastischem Gewebe am Placentarende und der Zunahme der Ringmuskulatur und des elastischen Gewebes in der letzteren, sowie der des Bindegewebes beobachtet man bei Embryonen von 6,5 ($8\frac{1}{2}$) bis 7 ($9\frac{1}{2}$) cm Länge das Erscheinen längsverlaufender Züge von Muskelzellen am Lumen sowie zwischen und ausserhalb der Ringmuskulatur.

Eine Erscheinung, deren wir bei der Schilderung der ausgebildeten A. u. e. bereits gedacht haben, ist bei jüngeren Embryonen bereits angedeutet und tritt jetzt deutlicher hervor. Sie besteht darin, dass in der Umgebung der Arterie die Sulze einen ringförmig um das Gefäss geschichteten Bau besitzt, sodass es aussieht, als habe die Arterie eine Einhüllung, deren Grenze gegen den übrigen Teil der Sulze jedoch nicht scharf ist. Der Eindruck der Schichtung wird durch den cirkulären Verlauf der Bindegewebsfasern und Zellausläufer hervorgerufen. Direkt am Nabel ist die eben geschilderte Erscheinung stets am deutlichsten ausgesprochen, weiter entfernt davon nimmt sie an Deutlichkeit ab.

Bei weiterer Entwicklung — 8,5 (11,5) cm — fällt besonders die Zunahme der inneren Längsmuskulatur auf. Dieselbe bildet eine meist kontinuierliche Lage von zuerst bedeutend geringerer Dicke als die Ringmuskulatur. Am Placentarende ist die innere

Längsmuskulatur reichlicher als am Fötalende. Das elastische Gewebe besteht an letztgenanntem Orte aus zwei stellenweise unterbrochenen Hauptlamellen. Weiter nach aussen von diesen liegen kurze Membranenstücke. Auch letztere liegen in oder an der äusseren Grenze der Längsmuskulatur oder in den inneren Schichten der Ringmuskulatur. Im Vergleich damit ist das elastische Gewebe am Placentarende noch in geringerer Menge vorhanden. Dieser Unterschied nimmt jedoch bei älteren Embryonen immer mehr ab. Es macht den Eindruck, als ob an genannter Stelle entsprechend der reichlicheren Längsmuskulatur das elastische Gewebe durch die eingelagerten Muskelzüge feiner zerteilt wäre. Den Bau der A. u. e. bei einem wenig älteren Embryo — 9,5 (13) cm — zeigt Fig. 6.

Die eben geschilderte Struktur behält nun die A. u. e. bei, bis der Embryo eine Länge von 18 (25) cm erreicht. Bis zu dieser Zeit findet nur eine gleichmässige Zunahme der Ringmuskulatur und in geringerem Grade der inneren Längsmuskulatur statt (Fig. 7). Nun setzen aber Veränderungen ein, die binnen kurzem die A. u. e. so umgestalten, dass sie dann den Bau aufweist, den wir beim ausgetragenen Kinde finden. Dieser Vorgang besteht darin, dass die innere Längsmuskellage jetzt stärker wächst und zwar an verschiedenen Partien des Lumens verschieden stark. Hierdurch wird es möglich, dass bei Kontraktion der Arterie sich die Längsmuskulatur an solchen Stellen leistenartig in das Lumen vorwölbt. Bei noch etwas älteren Embryonen — 22 (32) cm — ist dann diese Erscheinung im ganzen Umkreis der Innenwand aufgetreten, und nun entsteht bereits das Bild, wie es das reife Kind zeigt, und dementsprechend auch bei der Kontraktion ein sternförmiges Lumen. Entsprechend der Zunahme der Längsmuskulatur hat auch das elastische Gewebe an Menge zugenommen. Während es bei jüngeren Stadien in Form von Membranen auftrat, findet es sich jetzt als zahlreiche längsverlaufende Fasern zwischen den einzelnen Zellsträngen

in der feinen Verteilung, wie dies bei der A. u. e. des Neugeborenen beschrieben wurde.

4. Entwicklungsgeschichte des intraabdominalen Teiles der Arteria umbilicalis (Figg. 8, 9).

Bei jüngeren Embryonen und noch bei solchen von 4,25 cm Länge besteht die A. u. i. aus dem Endothel und je nach dem Alter aus mehreren Schichten von ringförmig angeordneten Muskelzellen. Umgeben ist sie von einer dicken Hülle (zeigt auch Fig. 8), die aus zartem Bindegewebe und reichlichen mit Fortsätzen versehenen Zellen besteht, worin dies Gewebe dem embryonalen Bindegewebe gleicht. An Stelle dieser Hülle findet man später an dem proximalen Teil der Arterie eine wirkliche Adventitia, nach dem Nabel zu nimmt diese allmählich jene Beschaffenheit an, wie sie bei der ausgebildeten A. u. i. geschildert wurde. Eine besonders an den Präparaten von älteren Embryonen zu beobachtende äussere dichtere Schicht dieser Hülle, die aus Bindegewebe und längsverlaufenden elastischen Fasern besteht, wird von Herzog (S. 7) als „fibröse Mantelzone“ hervorgehoben.

Eine gut ausgebildete M. elast. int. finde ich zuerst bei einem Embryo von 6,5 (8,5) cm (Fig. 8). Sie ist hier stärker als in der A. u. e. desselben Embryo. In der Gegend, wo die A. u. i. in die Iliaca interna übergeht, finden sich auch in der Ringmuskulatur elastische Membranen. Bei diesen jungen Embryonen geht die M. elast. int. von der Iliaca bis zum Nabel, was bei älteren Embryonen nicht der Fall ist. Bei Embryonen bis zur Länge von 8,5 (11,5) cm ist die Muskulatur der A. u. i. deutlich schwächer als die der A. u. e. Die ersten Anzeichen einer inneren Längsmuskulatur finden sich zuerst bei 8,5 (11,5) cm langen Embryonen. Zugleich beobachtet man auch die Spaltung der M. elast. int. in mehrere Blätter.

Mit der weiteren Entwicklung des Embryo verdickt sich die Wandung durch Zunahme der Muskulatur. Zugleich treten an Stelle der M. elast. int. eine grössere Zahl dünnerer elastischer Membranen resp. feinere elastische Fasern (Fig. 9). Dieser Prozess führt bei weiterem Fortschreiten zu dem Bilde der ausgebildeten A. u. i., wie wir sie bei Fötus von circa 20 (28) cm Länge bereits finden. Dieser Zustand wird in dem intra- und extraabdominalen Teil der Arterie also ungefähr gleichzeitig erreicht.

Über die Entwicklung der A. u. i. finden sich nähere Angaben bei Herzog, dem wir in Bezug auf seine Beobachtungen über die Muskulatur und Adventitia im wesentlichen beistimmen. Unzutreffend sind aber Herzogs Angaben über das elastische Gewebe in der Arterienwand, dessen Vorhandensein ihm nicht nur bei den jüngeren, sondern auch bei den älteren Embryonen vollständig entgangen ist (cf. Figg. 8, 9).

II. Vena umbilicalis.

1. Extraabdominaler Teil der Vena umbilicalis.

(Figg. 10, 11).

Gerade wie bei der A. u. e. so wechselt auch das Kaliber der V. u. e. je nach Blutgehalt und Kontraktionszustand ganz ausserordentlich. Zu einem so vollständigen Lumenverschluss wie bei der Arterie kommt es jedoch nicht, da hierzu die in dem Bau der Gefässwand liegenden Bedingungen fehlen. Es zeigt vielmehr die Vene auch bei stärkster Kontraktion ein deutliches Lumen. Je nach dem Kontraktionszustand wechselt die Dicke der Wand und zwar in recht beträchtlichen Grenzen,

da eben die Vene bei starker Füllung ein sehr weites Lumen und dementsprechend eine sehr dünne Wandung aufweist. Die Wand setzt sich zusammen aus dem Endothel, einer *Elastica interna* und der Muskulatur. Eine *Adventitia*, die das Gefäss gegen die Sulze abgrenzte, lässt sich nicht nachweisen.

Die Muskulatur besteht hauptsächlich aus ringförmig verlaufenden Zügen, längs resp. schräg verlaufende variieren in ihrer Menge; doch treten sie an Masse meist bedeutend gegen die ersteren zurück. Die Längsmuskulatur tritt in Form von Zügen auf, die entweder direkt unter der *Elast. int.* oder in der Ringmuskulatur liegen oder der letzteren aussen aufgelagert sind. Die Ringmuskulatur stellt nicht etwa eine einheitlich zusammenhängende Masse vor, sondern setzt sich aus Bündeln zusammen, die immer von einer Anzahl Zellen gebildet werden. Innerhalb eines Bündels sind die Zellen durch kollagenes Bindegewebe fester untereinander verbunden, die Bündel dagegen durch auffallend lockeres, d. h. die interfascikulären Fasern sind verhältnismässig sehr lang. Der Längsschnitt durch die Gefässwand zeigt, dass die Ausdehnung dieser Bündel in der Längsrichtung des Gefässes ziemlich bedeutend ist, sodass es sich also um mehr plattenförmige Gebilde handelt. Wirklich die Gestalt von Platten mit im Verhältnis zur Flächenausdehnung sehr geringer Dicke nehmen die Muskelzellgruppen in der stark dilatierten Vene an. Infolge der lockeren Verbindung der einzelnen Bündel untereinander gewährt der Querschnitt der V. u. e. besonders in Paraffinpräparaten oft ein ganz eigentümliches Bild, da sich in den Schnittpräparaten zwischen den Muskelbündeln grössere Lücken finden, die von den verästelten interfascikulären Bindegewebsfasern durchquert werden. — Die zuweilen zur Beobachtung kommenden klappenartigen Bildungen erfordern nach unserer Meinung dieselbe Deutung wie die in den Arterien.

Auf die Mächtigkeit der Muskulatur der Umbilikalvene ist bereits öfters aufmerksam gemacht, so von Koelliker (S. 24)

und von Eberth (S. 200). Die Angabe des letzteren Autors, nach der regelmässig eine innere und äussere longitudinale und eine mittlere transversale Muskelfaserschicht vorhanden sei, wie dies auch Lindemann (S. 17) angiebt, können wir jedoch nicht bestätigen. Dasselbe gilt von der Beobachtung Stravińskis (S. 98), dass die Muskelfasern gewöhnlich so angeordnet seien, dass die Längsfasern nach innen, die Ringfasern nach aussen lägen, Abweichungen von dieser regelmässigen Anordnung, die auch er beobachtete, stellen vielmehr nach unseren Untersuchungen das bei weitem häufigere Verhalten vor. Ebenso wenig können wir Lochmann (S. 16) beipflichten, wenn er sagt, die Venen unterschieden sich von den Arterien nicht prinzipiell, sondern nur durch eine besonders mächtige Entwicklung der äusseren und inneren Longitudinalmuskulatur.

Was das elastische Gewebe betrifft, so interessiert uns vor allem die Elast. int. An Querschnitten, die mit Orcein gefärbt sind, fällt dieselbe sofort wegen ihrer starken Ausbildung auf, und es ist merkwürdig, dass ihr Vorhandensein bisher nicht mehr berücksichtigt wurde. Nur selten ist sie auf dem Querschnitt in ihrer ganzen Ausdehnung einheitlich, meist ist sie vielmehr auf kürzere oder längere Strecken doppelt oder auch mehrfach gespalten. Zwischen den einzelnen Blättern liegen dann dünne Schichten von längs oder schräg verlaufenden Muskelzellen. In der kontrahierten Vene weist die Elast. int. ganz ausserordentlich zahlreiche und tiefe Längsfalten auf. Letztere verschwinden erst bei maximaler Ausdehnung des Gefässes. Erst in diesem Zustande ist es möglich, sich einen Einblick in den Bau der Elast. int. zu verschaffen. Während es an Schnitten durch kontrahierte Venen den Anschein hat, als hätten wir thatsächlich eine derbe Membran vor uns, zeigt sich an Schrägschnitten durch ad maximum ausgedehnte Venen, dass es sich um eng zusammenliegende, längs verlaufende Fasern handelt, die sich unter sehr spitzem Winkel häufig vereinigen (Fig. 11). Die

Längsspalten zwischen den Fasern werden erst bei stärkster Dehnung sichtbar. Die Fasern sind alle gleich dick. Wenn dies anders zu sein scheint, so zeigt sich bei genauerer Untersuchung, dass es sich um niedrige Längsfalten handelt, die trotz der Dehnung nicht verschwunden sind. Danach könnte man das ganze Gebilde auch als eine mit zahlreichen Längsschlitzten versehene elastische Membran auffassen. Runde Fenster, wie wir sie sonst in elastischen Membranen finden, sind sicher nicht vorhanden.

Weiter findet sich in der Muskularis elastisches Gewebe, das aber, was Menge und Anordnung betrifft, nicht unbeträchtlichen individuellen Schwankungen unterworfen ist. Man findet Venen mit reichlichem elastischen Gewebe und andererseits solche, in denen es recht spärlich auftritt. Im allgemeinen nimmt das elastische Gewebe nach der Peripherie zu an Menge ab. In den inneren Schichten zeigt es dieselbe Anordnung wie in der Elast. int., doch sind die Fasern hier meist von geringerer Dicke, und es kommt nur zur Bildung von Fasernetzen von geringerer Ausdehnung. Sonst handelt es sich um längs oder schräg verlaufende anastomosierende Fasern, und nur in einigen Venen waren ringförmig verlaufende Fasern in grösserer Zahl nachweisbar. Letztere erscheinen in kontrahierten Venen stark geschlängelt. Radiär verlaufende Fasern beobachtet man nur wenig. Das soeben geschilderte elastische Gewebe findet sich zusammen mit dem kollagenen Bindegewebe zwischen den Muskelbündeln, also interfascikulär. Intrafascikuläres elastisches Gewebe ist nur in Spuren vorhanden. — Hervorgehoben sei noch, dass die Strecke der V. u. e. dicht am Nabel meist noch die Struktur der V. u. i. aufweist. Sehr bald tritt jedoch die Umwandlung in den Bau der V. u. e. ein.

Mit den Angaben anderer Beobachter stimmen unsere Befunde nicht überein. Straviński (S. 98) schreibt über das elastische Gewebe nur folgende Sätze: „Eine selbständige elastische

Intima habe ich in dem Nabelstrangsteile (der Vena umb.) nicht gefunden. Die elastischen Elemente sind überhaupt noch spärlicher vorhanden als in den Arterien und die einzelnen elastischen Fasern sind sehr fein.“ Stutz (S. 16) bemerkt über diesen Gegenstand nur, dass elastische Fasern noch spärlicher vorhanden seien als bei den Arterien. Lindemann (S. 17) und ebenso Spiegelberg (S. 97) sagen, indem sie von allen drei Gefässen der Nabelschnur sprechen, dass eine elastische Intima zwischen Muskelfasern und Endothel fehle. Minots Angabe über das Fehlen des elastischen Gewebes in den Umbilikalgefässen wurde bereits (S. 531) erwähnt. Thomass (S. 11) konstatiert das fast völlige Fehlen elastischer Fasern in der Vene. Es genügt, auf die von uns gegebene Figur hinzuweisen.

Eine Adventitia besitzt die V. u. e. nicht und ebenso fehlt ihr an ihrem proximalen Ende die abgegrenzte Gewebsschicht, wie sie sich in dieser Gegend an den Arterien findet, und nur zuweilen beobachtet man eine schwache Andeutung hiervon.

3. Intraabdominaler Teil der Vena umbilicalis.

Unterschied sich die V. u. e. im Baue ihrer Wandung beträchtlich von anderen Venen gleichen Kalibers, so ist dies nicht der Fall bei der V. u. i. Die bei der ersteren beschriebene Elast. int., die den Eindruck einer elastischen Membran macht, fehlt nach dem Durchtritt durch den Nabel entweder ganz oder ist in schwächerer Ausbildung zuweilen noch streckenweise vorhanden. Im grössten Teil des Verlaufes fehlt entweder unter dem Endothel das elastische Fasernetz oder es liegen mehrere Lagen dünnerer Längsfasern getrennt durch Muskelzellen hintereinander.

Media und Adventitia gehen ohne scharfe Grenze in einander über. Die innere Partie der ersteren wird meist aus längsverlaufenden Muskelzellen gebildet. Züge von cirkulär verlaufenden

finden sich in geringerer Anzahl. Das intercelluläre und interfascikuläre kollagene Bindegewebe ist hier mässig reichlich. Weiter nach aussen ist letzteres hauptsächlich zu Längsfaserzügen angeordnet und nimmt an Menge stark zu, sodass nun eine Schicht kommt, in der es bei weitem über die Muskelzellen prävaliert, die hier nur in spärlichen Zügen auftreten. In beiden Schichten finden sich reichlich meist längs verlaufende elastische Fasern, die untereinander anastomosierend weitmaschige Netze bilden. Auf dem Gefässquerschnitt liegen sie, da sie zwischen die Längsmuskulatur oder die Bindegewebsbündel eingelagert sind, meist einzeln. Dieser Teil der Wandung geht in die an derberen elastischen Fasern reiche Adventitia über. Die innere Schicht der Wand wird zuweilen sehr dünn und schwindet manchmal vollständig. Dann „rückt die Adventitia an die Intima heran.“

Das Schwinden der Elast. int., der grössere Reichtum an Bindegewebe zwischen den Muskelzügen, die Anordnung der letzteren, nämlich überwiegend in der Längsrichtung, die nach aussen davon folgende nur mit dünnen Zügen von Muskelzellen durchsetzte bindegewebige Übergangsschicht und eine ausgebildete, an elastischem Gewebe reiche Adventitia, deren Fasern überwiegend längs verlaufen, sind Erscheinungen, die der V. u. i. zukommen und der V. u. e. fehlen. Ob und wie weit hier Abweichungen im Bau vorkommen, konnte nicht festgestellt werden, da die Zahl der untersuchten V. u. i. hierzu nicht gross genug war. Die kurzen Angaben Haberdas (S. 38) über die V. u. i. sind richtig, nur die über die Elast. int. können wir nicht bestätigen. Wenn Haberdas nämlich schreibt: „doch konnte ich eine elastische Grenzlamelle oder, wenn man will, eine elastische Intima, der das Endothel aufliegt, auch in der Vene durch die Färbung mit Orcein jedesmal zur Anschauung bringen“, so trifft dies nach unseren Präparaten nur für den am Nabel gelegenen Teil der V. u. i. zu. Vielleicht kommen hier aber Abweichungen vor.

3. Entwicklungsgeschichte des extraabdominalen Teiles der Vena umbilicalis (Fig. 12).

Bei den jüngsten untersuchten Embryonen (ca. 1 cm) unterscheidet sich die V. u. e. von der A. u. e. höchstens durch etwas dünnere Wandung, im übrigen gilt das dort Gesagte auch für die Vene. Der Unterschied zwischen den Gefäßen ist übrigens in dieser und auch noch in der nächstfolgenden Zeit so gering, dass es nur durch Verfolgung nach dem Embryo hin möglich ist, mit Sicherheit Vene und Arterie zu unterscheiden. Bei Embryonen von 6,5 (8,5) cm ist die Verschiedenheit zwischen Vene und Arterie indessen schon recht auffallend, da die Wand der ersteren deutlich schwächer ist als die der letzteren. Dieselbe besteht aus cirkulär angeordneten Muskelfasern mit Zügen von Längsmuskulatur. Letztere können sich überall und in wechselnder Menge finden, doch bleiben sie an Masse weit hinter der Ringmuskulatur zurück. Elastisches Gewebe ist in der Vene zu dieser Zeit noch nicht nachweisbar, während es in der A. u. e. schon bei Embryonen von 5 ($6\frac{1}{4}$) cm vorhanden ist. In der Vene tritt es erst bei Embryonen von 7 (9,5) cm auf. Schon beim ersten Auftreten ist das elastische Gewebe in der Vene zarter als in den dazu gehörigen Arterien. Zuerst bemerkbar wird die Elast. int., die sich aus sehr feinen Fasern zusammensetzt. Entsprechend dem Verhalten bei der ausgebildeten V. u. e. ist die Elast. int. auch jetzt schon an verschiedenen Stellen doppelt. Die Fasern liegen jedoch jetzt bei weitem noch nicht dicht genug, als dass sie den Eindruck einer Membran hervorrufen könnten.

Abgesehen von der Zunahme der Muskulatur treten bei etwas älteren Embryonen — 9,5 (13) cm — auch nach aussen von der Elast. int., also in der Muskulatur, feine längs verlaufende elastische Fasern auf. Die Elast. int. hat sich bereits derart weiter entwickelt, dass sie den Eindruck einer zusammenhängenden allerdings sehr dünnen Membran macht, wie dies von

der V. u. e. des reifen Kindes beschrieben wurde. Sie ist häufig auf grössere Strecken hin doppelt. Dadurch, dass die Muskelbündel dicker werden und sich untereinander durch reichlicheres Bindegewebe von einander sondern, gewinnt die Vene (Fig. 12) allmählich bei älteren Embryonen — 17,5 (24,5) cm — mehr Ähnlichkeit mit der des Neugeborenen. Zugleich mit der Zunahme des kollagenen Gewebes macht sich auch eine solche des elastischen Gewebes zwischen den Muskelbündeln bemerkbar, das aber im Vergleich mit der ausgebildeten Vene noch ziemlich spärlich ist. Durch weitere Zunahme der Muskulatur und stärkere Ausbildung der Längsmuskelzüge, der Elast. int., sowie Vermehrung des elastischen Gewebes in der Muskulatur wird allmählich das Bild der fertigen Vene hergestellt. Es ist dies bei Embryonen von mehr als 20 (29) cm der Fall. Eine bestimmte Grenze lässt sich selbstverständlich nicht angeben.

4. Entwicklungsgeschichte des intraabdominalen Teiles der Vena umbilicalis.

Schon in frühen Stadien macht sich im Vergleich mit der V. u. e. die geringere Masse und unregelmässige Anordnung der Muskelzellen sowie ein grösserer Reichtum an Bindegewebe geltend. Das elastische Gewebe tritt zuerst in Form feiner hauptsächlich längs verlaufender Fasern bei Embryonen von 7 (9,5) cm auf. Dass es hier nicht zur Ausbildung einer starken Elast. int. kommen wird, dokumentiert sich bereits darin, dass unter dem Endothel keine zusammenhängende Lage elastischer Fasern entsteht, sondern dass diese in dem vorliegenden Stadium nicht stärker hervortreten als innerhalb der Muskulatur. Die Adventitia setzt sich durch die geringere Menge an zelligen Elementen und Prävalieren des Bindegewebes nur wenig scharf gegen die Muskelschicht ab. Wie die Durchmusterung von immer etwas älteren

Embryonen zeigt, nehmen die genannten Elemente gleichmässig an Masse zu, ohne dass dabei Besonderheiten zu bemerken wären, sodass bei Embryonen von circa 25 (34) cm das Bild der Vene, wie es sich beim reifen Kinde findet, erreicht ist. Eine bestimmte Grenze lässt sich freilich auch hier nicht feststellen.

Unsere Angaben stimmen mit denen Herzogs (S. 15) überein, nur ist ihm auch hier die Existenz des elastischen Gewebes entgangen.

III. Placentargefässe.

Zum Schluss sei noch eine kurze Schilderung der feineren Struktur der oberflächlichen Placentargefässe gegeben, da diese durch die Versuche Lochmanns, die dieser auf Anregung Kehrs angestellt hat, unser Interesse verdienen. Lochmann beobachtete nämlich, dass gewisse lokale Reize an den Gefässen des Nabelstrangs und der Placenta — hauptsächlich scheint letztere als Untersuchungsobjekt benutzt zu sein — eine Erweiterung des Lumens an der gereizten Stelle erzeugten (Seite 12). Als Mittel waren hierzu brauchbar mechanische Reize, nämlich Quetschen, Drücken und Streichen quer zur Längsrichtung des Gefässes, chemische Reize als Kali- und Natronlauge und die Reizung mit der Anode des galvanischen Stromes. „Die Erweiterungen traten fast momentan oder wenige Stunden nach der Reizung auf, schneller bei ganz frischen, langsamer bei Placenten, bei denen schon längere Zeit seit der Geburt verstrichen war. Selbst 48 Stunden nach der Geburt war es möglich, diese Erscheinungen auszulösen. Die Erweiterungen traten

nur bei den eben angeführten Reizen auf und konstant bei diesen. Sie blieben dauernd bestehen, solange die Placenta beobachtet werden konnte, sie blieben dauernd auf die Reizstelle beschränkt.“ Von diesen Versuchen wurde die Wirkung des mechanischen Reizes an den Placentararterien zu wiederholten Malen von uns nachgeprüft und zwar stets mit den Erfolgen, wie sie Lochmann angiebt. Dies sei hervorgehoben, da frühere Untersucher zu anderen Resultaten gelangten. Lochmann erklärt die Gefässerweiterung als durch Erschlaffung der Ringmuskulatur herbeigeführt, eine Anschauung, der wir uns anschliessen möchten. Mit Recht macht er auch darauf aufmerksam, dass diese künstlich hervorgerufenen Erweiterungen sich durch nichts von denjenigen unterscheiden, die von vornherein sich an den Gefässen vieler Nabelschnüre und Placenten finden, und die wir bereits unter dem Namen *noduli Hobokeni* oben erwähnten. Ebenso stimmen wir ihm bei, dass diese letztgenannten Erweiterungen keine dauernden Eigenschaften der Gefässe seien, sondern wahrscheinlich durch die Einwirkung irgend welcher Reize auf die Gefässwand zu stande kämen (S. 8; S. 17).

Was den mikroskopischen Bau der oberflächlichen Placentararterien anbetrifft, so stimmen diese in Bezug auf die Anordnung der Muskulatur mit denen des Nabelstranges überein. Es ist die Muskulatur eben in der Art angeordnet, dass die längs verlaufenden innen, die ringförmig angeordneten aussen liegen. In letzterer eingesprengt oder ihr aufgelagert finden sich Züge von Längsmuskulatur. Manchmal tritt infolge des Fehlens der inneren Längsmuskulatur die Ringmuskulatur streckenweise bis an das Endothel heran. In der Muskulatur und zwar besonders in der Längsmuskulatur ist der Reichtum an Bindegewebe bemerkenswert, wie dies auch von den Arterien des Nabelstranges geschildert wurde. Dagegen besteht das elastische Gewebe aus feineren Elementen und findet sich in der inneren Längsmuskulatur in geringerer Menge als in dem Nabelstrangteil der A. u.

Von elastischen Membranen finden sich nur noch kleine Reste. Sehr spärlich ist das elastische Gewebe in der Ringmuskulatur. Das Bindegewebe, das nach aussen auf die Muskulatur folgt, lässt sich nicht gegen das Chorionbindegewebe auf der Placenta abgrenzen. Die Kontraktionsfähigkeit dieser Arterien scheint ebenso bedeutend zu sein, wie die der A. u. e. Hierbei tritt entweder ein sternförmiges oder ein sichelförmiges Lumen auf. Letztere Form ist thatsächlich sehr häufig, doch nicht etwa die allein vorkommende.

Im Vergleich zur Vene des Nabelstranges geben die oberflächlichen Venen der Placenta ein von jener in verschiedenen Punkten abweichendes Bild. Es übertrifft zwar auch hier die Ringmuskulatur an Menge meist die Längsmuskulatur, doch finden sich öfter dicke Züge der letzteren. Die deutliche Sonderung der Ringmuskulatur in Bündel oder Platten, wie sie von der V. u. e. beschrieben wurde, fehlt hier. Am auffallendsten ist aber der Mangel einer Elast. int., die doch in dem Nabelstrangteil der Vene so stark ausgebildet ist. Das elastische Gewebe ist überhaupt sehr spärlich und findet sich nicht etwa unter dem Endothel als Rest der Elast. int. in grösserer Menge. Es besteht aus feinen Fasern, die sich an manchen Stellen der Gefässwand etwas mehr häufen, an anderen fast vollständig fehlen. Da die Characteristica der V. u. e., wie gezeigt wurde, den oberflächlichen Placentalvenen fehlen, so ist im mikroskopischen Präparat der Unterschied zwischen den letzteren und den Placentalarterien, wenn sie sich im mässigen Dilatationsstadium befinden, oft so gering, dass man nicht mit Sicherheit bestimmen kann, ob man Vene oder Arterie vor sich hat. Lochmanns (S. 16) Beobachtung, dass bei der Kontraktion der Teil der Gefässwand, der sich über die Oberfläche der Placenta hervorwölbt, und den er als die vordere Seite bezeichnet, weniger stark kontrahiert ist als der entgegengesetzte, der danach die hintere Wand des Gefässrohrs bildet und der sich leisten-

artig in das Lumen vorwölbt, ist an diesen Venen häufig zu konstatieren.

Ergebnisse.¹⁾

I. *Arteria umbilicalis* (Figg. 1, 2, 3).

1. Extraabdominaler Teil der *Arteria umbilicalis*.

Charakteristisch für die A. u. e. ist das Vorhandensein einer inneren Längs- und einer äusseren Ringmuskulatur, welche letzterer stellenweise Züge von Längsmuskulatur aussen aufgelagert (Fig. 3) oder in diese eingesprengt sind, das Fehlen einer vollständigen Elast. int., das reichliche, meist in Gestalt von Fasern, weniger in der von Membranen auftretende elastische Gewebe in der inneren Längsmuskulatur, spärliche elastische Fasern in der Ringmuskulatur und das reichliche lockere kollagene Bindegewebe, durch das die Muskelfasern zu Bündeln und diese locker untereinander verbunden sind, sowie das Fehlen einer Adventitia. — Durch diesen eigentümlichen Bau der A. u. e. erklären sich die bedeutenden Kaliberschwankungen, die Leisten- und Polsterbildung der Längsmuskulatur (Figg. 1 und 3), die Möglichkeit stärkster Kontraktion bis zu fast vollständigem Verschwinden des Lumens, die stern- oder sichelförmige Gestalt des Lumens auf dem Querschnitt der kontrahierten Arterie (Fig. 1), die öfters zu beobachtende excentrische Lage des Lumens der kontrahierten Arterie, die Noduli Hobokeni und klappenartigen Gebilde der Wandung.

Die physiologische Bedeutung des Lumenverschlusses nach Durchtrennung der Nabelschnur beruht in der Verhütung einer

¹⁾ Die Grössenmaasse geben die Scheitelsteisslänge an. Ist noch eine zweite Zahl in Klammern genannt, so bezeichnet diese die Scheitelfersenlänge.

Blutung. — Ausser anderem erregt ein durch die Abnabelung gesetzter mechanischer Reiz die Kontraktion der Arterienmuskulatur.

2. Intraabdominaler Teil der Arteria umbilicalis. (Fig. 4).

Der Anfangsteil der A. u. i., die beim Embryo die direkte Fortsetzung der Iliaca interna vorstellt, zeigt denselben Bau wie letztere. Der Übergang zur Struktur der A. u. e. findet allmählich statt, doch so, dass noch innerhalb des Nabels das Gefäss den Bau der A. u. e. aufweist. Es tritt eine innere Längsmuskulatur auf, die nach dem Nabel zu an Masse zunimmt und schliesslich meist das ganze Lumen begrenzt. Zugleich damit findet eine Aufteilung der Elast. int. in feinere Membranen und Fasern statt. Die Ringmuskulatur nimmt an Dicke zu, ab an Gehalt von elastischem Gewebe. Auch die Adventitia verändert sich nach dem Nabel zu.

3. Entwicklungsgeschichte des extraabdominalen Teiles der Arteria umbilicalis (Figg. 5, 6, 7).

Bei den jüngsten untersuchten Embryonen ($1\frac{1}{4}$ cm) besteht die Wand der A. u. e. ausser dem Endothel aus ein bis zwei Reihen ringförmig angeordneter Muskelzellen (Fig. 5). Bei weiterem Wachstum vermehrt sich zuerst die Ringmuskulatur. — Elastisches Gewebe tritt zuerst bei Embryonen von 5 ($6\frac{1}{4}$) cm auf und zwar in der Nähe des Lumens. — Die unter dem Endothel, sowie die ausserhalb oder zwischen der Ringmuskulatur verlaufende Längsmuskulatur ist bei 6,5 ($8\frac{1}{2}$) cm langen Embryonen vorhanden. (Ein etwas weiter vorgeschrittenes Stadium zeigt Fig. 6.) Bei Embryonen bis zu 18 (25) cm (Fig. 7) findet ein gleichmässiges Wachstum der Wandung statt, dann aber beginnt die innere Längsmuskulatur und das in ihr ge-

legene Bindegewebe und elastische Gewebe sich reichlicher zu vermehren, sodass damit das Bild der fertigen A. u. e. erreicht wird.

4. Entwicklungsgeschichte des intraabdominalen Teiles der Arteria umbilicalis (Figg. 8, 9).

Bei den jüngeren untersuchten Embryonen liegen nach aussen von dem Endothel mehrere Lagen ringförmig angeordneter Muskelzellen. Nach aussen von diesen findet sich eine aus embryonalem Bindegewebe gebildete dicke Hülle. (So auch bei Figg. 8 und 9.) Letztere wird an dem proximalen Teile des Gefässes zur Adventitia durch Auftreten von Bindegewebe und elastischem Gewebe. Nach dem Nabel zu behält diese Hülle mehr ihren ursprünglichen Bau. Sie begleitet die Arterie bis in den Anfangsteil des Nabelstranges.

Die Elast. int. tritt bei Embryonen von 6,5 (8,5) cm auf, bei etwas älteren — 8,5 (11,5) cm — innere Längsmuskulatur (Fig. 9). Zunahme der Muskulatur und Auflösung der Elast int. in längs verlaufende Fasern, zwischen denen sich Längsmuskulatur entwickelt, führen bei Embryonen von 20 (28) cm das Bild der fertigen A. u. i. herbei.

II. Vena umbilicalis.

1. Extraabdominaler Teil der Vena umbilicalis (Figg. 10, 11).

Die Muskelwand der V. u. e. besteht überwiegend aus ringförmig, in geringerem Grade aus längs resp. schräg verlaufenden Muskelbündeln. Die Bündel der Ringmuskulatur sind durch sehr lockeres Bindegewebe untereinander verbunden. Sehr auffallend ist die ausgebildete Elast. int. unter dem Endothel. Sie wird von längs verlaufenden sehr dicht liegenden anastomosierenden

Fasern gebildet. Interfascikuläres elastisches Gewebe kommt in der Muskulatur in wechselnder doch niemals grösserer Menge vor. Eine Adventitia ist nicht vorhanden.

2. Intraabdominaler Teil der Vena umbilicalis.

Der intraabdominale Teil der Vena umbilicalis unterscheidet sich vom extraabdominalen dadurch, dass bald nach dem Durchtritt durch den Nabel die Elast. int. schwindet, durch den grösseren Reichtum an Bindegewebe in der Muskulatur, die Anordnung der letzteren nämlich überwiegend in Längszügen, die nach aussen davon folgende nur mit dünnen Zügen von Muskelzellen durchsetzte bindegewebige Übergangsschicht und eine ausgebildete, an elastischem Gewebe reiche Adventitia, deren Fasern überwiegend längs verlaufen.

3. Entwicklung des extraabdominalen Teiles der Vena umbilicalis (Fig. 12).

Bei den jüngsten untersuchten Embryonen ist die Wand der V. u. e. deutlich schwächer als die der A. u. e. Die Wand besteht bei diesen nur aus dem Endothel und der Muskulatur. Das elastische Gewebe und zwar zuerst die Elast. int. tritt erst bei Embryonen von 7 (9,5) cm auf, bei etwas älteren — 9,5 (13) cm — waren die ersten elastischen Fasern nach aussen von der Elast. int. in der Muskulatur nachweisbar. Durch Zunahme der genannten Elemente, speziell durch das Dickerwerden der Muskelbündel und der Elast. int. wird das Bild der fertigen V. u. e. bei Embryonen von circa 20 (29) cm erreicht.

4. Entwicklung des intraabdominalen Teiles der Vena umbilicalis.

Das Auftreten des elastischen Gewebes lässt sich zuerst bei einem Embryo von 7 (9,5) cm nachweisen. Der Typus der ausgebildeten Vene findet sich bei Embryonen von 25 (34) cm.

III. Die oberflächlichen Placentargefäße.

Die oberflächlichen Placentararterien unterscheiden sich in Bezug auf den mikroskopischen Bau von denen des Nabelstranges durch das spärliche Vorkommen elastischer Membranen und die geringere Menge von elastischen Fasern.

In den oberflächlichen Venen der Placenta fehlt im Vergleich zu dem Nabelstrangteil der Umbilikalvene die Anordnung der Muskelzellen in deutlich gesonderte Bündel oder Platten; es fehlt die Elast. int.; das elastische Gewebe ist sehr spärlich.

Die Beobachtung *Lochmanns*, dass mechanische Reizung der Placentararterien eine Erweiterung des Lumens erzeuge, wird bestätigt.

Eingesandt 17. Februar 1902.

Litteratur.

1. Baumgarten, Paul, Über das Offenbleiben fötaler Gefäße. Centralbl. f. d. med. Wissenschaften. S. 737, 1877.
2. Bayer, Joseph, Über Zerreibungen des Nabelstranges und ihre Folgen für den Neugeborenen. Sammlung klinischer Vorträge Nr. 265.
3. Cohnstein, J. und Zuntz, N., Weitere Untersuchungen zur Physiologie des Säugetier-Fötus. Archiv für die gesamte Physiologie (Pflüger) Bd. 42, 1888.
4. Eberth, C. J., Von den Blutgefäßen. In Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig 1872.
5. Haberdä, Albin, Die fötalen Kreislaufwege des Neugeborenen und ihre Veränderungen nach der Geburt. Wien 1896.
6. Heidenhain, Martin, Struktur der kontraktile Materie. Ergebnisse d. Anat. u. Entw. Bd. 10. 1900.
7. Henneberg, B., Verhalten der Umbilikalarterien bei den Embryonen von Ratte und Maus. Anat. Anz. Bd. XVII, Nr. 18.
8. — Ruhende und thätige Muskelzellen in der Arterienwand. Anat. Hefte. Heft 55.
9. Herzog, W., Die Rückbildung des Nabels und der Nabelgefäße. München 1892.
10. Hofmann, Eduard, Über Verblutung aus der Nabelschnur. Österreichisches Jahrbuch für Pädiatrik. VIII. Jahrgang 1877.
11. Kehrler, Ferd. Ad., Beiträge zur vergleichenden und experimentellen Geburtskunde. Heft II. Vergleichende Physiologie der Geburt des Menschen und der Säugetiere. Giessen 1867.
12. Koelliker. Mitteilung d. Naturf. Gesellschaft in Zürich. 1843.
13. Lange, M., Beitrag zur Histologie des menschlichen Amnion und des Nabelstranges. Zeitschrift f. Geb. u. Gyn. Bd. 28. 1894.
14. Lindemann, Emil, Über den Abfall der Nabelschnur mit besonderer Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse derselben. Dissertation. Berlin 1880.

15. Lochmann, Felix, Zur Anatomie und Physiologie der Umbilikalgefäße. Dissertation. Heidelberg 1900.
16. Minot, Charles, Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. Deutsche Ausgabe von Kaestner. Leipzig 1894.
17. Ruge, Karl, Über die Gebilde im Nabelstrang. Zeitschr. f. Geb. u. Gyn. Bd. 1. 1877.
18. Schaffer, J., Zur Kenntnis der glatten Muskelzellen, insbesondere ihrer Verbindung. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 64.
19. Schiller, Otto, Über die Durchtrennung der Nabelschnur bei Tieren und wilden Völkern. Dissertation. Berlin 1881.
20. Spiegelberg, Otto, Lehrbuch der Geburtshilfe. II. Aufl. 1882.
21. Strawiński, Nikolaus, Über den Bau der Nabelgefäße und über ihren Verschluss nach der Geburt. Sitzungsberichte der math.-naturw. Klasse d. Kaiserl. Akad. d. Wissenschaften. Bd. 70. 1874.
22. Stutz, Gustav, Der Nabelstrang und dessen Absterbeprozess. Dissertation. Leipzig 1878.
23. Thoma, R., Die Rückwirkung des Verschlusses der Nabelarterien und des arteriösen Ganges auf die Struktur der Aortenwand. Virchows Arch. Bd. 93, S. 443. 1883.
24. — Das Verhalten der Arterien in Amputationsstümpfen. Virchows Arch. Bd. 95, S. 294. 1884.
25. Thomass, Willi, Über die Histologie der menschlichen Nabelschnur mit besonderer Berücksichtigung der Allantois und des Dotterganges. Dissertation. Berlin 1900.
26. Virchow, Rudolf, Gesammelte Abhandlungen der wissenschaftlichen Medizin. 1856.
27. Wild, Karl, Einige Beiträge zur Physiologie der Placenta. Dissertation. Würzburg 1849.

Figurenerklärung.

(Siehe auch den Abschnitt Ergebnisse S. 560.)

Sämtliche Figuren sind nach Orcein-Hämatoxylin-Präparaten von menschlichen Embryonen resp. neugeborenen Kindern angefertigt. Zeichnerin Frl. Helene Krüger in Bonn. Von den Grössenmassen der Embryonen giebt die erste Zahl die Scheitelsteisslänge, die zweite in Klammern stehende die Scheitelfersenlänge an.

Fig. 1. Querschnitt durch eine stark kontrahierte Art. umb. extraabdom. eines ausgetragenen Kindes. Die innere Längsmuskulatur erscheint infolge ihres Reichtums an elastischen mit Orcein gefärbten Fasern rot. Die elastischen Fasern treten bei dieser schwachen Vergrösserung einzeln nicht hervor. 50 mal vergrössert.

Fig. 2. Querschnitt durch eine mässig stark mit Blut gefüllte Art. umb. extraabdom. Das Blut ist nicht mitgezeichnet. Die innere, an elastischem Gewebe reiche Längsmuskulatur ist unregelmässig verteilt. Sonst wie bei Fig. 1. 50 mal vergrössert.

Fig. 3. Ausschnitt aus dem Querschnittsbild einer mässig stark kontrahierten Art. umb. extraabdom. 170 mal vergrössert.

Fig. 4. Querschnitt durch den proximalen Teil einer Art. umb. intraabdom. * längsverlaufende Muskelzüge und aufgeteilte Elast. int. 50 mal vergrössert.

Fig. 5. Querschnitt durch eine Art. umb. extraabdom. und den umgebenden Teil der Nabelschnur eines 1,2 cm langen Embryos. 100 mal vergrössert.

Fig. 6. Querschnitt durch eine Art. umb. extraabdom. eines 9,5 (13) cm langen Embryos. 100 mal vergrössert.

Fig. 7. Querschnitt durch eine Art. umb. extraabdom. eines 18 (25) cm langen Embryos. 100 mal vergrössert.

Fig. 8. Querschnitt durch eine Art. umb. intraabdom. eines 6,5 (8,5) cm langen Embryos. 100 mal vergrössert. * Hülle.

Fig. 9. Querschnitt durch den distalen Teil einer Art. umb. intraabdom. eines 18 (25) cm langen Embryos. 100 mal vergrössert.

Fig. 10. Querschnitt durch eine stark kontrahierte Vena umb. extraabdom. eines ausgetragenen Kindes. 50 mal vergrössert.

Fig. 11. Ausschnitt aus der Flächenansicht der *Elastica interna* aus einer stark ausgedehnten Vena umb. extraabdom. eines ausgetragenen Kindes. 600 mal vergrössert.

Fig. 12. Querschnitt durch eine Vena umb. extraabdom. eines 17 (24,5) cm langen Embryos. 50 mal vergrössert.