

(Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin der Universität in Debrecen [Ungarn].)

## Der Verschlussmechanismus der Nabelgefäße des Neugeborenen<sup>1</sup>.

Von

Prof. Dr. L. Jankovich.

Mit 4 Textabbildungen.

Die plötzliche Umwandlung der fetalen Kreislaufwege nach der Geburt beschäftigt seit langer Zeit die gerichtliche Medizin. Wenn man aber das diesbezügliche Schrifttum durchsieht, muß man feststellen, daß seit dem Erscheinen der Monographie *Haberda* (1896) kaum sich jemand eindringlich mit der Frage befaßt hat. Mit dem Verschluss der Nabelgefäße dagegen befaßten sich mehrere Forscher auch in diesem Jahrhundert entweder aus anatomisch-histologischen Gründen, oder aus geburtshilflichem Standpunkte. Aus diesen Untersuchungen geht es hervor, daß der Verschluss der Nabelgefäße nicht nur durch Thrombenbildung, sondern durch das Zusammenziehen (Kontraktion) und auch Zurückziehen (Retraktion) der Gefäße erfolgt. Die Kontraktion der Nabelgefäße kann sogar am Menschen beobachtet werden, wenn die Nabelschnur scharf durchgetrennt wird. Dieselbe wurde übrigens schon durch die ehemaligen Experimente von *Henneberg* bewiesen, in welchen er den Nabelschnurrest der neugeborenen Tiere in warmes Wasser steckte. Die Tiere verbluteten auch dann, wenn inzwischen die Atmung einsetzte, dagegen wenn er das Wasserbad nach dem Einsetzen der Atmung, besser gesagt nach der erfolgten Kontraktion der Nabelgefäße anwendete, blieb die Blutung aus. Es scheint also, daß beim Verschluss der Nabelgefäße nicht die Atmung, sondern die Gefäßkontraktion die Hauptrolle spielt. Diese erstreckt sich aber nur auf Nabelschnur und Nabelteil der Gefäße, da schon *Hofmann* an Tieren feststellen konnte, daß der Bauchteil der Nabelgefäße nach der Geburt stundenlang pulsieren kann. Auch der histologische Bau macht es verständlich, daß sie auf eine starke Kontraktion fähig sind: Der interabdominelle Teil der Nabelvene besitzt eine faserige Wand, in welcher die glatte Muskulatur dem Nabel zu sich stark vermehrt, so daß der extraabdominelle Teil des Gefäßes nahezu nur aus Muskelschichten besteht, wie eine Arterie. Die Arterien selbst werden auch nach Verlassen des Nabels mit einer inneren Längsschicht von glatten Muskelzellen verstärkt, daher sind alle Gefäße der Nabelschnur

<sup>1</sup> Vortrag, gehalten am 3. VI. 1938 in Budapest in der Sitzung der ungarischen Pathologen.

bis in den Nabel hinein zu einem Zusammenziehen in gesteigertem Maße fähig.

Nach unseren heutigen Kenntnissen muß man also annehmen, daß *das Wesen des Verschlusses der Nabelgefäße das Zusammenziehen der glatten Gefäßmuskulatur bildet* und es ist eine weitere Frage, was die eigentliche Ursache des Zusammenziehens ist? In dem neueren Schrifttum sind Angaben zu finden, daß der O<sub>2</sub>-Reichtum des Blutes in den Gefäßen der Nabelschnur (*Walter*) und des Mutterkuchens (*Schmitt*) ein Zusammenziehen und CO<sub>2</sub>-Gehalt eine Erschlaffung hervorruft. Dies gestattet eine Erklärung des Gefäßverschlusses nach der Geburt bzw. nach den ersten Atemzügen, da in der Aorta und so auch in den Nabelarterien des Neugeborenen rein arterielles Blut strömt. Noch vor Jahrzehnten hat *Stutz* behauptet, daß das Zusammenziehen der Nabelgefäße nur sekundär, und die primäre die Entleerung ist, welche durch die beginnende Atmung bewirkten Sturz des Blutdruckes in der Aorta hervorgerufen wird. *Cohnstein* und *Zuntz* haben aber am neugeborenen Lamm nachgewiesen, daß der Blutdruck in der Aorta nach den ersten Atemzügen eher steigt als sinkt. — Die alte Ansicht von einem Kälte- und mechanischem Reiz durch die Trennung der Nabelschnur mag auch heute noch zurecht bestehen, da das Zerreißen und noch mehr die Quetschung der Nabelschnur jedenfalls blutstillend wirkt. Daher erfolgt bei Tieren, die die Nabelschnur zerkauen, beinahe nie eine Blutung, welche dagegen bei dem scharfen Zertrennen manchmal der Fall ist, besonders wenn der Blutdruck gesteigert wird. Schon *Hofmann* hat an Tieren und *Baudelocque* an Neugeborenen gezeigt, daß die vorübergehende Verhinderung der Atmung an der durchtrennten Nabelschnur eine nachträgliche Blutung auslöst, die gleich aufhört, wenn die Atmung wieder frei wird und damit auch der Blutdruck zur Norm sinkt. An den Neugeborenen, wie bei Tieren kann man eine Blutung auch dadurch hervorrufen, daß das Kind in den ersten Lebensstunden in warmes Bad getaucht wird, wodurch die glatte Muskulatur des Nabels erschlafft. Es ist also klar, daß der Blutdruck und das Zusammenziehen der glatten Muskulatur der Gefäße miteinander im Gegensatz stehen.

Man könnte aber daran denken, daß die Nabelgefäße außer der Muskelemente noch einen anderen Verschlussapparat besitzen. Die Voraussetzung eines solchen Apparates in der Nabelvene wäre nicht nötig, da der Blutdruck besonders in dem intraabdominellen Teil der Vene kaum etwas über Null ist. Kontraktion und später Retraktion des Gefäßes und ein leichter Druck des Nabelringes genügen unter normalen Verhältnissen eine Blutung nach auswärts zu verhindern. Nicht so einfach sind aber die Verhältnisse in den Schlagadern des Nabels.

Daß die Schlagadern des Nabels einen *eigenen Verschlussapparat* besitzen, hat uns die experimentelle Tatsache gezeigt, nach welcher beim Durchströmenlassen der Nabelgefäße eines totgeborenen und eines lebendgeborenen Kindes sich ausgesprochene Differenzen ergeben auch dann, wenn das Kind nur kurze Zeit gelebt und evtl. nicht geatmet hat (Asphyxie). Die Nabelvene des Neugeborenen ist mit Wasser in jeder Richtung leicht durchspülbar, und beinahe ebensogut die Schlagadern des totgeborenen Kindes. Die Schlagadern eines Kindes aber, das lebend zur Welt kam, füllen sich in jeder Richtung höchstens bis zum Nabelring. Es wird dasselbe beobachtet, wenn die druckausübende Wassersäule über 1 m hoch ist und so den Blutdruck des Neugeborenen (60—70 mm Hg) übersteigt. Wenn der Druck noch mehr gesteigert wird, oder die Spritze in Anwendung kommt, werden sogar die Schlagadern auch für dickere Flüssigkeiten durchgängig. Dabei beobachtet man, daß die dicke Flüssigkeit oder Brei die Gefäße der Nabelschnur nicht auf einmal, sondern stufenweise füllt, und die Schlagadern ebenso wie die Vene schon von außen her sichtbare Einkerbungen aufweisen. Die Füllung der Schlagadern durch den Nabel braucht aber bei dem Lebendgeborenen einen außerordentlich starken Überdruck und gelingt bei Kindern die einige Tage lang gelebt haben meist überhaupt nicht. Dieses Verhalten der Nabelgefäße tritt nach unseren Erfahrungen regelmäßig und eindeutig auf, so daß es als *ein Beweis des Lebens nach der Geburt* betrachtet werden muß. Die Ausführung der geschilderten Probe ist aber etwas kompliziert, um in die Praxis eingeführt zu werden.

Nach den Gesagten muß man fragen, was die *eigentliche Ursache* dieses Verhaltens ist? Und was für eine Umwandlung erfährt der Nabel nach der Geburt, wenn das Kind lebt und evtl. auch atmet? Man weiß es aus Erfahrung, daß die Nabelschnur, besonders wenn sie frisch ist, manchmal sogar für Wasser schwer durchgängig ist, was man meist durch postmortale Gerinnselbildung oder Leichenstarre erklärte. Die genaue Untersuchung vieler Nabelschnüre lehrte uns aber, daß die Hindernisse eher von Gebilden abhängen, die schon *Hoboken* zuerst beschrieben hat und im vorigen Jahrhundert *Hyrthl* nach ihm „*noduli seu valvulae Hobokeni*“ genannt hat.

Die sog. „*Klappen*“ der Nabelgefäße wurden von einigen Autoren anerkannt (*Berger, Stutz, Stravinsky*), von andern aber gelehnt (*Neugebauer, Verhayen, Spiegelberg*). In seiner Monographie schreibt *Haberda*, daß die Sonde in den Nabelgefäßen mancherorts stecken bleibt, was er aber durch die Drehung der Gefäße erklärt hat. *Petrov* anerkannte die Klappen, ohne ihnen eine Bedeutung zuzumessen. In den letzten Jahrzehnten hat man die Klappen auch histologisch untersucht und festgestellt, daß sie durch die innere Längslage der Muskulatur gebildet werden. Zuerst von *Henneberg*, und in den letzten Jahren wurden sie

von *Melka* und *Shordania* auch mikroskopisch genau beschrieben. *Melka* hat sie aber als Gewebswucherungen aufgefaßt, die schon in der frühembryonalen Entwicklung entstehen. Nach *Watzka* und *Shordania* spielen sie dagegen bei dem Verschluß der Nabelgefäße eine große Rolle. Man kann sie mit den Polstern des Gefäßsystems, die auch beim Menschen beschrieben wurden, vergleichen. Die meisten Autoren sprechen daher auch heute noch von Intimapolstern oder Falten und Leisten der Nabelgefäße, die durch die innere Längslage der Gefäßmuskulatur gebildet werden. Das ist aber ganz verständlich, wenn man bedenkt, daß sie mehr nach dem mikroskopischen Bild geurteilt haben, da sie die klappenartige Gebilde für bloßes Auge nicht gut sichtbar machen konnten. *Benninghof* schrieb noch 1930, daß die von älteren Autoren beschriebenen „Klappen“ nicht existieren. *Wetzel* erwähnt in seiner Anatomie, daß die Querfalten der Gefäße nur von der Muskulatur gebildet werden und bei Totgeborenen überhaupt nicht vorhanden sind. — Wegen der Verschiedenheit in der Literatur zur Geltung kommenden Auffassungen muß ich mich auf Grund eigener Untersuchungen mit den Klappen näher befassen.

*Technik:* Wenn die Gefäße der Nabelschnur mit der Schere einfach geschlitzt werden, sieht man von den Klappen gar nichts und daher ist es verständlich, daß einige Autoren (*Bondi*) sie nur für Muskelkontraktionen hielten. Wenn die Nabelschnur oder die herauspräparierten Gefäße einfach fixiert werden, so verengern sie sich dermaßen, daß die Lichtung der Gefäße näher nicht untersucht werden kann. Demzufolge ist es unbedingt notwendig, daß die Gefäße vor dem Fixieren mit Gelatine, Wachs oder dgl. ausgefüllt werden. Wenn man die so injizierte Nabelschnur nach dem Fixieren auf der Luft trocknen läßt, verschwindet das sulzige Bindegewebe in kurzer Zeit durch das Vertrocknen und die 3 Gefäße werden gut sichtbar. Will man aber die Lichtung der Gefäße näher studieren, dann muß man sie mit Fixierflüssigkeit ausfüllen oder Korrosionspräparate herstellen.

Durch die obigen Methoden ist es gelungen solche Präparate herzustellen, wie es an der Abb. 1 zu sehen ist. Das oberste Bild (*a*) ist ein Ausguß der Nabelgefäße mit Antrocknen der sulzigen Nabelschnur. Es zeigt die Gefäße von außen her; nicht nur die Vene, sondern auch die Schlagadern weisen ziemlich tiefe Einkerbungen auf und daher sehen sie wie Wurstkränze aus. Die Einkerbungen entsprechen den sog. Klappen, die an der Abb. 1 (*b*) gut sichtbar sind. Dieses Bild stellt nämlich einen Längsschnitt einer Schlagader dar, aus welcher die ausfüllende Gelatinemasse entfernt wurde. An der Abbildung kann man ganz genau beobachten, daß zwei ringförmige Klappen oder Falten in die Lichtung hineinragen und sie so verengern, daß mancherorts nur ein meist exzentrisch liegendes, zwirndickes Verbindungsstück zurückbleibt. Dies sieht man am besten an den Ausgüssen der Lichtung der Schlagader (Abb. 1 [*c*]), wenn die Gefäßwände vom Abguß durch Korrosion oder Maceration entfernt werden.

Wir haben 50 Nabelschnüre mit Gelatine ausgefüllt und nach Fixieren in ungefähr 1 cm dicke Scheiben zerlegt. Die Entfernung der Gelatine macht es möglich die Klappen zu zählen. In 50 Nabelvenen haben wir 400, in 84 Schlagadern 793 Klappen gezählt, im Durch-

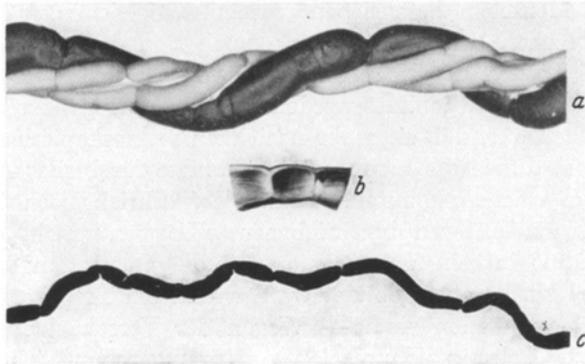


Abb. 1. Die Gefäße der Nabelschnur: a = Ausguß der Nabelschnurgefäße mit Antrocknen des sulzigen Bindegewebes; b = die Wand der Schlagader von der Lichtung aus gesehen; c = Gipsausguß einer Schlagader (Korrosionspräparat).

schnitt fallen also auf eine Vene 8, auf eine Schlagader 9 Klappen. In einer Vene haben wir maximal 28, in einer Schlagader 48 Klappen gefunden, es ist aber vorgekommen, daß in der Vene gar keine vor-

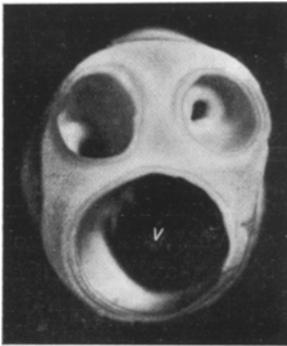


Abb. 2. Durchschnitt einer Nabelschnur (Lupenvergrößerung): Oben die zwei Schlagadern mit Klappen, unten die Vene (V).

handen waren, was in der Schlagader recht selten der Fall ist. Die Klappen der Schlagader sind meist ringförmig 0,5—1,5 mm hoch und ziemlich genau quer gestellt (Abb. 2). Weder die Zahl, noch die Stelle der Klappen ist einer Regelmäßigkeit unterworfen. Die Klappen der Vene sind schon eher faltenartige, manchmal halbmondförmige oder spirale Gebilde, die meist an den Wendungen der Vene vorkommen und dabei auch viel niedriger sind und deshalb können sie die Lichtung der Vene keinesfalls verschließen, wie es an der Abb. 2 (V) ersichtlich ist. Die scheibenartigen Arterienklappen aber mit ihrer kleinen lochartigen Lichtung sind so geartet, daß sie sich vollständig verschließen können, besonders wenn man bedenkt, daß sie beinahe rein aus Muskelgewebe bestehen.

Der mikroskopische Bau der Klappen der Nabelarterien wurde in Serienschnitten studiert und die klappenhaltigen Teile der Gefäße in

Quer- und Längsschnitte zerlegt. Aus den Serienschnitten geht es unwiderlegbar hervor, daß die klappenartigen Gebilde beinahe ganz aus glatter Muskulatur bestehen und daß sie von der inneren und mittleren Lage gebildet werden. Von den Serienschnitten veröffentliche ich nur ein Bild, welches einem Querschnitt des Nabelstranges entspricht (Abb. 3). Auf diesem Bild hat die Vene (*V*) die größte Lichtung, die zwei Arterien sind aber ganz verschieden geartet, die eine (in der Mitte) hat ungefähr normale muskulöse Wand und Lichtung, die Wand der anderen aber ist viel dicker, trotzdem, daß das Gefäß selbst einen kleineren Durchmesser besitzt (Stelle einer Einkerbung). Die Lichtung ist schmal und nur schlitzförmig. Der Schnitt entspricht also einer Stelle der Schlagader, wo sie eben von einer Klappe verengt ist. — Es muß

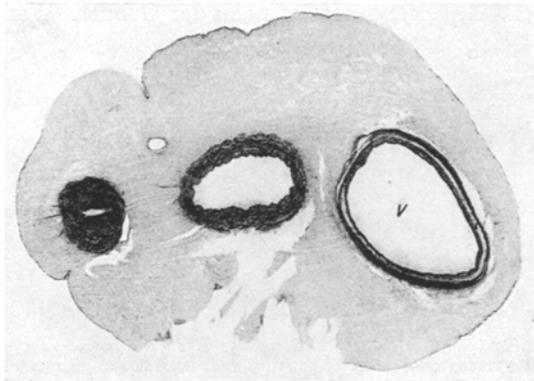


Abb. 3. *Durchschnitt einer Nabelschnur (mikroskopisches Bild):*  
Eine Schlagader sphincterartig verengt. *V* = Vena umbilic.

also jedem klar sein, daß diese Stellen der Arterien sphincterartig sich zusammenziehen können und einen *Verschlußapparat* oder *Gefäßsperre* darstellen.

Diese Beschreibung und die Bilder des Klappenapparates machen es zweifellos, daß sie beständige und funktionierende Gebilde sind, und meines Erachtens nach ist es ganz gleichgültig, ob sie Klappen (*valvulae*), Falten (*plicae*) oder muskulöse Ringe (*sphincter*) genannt werden. Die Klappen des Gefäßapparates (Aorta oder Venenklappen) sind nicht so geartet, wie die beschriebenen Gebilde; sie bestehen nicht aus Muskellagen und verschließen die Lichtung nur passiv, um den Rückfluß des Blutes zu verhindern. Die Gefäßklappen in engerem Sinne entsprechen also den beschriebenen Gebilden. Wenn man aber bedenkt, daß die Ileocöclklappe oder Pylorusring (*valvula pylori*) ebenfalls als Klappen bezeichnet werden, wenn sie auch als muskulöse Sphincter funktionieren, kann man den von *Hyrtl* an gebrauchten Namen „Klappe“

nicht zurückweisen. Schließlich ist der Name nicht maßgebend, und sicher ist nur, daß ähnliche, *mit bloßem Auge sichtbare Gebilde sonst nirgends in dem Gefäßsystem vorkommen*, und es ist ganz falsch, wenn denselben keine Bedeutung zugemessen wird. Ihr Zweck kann nur die aktive Verengung, sogar Verschluß der Nabelarterien sein, eine Funktion, die an manchen Stellen des Arteriensystems mikroskopisch nachgewiesen wurde, so z. B. die Intimapolster in den Arteriae helicinae-penis oder die neuerlich beschriebenen Sperrvorrichtungen der arterio-venösen Anastomosen. Meiner Auffassung nach sind die muskulösen sphincterartigen Gebilde, besonders in den Schlagadern der Nabelschnur, *Sperrvorrichtungen*, die in erster Linie dazu berufen sind, daß sie den *placentalen Kreislauf regulieren*. In zweiter Linie bezwecken sie den *Verschluß* der Gefäße, besonders der Schlagadern der Nabelschnur, bzw. des Nabelschnurrestes nach der Geburt. Wenn der Nabel-

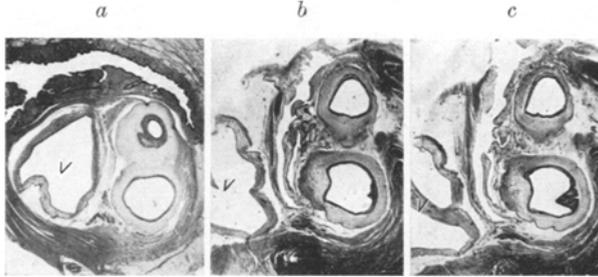


Abb. 4. *Serienschnitte (horizontal) aus dem Nabelring eines Neugeborenen: a = eine Schlagader (obere) sphincterartig verengt; b = dieselbe hat wiederum normales Kaliber und Lichtung; c = die andere Schlagader (untere) zeigt eine spornartige muskulöse Wandverdickung (Klappe). V = Vena umbilic.*

schnurrest klein und evtl. auch scharf durchtrennt ist, können die Sperrvorrichtungen der Gefäße die Blutung verhindern, wenn sie in genügender Zahl vorhanden sind. Meinen Untersuchungen nach findet man nämlich nicht nur vor, sondern auch *hinter dem Nabel im Bauchteil der Schlagadern* oft mehrere klappenartige Gebilde.

Nach den obigen Feststellungen wurde es mir klar, daß die beschriebenen Gebilde auch in dem Nabelring selbst vorkommen können. Die Nabel von drei Neugeborenen, von denen zwei tot-, eines lebendgeboren ist, wurden in Serienschnitte zerlegt, bei dem einen totgeborenen und bei dem lebendgeborenen Kinde wurde im Nabelteil der Arterien ein klappenartiges Gebilde gefunden (Abb. 4). Von den Serienschnitten, die den Nabelring quer trafen, wurden drei solche ausgesucht, von denen der erste und dritte ausgesprochene Klappenbildung zeigt. An dem ersten Bild (a) ist die obere Arterie verengt, in den weiteren Schnitten erreicht sie aber wiederum die normale Größe, die untere Arterie dagegen zeigt an dem zweiten Bild (b) nur eine Wandverdickung,

die an dem dritten Bild (c) zu einer muskulösen Erhabenheit wird. Ähnliche Bilder waren auch in dem anderen Fall vorhanden. — Aus diesem Befund geht es hervor, daß nicht nur bei den lebend-, sondern ebenso bei den totgeborenen Kindern auch in dem Nabelring solche Gebilde vorkommen, die wir in den intra- oder extraabdominellen Teilen der Schlagadern nachgewiesen haben. Wenn diese Sperrvorrichtungen selbst in dem Nabelring evtl. fehlen, können sie noch im Bauchteile oder im Nabelschnurrest vorhanden sein und so den völligen Verschlul3 des Nabels bewirken.

*Zusammenfassung:* 1. Meinen Untersuchungen nach ist es als feststehend zu betrachten, daß die Schlagader des Nabels an der Innenwand klappenartige Gebilde besitzen, welche als *Sperrvorrichtungen* aufzufassen sind.

2. Diese Sperrvorrichtungen bestehen aus glatter Muskulatur und kommen nicht nur in dem extra- und intraabdominellen Teil der Schlagadern, sondern auch in dem Nabelring selbst vor.

3. Die glatte Muskulatur der Schlagadern zieht sich nach der Geburt zusammen und mit ihr auch die in den Schlagadern sich befindlichen Sperrvorrichtungen; damit wird der vollständige Verschlul3 der GefäÙe erreicht.

4. Der Verschlul3 des Nabelteiles der Schlagadern ist am lebendgeborenen Kinde so vollständig, daß sie gewöhnlich in keiner Richtung mit Wasser durchgängig ist, auch dann nicht, wenn das Kind kurz nach der Geburt starb.

---

#### Literaturverzeichnis.

*Benninghoff*, Nabelarterien. Möllendorff **6**/1. — *Bondi*, Z. Geburtsh. **54** (1905) — *Mschr.* Geburtsh. **16** (1902). — *Fischer*, Z. Anat. **97** (1932). — *Haberda*, Die fetalen Kreislaufwege des Neugeborenen. Wien 1896. — *Henneberg*, Anat. H. **19** (1902). — *Mayer*, Arch. Gynäk. **137** (1929). — *Melka*, Anat. Anz. **76** (1933). — *Shordania*, Z. Anat. **89** (1929). — *Spanner*, Z. Anat. **105** (1936). — *Walter*, Klin. Wschr. **3** (1924). — *Watzka*, Z. mikrosk.-anat. Forsch. **39** (1936). — *Wetzel*, Handbuch der Anatomie des Kindes **2**. München 1931).

---