

Institut für Anatomie der Universität in Budapest

(Vorstand: Prof. F. Kiss)

EIN BEITRAG ZUR CHIRURGISCHEN ANATOMIE DES PROXIMALEN FEMURENDES

Adolf Láng und Dénes Nagy

(Eingegangen: am 11. Dezember, 1950)

Im Zusammenhang mit der Schenkelhalsfraktur werden zahlreiche klinische Probleme erörtert, welche auf Grund unserer bisherigen morphologischen Kenntnisse nicht zufriedenstellend gelöst werden konnten. Eine Ausbreitung unserer morphologischen Grundlagen erscheint daher unumgänglich. Diese Erkenntnis gab Anlass zu den Untersuchungen unserer Arbeitsgemeinschaft.

Die Mikrophotographien sind vom Primarius Dr. S. Szandányi hergestellt worden.

I. ÜBERSICHT DER LITERATUR

Im Vergleich zu den übrigen Knochenbrüchen weisen die Schenkelhalsfrakturen eine schlechtere Heilungstendenz auf. Dies und das häufigere Auftreten der Komplikationen haben die Untersucher dazu veranlasst, die Erklärung dieser Phänomene auf morphologischer Grundlage zu versuchen.

Teilweise finden diese Probleme ihre Erklärung in den Befunden von Láng [7] (1915) über die Gefäße des Ligamentum teres femoris und des Schenkelhalses. Seiner Meinung nach erfolgt im höheren Alter ein Verschluss der Gefäße des Ligamentum teres, so dass bei der Heilung einer Halsfraktur nur die Gefäße des Schenkelhalses eine Bedeutung haben. Der Schenkelhals, insonderheit der mittlere Abschnitt desselben ist nach seinen Befunden äusserst gefässarm.

Das Handbuch von König—Magnus [6] zitiert diese Befunde von Láng in dem Sinne, dass die intermediäre Zone in der Mitte des Schenkelhalses völlig frei von Gefässen ist.

Nach den Befunden von Gerzanits [3] (1940) ist an der Grenze zwischen Schenkelhals und -Kopf ein für Gefäße undurchschreitbares Knochengewölbe aus dichter Kompakta zu finden, das in manchen Fällen den Heilungsprozess der Schenkelhalsfraktur hintanhält und zur Nekrose des Schenkelkopfes führt.

Nach Smith-Petersen's [12] Untersuchungen ist es bei einem Teil der Femurfrakturen nicht möglich den Nagel in den Schenkelkopf einzuschlagen. Dies misslingt sogar am experimentell isolierten Knochen. Wird das Einschlagen des Nagels dennoch forciert, dann erfolgt eine Zersplitterung des Kopfes.

Ssamoylenko's [13] Untersuchungen betrafen vor allem das bei der Frakturheilung die entscheidende Rolle spielende Periost und Endosteum. Seines Erachtens ist das Endosteum ein Abkömmling des Periostes, das aus den sich abwärts stülpenden Fortsätzen der Beinhaut gebildet wird. Das Endosteum ist nicht nur am jugendlichen Knochen, sondern auch im fortgeschrittenen Alter vorhanden. Mit seinen beiden Lamellen kleidet es einerseits die Tubuli

aus, andererseits umgibt es mit einer Schutzhülle das Knochenmark. Zwischen den beiden Lamellen des Endosteums sind die radspeichenartig gespannten Faserzüge zu sehen, welche das Mark in seiner Lage fixieren und den Raum zwischen Mark und Tubuluswand überbrücken. Das aus faserigem Bindegewebe bestehende Substrat des Endostes ist zur Zeit des Knochenwachstums und der Knochenresorption stark ausgeprägt; weniger ausgebildet ist es dann, wenn die Tätigkeit des Knochenmarkes das Uebergewicht hat. Nach *Ssamoylenko* fehlt am Schenkelhals das Periost entweder zur Gänze — diesfalls liegt dem Knochen die Synovialmembran des Ligamentes unmittelbar an — oder aber ist es sehr schwach ausgebildet. Nach dieser Auffassung kommt bei der Frakturheilung dem Endosteum, bezw. dem Knochenmark eine vorwiegende Rolle zu.

Schmorl [11] hat die morphologischen Veränderungen bei jugendlichen Frakturen eingehend studiert. Seines Erachtens hat nicht nur der Riss der Blutgefäße, sondern auch deren Abknicken schwere Ernährungsstörungen, mitunter sogar völlige Unterbrechung der Zirkulation zur Folge. Nach diesen Beobachtungen kann die zeitweilige mangelhafte Ernährung des Knochens eine entsprechende Erklärung der aseptischen Spätnekrose des Schenkelkopfes geben, die gelegentlich auch an Jugendlichen beobachtet wird. Auch *Schmorl* behauptet, dass wir bei der Heilung der Schenkelhalsfraktur vor allem auf die reparative Fähigkeit des Endosteums und des Knochenmarkes rechnen können. Nach seinen weiteren Untersuchungen beginnt die Kallusbildung bei der Heilung der Schenkelhalsfrakturen an der Diaphyse und an der Seite des Trochanter major. Die Ursache dieses Phänomens glaubt er ebenfalls in der spärlichen Blutversorgung des Schenkelhalses gefunden zu haben.

Aus den zahlreichen Untersuchungen über die Morphologie des Knochenmarkes wollen wir die nachfolgenden hervorheben:

Nach *Neumann* [8] endet das Gefäß-System des Knochenmarkes blind. Auf den Gefäßen sind sinusartige Erweiterungen zu sehen. Zur Bildung der Erythrozyten dienen die intersinusoidalen Kapillaren.

Nach *Hoyer's* Befunden [5] münden die Kapillaren des Knochenmarkes in von feinen Wänden umkleidete Kanäle (Sinuse). Durch intraarterielle Injektionen konnte er nachweisen, dass die Schlagadern besonders in den peripheren Abschnitten des Knochenmarkes verteilt sind. Aus den Arterien entstehen zunächst feine Kapillaren, welche sich in breite Netze bildende, rote und weisse Blutkörperchen enthaltende Kanäle ergießen.

Die vorerwähnten Untersuchungen wurden von *Doan* [2] an kleinen Säugetieren und Vögeln wiederholt. Im roten Knochenmark fand er neben den Venen längslaufende zentrale Arterien, welche sich in Aeste dritter- vierter Ordnung aufteilen, unter denen kapillare Anastomosen bestehen. Die Arteriolen gehen in venöse Sinusbündel über. Als Bildungsstätte der Erythrozyten ist das Kapillarnetz der Sinuse angegeben worden. Seines Erachtens ist

das von knöchernen Wänden starr umgebene Knochenmark zu einem Quellen, also zur Aufnahme einer erhöhten Blutmenge unfähig, so dass einzelne Sinuse sich nur auf Kosten anderer erweitern können. Demzufolge ändert sich das Volumen des Knochenmarkes überhaupt nicht.

Über die Gefäße und über die Funktion des Ligamentum teres ist in der Literatur eine einheitliche Stellungnahme nicht zu finden. Man hat versucht, die Funktion dieses Bandes sowohl vom Gesichtspunkte physiologischer, wie auch mechanischer Erfordernisse zu erfassen. Die Lösung des Problems ist durch den Umstand wesentlich erschwert, dass das Fehlen des Bandes zu keiner nachweisbaren funktionellen Störung führt. Ohne die einzelnen Forscher namentlich anzuführen, wollen wir das Wesen der beiden in der Literatur vertretenen Anschauungen darlegen.

Die physiologische Betrachtungsweise misst dem Band eine lediglich nutritive Bedeutung bei. Nach dieser Auffassung enthält das Ligament-Gefäße, welche die Blutversorgung des Caput sichern. Gegen die Unbestreitbarkeit dieser Auffassung spricht der Umstand, dass im Ligament bis jetzt nur kleine Gefäße nachgewiesen wurden und das Ligament bei etwa einem Drittel aller Fälle fehlt.

Nach der mechanischen Anschauung hindert das Ligament die Auswärtsrotation des gehobenen und adduzierten Beines. Dies wäre seine Hauptfunktion. Wie bereits erwähnt, verursacht das Fehlen des Ligamentum teres keine offene Funktionsstörung.

Die als unzutreffend erkannte Ansicht, welche diesem Band eine Rolle in der Produktion von Synovialflüssigkeit, bzw. in der Ausbreitung der selben auf den Gelenksflächen eine Bedeutung beigemessen hat, sei nur cursorisch erwähnt.

II. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Wir waren bestrebt durch unsere Untersuchungen die Problematik der Schenkelhalsfraktur von morphologischer Seite zu erleuchten. Aus diesem Grunde haben wir uns mit der Struktur, mit der makro- und mikroskopischen Blutversorgung der proximalen Femurepiphyse, sowie mit der Struktur des Ligamentum teres femoris beschäftigt.

In den folgenden beschreiben wir die Untersuchungsmethodik (A), unsere Daten über die Struktur des Schenkelhalses und -Kopfes (B), die Arterien des Hüftgelenkes und des proximalen Femurendes (C), die mikroskopischen Gefäße der proximalen Femurepiphyse (D) und zum Schluss die Data über die Gefäße des Lig. teres femoris (E).

A) Methodik

Die Struktur des Schenkelhalses und Kopfes haben wir in Anlehnung an *Gerzanits* vermittels röntgen-anatomischer Methoden auf die Art untersucht, dass wir in den Markraum der Diaphyse, bzw. durch kleinere-größere Oeffnungen des Caput femoris teils am frischen, teils am mazerierten Knochen ein Kontrastmittel injiziert haben. Die Oeffnungen der Ernährungskanäle wurden zuvor mit Paraffin verschlossen, um den Abgang des Kontrastmittels

hintanzuhalten und seinen Verbleib im Inneren des Knochens zu sichern. Nach Herstellung von Röntgenaufnahmen wurde der Knochen in verschiedenen Ebenen in Schnitte zerlegt und röntgenologisch — sowie nach Entkalkung — histologisch weiter untersucht. Auf diese Art wurden acht Präparate des Oberschenkelknochens untersucht.

Vermittels Arteriographie haben wir an menschlichen Kadavern die Arterien des Hüftgelenkes und der proximalen Femurepiphyse in fünf Fällen untersucht. Das Kontrastmittel wurde in die A. iliaca communis injiziert. Zur Prüfung des Kollateralkreislaufes wurde die A. femoralis oberhalb der Abgangsstelle der A. profunda femoris abgebunden. Die auf diese Art injizierte Extremität wurde röntgenologisch untersucht.

Die Zusammensetzung des von uns angewendeten Kontrastmittels ist: Plumbum hyperoxydatum 100 g; Oleum Therebentinae 300 g; Oleum Paraffini 250 g.

Die mikroskopischen Arterien des Knochenmarkes und des Knochens haben wir z. T. in vivo, u. zw. in Tierversuchen an insgesamt 11 Katzen und Hunden, z. T. an 16 menschlichen Kadavern, z. T. an 11 tierischen Kadavern, nach der Injektion von zweifach verdünnter Tusche in die A. iliaca communis an Gefrierschnitten und an doppelt eingebetteten Schnitten untersucht.

Das *Ligamentum teres femoris* wurde von der Seite der A. hypogastrica mit Tusche injiziert. Hernach haben wir den Femurkopf, das Ligament, sowie das Acetabulum z. T. nach der Methode von Spalteholz geklärt und bei Lupenvergrößerung in einem Gemisch von Gaultheria-Oel und Benzylbenzoat, z. T. histologisch untersucht.

B) Daten über die Struktur des Schenkelhalses und -Kopfes

An dem von der proximalen Femurepiphyse aufgenommenen Röntgenbild ist an der Grenze zwischen Kopf und Hals eine stark umschattende Knochen-

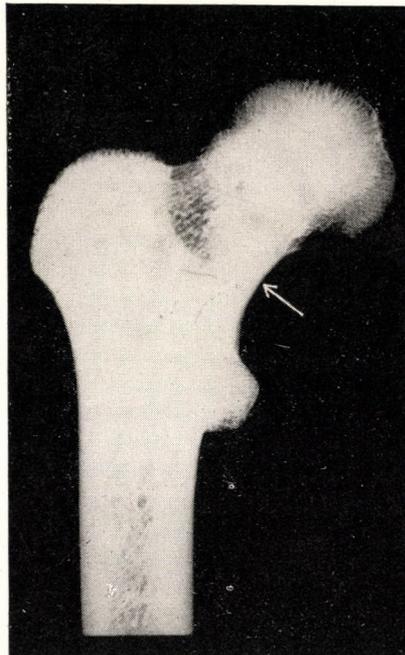


Abb. 1. Röntgenbild eines menschlichen proximalen Femurendes. Das in den Markraum der Schaft injizierte Kontrastmaterial gelangt ohne Hindernis bis in den Kopf. Der Pfeil weist auf den mit Kontrastmaterial erfüllten Teil des Schenkelhalses hin.

leiste zu sehen. Diesbezügliche Beobachtungen wurden bereits von *Gerzanits* [3] (1940) mitgeteilt. Seines Erachtens ist an dieser Stelle ein Knochengewölbe vorhanden, welches für Gefäße undurchschreitbar ist. Er hat unter hohem Druck in die Diaphysenhöhle des Knochens Kontrastmaterial injiziert und bei der Röntgenuntersuchung festgestellt, dass der Femurkopf durch das genannte Gewölbe vom Kontrastmaterial enthaltenden Hals scharf abgegrenzt ist. In das Gebiet des Kopfes gelangte kein Kontrastmaterial. Bei aus der Fovea capitis erfolgter Einspritzung in das Caput femoris gelangt hinwieder kein Kontrastmaterial in den Hals.

Wir haben die Untersuchungen von *Gerzanits* wiederholt und hierbei folgendes festgestellt :

Wenn Kontrastmaterial unter kleinem Druck in das Corpus bzw. in das Caput des Femur injiziert wird, passiert es in jedem Fall ohne Hindernis das vorerwähnte Gewölbe (Abb. 1). Ein Gebilde, welches eine vollständige Trennung daselbst bewirken würde, besteht demnach nicht. Hernach haben wir den Knochen der Länge nach aufgeschnitten und schichtenweise röntgen-anatomisch, später auch histologisch untersucht.

Auf Grund aller dieser Untersuchungen müssen wir feststellen, dass die an Röntgenbildern sichtbare, einen schärferen Schatten bereitende Linie an der Grenze zwischen Schenkelkopf und -hals, ein Residuum des verknöcherten Epiphysenknorpels ist. Dieses Residuum weist wohl eine dichtere Struktur auf wie das übrige Gebiet des Caput und Collum, es ist aber für das Kontrastmaterial und für die Gefäße dennoch durchdringlich.

C) Die makroskopischen Arterien des Hüftgelenkes und des Schenkelhalses

In die A. iliaca communis wurde ein Röntgenkontrastmittel injiziert. Am antero-posterioren Röntgenbild sind die Arterien der Hüftgelenks- und Gesässgegend zu sehen ohne den störenden Schatten der Gefäße der vorderen Bauchwand und der Beckeneingeweide. Nach Abpräparieren der Muskel haben wir die Gelenksbänder und nach deren Entfernung den Knochen röntgenologisch untersucht.

Auf Grund dieser Bilder ist ein reiches periartikuläres arterielles Gefäßnetz festzustellen. Es bestehen zahlreiche Kollateralen zwischen dem System der A. femoralis und A. hypogastrica. Die Kollateralgefäße sind in derart grosser Zahl vorhanden, dass bei Durchführung der Injektion nach der Ligatur der A. femoralis oberhalb der Abgangsstelle der A. profunda femoris im Wesentlichen ein genau so dichtes Netz am Röntgenbild zu sehen ist, wie wenn wir die Femoralarterie nicht abgebunden hätten. Durch die Kollateralverbindungen füllt sich sogar auch die A. profunda femoris auf (Abb. 2).

Nach Abpräparieren des glutäalen Muskulatur ist in der Gelenkscapsel des Säuglings ein reiches arterielles Netz nachweisbar. Die Arterien durchsetzen

die Gelenkkapsel spinnwebartig. Zwischen den einzelnen Ästen bestehen zahlreiche Anastomosen, durch welche das arterielle Netz lückenlos wird. Die Gelenkkapsel Erwachsener ist hingegen auffallend gefässarm.

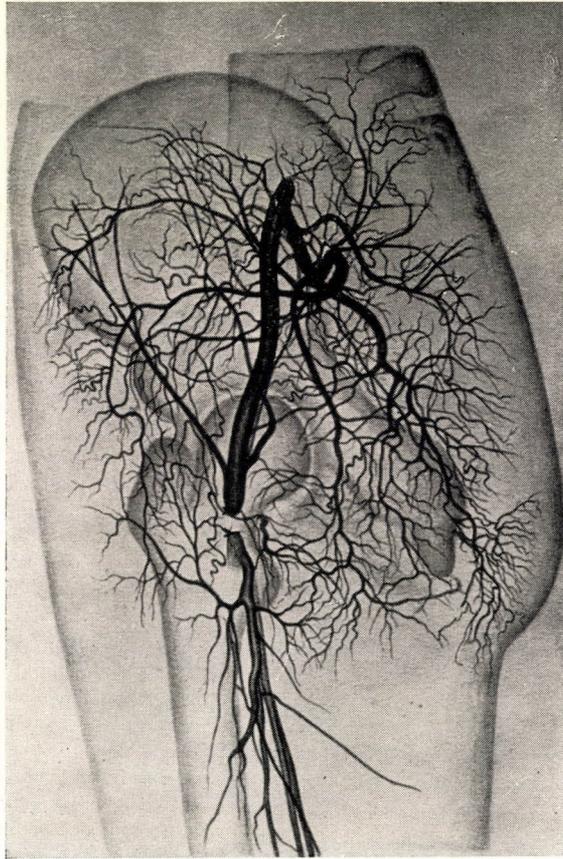


Abb. 2. Das periartikuläre arterielle Netz des Hüftgelenkes. Das nach Unterbindung der A. femoralis in die A. iliaca externa gespritzte Kontrastmittel hat durch Passage durch die reichlichen Kollateralen des Gefässnetzes auch die Äste der A. profunda femoris aufgefüllt. Zeichnung nach Röntgenbild.

Nach Abpräparieren der Bänder haben wir den Knochen untersucht und hierbei festgestellt, dass er gefässarm ist. Hierdurch sind die eingangszitierten Befunde *Láng's* [7] (1915) bestätigt (*Abb. 3*).

Unter dem Röntgenschirm ist im kopwärts liegenden Drittel des Schenkelhalses und im Caput femoris ein gefässfreies Gebiet zu sehen. Durch diesen Befund waren zahlreiche Forscher veranlasst, die Ursache der im Verhältnis zu anderen Frakturen schlechteren Prognose der Schenkelhalsbrüche in diesem

scheinbar gefässfreien Gebiet zu suchen. Wie wir es späterhin klarstellen werden, gibt es am Schenkelhals bzw. im Schenkelkopf kein gefässfreies Gebiet.

D) *Die mikroskopischen Gefässe der proximalen Femurepiphyse*

Dieser Abschnitt unserer Untersuchungen betrifft nur zum kleineren Teil menschliches, zum grösseren Teil aber tierisches Material. Wir haben nach medianer Laparotomie verdünnte Tusche in die eine A. iliaca communis der Tiere auf die Art injiziert, dass die Injektionsflüssigkeit im Wesen durch den



Abb. 3. Die makroskopisch sichtbaren Arterien der proximalen Femurepiphyse. Arteriogramm.

Blutstrom und nicht durch den Druck der Spritze fortbewegt wurde. Die in einer bestimmten Anzahl von Tieren binnen $1\frac{1}{2}$ —2 Minuten durch die Venen bis in das Herz beförderte Tusche hat zu deren Tode geführt; andere Tiere vertrugen hingegen verhältnismässig grössere Mengen (15—20 ccm), ohne rasch (binnen 20 Minuten) zu verenden. Man musste 7—10 ccm Tusche langsam in die Arterie einfliessen lassen, um sie in der V. cava inferior nachweisen zu können. Dies wurde an einigen Tieren mit Hilfe einer in die untere Hohlvene eingeführten Kanüle kontrolliert. Diesfalls ist die Vene komprimiert worden und hernach haben wir weitere 5 ccm Tusche in die Arterie injiziert. Hierbei ist allerdings zu bemerken, dass diese Injektionsmenge nicht ausreicht, um an

einem mittelgrossen Tier das ganze Gefässnetz der unteren Extremität aufzufüllen. Dies war auch nicht unser Ziel bei diesen Untersuchungen. Wir waren bestrebt die Füllung der Gefässe des proximalen Femurendes unter beinahe physiologischen Verhältnissen zu beobachten. An Tierkadavern haben wir auch vollständige Injektionen durchgeführt, wobei das Gefässnetz einer unteren Extremität Tusche in der Menge von 35—40 ccm (manchmal sogar mehr) aufgenommen hat. Auch nach Injektionen solch beträchtlicher Mengen waren am Knochen und im Knochenmark keine Extravasate zu bemerken. Dieser Befund

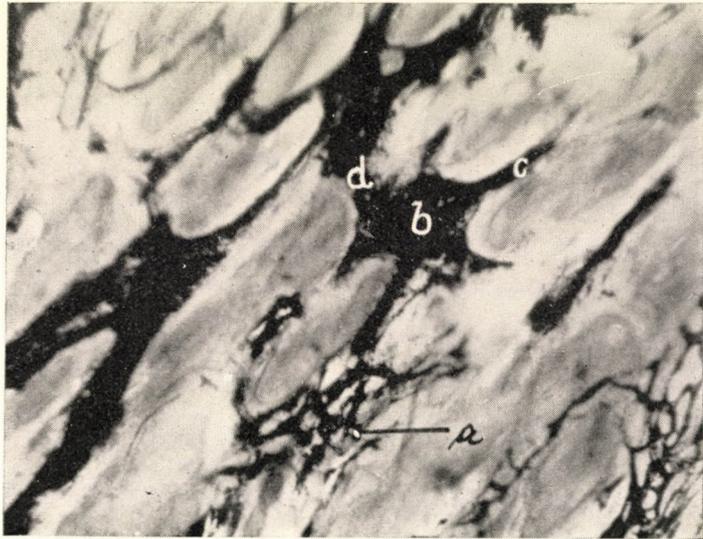


Abb. 4. Längsschnitt durch das Collum femoris des Hundes.
Vergrösserung 450fach. a : Rete arteriale ; b : Sinus ; c : postsinöse Vene ; d : intersinusoidale Vene.

spricht mit grosser Wahrscheinlichkeit für die Existenz eines Systems, welches im Notfall zur Aufnahme übernormaler Flüssigkeitsmengen (Blut) geeignet ist.

An menschlichen Kadavern haben wir die Injektion nach Unterbindung des unteren Abschnittes der Femoralarterie durchgeführt.

Das Material wurde an Gefrierschnitten und in doppelt eingebetteten Schnitten untersucht.

An *Längsschnitten* ist an den Wänden der Tubuli des Schenkelhalses ein feines arterielles Netz zu sehen, das mit den weiten venösen Sinusen des in den Tubuli befindlichen Knochenmarkes zusammenhängt. Die benachbarten Sinuse kommunizieren vermittels weiter, intersinusoidaler Venen untereinander (Abb 4).

An *Querschnitten* sieht man deutlich, dass das zuvor beschriebene arterielle Netz zirkulär an den Wänden der Tubuli läuft und in zweierlei Richtungen sekundäre Äste abgibt: einerseits in die Knochentrabekeln, andererseits in das Knochenmark (Abb. 5, 6).

Die in die Trabekeln eintretenden Äste verzweigen sich spitzwinkelig. Es bestehen keine nennenswerten Anastomosen zwischen den benachbarten Ästen.

Die in das Knochenmark eintretenden Äste weisen einen eigenartigen Verlauf auf. Diese Tatsache zeigt recht deutlich die Sonderlage des Knochenmarkes im Schenkelhals. An Querschnitten sehen wir um das Knochenmark, zwischen dem Knochenmark und der Tubuluswand regelmässig einen Zwischenraum, wodurch wir die Beobachtungen von *Ssasmoylenko* [13] voll-

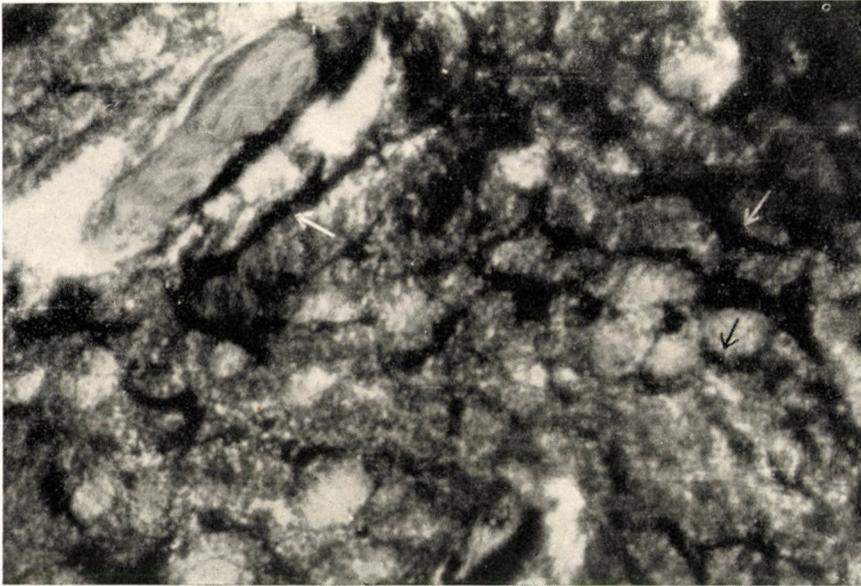


Abb. 5. Querschnitt durch das Collum femoris des Hundes.
Vergrößerung 150fach.

Die verschieden grossen Marktubuli sind von injizierten Arterien umgeben, welche Äste zum Teil dem Mark, zum Teil den Trabekeln abgeben.

inhaltlich bestätigen konnten. Dieses *perimedulläre Spatium* wird von aus dem Endosteum stammenden, radspeichenartig angeordneten und in die Oberflächenhülle des Knochenmarkes (*membrana propria medullae*) eintretenden Fasern überbrückt (Abb. 7). Neben diesen Fasern treten die Arteriolen aus dem arteriellen Netz an der Tubuluswand in das Knochenmark ein. Diese Fasern dienen demnach nicht nur zur Fixierung des Markes, sondern auch als Itineraria für die ernährenden Arteriolen.

Ein Teil der in das Knochenmark eindringenden Arteriolen setzt sich nach Passage der Kapillaren in postkapillaren Venen fort, ein Teil mündet aber durch Anastomosen im präkapillaren Gebiet in weite venöse Räume, Sinuse (Abb. 8). Bei unseren Injektionspräparaten blieb die injizierte Lösung



Abb. 6. Querschnitt durch das Collum femoris der Katze.
Vergrößerung 400fach.
a : Knochenmark ; *b* : perimedulläres Spatium ; *c* : medulläre Arteriole.

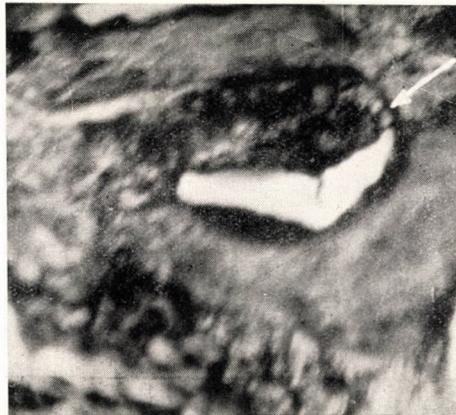


Abb. 7. Querschnitt durch einen Marktubulus aus dem Schenkelhals des Hundes.
Vergrößerung 600fach.
Der Pfeil weist auf die radspeichenartig angeordneten, das Knochenmark fixierenden Bindegewebsbündel hin, welche auch mit Injektionsflüssigkeit erfüllte Arteriolen enthalten.

ausnahmslos im Gefässlumen ; wir haben weder im Mark, noch im perimedullären Raum je ein Extravasat gefunden. Auf Grund dieser Befunde müssen wir annehmen, dass die Sinuse des Knochenmarkes im Schenkelhals ein geschlossenes System bilden. Übereinstimmend mit *Ssamoylenko* [13] sind wir der Meinung, dass im perimedullären Raum sich Lymphe befindet. Der perimedulläre Raum

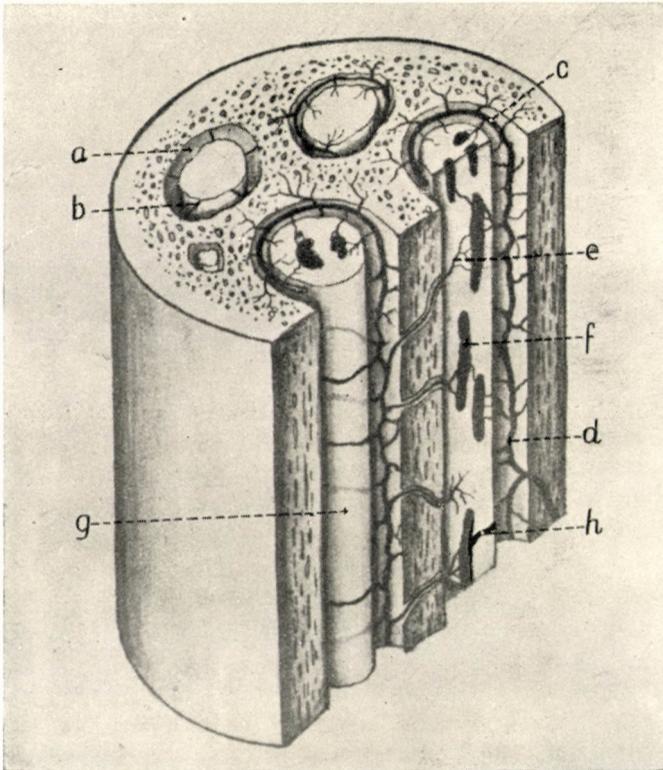


Abb. 8. Zusammenfassendes Schema über die Struktur des Schenkelhalses.

Längs- und Querschnitt.

a : perimedulläres Spatium ; b : fixierende Faserbündel ; c : zirkuläre Arteriole an der Tubuluswand ; d : längsverlaufende Arteriole an der Tubuluswand ; e : präsinöses Netz ; f : präsinöses Netz ; g : Knochenmark ; h : postsinöse Vene.

ermöglicht eine Volumzunahme des Knochenmarkes, d. h. die Aufnahme einer grösseren Blutmenge, ohne andere Sinuse kompensatorisch komprimiert haben zu müssen, wie dies von *Doan* [2] supponiert worden ist.

Das Bild der in das Knochenmark eindringenden Arteriolen ist sehr abwechslungsreich. Zwei Gefässverlaufstypen sind hier hervorzuheben, denen unseres Erachtens auf Grund klinischer Beobachtungen eine praktische Bedeutung beizumessen ist :

Ein Teil der Arterien bildet Schlingen und dringt erst nach ein-zwei Schlingenbildungen in das Knochenmark in. Zu Beginn der Schlinge ist eine bulbosartige Erweiterung der Arterie zu sehen (Abb. 9 und 10).



Abb. 9. Eine Arterie aus dem Knochenmark des Caput femoris. Schlingenbildung; bulbosartige Erweiterung an der Ausgangsstelle der Schlinge.



Abb. 10. Arterielle Doppelschlinge im Knochenmark des Collum femoris.



Abb. 11. U und V förmiger Verlauf der Arterien im Knochenmark des Caput femoris eines Erwachsenen.

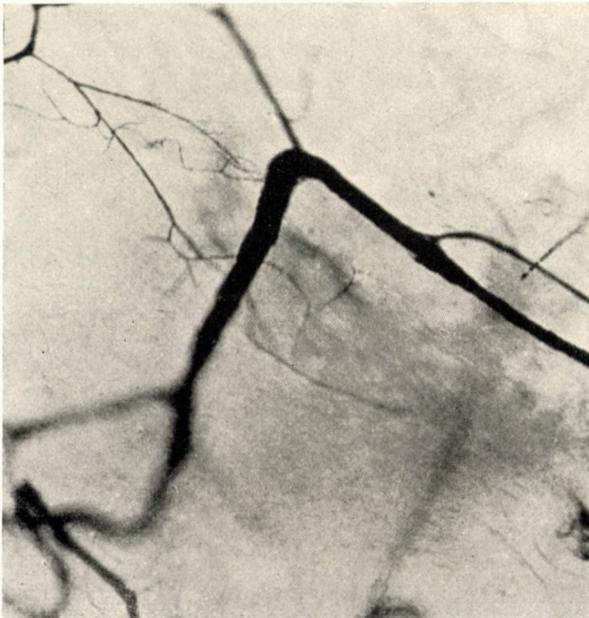


Abb. 12. Rechtwinkelige Knickung einer Knochenmarkarterie. An der Knickungsstelle geht eine Arteriole ab.

Eine zweite Gruppe der medullären Arterien erleidet entweder neben der Tubuluswand oder aber mitten im Mark eine recht- oder spitzwinkelige Abknickung (Abb. 11). Von der Abknickungsstelle geht gelegentlich ein Nebenast ab (Abb. 12).

Manchmal sind die beschriebenen beiden morphologischen Merkmale an ein- und derselben Arterie zu sehen. Unseres Erachtens kommt diesen Merkmalen eine herabsetzende und ausgleichende Funktion zu. Unter pathologischen Bedingungen, z. B. bei Frakturen, kann aber die Heilung hierdurch ungünstig beeinflusst werden. Wir denken hierbei an die zitierten Beobachtungen *Schmorl's* [11], welche darauf hinweisen, dass das Abknicken der Arterien bei inkompletten Querfrakturen, bei Fissuren des Knochens ohne deren Zerreißen zu schwersten Zirkulationsstörungen und sogar zur Spätnekrose Anlass geben kann. Für die von uns beobachteten geschlingelten, insbesondere aber für die abgknickten Arteriolen bedeutet eine geringe Dislokation bereits den kompletten Verschluss.

E) Die Gefäße des *Ligamentum teres femoris*

Die von der A. hypogastrica ausgehend injizierte A. acetabuli bzw. A. capitis femoris wurde von *Láng* in sieben Fällen untersucht. Das Untersuchungsmaterial stammt z.T. von jüngeren (25—30 jährigen), z. T. von älteren Individuen (65—72 jährigen). In allen Fällen enthielt das *Ligamentum teres femoris* eine wohlausgeprägte, funktionstüchtige Arterie. Diese Präparate sind z. T. histologisch, zum Teil nach der Klärungsmethode von *Spalteholz* in toto bearbeitet worden.

Nach unseren Beobachtungen teilt sich die A. acetabuli in der Gelenkpfanne in zwei Äste. Der eine Ast zieht in das, in der Tiefe des Acetabulum liegende Pulvinar, der zweite etwas dünnere Zweig — dieser ist die A. teres seu capitis femoris — tritt durch das *Ligamentum teres femoris* in den Femurkopf ein. Bis zum Eintritt in das Band weist diese Arterie einen geradlinigen Verlauf auf; im Band selbst ist ihr Verlauf geschlängelt, so dass sie den Bewegungen des Oberschenkels folgen kann. Im Femurkopf erfolgt eine Teilung der eintretenden Arterie in einen oberen und unteren Ast. Der stärkere untere Ast versorgt die untere zwei Drittel des Kopfes; er lässt sich bis an den Knorpelüberzug verfolgen. Der schwächere obere Ast liefert das Blut für das obere Drittel des Caput. In dieses Gebiet gelangen aber auch von der Halsseite in den Kopf eintretende Arterien. An den Zweigen der A. capitis femoris sind entsprechend der Epiphysenfuge reihenartig angeordnete feine Gefässknäuel zu sehen, welche untereinander anastomosieren (Abb. 13).

Neben der A. capitis femoris befindet sich eine mehr als viermal so dicke, ebenfalls geschlängelt laufende Vene (Abb. 14). Nach den histologischen Befunden

umgeben die Ästchen dieser Vene die Nebenäste der vorerwähnten Arterie in solcher Weise, dass jede kleine Arteriole von vier-fünf weiteren Venen umgeben erscheint.

Auf Grund unserer Befunde ist festzustellen, dass in der Blutversorgung des Femurkopfes unter physiologischen Umständen die A. capitis femoris beteiligt ist; fehlt diese Arterie, so ist dies als eine anatomische Anomalie zu werten.

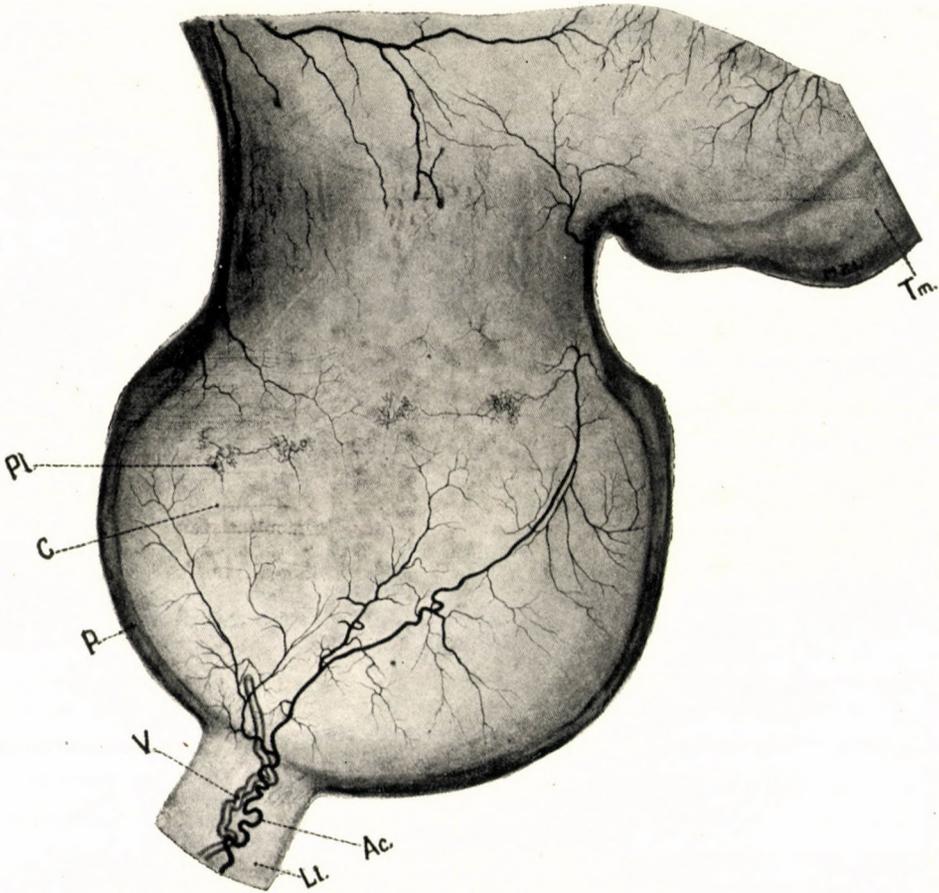


Abb. 13. Die Blutversorgung des Kopfes und Halses des menschlichen Femur.
Vergrößerung 3fach.

Zeichnung nach einem nach der Spaltelholz'schen Methode geklärten Präparat.
Injektion mit Tusche von der A. hypogastrica her.

Li: Ligamentum teres; Ac: Arteria acetabuli; V: Vena acetabuli; C: Caput femoris;
P: Knorpelüberzug; Tm: Trochanter minor; Pl: arterieller Plexus (Knochenmark).

Dem Ligamentum teres femoris kommt demnach in erster Linie die Rolle zu, ein Gefäß in die proximale Femurepiphyse zu leiten.

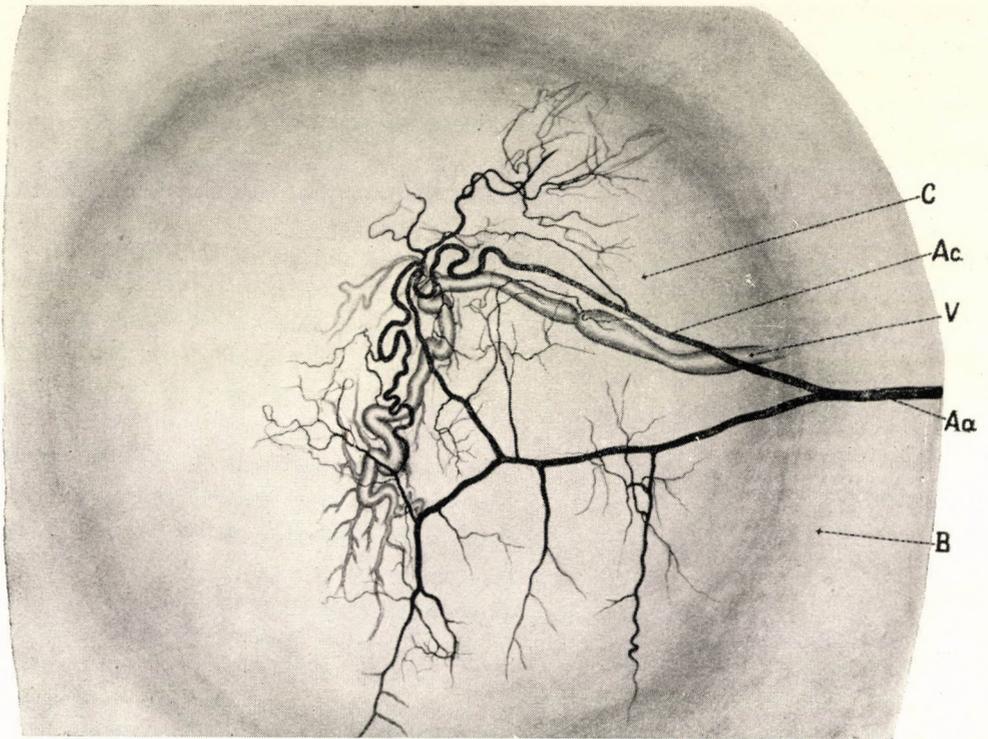


Abb. 14. Die Topographie der A. capitis femoris im Ligamentum teres femoris. (Hom.)
Vergrößerung 4fach.

Zeichnung nach einem nach der Spalteholz'schen Methode geklärten, injizierten Präparat.

Aa : Arteria acetabuli ; Ac : A. capitis femoris ; V : Vena capitis femoris ; B : Gelenkpfanne ; C : Caput femoris.

III. ABSCHLUSS

Auf Grund unserer Untersuchungen sind wir zur Feststellung gelangt, dass die Blutversorgung des Schenkelhalses und -Kopfes ziemlich spärlich ist. Die häufig beobachtete, schlechte Heilungstendenz der Schenkelhalsbrüche ist der schlechten Blutversorgung zuzuschreiben. Unter physiologischen Umständen reicht die Zirkulation aus, um die Lebensprozesse des Schenkelhalses und -Kopfes zu organisieren, im Gang zu halten; es ist aber unsicher, wie weit sie hierfür unter pathologischen Umständen zureichend ist. Jene Fälle, in denen die Gefäße des Ligamentum teres femoris verschlossen sind oder gänzlich fehlen, sind in dieser Beziehung insbesondere schwerwiegend zu werten. Diesfalls beginnt der Heilungsprozess von der Halsseite her; unter diesen Umständen kommt der genauen Reposition und Fixation der Bruchenden die allergrösste Bedeutung zu. Die gute Heilung schwerer Schenkelhalsfrakturen

kann nach einer Nagelung deshalb zustandekommen, weil die feste Vereinigung mit dem Kopf die Ausbildung eines neuen Kapillarnetzes ermöglicht, dass die Kallusbildung im eventuell arteriell unversorgt gebliebenen Kopf in Gang bringen mag. Hierfür besteht umso eher die Möglichkeit, da an der Grenze zwischen Schenkelhals und Schenkelkopf kein für Gefäße undurchdringliches Knochengewölbe sich befindet.

Infolge des eigenartigen Gefässnetzes ist auch den anscheinend unschweren, dislokationsfreien Schenkelhalsfrakturen die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden (die Stellung der Fragmente ist röntgenologisch ständig zu kontrollieren), da eine Abknickung der Gefäße bereits zu den schwersten Ernährungsstörungen führen kann.

Zusammenfassung

1. Der an der Grenze zwischen Kopf und Hals des Femurs röntgenologisch sichtbare, deutlicher ausgeprägte Schatten ist nicht durch ein für Gefäße undurchdringliches Knochengewölbe, sondern durch den im Vergleich zur Umgebung dichteren Bestand der verknöcherten Epiphysenfuge bedingt, den Gefäße und experimentell eingeführtes Kontrastmaterial durchschreiten.

2. Um das Hüftgelenk herum ist ein reichliches arterielles Gefässnetz zu finden. Zahlreiche Kollateralen halten den Kreislauf auch in dem Fall aufrecht, wenn die A. femoralis abzubinden ist (Abb. 2).

3. Die Gelenkkapsel des Säuglings ist arteriell reichlich, die des Erwachsenen spärlich versorgt.

4. Die arterielle Versorgung des Schenkelhalses und -Kopfes ist spärlich. Die Arterien treten sowohl von der A. femoralis, als auch von der A. hypogastrica in das proximale Femurende ein (Abb. 3).

5. In der sog. Intermediärzone in der mitte des Schenkelhalses sind Arterien ebenfalls nachweisbar, wohl in geringerer Zahl, so dass im Schenkelhals kein Gebiet gefässfrei ist (Abb. 3).

6. Die Arterien bilden an den Wänden der Schenkelhals-Tubuli ein feines Netz, aus dem die einzelnen Äste z. T. in die Knochen trabekeln, z. T. in das Knochenmark abgehen (Abb. 4, 5, 8).

7. Zwischen den Wänden der Tubuli und dem Knochenmark besteht ein freies perimedulläres Spatium, welches von den, das Mark fixierenden, radspeichenartig angeordneten Bindegewebsbündeln durchzogen ist (Abb. 6, 7, 8).

8. Die Arteriolen treten längs dieser das Knochenmark fixierenden Bindegewebsfasern in das Knochenmark ein, wo ein Teil derselben sich nach Passage von Kapillaren in postkapillaren Venen fortsetzt, ein Teil aber vermittels präkapillarer Anastomosen sich in venöse Sinuse ergiesst (Abb. 8).

9. Die Arteriolen des Markes bilden Schlingen und erleiden auch unter physiologischen Umständen Knickungen, denen unter diesen Umständen zirkulationsregulierende Funktionen zukommen, welche aber unter pathologischen Umständen (Frakturen) die Heilung hintanhalten können (Abb. 9—12).

10. Das Ligamentum teres femoris enthält, unabhängig vom Lebensalter, Gefäße. Das Ligament dient also in erster Linie als Itinerarium für Gefäße (Abb. 13, 14).

LITERATUR

1. Budge: Die Lymphwurzel der Knochen. Archiv für mikr. Anatomie. Band XXIII. 87—94, 1877.
2. C. A. Doan: The capillares of the bone marrow of adult pigeon. John Hopkins Hosp. Bull. XXXIII, 222—230, 1922.
3. P. Gerzanits: Adatok a combcsont fejének szerkezetéhez újabb vizsgáló eljárások alapján. Magyar Orvosi Archivum. Bd. 41, 217—222, 1940. (ung.).
4. Hesse: Ein Beitrag zur Anatomie und Therapie der Schenkelhalsbrüche. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie. Bd. 199. Heft 6. 361—401.
5. Hoyer: Zur Histologie des Knochenmarkes. Zentralblatt für die med. Wissenschaft. Bd. 77, 342—384, 1869.

6. König—Magnus : Handbuch der gesammten Unfallheilkunde. Bd. III. 514. 1933.
7. Láng : Adatok a combnyaktörésekhez anatómiai és klinikai tanulmányok alapján. Orvosi Hetilap, Bd. LIX, 1—15, 1915.
8. Neumann : Bedeutung des Knochenmarkes für die Blutbildung. Zentralblatt für die med. Wissenschaft, Bd. 77, 342—384, 1869.
9. Ratkóczy : Late complications of traumatic dislocations of the Hip Joint. The Journal of the International College of Surgeons Vol. XII. No. 5. 728—734, 1949.
10. Schinz : Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Bd. I. 71—99, 1939.
11. Schmorl : Die Pathologische Anatomie der Schenkelhalsfracturen. Münch. Med. Wochenschrift, Bd. XXIV. 312—367. 1924.
12. Smith—Petersen : Treatment of fractures of the femur by internal fixation. Report of the fracture committee of the American Academy of Orthopaedic Surg. J. Bone Surg. Bd. XXI. 483—486, 1939.
13. Szamoylenko : Über das Endost. Virchow's Archiv, Bd. 211. 240—263, 1913.
14. Zavarzin : Histologia. 1946, Moszkva.
15. Zlotnyikov : Das venöse System des Menschen. 1949. Moszkva.

ДАННЫЕ К ХИРУРГИЧЕСКОЙ АНАТОМИИ ПРОКСИМАЛЬНОГО КОНЦА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

А. Ланг и Д. Надь

Резюме

Авторы исследовали гистологическими и рентгеновскими методами, а также и при помощи метода Шпальтегольца, проксимальный конец бедренной кости. При этом они обращали особенное внимание на клинические проблемы перелома шейки бедра.

Согласно исследованиям авторов, кровоснабжение шейки и головки бедренной кости довольно слабое. Это и является причиной того, что переломы шейки бедра очень часто трудно вылечиваются. В физиологических условиях кровоснабжение достаточно для организации жизненных процессов в проксимальном конце кости, но неизвестным является, достаточно ли это кровоснабжение в патологических условиях? Особенное значение имеют кровеносные сосуды круглой связки бедренной кости, которые авторы нашли у больных более пожилого возраста. Поэтому следует считать особенно тяжелыми те переломы шейки бедренной кости, у которых произошла закупорка сосудов круглой связки, или же те, у которых — в виду порока в развитии — эти сосуды совсем отсутствуют. В этих случаях вылечение берет свое начало со стороны шейки бедра.

На основании исследований сосудов костного мозга, суставной сумки и шейки бедра, необходимо отметить, что после переломов шейки бедра, решающее значение имеет по возможности прочное соединение костных отломков (фиксация гвоздем), так как это облегчает образование новой капиллярной сети, способной вызывать образование костной мозоли (callus) и в головке бедренной кости, остающейся изолированной с точки зрения кровоснабжения. Это тем более возможно ввиду того, что на границе головки и шейки не существует того непродолимого для кровеносных сосудов свода, как это предполагали другие авторы.

Из-за своеобразной сосудистой сети, имеющейся в костном мозге шейки бедренной кости, нужно обратить самое большое внимание на всякий перелом шейки бедра, даже и в случаях, которые кажутся не тяжелыми и у которых дислокация отсутствует. (Необходимо постоянно проверять расположение кости рентгеновским исследованием). Ведь уже перегибание сосудов может повести к тяжелым расстройствам в системе питания костным веществом.