

Die Femurkopfnekrose als Komplikation der medialen Schenkelhalsfraktur

H. Pelzl

Chirurgische Abteilung des Kreiskrankenhauses Miltenberg (Chefarzt: Priv.-Doz. Dr. H. Pelzl)

Mediale Schenkelhalsfrakturen gehören auch heute noch trotz der Fortschritte der Unfallchirurgie zu den problematischen Frakturen, die nicht mit derselben Erfolgsquote wie die meisten Frakturen des übrigen Skelettes behandelt werden können. Die häufigste und schwerwiegendste Komplikation der medialen Schenkelhalsfraktur ist die Kopfnekrose. Ihre Entstehung wird von verschiedenen Faktoren wie Frakturlinienverlauf, Dislokation der Fragmente, Art und Zeitpunkt der Reposition und Osteosyntheseart beeinflusst. Die Berücksichtigung dieser Faktoren bietet die Möglichkeit, Voraussagen für eine zu erwartende Kopfnekrose zu treffen und durch eine primäre Alloarthroplastik dem Patienten einen späteren rekonstruktiven Eingriff zu ersparen.

Necrosis of the head of the femur as a complication of the medial fracture of the neck of the femur

In spite of the progress achieved in accident surgery, medial fractures of the neck of the femur still present a lot of problems. The rate of success achieved in most other cases of bone fractures is not obtained here. The necrosis of the head is the most frequent and most serious complication of the medial fracture of the neck of the femur. Its formation is influenced by different factors, such as fracture line, dislocation of the fragments, time and method of reposition, and method of osteosynthesis. A prognosis whether a necrosis of the head of the femur is to be expected or not can be made when these factors are taken into consideration. So, by means of a primary alloarthroplasty, it will be possible to spare the patient a later reconstruction.

Die erste Beschreibung eines Schenkelhalsbruches stammt von Ambroise Paré aus dem Jahre 1530. Seit dieser Zeit ist eine kaum übersehbare Zahl von Veröffentlichungen erschienen, die darauf hinweist, wie problematisch Schenkelhalsbrüche, insbesondere mediale, intrakapsuläre Frakturen sind. Lange Zeit wurde diese Verletzung mit Recht als der „ungelöste Bruch“ bezeichnet [47]. Zwar konnte die pessimistische Äußerung Coopers [10] zu Beginn des 19. Jahrhunderts, intrakapsuläre Schenkelhalsbrüche würden nie heilen, widerlegt werden. Doch besteht kein Zweifel darüber, daß es nach wie vor kein Verfahren, weder operativ noch konservativ, gibt, nach welchem diese Verletzung mit derselben Erfolgsquote versorgt werden kann wie Frakturen des übrigen Skelettes [14]. Trotz aller Fortschritte in der Behandlung der medialen Schenkelhalsfraktur muß auch heute noch mit einer Quote von 30–50% Mißerfolgen gerechnet werden. Diese Mißerfolge sind vorwiegend durch die beiden Hauptkomplikationen der medialen Schenkelhalsfraktur, die Pseudarthrose und die Femurkopfnekrose, bedingt. Pseudarthrosen und Kopfnekrosen führen – unabhängig von dem gewählten Osteosyntheseverfahren – in einem hohen Prozentsatz zu einer vorübergehenden oder dauernden Invalidität, die nicht selten auch einen frühen Tod des Patienten zur Folge hat. Deshalb muß die Einführung des primären endoprothetischen Ersatzes des Femurkopfes als eine gewaltige Bereicherung der Versorgung von medialen Schenkelhalsfrakturen angesehen werden. Er

ermöglicht es bei Patienten mit Frakturen, bei denen aufgrund besonderer anatomischer Verhältnisse eine Kopfnekrose oder Pseudarthrose zu erwarten ist, durch eine definitive Operation die frühzeitige Gehfähigkeit wiederherzustellen.

Pathogenese der Femurkopfnekrose

Wenn auch noch nicht alle Fragen der Pathogenese gelöst sind, so gilt heute doch als gesichert, daß die Kopfnekrose in der überwiegenden Zahl der Fälle durch eine arterielle Durchblutungsstörung des Femurkopfes, seltener durch eine direkt auf den Femurkopf einwirkende Gewalt zustande kommt. Schon seit langer Zeit hatte man die schlechte Heilungstendenz der medialen Schenkelhalsbrüche mit der Gefäßversorgung des Hüftgelenkes in Verbindung gebracht. Die durch die funktionelle Anatomie des Hüftgelenkes mit seiner außergewöhnlichen Beweglichkeit bedingte, isolierte Gefäßversorgung des Femurkopfes ist gegenüber Schädigungen besonders anfällig und reiht den Femurkopf in die Gruppe jener Knochen ein, welche gegen Ischämie besonders empfindlich sind, wie das Kahnbein des Fußes und der Hand, das Mondbein und das Sprungbein. Aufgrund dieser Beobachtungen war die Gefäßversorgung des Femurkopfes schon seit mehr als 150 Jahren Gegenstand anatomischer, in den letzten Jahren auch arteriographischer Untersuchungen [37, 10, 24, 27, 32, 1, 34, 26, 52, 51,

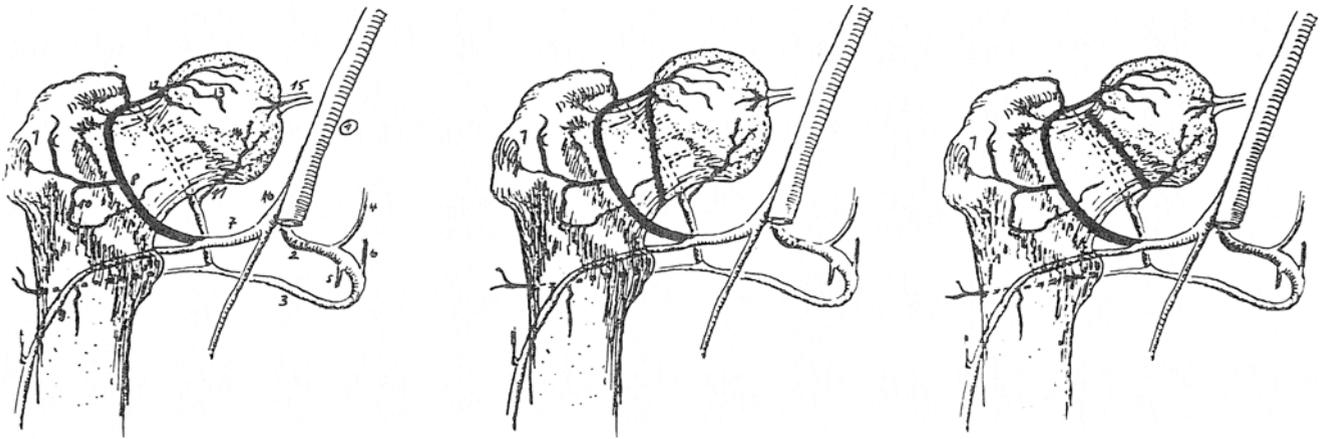


Abbildung 1. Die Gefäßversorgung des Hüftkopfes und seine Beeinträchtigung durch den Frakturlinienvverlauf (schematisch). 1. A. femoralis 2. A. circumflexa femoris medialis 3. Ramus profundus(2) 4. Ramus ascendens(2) 5. Ramus transversus(2) 6. Ramus acetabularis(2) 7. A. circumflexa femoris lateralis 8. Ramus ascendens(7) 9. Ramus descendens(7) 10. Ramus transversus(7) 11. Rami nutriticii inf. 12. Rami nutriticii colli sup. 13. Rami nutriticii capitis sup. 14. Rami nutriticii capitis inf. 15. A. lig. capitis fem. 16. A. profunda femoris.



Abbildung 2. Angiogramm des Hüftkopfes.

49, 30, 21]. Diese zahlreichen Untersuchungen lassen eine andere Deutung als die Unterbrechung der arteriellen Gefäßversorgung des Femurkopfes als Ursache der Kopfnekrose nach medialen Schenkelhalsfrakturen in der überwiegenden Zahl der Fälle nicht zu.

Drei Gefäßsysteme sind an der Ernährung des Femurkopfes in verschiedenem Ausmaße beteiligt (Abbildungen 1 und 2): 1. die Arteria obturatoria aus der A. iliaca interna, 2. die A. circumflexa femoris medialis und 3. die A. circumflexa femoris lateralis.

Bedeutung der einzelnen Gefäßgruppen für die Blutversorgung des Femurkopfes

Nach der Ansicht zahlreicher Autoren, als deren Hauptvertreter Trueta [49, 50, 51] gilt, besitzen die sogenannten lateralen Epiphysengefäße die größte Bedeutung für die Ernährung des Femurkopfes, da sie etwa 2/3 bis 4/5 der oberen Femurepiphyse, insbesondere den oberen lateralen Anteil ernähren. Nach Bessler und Müller [2] versorgt die kraniale Gefäßgruppe 2/3 bis 3/4 des Femurkopfes. Über ihre Dominanz sind sich auch zahlreiche andere Autoren einig [52, 54, 23]. Umstritten ist die Bedeutung der Arterien des Ligamentum capitis femoris. Zwar besteht Übereinstimmung darüber, daß das Ligamentum teres nicht nur beim Kind und Jugendlichen Gefäße enthält, welche in den Femurkopf eintreten, jedoch gehen die Ansichten über die Bedeutung dieser Gefäße für die Versorgung des Femurkopfes auseinander. Hyrtel [24], Nussbaum [34] sowie Wolcott [54] sprechen diesen Gefäßen jede Bedeutung ab. Der gleichen Ansicht sind Chandler und Kreuzer [8]. Nach Trueta [49, 50] versorgen diese Gefäße lediglich ein kleines umgrenztes Gebiet des Femurkopfes nahe der Fovea und haben somit eine gewisse, wenn auch untergeordnete Bedeutung. Nordenson [33] nimmt ebenso wie Rehn [40] und Schink [43] an, daß eine kompensatorische Erweiterung der Gefäße des Ligamentum teres nach Verletzung der übrigen Gefäßsysteme durch die Fraktur möglich und ausreichend sei oder daß die Revascularisation von diesen Gefäßen bei Zerstörung der übrigen ausgehen könne.

Abgesehen davon, daß nur in den wenigsten Fällen einer Schenkelhalsfraktur mit nachfolgender Kopfnekrose eine Verletzung der Teresgefäße anzunehmen ist, spricht auch

die Tatsache, daß nach Hüftluxationen, bei welchen es regelmäßig zu einem Abriß des Lig. teres kommt, wesentlich seltener Kopfnekrosen auftreten als nach Schenkelhalsfrakturen, für eine untergeordnete Rolle dieser Gefäßgruppe. Es ist anzunehmen, daß sie nur unterstützend für die Ernährung des Femurkopfes eintreten. Die untere Gefäßgruppe, welche in der Regel schwächer ausgebildet ist als die obere, versorgt das untere 1/5 bis 1/3 des Femurkopfes. Sämtliche Gefäßsysteme stehen durch Anastomosen miteinander in Verbindung. Diese Anastomosen sind jedoch nie so stark ausgebildet, daß die einzelnen Gefäße ständig variierend füreinander eintreten können.

Im Zusammenhang mit der Kopfnekrose nach medialen Schenkelhalsbrüchen ergibt sich nun die Frage, durch welche Faktoren die Gefäßversorgung des Femurkopfes soweit geschädigt werden kann, daß eine Ischämie und als deren Folge eine Kopfnekrose resultiert.

Beziehungen zwischen dem Frakturlinienverlauf und der Gefäßschädigung

Nach Ansicht mehrerer Autoren ist das Schicksal des Femurkopfes weitgehend durch das Unfallereignis entschieden [14, 22, 20]. Kommt es zu einer Fraktur, bei welcher die Frakturlinie so steil verläuft, daß sie den Eintrittspunkt der lateralen Epiphysengefäße in den Knochen erreicht, so werden diese Gefäße, die insbesondere in ihrem intraossären Verlauf sehr leicht verletzbar sind, zerrissen, und die unvermeidliche Folge ist der Untergang von Knochengewebe in dem von diesen Gefäßen versorgten Femurkopfanteil. Liegt dagegen eine Fraktur vor, bei welcher die Bruchlinie distal der Eintrittsstelle der lateralen Epiphysengefäße in den Knochen verläuft, so wird das obere Retinaculum, in welchen die lateralen Epiphysengefäße eingeschlossen sind, vom Knochen abgehoben und – sofern keine extreme Dislokation der Fragmente auftritt – werden diese Gefäße nicht zerrissen.

Aufgrund zahlreicher Untersuchungen an der Leiche kommen Claffey [9], Trueta [49, 50], und Graf [19] zu dem Schluß, daß der Bruchlinienverlauf eine Vorhersage der künftigen Vitalität des Femurkopfes zuläßt. Der gleichen Ansicht sind Spotoft [48], Eyre-Brook [16], Brütsch [4], Salem [42], Durbin [12] und Russe [41], welche eine größere Nekrosehäufigkeit fanden, je vertikaler die Frakturlinie verlief.

Abhängigkeit der Nekrosehäufigkeit von der primären Dislokation der Fragmente

Brütsch [4], Garden [17], Graf [19], Böhler [3] und Nyström [35] fanden eine signifikante Beziehung zwischen der primä-

ren Dislokation und der Häufigkeit einer späteren Kopfnekrose. Desgleichen wird von mehreren Autoren ein Zusammenhang mit der Stellung der Fragmente zueinander angenommen. Brütsch [4], Gelbke [18], Graf [19] und Böhler [3] sehen vor allem in der Varusstellung eine Prädisposition zur Entstehung einer Kopfnekrose. Für Pauwels [38] und Crawford [11] bedeutet andererseits die Valgusstellung eine Gefahr für die Ernährung des Femurkopfes. Nach Maurer und Mitarb. [30] soll bei starker Abduktion während des Unfalles die proximale Gefäßgruppe einer Quetschung durch das Labrum glenoidale ausgesetzt sein. Smith [45] fand am freigelegten Hüftgelenk bei forcierter Valgisierung des Kopfes, daß die Gefäße des Ligamentum teres gedrosselt werden und mißt daher – wie Pauwels [38] und Crawford [11] – der Valgusstellung einen ungünstigen Einfluß auf die Ernährung des Femurkopfes bei. Trueta [49] fand bei mehreren Patienten mit vertikalem Bruchlinienverlauf und einer Einstauchung der Fragmente in Valgusstellung, Kopfnekrosen und erklärte diese durch eine Verletzung der lateralen Epiphysengefäße durch das tiefe Eindringen der Außenseite des Schenkelhalses in den Hüftkopf, auch dann, wenn der Bruchspalt selbst den kritischen Punkt des Gefäßeintrittes nicht erreicht hatte.

Brütsch [4] ist der Auffassung, daß die Antekurvatur in direkter Beziehung zur Kopfnekrose steht. Er nimmt an, daß bei einer starken Dislokation im Sinne einer Antekurvatur das viszerale Kapselblatt, in welchem die wichtigsten Gefäße für den Femurkopf verlaufen, besonders leicht geschädigt wird.

Einfluß der Verzögerung und der Art der Reposition auf die Nekrosehäufigkeit

Neben einer vollständigen Zerreißung der den Femurkopf ernährenden Gefäße besteht auch die Möglichkeit einer traumatischen Schädigung des Gefäßendothels mit nachfolgender Thrombosierung, verursacht durch eine, über längere Zeit bestehende Überdehnung. Diese Überdehnung ist meist eine Folge einer extremen Dislokation der Fragmente. Elmes [13], Spotoft [48], Ender [14] fordern daher eine frühzeitige Reposition. Andere wie Brütsch [4] sehen in der frühzeitigen Reposition keine Bedeutung für die Vermeidung der Kopfnekrose. Bei der Ausführung der Reposition wird vor allem von Linton [28], Spotoft [48] und Trueta [49, 50] vor einer forcierten Innenrotation des Beines gewarnt, da dadurch intakte Gefäße verletzt werden könnten. Ist eine Innenrotation des distalen Fragmentes zur exakten Reposition erforderlich, so soll diese bei angemessener Abduktion des Beines ausgeführt werden, um eine Spannung der Gefäße am oberen Rand des Schenkelhalses zu vermeiden.

Zusammenhang zwischen Nagellage und Nekrosehäufigkeit

Ausgedehnte Untersuchungen, die sich mit dieser Fragestellung befassen, wurden von Claffey [9] durchgeführt. Sie hatten das Ziel festzustellen, ob und in welchem Ausmaß eine osteosynthetische Versorgung einer medialen Schenkelhalsfraktur geeignet sei, eine Schädigung an den Gefäßen des Femurkopfes hervorzurufen. Er fand, daß durch das Einschlagen eines Smith-Petersen-Nagels – der häufigsten Osteosyntheseart – praktisch nie mehr als 1–2 der 4–6 vorhandenen Äste der lateralen Epiphysengefäße zerstört werden, gleichgültig, in welcher Richtung man den Nagel einschlägt. Die Zerstörung von 1–2 Ästen der lateralen Epiphysengefäße reicht jedoch nach seiner Ansicht nicht aus, um eine Kopfnekrose herbeizuführen. Auch Eschberger [15] hat bei seinen histologischen Untersuchungen nie eine negative Auswirkung des Nagels auf die Durchblutung des Hüftkopfes finden können. Der Ansicht, daß die Nagelung die Kopfnekrose weder begünstigen noch verhindern könne, sind u. a. Carrel [7], Watson-Jones [53], Carlquist [6], McElvenny [31], M. Lange [25], Böhler [3], Ender [14], Graf [19], Burch und Meuli [5]. Salem [42] sowie Rehn [40] gestehen der Metallosteosynthese eine gewisse fördernde Bedeutung infolge zusätzlicher Zerstörung von Blutgefäßen neben dem Unfallereignis zu. Linton [28] fand einen Unterschied in der Häufigkeit von Kopfnekrosen nach Nagelung mit dem 3-Lamellen-Nagel und nach der Nagelung mit mehreren dünnen Nägeln. Erhard [12a] kommt aufgrund seiner Untersuchungsergebnisse zu der Auffassung, daß allgemein nach operativer Behandlung die Kopfnekrose häufiger auftritt als nach konservativer Therapie. Er macht allerdings – ebenso wie Maatz und Lempert [29] – weniger die Nagelung selbst als die dazugehörige frühe Belastung verantwortlich.

Eigenes Krankengut

Von insgesamt 320 behandelten Patienten mit einer medialen Schenkelhalsfraktur wurden die Krankenblätter und Röntgenbilder zur Auswertung herangezogen. Von diesen 320 Patienten waren inzwischen 182 verstorben; bei 130 waren die verfügbaren Unterlagen unvollständig oder der Unfall lag so kurze Zeit zurück, daß eine Berücksichtigung im Hinblick auf unsere speziellen Fragestellungen nicht möglich war.

Bei 108 Patienten konnten sämtliche bedeutungsvollen Faktoren untersucht und ausgewertet werden. Diese Faktoren bezogen sich auf folgende Fragen: Anzahl der Kopfnekrosen, Abhängigkeit der Nekrosehäufigkeit und des Schweregrades der Nekrose vom Frakturlinienverlauf bzw. Neigungswinkel der Bruchflächen, von der Frakturart, vom Zeitintervall zwischen Unfall und Reposition sowie von der Osteosyntheseart.

Alter	Frauen	Männer	Gesamt
0-15	1	2	3
16-20	-	3	3
21-30	2	-	2
31-40	-	3	3
41-50	2	4	6
51-60	26	10	36
61-70	46	10	56
71-80	122	36	158
81-90	34	16	50
91-100	3	-	3

Tabelle 1. Alters- und Geschlechtsverteilung.

Über die Geschlechts- und Altersverteilung unterrichtet die Tabelle 1. Bei Patienten weiblichen Geschlechtes wurde die mediale Schenkelhalsfraktur etwa dreimal so häufig beobachtet wie bei Männern. Sowohl bei Frauen als auch bei Männern ereigneten sich die meisten medialen Schenkelhalsfrakturen zwischen dem 50. und 90. Lebensjahr mit einem Gipfel in der 8. Lebensdekade.

Bei 24 (22,2%) der 108 über einen genügend langen Zeitraum verfolgten Patienten konnte röntgenologisch eine partielle (14) oder totale (10) Kopfnekrose nachgewiesen werden.

Näherte sich die Bruchlinie dem vermuteten Eintrittspunkt der Epiphysengefäße nur bis zu einem Abstand von 1 cm oder darüber, so kam es unter 39 Fällen dieser Gruppe nur viermal zur Entwicklung einer Nekrose (10,3%). Dagegen waren bei 48 Patienten mit einem Frakturlinienverlauf, der 4–1 mm von der Eintrittsstelle der lateralen Epiphysengefä-

Vitalität	Nekrose	Abstand Frakturlinie-Gefäßpol
36	3	>10 mm
16	3	9–5 mm
32	16	4–1 mm
84	24	

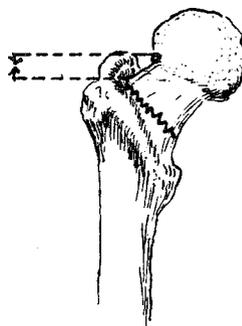


Abbildung 3. Abhängigkeit der Nekrosehäufigkeit vom Verlauf der Bruchlinie zum Eintrittspunkt der lateralen Epiphysengefäße.

Frakturform	Zahl	Nekrose	Vital
I med. Adduktionsfraktur	83	21	62
II med. Abduktionsfraktur	25	3	22

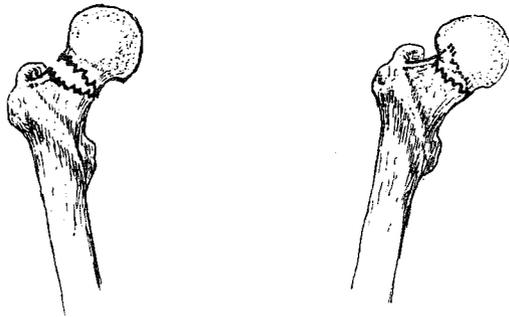


Abbildung 4. Häufigkeit der Kopfnekrose in Abhängigkeit von der Frakturform.

Bei in den Knochen entfernt war, in 16 Fällen (33,3%) eine Kopfnekrose vorhanden (Abbildung 3).

Bei Berücksichtigung des Neigungswinkels der Bruchfläche zum Schweregrad der Nekrose konnte festgestellt werden, daß schwere Formen von Nekrosen, das heißt Totalnekrosen mit Einbrüchen, vorwiegend bei einem Neigungswinkel um etwa 70–80 Grad auftraten, da bei diesem Neigungswinkel die lateralen Epiphysengefäße in ihrem intraossären Verlauf am ehesten tangiert wurden. Bei einem Neigungswinkel unter 70 Grad traten mit zunehmender Entfernung der Frakturlinie von diesem Gefäßpol nur leichte Formen von Kopfnekrosen auf.

In Abhängigkeit von der Frakturart fanden sich die meisten und schwersten Kopfnekrosen beim medialen Adduktionsbruch, weniger häufiger waren sie beim medialen Abduktionsbruch. Von 83 Patienten mit einem medialen Adduktionsbruch und verwertbaren Röntgenaufnahmen kam es bei 21 (24%) zu einer Kopfnekrose, dagegen nur bei 3 (12%) von 25 Patienten mit einem Abduktionsbruch (Abbildung 4).

Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, bestand eine signifikante Abhängigkeit der Häufigkeit der Kopfnekrosen von der Zeitspanne zwischen Unfall und Reposition. Wurde die Reposition innerhalb von 3 Stunden nach dem Unfall ausgeführt, so trat nur bei 8 (10,2%) von 78 innerhalb dieses Zeitraumes reponierten Frakturen später eine Kopfnekrose auf. Erfolgte die Reposition 4 oder mehr Stunden nach dem Unfall, so waren die Heilungsergebnisse wesentlich ungünstiger. Von 30 Patienten entwickelten 16 (33,3%) später eine partielle oder totale Nekrose des Femurkopfes und bei 14 blieb der Femurkopf röntgenologisch vital.

Bei der Überprüfung des Zusammenhanges zwischen der Osteosyntheseart und dem Auftreten einer Kopfnekrose ergab sich, daß die einzelnen Osteosyntheseverfahren, abgesehen von der Doppelnagelung, keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit der Kopfnekrose aufwiesen. Nach Doppelnagelungen und auch nach Umnagelungen aus verschiedenen Gründen trat jedoch besonders häufig eine Kopfnekrose auf. Von 10 medialen Schenkelhalsfrakturen, bei denen eine Doppelnagelung ausgeführt worden war oder die wegen einer Instabilität, Dislokation der Metallimplantate oder aus sonstigen Gründen umgenagelt werden mußten, zeigten 9 (90%) eine spätere Kopfnekrose.

Diskussion

Mediale Schenkelhalsfrakturen führen in einem hohen Prozentsatz, der im Schrifttum zwischen 15 und 50% angegeben wird und in unserem Krankengut bei 22,2% lag, zu Teil- oder Totalnekrosen des Femurkopfes. Diese Nekrosen sind in der überwiegenden Zahl der Fälle avaskuläre Nekrosen, d. h. sie sind durch eine arterielle Durchblutungsstörung der den Femurkopf ernährenden Gefäße bedingt. Die Hauptblutversorgung des Femurkopfes geschieht über die lateralen Epiphysengefäße, welche nahe der Knochenknorpelgrenze von kranial-dorsal in den Femurkopf eintreten. Sie sind insbesondere in ihrem intraossären Verlauf leicht verletzlich. Aufgrund dieser besonderen anatomischen Situation fanden wir in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Trueta die meisten Kopfnekrosen bei Schenkelhalsfrakturen mit einer Frakturlinie, welche den Eintrittspunkt der lateralen Epiphysengefäße in den Femurkopf erreichte. Die Zahl der Kopfnekrosen nahm dagegen ab, je weiter sich die Frakturlinie von diesem entscheidenden Punkt entfernte.

Stunden	Zahl der Fälle 108 Nekrose	Vital
1	2	26
2	3	28
3	3	16
4	4	5
5	3	2
6	5	6
7	-	-
8	-	-
9	2	1
10	-	-
11	-	-
12	1	-
13	-	-
14	-	-
15	1	-

Tabelle 2. Kopfnekrose und Zeitraum zwischen Unfall und Reposition.

Demgemäß steht auch der Neigungswinkel der Bruchfläche in direkter Beziehung zur Häufigkeit und zum Schweregrad der Kopfnekrose. Die meisten und schwersten Kopfnekrosen fanden wir bei einem Neigungswinkel um 70 Grad, da bei diesem Neigungswinkel die lateralen Epiphysengefäße von der Bruchlinie am ehesten tangiert werden. Neben dem Frakturlinienverlauf beeinflußt auch die Art und das Ausmaß der primären Dislokation der Fragmente das Auftreten der Kopfnekrose.

Wie aus unserem Krankengut hervorgeht, ist es vor allem der mediale Adduktionsbruch, der die Entstehung der Kopfnekrose begünstigt; seltener führen Abduktionsbrüche zu dieser Komplikation.

Eine eindeutige Abhängigkeit bestand bei den von uns beobachteten Patienten zwischen der Nekrosehäufigkeit und dem Zeitintervall zwischen Unfall und Reposition. Je länger die Reposition verzögert wird, umso eher können die den Femurkopf ernährenden Gefäße durch Überdehnung oder Kompression geschädigt und die Durchblutung des Femurkopfes so gestört werden, daß eine Kopfnekrose resultiert.

Die Überprüfung des Zusammenhanges zwischen Fixationsform und Nekrosehäufigkeit ergab, daß mit Ausnahme der Doppelnagelung keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit der Kopfnekrose und des Osteosyntheseverfahrens bestanden. Bei Doppelnagelungen und auch bei Umnagelungen ist die Gefahr einer Zerstörung der Gefäße im Femurkopf besonders groß. Dementsprechend fanden sich in diesen Fällen besonders häufig Kopfnekrosen.

Obwohl eine kausale Therapie der Durchblutungsstörung des Femurkopfes nicht möglich ist und sein Schicksal weitgehend durch das Unfallergebnis feststeht, ist es von großer Bedeutung, die unfallbedingte Ischämie des Kopfes zu erkennen, um der Spätkomplikation einer Kopfnekrose, die zu einer Invalidität führen kann, vorzubeugen. Kann mit Sicherheit oder großer Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden, daß bei einer Schenkelhalsfraktur eine spätere Kopfnekrose zu erwarten ist, so kann bei jungen Patienten durch eine lang dauernde Entlastung eine Revitalisierung des Femurkopfes abgewartet und sein Zusammenbruch durch eine Nekrose vermieden werden; bei alten Patienten sollte man durch eine primäre Alloarthroplastik die frühzeitige Gehfähigkeit wieder herstellen und dadurch vermeiden, daß bei Auftreten einer Nekrose nach einer Schenkelhalsnagelung ein zweiter rekonstruktiver Eingriff bei einem lange Zeit gehunfähigen und geschwächten Patienten durchgeführt werden muß.

Literatur

1. Albee, F. H.: The bone graft peg in treatment of fractures of the neck of the femur. *Ann. Surg.* 62 (1915), 85.
2. Bessler, W., M. Müller: Autoradiographische Studien bei Femurkopfnekrosen. *Arch. orthop. Unfallchir.* 53 (1961), 320.
3. Böhler, J.: Experimentelle Untersuchungen über die Ursache der sog. Kopfnekrose nach Verrenkung und Verrenkungsbrüchen des Hüftgelenkes. *Chirurg* 24 (1953), 344.
4. Brüttsch, H.: Die Spätkomplikationen nach extraarticulär genagelten Schenkelhalsfrakturen. *Kopfnekrosen. Helv. chir. acta* 13 (1946), 235.
5. Burch, H. B., Chr. Meuli: Die Behandlung der subcapitalen Femurbrüche beim alten Menschen. *Z. Unfallmed.* 59 (1966), 240.
6. Carlquist, N.: Comparison of the results from non-operative treatment and from osteosynthesis by multiple nailing of medial fractures of the collum femoris. *Acta chir. Scand., Suppl.* 95 (1947), 127.
7. Carrel, B., W. B. Carrel: Fractures in the neck of the femur in children with particular reference to aseptic necrosis. *J. Bone Jt Surg.* 23 (1941), 225.
8. Chandler, S. B., P. H. Kreuzer: A study of the blood supply of the lig. teres and its relation to the circulation of the head of the femur. *J. Bone Jt Surg.* 14 (1932), 834.
9. Claffley, T. J.: Avascular necrosis of the femoral head. *J. Bone Jt Surg.* (B) 42 (1960), 802.
10. Cooper, A.: A treatise of dislocations and fractures of the joints; II. Ed. Lilly, Wait and Carter, Boston 1832.
11. Crawford, H. B.: Conservative treatment of impacted fractures of the femoral neck. *J. Bone Jt Surg.* (A) 42 (1960), 471.
12. Durbin, F.: Fracture of the neck of the femur. *J. Bone Jt Surg.* (B) 34 (1952), 524.
13. Elmes, P. C.: Fractures of the neck of the femur. *J. Bone Jt Surg.* (B) 31 (1949), 477.
14. Ender, J.: Behandlung der intracapsulären Schenkelhalsbrüche und ihre Folgen. *Chirurg* 23 (1952), 230.
15. Eschberger, J.: Die Histologie der Schenkelhalsbrüche. *H. Unfallheilk.* 97 (1968), 15.
16. Eyre-Brook, A. L., K. H. Pridie: Intracapsular fractures of the neck of the femur. Final results of 75 consecutive cases treated by the closed method of pinning. *Brit. J. Surg.* 29 (1941), 115.
17. Garden, R. S.: The structure and function of the proximal end of the femur. *J. Bone Jt Surg.* (B) 43 (1961), 576.
18. Gelbke, H.: Einige Bemerkungen zur Mechanik und Technik der Schenkelhalsnagelung. *Uppsala Läk.-Röen* 56 (1952), 253.
19. Graf, R.: Die Phlebographie des Schenkelkopfes bei der frischen medialen Schenkelhalsfraktur. *Fortschr. Röntgenstr.* 92 (1960), 331.
20. Herzog, W.: Zur Problematik der medialen Schenkelhalsbrüche. *Angiographische, tierexp. und histolog. Untersuchungen. Langenbeck's Arch. klin. Chir.* 299 (1962), 200.
21. Hipp, E.: Die Gefäße des Hüftkopfes. Enke, Stuttgart 1962.
22. Hofmeister, F.: Die orthop.-chir. Behandlung der traumatisch bedingten Schenkelkopfnekrosen. *Arch. Orthop. Unfallchir.* 49 (1958), 556.
23. Howe, W. H., T. Lacey, R. P. Schwartz: A study of the gross anatomy of the arteries supply to the proximal portion of the femur and acetabulum. *J. Bone Jt Surg.* (A) 32 (1950), 856.
24. Hyrtl, J.: Beiträge zur angewandten Anatomie des Hüftgelenkes. *Zschr. K. K. d. Ärzte in Wien* 3 (1846), 50.
25. Lange, M.: Die Hüftkopfnekrose nach Schenkelhalsfraktur, ihre Entstehung und Behandlung. *Münch. Med. Wschr.* 93 (1951), 1925.
26. v. Lanz, T., W. Wachsmuth: *Praktische Anatomie*, Bd. I/4. Berlin 1938.
27. Lexer, E.: Weitere Untersuchungen über Knochenarterien und ihre Bedeutung für krankhafte Vorgänge. *Arch. klin. Chir.* 73 (1904), 481.
28. Linton, P.: On the different types of intracapsular fractures of the femoral neck. *Acta chir. Scand., Suppl.* 90 (1944), 86.
29. Maatz, R., H. Lempert: Zur Kopfnekrose nach medialer Schenkelhalsfraktur. *Chirurg* 23 (1952), 304.

30. Maurer, H. J., E. Hoffmann, R. Hupfauer, H. Schnabelmaier: Verhandlungen der Österr. Gesellsch. f. Unfallchir. In: Hefte Unfallheilk. 97 (1968), 39.
31. McElvenny: Roentgenographic interpretation of what constitutes adequate reduction of femoral neck fractures Surg. Gyn. Obstet. 80 (1945), 97.
32. Merkel, R.: Grundriß der Anatomie. Braunschweig 1901.
33. Nordenson, N. G.: Sur la vascularisation de la tête du femur par la voie du lig. rond femoral. Lyon Chir. 35 (1938), 178.
34. Nussbaum, A.: Die arteriellen Gefäße der Epiphysen des Oberschenkels und ihre Beziehung zu normalen und pathologischen Vorgängen. Beitr. klin. Chir. 129 (1923), 495.
35. Nyström, G.: Osteosynthesis of the medial fractures of the femoral neck with the aid of three nails. Acta. chir. Scand. 91 (1944), 449.
36. Ostapowicz, G., Popović, I.: Primäre Doppelbólzung der medialen Schenkelhalsfraktur. Zentralbl. Chir. 101 (1976), 1178.
37. Paletta, J. B.: Exercitationes Pathologicae. Mediolani 70 (1820).
38. Pauwels, F.: Der Schenkelhalsbruch. Enke, Stuttgart 1953.
39. Raaymakers, E., Mart, R. K.: Zur dislozierten Schenkelhalsfraktur. Unfallheilkunde 81 (1978), 248.
40. Rehn, J.: Über die besonderen gefäßphysiologischen Bedingungen bei der Schenkelhalsfraktur und ihre Berücksichtigung bei der operativen Behandlung. Chirurg 27 (1956), 303.
41. Russe, O.: Behandlung der Schenkelhalsfraktur. Zbl. Chir. 77 (1952), 1063.
42. Salem, G.: Erfahrungen bei 798 Schenkelhalsfrakturen. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 268 (1951), 602.
43. Schink, W., R. Parhofer: Histologische Untersuchungen über die Größe der Arterien im Lig. capitis femoris. Langenbeck's Arch. klin. Chir. 300 (1962), 306.
44. Schwarz, N.: Ergebnisse der Kompressionsosteosynthese an Schenkelhalsfrakturen. Unfallheilkunde 82 (1979), 291.
45. Smith, F. M.: Effects of rotatory and valgus malpositions on blood supply of the femoral head. J. Bone Jt Surg. (A) 41 (1959), 800.
46. Smith-Petersen, M. N.: Treatment of fractures of the neck of the femur by internal fixation. Surg. Gyn. Obstet. 64 (1937), 287.
47. Speed, K.: Treatment of postoperative infection for fracture of the neck of the femur. Surg. Gyn. Obstet. 80 (1945), 474.
48. Spotoft, J.: Osteosynthesis of the neck of the femur. J. Bone Jt Surg. (A) 31 (1949), 836.
49. Trueta, J.: The normal vascular anatomy of the human femoral head during growth. J. Bone Jt Surg. (B) 39 (1957), 358.
50. Trueta, J.: Die Anatomie der Gefäße des Oberschenkelkopfes und ihre Empfindlichkeit gegenüber traumatischer Schädigung. H. Unfallheilk. 97 (1968), 18.
51. Trueta, J., M. H. M. Harrison: The normal vascular anatomy of the femoral head in adult man. J. Bone Jt Surg. (B) 35 (1953), 422.
52. Tucker, F. R.: Arterial supply of the femoral head and its clinical importance. J. Bone Jt Surg. (B) 31 (1949), 82.
53. Watson-Jones, R.: Fractures and joint injuries, 4th Ed., Vol. 2. Livingstone Ltd., Edinburgh-London 1955.
54. Wolcott, W. E.: Circulation of the head and neck of the femur, its relation to nonunion fractures of the femoral neck. J. Amer. med. Ass. 100 (1933), 27.

Verfasser: Priv.-Dozent Dr. H. Pelzl, Chefarzt d. Chirurg. Abtl., Kreis-
krankenhaus, D-8760 Miltenberg.