

Aus der Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
an den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken der Stadt Halle "Bergmannstrost"
(Direktor: Prof. Dr. med. habil. W. Otto)

**Supra- und transkondyläre Femurfrakturen: Behandlungsprinzipien und
Ergebnisse bei dem klinikseigenen Patientengut
aus den Jahren 1986 bis 1992
und
aus den Jahren 1996 bis 1999**

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin (Dr. med.)

vorgelegt
der Medizinischen Fakultät
der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

von Petko Janev Andreev
geboren am 12. Mai 1967 in Sofia (Bulgarien)

Gutachter:

1. Prof. Dr. med. Otto
2. Prof. Dr. med. Reichel
3. PD Dr. med. Bonnaire (Dresden)

16.04.2004

14.10.2004

urn:nbn:de:gbv:3-000007729

[<http://nbn-resolving.de/urn/resolver.pl?urn=nbn%3Ade%3A3Agbv%3A3-000007729>]

Referat:

Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung der derzeit gültigen therapeutischen Konzepte bei der Versorgung von supra- und transkondylären Femurfrakturen und ihrer Umsetzung an der Abteilung und später Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Dazu wurden in der retrospektiven Studie die Krankenhausunterlagen von 112 Patienten behandelt in der Zeit von Januar 1986 bis Dezember 1992 und von Januar 1996 bis Dezember 1999 ausgewertet. Die Aufschlüsselung von 106 Frakturen nach der AO-Klassifikation ergab 23 Frakturen vom Typ A, 28 Frakturen vom Typ B, 48 Frakturen vom Typ C und sieben Osteoepiphyseolysen. Neun Patienten erlitten Knochen-Knorpel-Läsionen der Femurkondylen. Eine konservative Therapie erfolgte in nur 4,5 % der Fälle. Bei den operativ behandelten Patienten waren Osteosynthesen nach unterschiedlichsten Verfahren zur Anwendung gekommen.. Unter den postoperativen Komplikationen standen zahlenmäßig Infekte und sekundäre Fehlstellungen im Vordergrund. Die Infektionsquote betrug 11,6 %. Eine klinische und radiologische Nachuntersuchung von 48 % der Patienten wurde im Durchschnitt 46 Monate nach dem Unfall durchgeführt, wobei frakturbezogen etwa die gleiche Zusammensetzung wie im ursprünglichen Kollektiv vorkam.

Die Bewertung der Behandlungsergebnisse nach den Neer-Score brachte trotz der hohen Zahl an Begleitverletzungen und Polytraumatisierten hervorragende und gute Ergebnisse in 79,6 %, mäßige in 11,1 % und schlechte in 9,3 % der Fälle.

bibliographische Angaben:

Andreev, Petko: Supra- und transkondyläre Femurfrakturen: Behandlungsprinzipien und Ergebnisse bei dem klinikseigenen Patientengut aus den Jahren 1986 bis 1992 und aus den Jahren 1996 bis 1999 Halle, Univ., Med. Fak., Diss., 69 Seiten, 2004

Inhaltsverzeichnis:

1	Einführung und Problemstellung	1
1.1	Einleitung.....	1
1.2	Aufgabenstellung der Untersuchung.....	2
2	Theoretische und klinische Grundlagen	3
2.1	Funktionelle Anatomie	3
2.2	Epidemiologie der distalen Femurfrakturen.....	4
2.3	Entstehungsmechanismen und Frakturformen	4
2.4	Begleitverletzungen	6
2.5	Klinik und Diagnostik.....	6
2.5.1	Klinische Untersuchung.....	6
2.5.2	Bildgebende Verfahren und invasive Diagnostik	7
2.6	Klassifikation der supra- und transkondylären Femurfrakturen	7
2.7	Therapie	10
2.7.1	Konservative Therapie.....	10
2.7.2	Operative Therapie.....	11
2.8	Bewertung der Behandlungsergebnisse und Nachuntersuchungsscores	24
3	Material und Methoden	27
3.1	Ein- und Ausschlusskriterien.....	27
3.2	Untersuchungsablauf.....	27
3.3	Auswertung der Patientenunterlagen	28
3.3.1	Alters- und Geschlechtsverteilung	29
3.3.2	Unfallursachen.....	29
3.3.3	Frakturklassifikation	31
3.3.4	Begleitverletzungen	32
3.3.5	Therapie	34

4	Nachuntersuchung und Ergebnisse	38
4.1	Klinische Nachuntersuchung.....	39
4.2	Radiologische Nachuntersuchung.....	43
4.3	Zusammenfassende Beurteilung	45
5	Diskussion	46
5.1	Fallzahlen.....	46
5.2	Alters- und Geschlechtsverteilung	46
5.3	Seitenlokalisation	47
5.4	Unfallursachen.....	47
5.5	Begleitverletzungen	48
5.6	Frakturklassifikationen und Bewertungsschemata.....	48
5.7	Therapie und Ergebnisse.....	49
5.7.1	Operationszeitpunkt	49
5.7.2	Durchgeführte Therapie und Ergebnisse	50
5.7.3	Komplikationen.....	53
5.7.4	Auswertung.....	53
6	Zusammenfassung	54
7	Literaturverzeichnis	56
8	Thesen	68

Abkürzungsverzeichnis

a.-p.	anterior-posterior
AO	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
BWK/LWK	Brustwirbelkörper/Lendenwirbelkörper
DCP	Dynamische Kompressionsplatte
DCS	Dynamische Kompressionsschraube
DFN	Distaler Femur-Nagel
IMSC-/GSH-Nagel	Intramedullärer Suprakondylärer Nagel/ Green-Seligson-Henry-Nagel
LCDCP	Limited Contact Dynamic Compression Plate
Lig./Ligg.	Ligamentum/Ligamenta
LISS	Less Invasive Stabilization System
OS	Oberschenkel
ROM	Range of Motion
SHT	Schädel-Hirn-Trauma
UFN	Unaufgebohrter-Femur-Nagel

1 Einführung und Problemstellung

Die Versorgung von distalen Femurfrakturen hat in den letzten vier Jahrzehnten einen großen Wandel erfahren. War es bis in die 60er Jahre die konservative Therapie, die die besseren Ergebnisse erbracht hatte, so wurden mit der Einführung verschiedenartiger neuer operativer Vorgehensweisen und Implantate die konservativen Methoden nach und nach verlassen und sind nur noch einzelnen Fällen vorbehalten.

1.1 Einleitung

Aus der Zeit der konservativen Behandlung der distalen Oberschenkelbrüche stammt das so oft in der Literatur erscheinende Zitat von Watson-Jones (1957): "Few injuries present more difficult problems than supracondylar fractures of the femur." Posttraumatische Fehlstellungen, Immobilisationsschäden im Kniegelenk, Gelenkflächeninkongruenzen und verzögerte Mobilisierung besonders bei polytraumatisierten Patienten führten zu mehreren Ansätzen, bessere Resultate operativ zu erreichen [37]. Die verwendeten Implantate (Rush-pins, Cerclagen) brachten jedoch meist keine Übungs- und Belastungsstabilität, so dass eine zusätzliche Gipsfixation oder eine längere Extensionsbehandlung notwendig war. Es ist daher nicht verwunderlich, dass manche Autoren der konservativen Behandlung trotz der damit verbundenen Problematik den Vorzug gaben und die damals üblichen operativen Möglichkeiten ablehnten [42].

Neer und Steward berichteten Mitte der 60er Jahre über Ergebnisse von operativ und konservativ behandelten suprakondylären Frakturen in größeren Patientenkollektiven in einem Behandlungszeitraum von über 20 Jahren [64, 94]. In beiden Arbeiten wurden bessere Ergebnisse durch die konservative Behandlung erreicht.

Die Anwendung von Cast-Brace-Methoden mit der Möglichkeit der relativ frühen Mobilisation und Teilbelastung verfestigte in den 70er Jahren wiederum die Position der konservativen Therapie [9, 16, 54, 58, 98, 104].

Erst mit der Durchsetzung der AO-Prinzipien der anatomisch exakten Reposition, der stabilen Osteosynthese und der dadurch möglichen frühen Mobilisierung zeichnete sich ein Trendwechsel in der Behandlung ab. Die Arbeiten von Chiron 1974, Healy 1983, Schatzker 1974, Schatzker 1979 und Slätis 1971 zeigten eindeutig bessere Therapieergebnisse bei der operativen Behandlung im Vergleich zu früheren Studien.

Das Bestreben, die ungünstigen Verläufe zu minimieren und geeignete Methoden für bestimmte Patientengruppen zu finden, führte zur Entwicklung und experimentellen Erprobung von diversen

Implantaten [28, 32, 43, 49, 51, 71, 72, 77, 114].

Mittlerweile existiert eine Fülle operativer Möglichkeiten, die von verschiedenen Autoren angewendet und in Bezug auf ihre Indikation und Erfolgsrate ausgewertet worden ist.

1.2 Aufgabenstellung der Untersuchung

Die Vielfalt an Implantaten, welche speziell für die Versorgung der Frakturen im suprakondylären Femurbereich entwickelt wurden, spricht indirekt für die besondere Problematik dieser Region. In Abhängigkeit vom Frakturtyp, von der Knochenqualität und vom Zustand des Weichteilmantels kommen verschiedene osteosynthetische Verfahren in Frage. Die richtige Implantatwahl und das Beachten von bestimmten Grundregeln im operativen Management solcher Frakturen sind wichtige Voraussetzungen für den Behandlungserfolg. Die Auswertung der erreichten Ergebnisse und der Therapieverläufe im Rahmen von Nachuntersuchungen ist für die Zielsetzung der kontinuierlichen Therapieverbesserung essentiell notwendig.

Als retrospektive Studie befasst sich diese Arbeit mit den an der Abteilung und später Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg behandelten supra- und transkondylären Femurfrakturen in den Zeitabschnitten 1986-92 und 1996-99.

Im ersten Teil werden die anatomischen Besonderheiten des distalen Femurs, Unfallursachen und Frakturformen, diagnostische und therapeutische Möglichkeiten sowie Klassifikations- und Bewertungsschemata von Bruchformen und Heilungsergebnissen dargestellt.

Darauf aufbauend wird im zweiten Teil eine Einteilung der behandelten Patienten in bezug auf Alter, Geschlecht, Verletzungsursachen, Frakturtyp und Therapieverlauf vorgenommen. Es wird auf spezifische Besonderheiten im eigenen Patientengut hingewiesen und über ihre Ursachen diskutiert. Gegenstand der Arbeit ist die Auswertung der erhobenen Daten. Nach umfassendem Literaturstudium werden diese Resultate mit den bereits publizierten verglichen, um eine Einschätzung der Effektivität der bisherigen Versorgung zu ermöglichen. Durch kritische Überprüfung der Behandlungsstrategien wird unter Berücksichtigung der aktuellen Therapieempfehlungen nach Optimierungsmöglichkeiten des Vorgehens gesucht.

2 Theoretische und klinische Grundlagen

Für die vorliegende Untersuchung ist zum besseren Verständnis eine zusammenfassende Darstellung der funktionellen Anatomie, Frakturursachen und -formen, epidemiologischen und klinisch-therapeutischen Aspekte von Bedeutung.

2.1 Funktionelle Anatomie

Die Besonderheiten im Aufbau des distalen Femurs, die unmittelbare Nähe zum Kniegelenk sowie die Nachbarschaft von Gefäßen und Nerven erfordern ein näheres Eingehen, um in Abhängigkeit vom Unfallmechanismus entstehende Frakturformen, mögliche Komplikationen und die Auswahl bestimmter Therapiestrategien begründen zu können.

Das Femur ist der längste und größte Röhrenknochen des menschlichen Knochengerüsts. Der Markraum erweitert sich im distalen Drittel trompetenförmig, wobei die Compacta nach distal an Stärke abnimmt und in spongiös aufgelockerten Knochen mit sehr dünner Corticalis übergeht.

In senkrechter Lage des Femurs befindet sich der mediale Kondylus tiefer als der laterale Kondylus. Der Winkel zwischen der Gelenkfläche und der Femurachse beträgt lateral 81° , der Winkel zwischen der Gelenkfläche und der Tibiaachse beträgt lateral 93° [40].

Die beiden Kondylen divergieren nach dorsal mit einem Winkel von 20° . Die fibulare Rolle ist in sich gerade, die tibiale nach medial konvex, so dass die Corticalis des medialen Kondylus mit der Frontalebene einen Winkel von ca. 60° bildet. Somit sind die Kondylen ventral deutlich schmaler als dorsal.

Die Druckmehrbelastung der Tibia bei gebeugtem Kniegelenk wird zum Teil wieder durch die Vermittlung der Kniescheibe reduziert. Diese wandert bei maximaler Beugung 5 bis 7 cm nach unten und drückt mit erheblicher Kraft über die femorale Gelenkfläche. Ab $70-90^\circ$ Beugung überträgt auch die Quadricepssehne den Druck vom Streckapparat auf die Facies patellaris des Femurs, so dass in maximaler Beugestellung mehr als 50 % der Presskraft durch den Umwicklungseffekt aufgenommen werden. Das Femoropatellargelenk ist der am stärksten belastete Teil des Kniegelenks [19]. Nach Patellektomie ist das Drehmoment der Strecker im Mittel um 30 % gemindert [3].

Das Femur ist von einer kräftigen Muskulatur umhüllt, die im distalen Bereich in sehnige Anteile ausläuft. Gleichzeitig dient dieser als Ursprungsort für Führungsbänder des Kniegelenks. Während die Streckung dem Quadriceps zufällt und der Tensor fasciae latae das Knie in Streckstellung fixiert,

wirken beugend auf den Unterschenkel: Biceps, Semitendinosus, Semimembranosus, Sartorius, Gracilis und Gastrocnemius. Die Bandsysteme sind neben zueinander passenden Gelenkkörpern, Menisken und Gelenkkapsel des Kniegelenks der wichtigste Teil des statisch stabilisierenden Systems.

Von großem Interesse sind auch die topographischen Beziehungen des distalen Femurs. Alle wesentlichen Versorgungsstränge des Unterschenkels vereinigen sich in der Kniekehle und kommen dort so nahe an den Knochen, wie sonst an keiner anderen Stelle des Oberschenkels [46].

2.2 Epidemiologie der distalen Femurfrakturen

In Abhängigkeit vom Unfallmechanismus, Intensität der Gewalteinwirkung und Knochenbeschaffenheit resultieren verschiedene Frakturformen im distalen Femurbereich.

Hochrasanztraumen bei Motorrad- und Autounfällen weisen die höchste Morbidität bei den Femurfrakturen auf. Betroffen sind hauptsächlich junge Leute zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr. An zweiter Stelle sind die Oberschenkelbrüche als Folge eines Sturzes in der Gruppe der 60- bis 90jährigen zu nennen. Der hohe Anteil älterer Frauen weist auf die Osteoporose als Hauptkausalfaktor hin [6, 97].

Über die Häufigkeit distaler Femurfrakturen existieren verschiedene Angaben, erhoben in größeren Patientenkollektiven. Bezogen auf die Gesamtzahl der Frakturen am Femur betragen die Frakturen im distalen Drittel bei Kolmert 4 % [43], bei Regazzoni 7 % [75], bei Steward 10-15 % [94] und bis 18 % bei Ecke [21].

Im Krankengut der Polytraumatisierten, wo der Bewegungsapparat mit 72-100 % die am häufigsten betroffene Region darstellt, ist der Oberschenkel in 27-30 % beteiligt [62].

2.3 Entstehungsmechanismen und Frakturformen

Supra- und transkondyläre Femurfrakturen können durch direkte oder indirekte Gewalteinwirkung entstehen.

Im Falle der indirekten Gewalteinwirkung wirkt die Kraft über die Längsachse des gesamten Beines. Typisch sind Auffahrunfälle bei gestrecktem Kniegelenk, wobei das Tibiaplateau gegen die Kondylen getrieben wird. Da die Compacta im unteren Femurdrittel mehr und mehr an Stärke abnimmt, kommt es in dieser unmittelbar suprakondylär gelegenen Zone zu einer entweder quer verlaufenden oder medial und lateral abgesehenen Fraktur des Femurschaftes. Nachfolgend staucht er sich in das Kondylenmassiv ein und führt zu seiner Sprengung. Es entsteht ein bikondylärer Bruch [46].

Bei hinzukommender Ab- oder Adduktion führt eine solche Längsstauchung entsprechend zur Abscherung des lateralen bzw. des medialen Femurkondylus. Es entsteht eine monokondyläre Fraktur [78].

Eine tangentielle Abscherfraktur des hinteren Rollenanteils hat nahezu den gleichen Unfallmechanismus, wobei das Knie etwas gebeugt wird und damit die Kondylen aus der Achse des Oberschenkelschaftes herausgetreten sind [46].

Viel seltener werden Spiralfrakturen in der suprakondylären Femurregion beobachtet. Diese entstehen bei den sogenannten "twisting-injuries", wenn der Körper sich um den festgestellten Unterschenkel dreht [64]. Ein solcher Unfallmechanismus liegt zum Beispiel bei Skifahrern vor.

Die direkte Gewalteinwirkung führt in Abhängigkeit davon, wo die Kräfte zur Wirkung kommen, zur Quer-, Trümmer-, monokondylären oder bikondylären Fraktur.

Beispiele dafür sind die sogenannten "Armaturenbrettverletzungen" bei einem Aufprallunfall. Die vorgelagerte Patella führt zu enormer Druckeinwirkung der Patellalängskante auf die Facies patellaris des Femurs, dadurch wird sie wie ein Keil zwischen die Kondylen getrieben. Die gleiche Gewalt kann über die kraftübertragende Achse des Femurs gegebenenfalls zu einer Hüftgelenkluxation oder aber einer Luxationsfraktur führen [78].

Ein ähnlicher Unfallmechanismus liegt beim Sturz aus großer Höhe vor, wenn man sich beim Aufkommen in Hockstellung auffängt. Je nach dem Ausmaß solcher Gewalt resultiert eine bikondyläre Längsfraktur oder bei geringer Gewalt ein Spaltungsbruch.

Typisches Beispiel für Armaturenbrettverletzungen bei Auffahrunfällen ist das Verschieben der Beine unter das Armaturenbrett bei nicht angeschnalltem Fahrer/Beifahrer. Durch das unmittelbar danach erfolgende Schleudern des Körpers nach vorn werden die Oberschenkel über die untere Armaturenbrettkante gehelbt. In Abhängigkeit der Lage der Kante in bezug auf den Oberschenkel entsteht eine Femurschaft- oder eine suprakondyläre Femurfraktur.

Ein anderer Frakturtyp, hervorgerufen durch direkte Gewalteinwirkung, ist die monokondyläre Fraktur des lateralen Femurkondylus bei Motorradfahrern. In sitzender Position und Beugung des Kniegelenks um etwa 90° ist er der herausragende Teil, wobei die Abduktion auch eine Rolle spielt [50].

Die Dislokation bei den suprakondylären Frakturen wird primär durch die Richtung der verursachenden Kräfte bei der initialen Frakturdislokation und sekundär durch den Zug der Beinmuskeln an den Frakturfragmenten hervorgerufen. Meist ziehen die Adduktoren das proximale Fragment nach medial. Durch den Zug des M. gastrocnemius wird das distale Fragment proximal nach dorsal gekippt, so dass gegenüber dem proximalen Fragment eine Achsenabweichung nach ventral resultiert. Diese Wirkung ist um so stärker ist, je näher die Fraktur zum Gelenk hin liegt [7]. Bei den dia- und transkondylären Frakturen kann die muskuläre Befestigung am jeweiligen

Femurkondylus zum Abkippen und zur Rotationsfehlstellung führen [108].

2.4 Begleitverletzungen

Als Ausdruck erheblicher Gewalteinwirkung gehen die supra- und transkondylären Femurfrakturen oft mit verschiedenartigen Begleitverletzungen einher. Neben der Traumatisierung des Weichteilmantels, der Kniegelenkbänder, Menisken und Gelenkknorpel der Kondylen sind Frakturen der Kniescheibe sowie Mittelfuß-, Fersenbein-, distale Unterschenkel-, Schenkelhals- oder Luxationsfrakturen und Abscherfrakturen des hinteren Pfannenrandes des Acetabulums anzutreffen. Diese sogenannten Kettenverletzungen entstehen durch die Längsstauchung des Beines und kommen bei ca. 20 % der trans- und suprakondylären Frakturen vor [78].

Obwohl Nerven- und Gefäßläsionen als selten vorkommende Begleitverletzungen gelten, sind traumatische Gefäßschädigungen öfter bei den suprakondylären als bei allen anderen Femurfrakturlokalisationen anzutreffen [66]. So kann eine Luxation des Kniegelenks nach dorsal in 50 % mit Gefäßverletzung der A. poplitea kombiniert sein [102].

2.5 Klinik und Diagnostik

Das Ausmaß der knöchernen Verletzung, die Frakturlokalisation und die gegebenenfalls vorliegende Weichteilbeteiligung bestimmen das klinische Bild und den Umfang der Diagnostik.

2.5.1 Klinische Untersuchung

Klinische Zeichen einer distalen Femurfraktur sind:

- Verformung der Kniekontur
- Achsenabweichung, Rotationsfehlstellung und Instabilität
- Belastungsunfähigkeit und stark eingeschränkte oder aufgehobene Beweglichkeit des Kniegelenkes
- "Fettaugen" im hämorrhagischen Kniegelenkspunktat bei Frakturen mit Gelenkbeteiligung
- häufig liegt ein begleitender Weichteilschaden vor (in etwa 40% offen) und die Fraktur ist dann u. U. direkt zu sehen

Eine Untersuchung des Kniegelenkbandapparates bei gelenknaher Fraktur ist weder sinnvoll noch möglich, da die Verschiebung der Bruchstücke immer eine Bandinstabilität vortäuscht und zu weiteren Fragmentdislokationen führen kann.

Die enge Nachbarschaft der in der Kniekehle verlaufenden Nerven und Gefäßen zum distalen Femur

erfordert eine sorgfältige Untersuchung der peripheren Motorik, Durchblutung und Sensibilität, um eventuelle Begleitschädigungen rechtzeitig zu entdecken und die entsprechende Therapie einzuleiten. Die offenen Wunden werden im Rahmen der Erstversorgung am Unfallort steril abgedeckt und das Bein achsengerecht auf einer Schiene immobilisiert. Bei bekannten offenen Frakturen bzw. ausgedehnten Weichteilschäden, die bereits steril verbunden sind, sollte diese Abdeckung belassen und erst im Operationssaal abgenommen werden. So wird die Gefahr der zusätzlichen Wundkontamination mit den immer öfter resistenten Krankenhauskeimen herabgesetzt.

2.5.2 Bildgebende Verfahren und invasive Diagnostik

Als Hauptdiagnostik sind Röntgenbilder in mindestens zwei senkrecht aufeinander stehenden Ebenen anzufertigen. Ergänzenden Aufschluss geben Schrägaufnahmen, gegebenenfalls auch Schichtuntersuchungen, wenn die Therapieentscheidung die sichere Beantwortung der Frage nach einem Frakturausläufer erfordert.

Die Beurteilung von Brüchen des intrakondylären Patellagleitweges wird durch Axialaufnahmen des Femoropatellargelenks präziser [12].

Liegt eine pathologische Fraktur vor, so kann sich weiterhin eine computer- oder kernspintomographische Diagnostik bei der Erfassung von tumorbedingten Osteolysen als nützlich erweisen.

Bei Verdacht auf eine begleitende Gefäßverletzung ist frühzeitig die Indikation zur Dopplersonographie und Angiographie der peripheren Gefäße zu stellen.

Da distale Femurfrakturen unter hoher Gewalteinwirkung auftreten, muss bei Erhärtung der Verdachtsdiagnose auch nach weiteren Verletzungen, z.B. in der Kette Mittelfuß bis Hüftgelenk, gefahndet werden [39].

2.6 Klassifikation der supra- und transkondylären Femurfrakturen

Die Bestrebung, durch Klassifizierung der distalen Femurfrakturen nach typischen Merkmalen, Aussagen über Verletzungsschwere, Therapie und Prognose treffen zu können, führte zur Entwicklung verschiedener Schemata. Grundsätzlich wird in jedem von diesen zwischen extraartikulärem, intraartikulärem und isoliertem kondylären Frakturverlauf unterschieden. Als weitere Einteilungskriterien sind Dislokationsgrad und -richtung, Vorhandensein von Trümmerzonen sowie Beteiligung der Gelenkfläche benutzt worden.

1967 stellte Neer eine Klassifikation vor, in der die Gruppierung nach dem Unfallmechanismus, dem Dislokationsmuster der Frakturfragmente und begleitender Weichteilschädigung erfolgt. Des

weiteren wurden die Häufigkeit der Gelenkbeteiligung und Heilungsprognosen in der jeweiligen Gruppe angegeben [64].

Schatzker und Lambert unterschieden nach dem Frakturverlauf drei Frakturtypen: einfache Fraktur, Mehrfragmentfraktur ohne Gelenkbeteiligung und Fraktur mit Beteiligung der Gelenkfläche [83].

In seiner Einteilung berücksichtigte Seinsheimer den Frakturverlauf und das Ausmaß der knöchernen Zerstörung sowohl der Metaphyse als auch des jeweiligen Kondylus bei Gelenkflächenbeteiligung [88].

1982 kritisierte Shelbourne die mangelhafte therapeutische Hilfestellung vorhandener Klassifikationen supra- und transkondylärer Femurfrakturen und schlug, den Bruchverlauf beschreibend, eine Einteilung, welche T- bzw. Y-förmige interkondyläre Frakturen, quere Frakturen, schräge Frakturen, Spiralfrakturen und Mehrfragmentfrakturen mit großen Knochenfragmenten am distalen Femur unterschied, vor [89].

Im deutschsprachigen Raum und zunehmend international hat sich die von Müller und Mitarbeitern 1990 vorgeschlagene Klassifikation, die von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese im Grundsatz übernommen wurde, durchgesetzt [61].

In dieser werden die distalen Femurfrakturen nach anatomischen Gesichtspunkten auf Grund der Frakturlokalisation als distale Femurschaftfrakturen, suprakondyläre Femurfrakturen, trans- oder diakondyläre Femurfrakturen oder auch als Kombination der genannten Frakturtypen eingeteilt.

Die distale Femurschaftfraktur reicht bis zum Beginn der trompetenförmigen Femurerweiterung und Corticalisverjüngung. Von dort aus bis zur Ansatzstelle der Seitenbänder befindet sich die suprakondyläre Zone [79]. Diese entspricht dem distalen Femurabschnitt passend in dem Quadrat über der größten Kondylenbreite im a.-p. Röntgenbild.

Die Vorteile dieser Klassifikation liegen einerseits in dem einfachen und pragmatischen Aufbau, welcher durch umfangreiche Subgruppenunterteilung eine sehr detaillierte Frakturaufschlüsselung erlaubt und andererseits in der Möglichkeit, anhand des ermittelten Frakturmusters bereits Vorstellungen über das in Frage kommende osteosynthetische Verfahren und die allgemeine Heilungsprognose zu entwickeln.

Den Frakturverlauf berücksichtigend werden für das distale Femur drei Hauptgruppen unterschieden:

A - extraartikuläre Frakturen

A1: Ligamentaurisse oder einfache Frakturformen

A2: Extraartikuläre Frakturen mit einseitiger Subfragmentierung

A3: Extraartikuläre Mehrfragment- und Trümmerfrakturen

B - partiell artikuläre Frakturen

B1: Frakturen des Condylus lateralis mit sagittalem Frakturverlauf

B2: Frakturen des Condylus medialis mit sagittalem Frakturverlauf

B3: Tangentiale, frontale Frakturen im Kondylenbereich

C - vollständig artikuläre Frakturen

C1: Einfache, interkondyläre und suprakondyläre Frakturen

C2: Einfache, interkondyläre Frakturen mit suprakondylärer Mehrfragment- oder Trümmerzone

C3: Interkondyläre und suprakondyläre Mehrfragment- oder Trümmerfrakturen

Eine weitere Unterteilung in Subgruppen ermöglicht die genauere Aufschlüsselung in Bezug auf den Umfang der knöchernen Beteiligung und den Frakturverlauf.(s. Abb. 1):

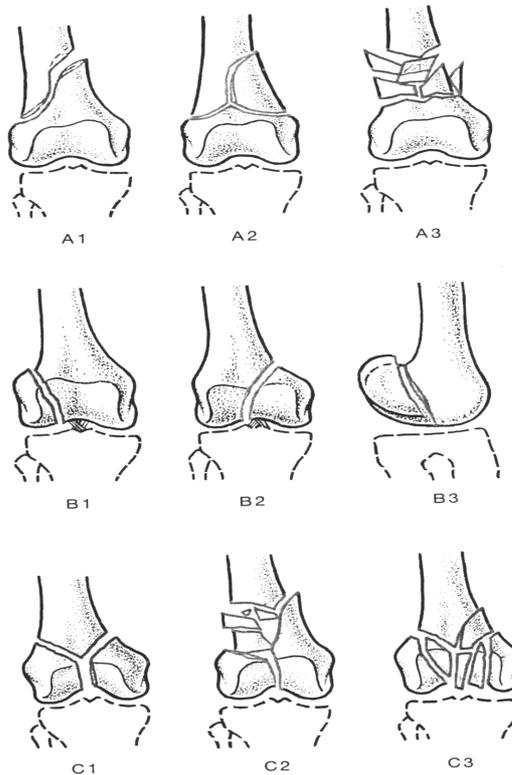


Abb. 1 AO-Klassifikation der supra- und transkondylären Femurfrakturen

2.7 Therapie

Nur eine möglichst anatomische Rekonstruktion aller verletzten Gebilde schafft die optimalen Voraussetzungen für ein Wiedererlangen der physiologischen Gelenkfunktion und sollte deshalb das Ziel jeder Behandlung sein.

2.7.1 Konservative Therapie

Ziel der konservativen Therapie ist die Wiederherstellung eines tragfähigen Knochengerüsts in korrekter Achse, Länge und Rotation. Eine anatomische Reposition der Bruchstücke ist dabei nicht möglich. Bewegungsdefizite und Knieinstabilitäten führen oft zu einem unbefriedigenden funktionellen Ergebnis.

Die früher übliche Extensionsbehandlung mit anschließender Gipsruhigstellung war verbunden mit langen Liegezeiten und somit gerade für Mehrfachverletzte und ältere Patienten nicht günstig. Die Operationsrisiken wurden dadurch vermieden, es ist aber oft zu Fehlstellungen und hochgradigen Bewegungseinschränkungen im Kniegelenk gekommen. Durch frühe Mobilisierung nach Cast-Brace-Anlage mit Teilbelastung wurden eine verbesserte Kniebeweglichkeit und Rückgang der Fälle mit ausbleibender knöcherner Konsolidierung erreicht [9, 16, 58].

Heutzutage ist eine konservative Behandlung bei nicht dislozierten diakondylären und wenig dislozierten suprakondylären Frakturen zu verantworten, sofern für diese Therapie eine primäre Gipsruhigstellung ausreicht und der Patient nicht bettlägerig wird [78]. Als weitere relative Indikationen sind zu nennen: inkomplette Fraktur, eingestauchte stabile Fraktur bei älteren Patienten mit Osteoporose und schwerwiegende zugrundeliegende Allgemeinerkrankungen.

Wegen der Nähe der Fraktur zum Kniegelenk könnten Dislokationen von wenigen Grad ungünstige Langzeitauswirkungen auf die Kniegelenksmechanik haben. So soll eine Fehlstellung von mehr als 7° in der Frontalebene und mehr als $7-10^\circ$ in der Sagittalebene wenn immer möglich vermieden werden. Eine Verkürzung von 1 bis 1,5 cm beeinträchtigt die funktionellen Ergebnisse nicht. Eine Gelenkstufenbildung von mehr als 2 mm ist nicht zu tolerieren [108].

Um solche Dislokationstendenzen rechtzeitig zu erfassen und die Therapie zu optimieren, werden in den ersten drei Wochen in kürzeren Abständen (wöchentlich) Röntgenkontrollen durchgeführt. Je nach Alter, Frakturart und Kallusbildung wird die Dauer der Gipsbehandlung bestimmt. Nach der Abnahme des Verbandes ist eine mehrwöchige krankengymnastische und physikalische Behandlung erforderlich [7].

Wie bereits erwähnt, hat die Extension ihre Rolle als definitive Therapie in der modernen Behandlung distaler Femurfrakturen verloren. Sie hat aber ihren festen Platz in der

Operationsvorbereitung bei allen dislozierten Frakturen und bei Patienten, die eine Operation nicht wünschen.

Die Extensionsbehandlung zielt darauf ab, die Bruchstücke durch Ligamentotaxis zu reponieren und retinieren, d. h. dislozierende Muskelkräfte auszuschalten, Schmerzen zu beseitigen und die Fragmente ausreichend lange (ca. 3-6 Wochen) ununterbrochen in achsengerechter Stellung zu halten.

Die Extension kann am Schienbeinkopf oder ausnahmsweise auch am Femur suprakondylär erfolgen. Die Platzierung des Extensionsdrahtes am distalen Femur kann jedoch zu Schwierigkeiten bei Weichteilschwellung, Kniegelenkserguß oder Kreuzung des Frakturgebietes führen und stellt eine potentielle Infektionsquelle bei einer späteren Operation dar [108].

Bei Extension durch den Schienbeinkopf empfiehlt sich ein Zuggewicht von ca. 1/10 des Körpergewichtes. Eine Gewichtsreduktion ist bei gutem Repositionsergebnis oft möglich. Das Bein wird auf einer verstellbaren Schiene so gelagert, dass der Kniewinkel der Schiene sich in der Höhe der Fraktur befindet. Je näher die Fraktur zum Gelenk liegt, um so stärker muss die Schiene abgewinkelt sein. Somit ist eine Lagerung bei weit distal gelegenen suprakondylären Frakturen eine Beugung im Kniegelenk von 70-80° erforderlich. Der Extensionszug verläuft nicht in Richtung der Femurlängsachse, sondern wird zu ihr um ca. 30° fußwärts gesenkt. Druckschäden an den Weichteilen müssen vermieden werden. Einer Valgustendenz des proximalen Bruchstückes kann mit einem Gegenzug nach lateral entgegengewirkt werden [7].

2.7.2 Operative Therapie

Sanders schrieb 1989: "Die Kombination von geeigneteren Implantaten, besserem Verständnis im Weichteilhandling, perioperative Antibiotikagabe und verbesserte anästhesiologische Techniken haben die osteosynthetische Versorgung sicher und praktikabel gemacht" [80].

Die supra- und transkondylären Femurfrakturen erfordern nicht nur eine möglichst genaue anatomische Reposition mit dem Therapieziel einer zeitgerechten knöchernen Heilung in korrekter Achse, Länge und Rotation, sondern auch Rekonstruktion aller anderen Gebilde, um die optimalen Voraussetzungen zum Wiedererlangen der vollen Gelenkfunktion zu schaffen. Somit wird die Indikation zur operativen Frakturbehandlung weit gestellt. Es ist jedoch nicht immer möglich, dieses Ziel mit einem Eingriff zu erreichen. Gerade bei Polytraumatisierten oder Patienten mit schweren Trümmerbrüchen und/oder ausgedehnten Weichteilläsionen muss oft etappenweise rekonstruiert werden.

Als eindeutige (absolute u./o. gute) Indikationen für die operative Behandlung sind zu nennen:

- dislozierte Frakturen mit Gelenkbeteiligung
- polytraumatisierter Patient (um frühe Mobilisierung zu ermöglichen)
- offene Frakturen
- Beteiligung von Gefäßen, die eine operative Revision erfordern
- begleitende schwere Verletzungen an der ipsilateralen Extremität (z.B. Patellafrakturen, Tibiakopffrakturen)
- Beteiligung des Bandapparates des Kniegelenkes
- irreponible Frakturen
- instabile Frakturen
- pathologische Frakturen

Als relative Indikationen gelten:

- nicht dislozierte suprakondyläre Frakturen
- fortgeschrittene Osteoporose
- ausgeprägte Adipositas
- hohes Alter
- Frakturen bei Knieendoprothese

[108]

- Zeitpunkt der Osteosynthese

Die zeitliche Planung jedes operativen Eingriffs wird durch die Begleitschäden von Haut und Weichteilen, einschließlich möglicher Gefäß- und Nervenschäden, grundlegend beeinflusst. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Gesamtsituation des Patienten. Liegt eine isolierte operativ zu versorgende Fraktur ohne lokale oder systemische Komplikationen vor, wird die primär definitive Versorgung angestrebt. Sollte sie aus organisatorischen Gründen oder bei Kapazitätsengpässen nicht innerhalb der ersten acht Stunden durchführbar sein, so muss eine Drahtextension durch die Tuberositas tibiae oder temporär ein gelenküberbrückender Fixateur externe angelegt werden.

Eine notfallmäßige Erstversorgung ist bei allen offenen Frakturen und Frakturen mit begleitenden Gefäßverletzungen indiziert. Die stabile Frakturfixation führt zur mechanischen Ruhe im Wund- und Frakturgebiet und fördert somit die Weichteil- und Knochenheilung. Als potentielle Gefahr ist jedoch das erhöhte Infektionsrisiko, bedingt durch die Freilegung der Fragmente und Einbringung des Osteosynthesematerials, zu berücksichtigen. Wegen zusätzlicher Traumatisierung von Weichteilen und Knochendurchblutung ist die primäre definitive Versorgung nur unter bestimmten Bedingungen vorteilhaft. Für viele offene Frakturen mit Gelenkbeteiligung bietet sich dazu als ideales Verfahren die temporäre Gelenktransfixierung mit Fixateur externe an. Nach wiederholtem

Debridement mit Weichteilsanierung und -konditionierung kann ein Verfahrenswechsel neben notwendigen plastischen Deckungsverfahren erfolgen [102].

In der Literatur wird keine Einigkeit über den günstigsten Zeitpunkt der Versorgung von Femurfrakturen bei Polytraumatisierten erzielt. Manche Autoren befürworten die Frühosteosynthese innerhalb von Stunden ("Day-one-surgery") [63]. Andere empfehlen die frühsekundäre Versorgung während der Erholungsphase zwischen zweitem und sechstem Tag als den günstigsten Operationszeitpunkt, falls nicht lokale Weichteilverletzungen (Gefäßbeteiligung, offene Frakturen) eine Frühversorgung erforderlich machen [62, 63]. Dagegen fand Nutz 1994 genau in dieser Phase vermehrt Komplikationen bei Polytraumatisierten und empfiehlt die primäre (am 1. Tag) oder tertiäre (nach dem 7. Tag) Versorgung als günstiger.

Insgesamt wurde von einer "sofortigen Rundumversorgung" nach einem abgestuften Behandlungskonzept, das sich sowohl auf klinische als auch auf pathophysiologische und pathobiochemische Beobachtungen stützt, übergegangen.

Eine Primärversorgung geschlossener Frakturen scheint für den Verlauf am günstigsten, wenn die Ausgangslage nicht allzu schlecht ist [67, 95]. Die dadurch erzielte Stabilität bietet die Vorteile der Schmerzfreiheit, des geringeren sekundären Gewebsschadens und der leichteren intensivmedizinischen Behandlung.

Besteht jedoch neben der geschlossenen Fraktur ein schweres Schädel-Hirn-Trauma und/oder eine Lungenkontusion, so muss die Indikation zur primären, besonders der intramedullären osteosynthetischen Versorgung eher enger gestellt werden [65, 95, 102].

Bei polytraumatisierten Patienten mit gefährdeten instabilen Vitalfunktionen, soll im Anschluss an die notwendigen lebensrettenden Eingriffe im Rahmen der Erstversorgung zumindest eine gelenküberbrückende Stabilisierung mit Fixateur externe durchgeführt werden.

- operatives Vorgehen

Um bei der Bruchdarstellung einerseits den Blutverlust gering zu halten und andererseits jedoch genügend manipulativen Spielraum zu haben, werden alle distalen Femurfrakturen ohne Ausdehnung nach proximal sowie ohne offene oder ausgeprägtere geschlossene Weichteilschäden vorzugsweise in Blutsperre operiert. Diese muss spätestens nach zwei Stunden geöffnet werden, obwohl die Rekonstruktion intrakondylärer Mehrfragmentbrüche oft längere Zeit in Anspruch nimmt.

- Zugänge

Bei der stabilen extramedullären Versorgung von supra- und diakondylären Femurfrakturen erfolgt die Bruchdarstellung routinemäßig über den lateralen Zugang. Der Hautschnitt erstreckt sich im

Verlauf der Linie Trochanter major - Epicondylus lateralis und wird im distalen Abschnitt bis zur Mitte des Lig. patellae geführt. Nach Faszien-spaltung und vorsichtiger Mobilisierung des M. vastus lateralis im Septum intermusculare nach ventral ("Briefkastenzugang") wird das zukünftige Plattenlager vorbereitet. Ist eine Arthrotomie notwendig, wird die Gelenkkapsel vor dem Seitenband eröffnet. Ergibt sich bei Trümmerbrüchen die Notwendigkeit, eine zusätzliche mediale Osteosynthese durchzuführen, ist es besser, sich durch eine relativ kleine mediale Inzision den nötigen Zugang zu verschaffen, um ein sonst unvermeidliches Freilegen der gesamten ventralen Femurpartie zu verhindern [60, 79].

Im Rahmen der Versorgung von Trümmerbrüchen mit Gelenkbeteiligung (C2/C3-Frakturen) wurde unter Intention einer besseren Weichteilschonung durch Anwendung der durchgeschobenen „biologischen“ Plattentechnik die laterale parapatellare Arthrotomie an der Medizinischen Hochschule Hannover entwickelt und erfolgreich eingesetzt [44]. Diese bietet eine sehr gute Übersicht über beide Kondylen um, eine exakte Wiederherstellung der Gelenkfläche zu erreichen. Die Positionierung der ein- und durchgeschobenen Platte erspart zusätzliche Deperiostierung und Ligaturen der Perforansgefäße im Umfeld der Trümmerzone. Zum Vermeiden von Fehlstellungen bei der Retention des Kondylenmassivs an dem Femurschaft werden verschiedene Techniken eingesetzt [44]. Der früher praktizierte erweiterte Zugangsweg mit Osteotomie der Tuberositas tibiae und Hochschlagen des Streckapparates zur besseren Darstellung und Reposition von schwierigen Gelenkfrakturen [68] wird heute kaum noch benutzt. Die ausgedehnte Schnittführung mit großzügiger Freilegung bringt zusätzliche Ernährungsstörungen der Haut, Gefahr von Verwachsungen und erhöhtes Infektionsrisiko [24]. Wird er doch einmal durchgeführt, muss die Tuberositas nutenartig ausgemeißelt werden, damit sie sich bei der Reinsertion so verkeilt, dass funktionell nachbehandelt werden kann [79].

Bei der Implantation eines retrograden intramedullären Kraftträgers wird das Kniegelenk 60°-90° Beugung gebracht. Der Zugangsweg richtet sich nach der Art der Fraktur. Bei den Brüchen vom C-Typ wird die Gelenkfraktur zunächst über eine mediane Hautinzision mit parapatellarer Arthrotomie reponiert und durch perkutan eingebrachte Spongiosazugschrauben retiniert. Liegt ein suprakondylärer Bruch vor kann der transligamentäre Zugang durch das Ligamentum patellae zur Nagelinsertion gewählt werden. Der Markraum wird mit dem Pfriem oder über einen Führungsdraht mit einem starren kanülierten Bohrer eröffnet. Die korrekte Eintrittsstelle des Nagels befindet sich knapp ventral des proximalen Ansatzes des hinteren Kreuzbandes [27, 69].

Liegt eine monokondyläre Fraktur vor, erfolgt die Darstellung mit einem lateralen bzw. medialen Schnitt über den betroffenen Kondylus. M. vastus medialis bzw. lateralis werden im Septum intermusculare mobilisiert und nach ventral gehalten. Bei dorsalen Kondylenabscherungen wird eine gerade Inzision am Hinterrand des Seitenbands und Eröffnung des Gelenks zwischen dem

Seitenband und dem hinteren Schrägband empfohlen [4].

- osteosynthetische Verfahren

Je nach Frakturverlauf und -ausmaß kommen bei den supra-, trans- oder diakondylären Femurfrakturen verschiedene Techniken und Implantate in Frage. Das sorgfältige Studieren der Röntgenaufnahmen, die Berücksichtigung von Alter und Allgemeinzustand des Patienten, der Mobilitätsgrad vor dem Unfall, Knochenbeschaffenheit, Weichteilzustand und Verletzungsschwere sind einige der wichtigsten Entscheidungskriterien für die eine oder andere Therapiewahl. Nicht zuletzt spielt die Erfahrung des Operateurs mit den in Frage kommenden Verfahren eine Rolle [79]. Da es in diesem Rahmen unmöglich ist, alle je zur Anwendung gekommenen osteosynthetischen Verfahren abzuhandeln, soll die folgende Zusammenstellung einen Überblick in der Methodenvielfalt verschaffen:

Tab. I Osteosyntheseverfahren am distalen Femur
(historischer Übersicht vom Ende der 60er Jahre bis heute)

Intramedulläre Osteosyntheseverfahren		
Implantat semielastisch	Indikation	Referenzen
Ender-Nagel	u.a. suprakondyläre Frakturen	[57]
Ender-Nagel modifiziert nach Kolmert	dislozierte supra- und transkondyläre Frakturen	[42]
Rush-Pin	supra- und transkondyläre Frakturen	[77, 89]
Zickel-Nagel	supra- und transkondyläre Frakturen suprakondyläre Osteotomien	[15, 37, 74, 112, 114]
Implantat rigid		
Intramedullärer Stab	supra- und transkondyläre Frakturen auch mit Kondylenzerstörung	[49]
Küntscher-Nagel	segmentale Frakturen mit zusätzlicher suprakondylärer Fraktur	[106, 107]

konventioneller OS-Verriegelungsnagel	supra- und/oder transkondyläre Fraktur, auch bei Mehretagenfrakturen (AO 33 A1-3; C1-3)	[13, 48, 59, 103, 109]
Huckstep-Kompressionsnagel	u.a. auch suprakondyläre Frakturen	[32]
Derby-Nagel	u.a. auch supra- und transkondyläre Frakturen	[71]
Distaler Femurnagel (AIM-Nagel, IMSC-/GSH-Nagel, DFN)	supra- und transkondyläre Frakturen (AO 33 A1-3; C1-3)	[20, 27, 33, 45, 51, 70]

Extramedulläre Osteosyntheseverfahren		
Platten	Indikation	Referenzen
95° -Kondylenplatte (auch als extra langes Implantat)	supra- und transkondyläre Frakturen; suprakondyläre Korrekturosteotomien	[2, 14, 29, 53, 55, 83, 87, 91, 93, 105, 110, 111]
Kondylenabstützplatte (Burri-Platte)	supra- und transkondyläre Frakturen	[78]
Dynamische Kondylen-schraube (DCS)	supra- und transkondyläre Frakturen	[26, 73, 75, 80, 84, 90]
andere Verfahren		
Fixateur externe	primäre temporäre aber auch definitive Stabilisierung supra- und transkondylärer Frakturen	[52, 76]
Plattenfixateur (LISS-Less Invasive Stabilization System; TiFix-Winkelstabile Kondylenplatte)	supra- und transkondyläre Frakturen, Pseudarthrosen, Stellungskorrekturen, periprothetischen Frakturen	[8, 23, 28, 38, 82]

Verriegelungsnagel

Vor der Einführung der speziell für die Versorgung von trans- und suprakondylären Frakturen entwickelten retrograden Femurnägel (IMSC-Nagel, Distaler Femur-Nagel) stellte die Verriegelungsnagelung mit den herkömmlichen Implantaten für die Femurschaftfrakturen eine Alternative zur Plattenosteosynthese dar. Geeignet für die Verriegelungsnagelung sind die Frakturen vom Typ A1-3 sowie C1-2 und grenzwertig C3 der AO-Klassifikation. Als Kontraindikation gelten die unikondylären Frakturen (Typ B) sowie solche mit hochgradiger Zertrümmerung des Kondylenmassivs. Beide transversalen distalen Verriegelungsschrauben müssen im distalen Fragment unterzubringen sein, da sonst unakzeptable Kippbewegungen des distalen Fragmentes zu erwarten sind [103]. Um das zu ermöglichen, wurde oft die Nagelspitze kurz vor dem distalen Verriegelungsloch abgesägt.

Liegt eine interkondyläre Fraktur vor, wird zuerst die Reposition und Verschraubung der Kondylenfragmente mit zwei oder drei 6,5 mm Spongiosaschrauben durchgeführt. Diese werden perkutan vor bzw. hinter dem vorgesehenen Nagelverlauf platziert. Nach erfolgter Bildwandlerkontrolle des Repositionsergebnisses wird der Markraum eröffnet und aufgebohrt. Der Kanal des proximalen Fragmentes soll um 0,5 bis 1,0 mm weiter als der Nageldiameter aufgebohrt werden [48].

Eine proximale (statische) Verriegelung empfiehlt sich beim Vorhandensein von Trümmerzonen. Die Vorteile der Verriegelungsnagelung sollen im Vergleich zur Plattenosteosynthese im kleineren intraoperativen Weichteilschaden, einer damit verbundenen niedrigeren Infektionsrate sowie primär nicht notwendigen Spongiosaplastiken liegen [109].

distaler Femurnagel (AIM-Nagel; IMSC/GSH-Nagel; DFN)

Eine neuere Option im Management supra- und diakondylärer Femurfrakturen stellt die retrograde Verriegelungsnagelung mit einem suprakondylären Nagel dar. Als Indikation dafür gelten die distalen Femurfrakturen der Typen A1-3 und C1-3 (AO-Klassifikation) sowie Frakturen bei liegender Kniegelenk- oder Hüftgelenkendoprothese [20, 36, 45, 70].

Ungeeignet ist dieses Verfahren bei weit distal gelegenen Trümmerzonen des lateralen Kondylus, da diese die stabile Verankerung der distalen Verriegelungsbolzen unmöglich machen. Für die Behandlung von Pseudarthrosen eignet sich der distale Femurnagel ebenfalls nicht [69]. Im Gegensatz zur herkömmlichen Plattenosteosynthese sind Spongiosaplastiken bei dieser Methode seltener notwendig. Wegen der Minimierung von Blutverlust und Operationsdauer soll die retrograde Verriegelungsnagelung im Vergleich zu anderen osteosynthetischen Verfahren vorteilhaft sein, besonders bei der Versorgung von älteren Patienten, Mehrfachverletzten und Patienten mit

kritischem posttraumatischen Allgemeinzustand [20, 33, 45, 51].

Der auf der Basis des Unaufgebohrten-Femur-Nagels (UFN) entwickelte Distale-Femur-Nagel (DFN), welcher distal mit einem Bolzen und einer rechtwinklig zur Nagelachse eingebrachten Spiralklinge verriegelt wird, erlaubt durch die größere Oberfläche und die winkelstabile Arretierung der Spiralklinge eine günstigere Lastverteilung. Somit eignet er sich besonders gut für den Einsatz im osteoporotischen Knochen [27].

95°-Kondylenplatte

Mit Durchsetzung der AO-Prinzipien der Frakturbehandlung in den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts hat sich als Standardimplantat die 95°-Winkelplatte etabliert. Sie eignet sich nicht nur für die Versorgung von Frakturen am distalen Femur, sondern auch für suprakondyläre Korrekturosteotomien. Aufgrund der starren Verbindung zwischen Klinge und Platte lassen sich sehr gute Stabilitätsverhältnisse und Übungsstabilität für die frühfunktionelle Nachbehandlung erzielen. Eine größere Zahl von Publikationen aus Europa und dem anglo-amerikanischen Raum bestätigen die erfolgreiche Anwendung dieses Implantats [2, 14, 29, 53, 55, 83, 87, 91, 93, 105, 110, 111]. Da die Handhabung sich nicht selten schwierig gestaltet, gehört dieses Verfahren in die Hände erfahrener Chirurgen. Heute hat die 95°-Winkelplatte infolge der Entwicklung neuerer Techniken und Implantate ihre Bedeutung fast völlig verloren.

Bei jüngeren Patienten mit sehr harten Knochen wird das Aufbohren des Klingensitzes wegen der Sprengungsgefahr des Kondylenmassivs beim Einschlagen empfohlen [60, 85]. Wichtig ist ebenfalls die richtige Wahl der Klingenlänge. Bedingt durch die trapezförmige Gestalt der Femurkondylen kann eine zu lange Klinge zur Perforation der medialen Corticalis führen. Eine Klingenlänge von 60 mm oder 50 mm sollte daher ausreichend sein [60]. In Abhängigkeit von der Frakturausdehnung kann unter Verwendung eines Plattenspanners der Schaft in das Kondylenmassiv eingestaucht oder die Femurlänge mit Hilfe eines Distraktors rekonstruiert werden. Als vorteilhaft erweist sich die primäre Einstauchung des proximalen Fragmentes in das Kondylenmassiv bei Brüchen vom Typ A3, C2 und C3, die mit erheblicher Zertrümmerung einhergehen. Eine anatomische Rekonstruktion wird dabei zwar nicht erreicht, dafür aber gute innere Stabilität und verkürzte Konsolidierungszeit [6].

Kondylenabstützplatte (Burri-Platte)

Liegen zusätzliche kondyläre Mehrfragment- und Trümmerbrüche in der coronalen oder sagittalen Ebene vor allem des lateralen Femurkondylus vor, so kann die Kondylenabstützplatte verwendet werden. Wegen der asymmetrischen Plattenkopfgestaltung ist die Platte seitenspezifisch. Durch die zahlreichen Löcher am distalen Ende können die Schrauben, dem Frakturverlauf entsprechend,

gezielt angebracht werden. Die Möglichkeit, die Platte in minimalinvasiver Technik unter Nutzung eines begrenzten anterolateralen Zuganges zu implantieren, bringt für die Frakturheilung deutliche Vorteile mit sich. Verglichen mit der Winkelplatte und DCS ist die Kondylenabstützplatte mechanisch nicht so rigide und bietet auch keine Winkelstabilität. Die schwierige intraoperative Kontrolle birgt die Gefahr eines Varus-/Valgusfehlers, welcher bei etwa einem Drittel der Patienten festzustellen ist [78]. Eine weitere Indikation für dieses Implantat ist die verzögerte oder ausbleibende Konsolidierung nach Versorgung mit der Winkelplatte oder DCS.

Dynamische Kondylenschraube (DCS)

Einige Autoren berichten über sehr gute Ergebnisse bei supra- und diakondylären Femurfrakturen, die mit der dynamischen Kondylenschraube versorgt wurden [26, 73, 75, 80, 84, 90]. Diese stellt eine wirklich winkelstabile Alternative zur Winkelplatte dar. Sie bietet den Vorteil, durch die große Kondylenschraube primär eine interkondyläre Kompression auch in osteoporotischen Knochen zu erzeugen und ist technisch im Vergleich zur Winkelplatte leichter anzubringen [90]. Nachteilig ist die sperrige Befestigung der Schraube an der Platte, welche eine breite Aufbohrung des lateralen Kondylus erfordert und gelegentlich zu schmerzhaften Irritationen des darüber gleitenden Tractus iliotibialis führen kann.

Fixateur externe

Prinzipiell wird eine definitive Versorgung bei einfachen suprakondylären Frakturen mit dem Fixateur externe eher selten vorgenommen [52, 76]. Liegt eine Gelenkbeteiligung vor, ist das Kondylenmassiv zuerst mit zusätzlichen Schrauben zu stabilisieren. Viel häufiger wird diese Methode zur temporären Fixierung bei der initialen Versorgung von Knochen und Weichteilen, aber auch als Rückzugsmöglichkeit bei infizierten Pseudarthrosen nach internen Osteosynthesen benutzt. Die schnelle Montage, eine minimale Weichteiltraumatisierung und die Möglichkeit der vollen Längenwiederherstellung bestimmen die Indikationsstellung. Diese umfasst:

- geschlossene Frakturen bei polytraumatisierten Patienten im reduzierten Zustand, welcher keine definitive interne osteosynthetische Versorgung erlaubt
- schwere offene Verletzungen 2. und 3. Grades
- notwendige Gefäßrekonstruktionen

In Abhängigkeit von der Lokalisation des Weichteilschadens und der Frakturausdehnung oder dem Vorhandensein von Trümmerzonen wird die Fixation oft gelenküberbrückend durchgeführt. Die Montage des Fixateurs erfolgt über die Schanz-Schrauben, die durch Stichinzision von lateral am Femurschaft und eventuell in den Kondylen bzw. ventral an der Tibia platziert werden. Diese werden anschließend modular durch eine Rohrstangenkonstruktion verbunden und die Fraktur unter

Bildwandlerkontrolle reponiert. Die Kombination mit einzelnen Zugschrauben zur Rekonstruktion der Kondylenrolle hat sich in vielen Fällen bewährt. Zu berücksichtigen ist bei der Fixateuranlage, dass die Pins möglichst nicht im Bereich geplanter Schnittführungen und Implantatlager bei vorgesehener sekundärer Umstieg auf interne Osteosynthesen angebracht werden.

Als Komplikationen bei Fixateur-Behandlung sind am häufigsten Infektion der Pin-Eintrittsstellen und Einschränkung der Kniebeweglichkeit zu nennen [76]. Die definitive Frakturheilung mit dem Fixateur wird gelegentlich durch sekundäre Varus-Redislokation der Bruchstücke gestört [52]. Bei der Montage der Schanz-Schrauben in das Kondylenmassiv kann ein Pin-Trakt-Infekt nicht nur den späteren Verfahrenswechsel verhindern, sondern auch zum Gelenkinfekt führen. Eine angestrebte definitive interne Osteosynthese soll deshalb je nach Gesamtzustand des Patienten und der Weichteilsituation möglichst früh durchgeführt werden.

Plattenfixateure (TiFix; LISS)

TiFix und LISS (Less Invasive Stabilization System) sind neue Implantate zur Versorgung distaler Femurfrakturen, welche vom Stabilisierungsprinzip her einen internen Fixateur darstellen. Der vorgeformte, nicht seitensymmetrische Kraftträger ist eine Platte, welche minimalinvasiv über einen anterolateralen oder einen lateralen parapatellaren Zugang nach erfolgter Frakturpositionierung zwischen Periost und Muskel eingeschoben wird. Wegen der besonderen Gestaltung der Plattenlöcher und der Schrauben entsteht eine winkelstabile Verbindung zwischen Schraube und Platte. Da das Implantat nicht wie bei „Plattenosteosynthesen“ an den Knochen angepresst wird, bleibt die kortikale Durchblutung unter dem Kraftträger weitgehend unbeeinträchtigt.

Erfahrungen mit diesen Implantaten liegen bereits über mehrere Jahre vor [8, 23, 28, 38, 82].

Primäre endoprothetische Versorgung

Wie bereits erwähnt, sind die distalen Femurfrakturen nicht nur Folge von Hochrasanztraumen vorwiegend bei jugendlichen Patienten, sondern kommen oft auch nach nicht so erheblicher Gewalteinwirkung (z.B. Sturz) bei älteren Personen mit schlechter Knochenqualität vor. Als eine Alternative zu den diversen osteosynthetischen Methoden empfiehlt sich die primäre prothetische Versorgung älterer Patienten bei Trümmerfrakturen mit Gelenkbeteiligung (Typ C) sowie suprakondylären Frakturen (Typ A) bei schwerer Osteoporose, signifikanter Gonarthrose und zusätzlichen Begleiterkrankungen [5].

Osteosynthesemethoden bei monokondylären Frakturen

Die Frakturen der Femurkondylen sowohl in der sagittalen als auch in der frontalen Ebene (Hoffa-

Fraktur) werden nahezu ausschließlich operativ stabilisiert, da die konservative Therapie nicht zu exakter Reposition/ausreichender Retention und somit zu Gelenkinkongruenzen führt [85].

Inkomplette oder nicht dislozierte Frakturen können perkutan verschraubt werden. Der Gebrauch von kanülierten Schrauben vereinfacht den Eingriff. In aller Regel reichen zwei 6,5 mm Spongiosaschrauben aus, die nach dem Zugschraubenprinzip eingebracht werden. Bei osteoporotischem Knochen werden auch Unterlegscheiben verwendet. Ebenfalls bei fortgeschrittener Osteoporose empfiehlt sich die zusätzliche Anbringung einer T-/L-Abstützplatte, um Übungsstabilität zu erreichen [4].

Frakturen vom Typ B3 (Hoffa-Frakturen) werden mit zwei in a.p. Richtung als Zugschrauben eingebrachten 3,5 mm Spongiosaschrauben stabilisiert. Diese sind nach Möglichkeit außerhalb der femoropatellaren bzw. femorotibialen Gelenkfläche zu platzieren. Die Köpfe sind unter Knorpelniveau zu versenken.

Tangentiale osteochondrale oder chondrale Frakturen (Flake-Fracture) werden entweder mit Verschraubung oder bei kleineren Fragmenten durch temporäre Spickung mit Kirschner-Drähten, Fixation mit Knochenstiften bzw. Fibrinklebung versorgt [7]. Ist das abgesprengte Fragment nicht exakt zu reponieren, erfolgt seine Exstirpation und die Glättung des Defektes.

- Nachbehandlung

Eine Wundödemprophylaxe wird durch die postoperative Lagerung der verletzten unteren Extremität auf einer Schaumstoffschiene unter 30° Beugung im Knie- und Hüftgelenk erreicht. Die frühe passive und aktive Mobilisation nach Drainageentfernung unter ausreichender Analgesie ist besonders wichtig für das spätere Bewegungsausmaß. Voraussetzung ist eine zumindest übungsstabile Osteosynthese und eine geeignete Weichteilsituation. Durch den Einsatz von Bewegungsschienen (CPM) ist eine mehrmalige tägliche passive Mobilisation vom 1. postoperativen Tag an möglich. Begleitende intraligamentäre Verletzungen werden geführt funktionell mit bewegungslimitierenden Orthesen für ca. sechs Wochen behandelt. Nach wenigen Tagen soll der Patient am Bettrand sitzen, nach etwa einer Woche mit Unterarmstützen unter Abrollen des Fußes ohne Belastung („Sohlenkontakt“) gehen. Die Entlastungszeit beträgt bei einfachen suprakondylären und monokondylären Frakturen sechs bis acht Wochen. Supra- und intrakondyläre Trümmerzonen können unter Umständen erst nach drei bis vier Monaten belastet werden.

- Folgeeingriffe und Komplikationsmanagement

Geplante Folgeeingriffe werden als "second look" im Rahmen eines erneuten Debridements bei Weichteilverletzungen oder bei Rekonstruktion und definitiver Versorgung nach primärer Fixateur-

externe-Anlage bzw. anderen temporären Stabilisierungen vorgenommen.

Die operative Therapie der supra- und transkondylären Frakturen bereitet gelegentlich auch Schwierigkeiten. Damit verbunden sind komplikationsreiche Verläufe. Der Gebrauch bewährter Implantate führt nicht selbstverständlich zu einem guten Ergebnis. Die Problematik umfasst unvollständige Reposition, nicht übungs- und/oder belastungsstabile Osteosynthesen, Fehlplatzierung des Implantats, Funktionseinschränkungen im Kniegelenk, Infektionen im OP-Gebiet, ausbleibender Durchbau mit Pseudarthrosenbildung, Materiallockerung und -versagen.

Infektionen

Die Infektionsrate nach offenen Frakturen wird bei sachgerechtem Vorgehen mit 5 bis 10 % angegeben [78, 108]. Nach operativer Versorgung geschlossener Frakturen darf diese 2 % nicht übersteigen.

Bahnt sich eine Infektion an, ist zunächst eine Revision mit Wunddebridement angezeigt. Bei dieser werden avitale oder vital gefährdete Fragmente entfernt. Wenn das Implantat keine Lockerungszeichen aufweist, kann es belassen werden. Eine Entfernung ist jedoch bei Persistenz oder Zunahme der akuten Osteitis indiziert. Einzelne Schrauben, die die Gelenkfragmente noch sicher zusammenhalten, können in situ verbleiben. Die Fraktur wird mit einem Fixateur externe vom proximalen Femurfragment zum Tibiaschaft überbrückt. Weitere Maßnahmen sind erregerspezifische Antibiotikagaben, Vakuumversiegelung, Debridement mit mehrfacher Spülung einer eventuell begleitenden Gelenkinfektion. Nach Abklingen der Infektion ist in Abhängigkeit von dem Befund die Indikation zur erneuten Osteosynthese und ggf. die Notwendigkeit einer Spongiosaunterfütterung eines vorhandenen Defektes zu überprüfen.

Verzögerte Heilung/Pseudarthrosenbildung

Diese Komplikationen treten überwiegend als Resultat insuffizienter Stabilisierung, mechanischen Versagens des Implantats, gestörter Fragmentvitalität, eines Infektionsgeschehens oder der Kombination der obengenannten Faktoren auf. Die verzögerte Heilung kommt insgesamt selten vor und ist hauptsächlich in den proximalen kortikalen Frakturanteilen bei gestörter Durchblutung anzutreffen. Bei nicht infizierten Pseudarthrosen sind sekundäre Spongiosaplastiken und gegebenenfalls Reosteosynthesen durchzuführen. Für infizierte Pseudarthrosen gilt das unter Infektionsmanagement beschriebene Therapieschema.

Funktionseinschränkungen im Kniegelenk

Durch bindegewebige Verklebungen und Verwachsungen im Kniegelenk kann es trotz guter knöcherner Ein- und Ausrichtung und Heilung zu einem unbefriedigenden Ergebnis kommen. Nicht

immer ist es möglich, postoperativ die Beweglichkeit im Gelenk sofort freizugeben, so dass Bewegungsübungen erst nach ausreichender Frakturkonsolidierung erfolgen können. Die Therapie solcher Funktionseinschränkungen enthält neben konsequenter physiotherapeutischer Betreuung das Durchbewegen des betroffenen Kniegelenks in Narkose oder die operative Arthromyolyse. Flankierend kann die intraartikuläre Gabe von Glukokortikoiden erfolgen. Ziel aller Therapiemaßnahmen sollte daher mindestens Funktionsstabilität sein. Moderne Implantatentwicklungen tragen dem weitgehend Rechnung.

Achsenfehler

Verbliebene Achsenfehler nach operativer Stabilisierung sollen frühestmöglich, am besten noch vor der Frakturkonsolidierung korrigiert werden [30, 78]. Beim hochbeanspruchten Kniegelenk führen diese Achsenabweichungen durch pathologische Druckbelastung und gleichzeitig verkleinerten Kontaktflächen sonst zu irreversibler Knorpelschädigung und traumatisch bedingter Gonarthrose. Befindet sich der Bruch im Stadium der Ausheilung, kann der vollkommene Durchbau unter Entlastung abgewartet werden, um dann frühsekundär eine Korrekturosteotomie durchzuführen.

Die Indikation für solche Korrekturosteotomien ergeben sich aus Varusfehlern von mehr als 5° , Valgusfehlern von mehr als 10° , Drehfehlern über 10° , Rekurvation über 15° und Seitenversetzungen von über 15 mm [78]. Bei der Spätkorrektur nach vorausgegangenem Trauma ist der Schmerz das Leitsymptom für die Indikationsstellung. Faktoren, die den Entschluss zur Umstellungsosteotomie beeinflussen, sind nicht nur die subjektiven Beschwerden und die bestehende Achsenfehlstellung, sondern auch die Stabilität der Bandapparate, Gelenkbeweglichkeit, Weichteil- und Knochenbeschaffenheit des geschädigten Oberschenkels, Lokalisation und Schweregrad der Arthrose, das Lebensalter des Patienten und der Zustand der benachbarten und kontralateralen Gelenke [30].

Die Indikation zur suprakondylären Osteotomie muss kritisch gestellt werden. Sie verlangt eine gute Planung mit möglichst exakter Lokalisation des Achsenfehlers. Kombinierte Fehlstellungen (Achse, Länge, Rotation) sind nicht ganz selten und erfordern räumliche Analyse und komplexe Korrektur, möglichst über eine Osteotomie.

Das Implantat der Wahl bei den Korrekturosteotomien war über viele Jahre die Winkelplatte (auch als Osteotomieplatte für mediale suprakondyläre Osteotomie), neuerdings eher die dynamische Kondylenschraube. Dadurch wird eine hohe Stabilität erreicht, so dass eine frühe Physiotherapie stattfinden kann. Neuerdings werden gute Ergebnisse auch unter Anwendung von Plattenfixateursystemen berichtet.

Die äußere Stabilisierung mit dem Fixateur externe ist den Korrekturen unter Infektbedingungen vorbehalten.

Je nach Gesamtsituation kann eine additive oder subtraktive Korrektur durchgeführt werden. Bei den varus/valgus-Fehlstellungen sind beide Methoden möglich. Der funktionelle Längenzugewinn beträgt bei der additiven Korrekturosteotomie 1 - 2,5 cm. Für Korrekturen von Rekurvationsfehlstellungen wird die subtraktive Korrektur empfohlen [30].

Metallentfernung

Es gibt keine festen Leitlinien bezüglich der Entfernung des Osteosynthesematerials nach operativer Versorgung von supra- und transkondylären Femurfrakturen. Ausgenommen sind hier Metallentfernungen aufgrund aufgetretener Komplikationen. Das sind z.B. Plattenbrüche, Schraubenlockerungen, Lageänderung von Nägeln oder Kirschner-Drähten, um nur einige zu nennen. Die häufigste Indikation zur Metallentfernung stellen lokale Reizungen über dem Implantatlager besonders bei jungen Leuten mit hoher körperlicher Aktivität dar. Bei älteren Patienten ist das Anästhesie- und Operationsrisiko oft höher als der Nutzen eines solchen Eingriffs. Liegen jedoch lokalisierte, persistierende Beschwerden vor, sollte das Implantat entfernt werden, wenn die Frakturheilung eindeutig abgeschlossen ist und keine Kontraindikationen aus medizinischer Sicht bestehen.

Bei der routinemäßigen Metallentfernung ist neben einer möglichen Infektion die Gefahr von Frakturen, die proximal der bereits verheilten Fraktur im Bereich der Schraubenkanäle von interfragmentären Zugschrauben oder im metaphysären Femurübergang nach Entfernung von Winkelplattenosteosynthesen auftreten, zu berücksichtigen [10].

2.8 Bewertung der Behandlungsergebnisse und Nachuntersuchungsscores

Die Auswertung der Behandlungsergebnisse bedarf einer Gruppierung nach bestimmten Kriterien, um Vergleichbarkeit verschiedener Patientenkollektive und Behandlungsmethoden zu erzielen. Dabei werden sowohl klinische und radiologische Befunde als auch subjektive Angaben benutzt.

Eine grundlegende Charakteristik des postoperativen Zustandes ist das Bewegungsausmaß (ROM - Range of motion) im Kniegelenk. Dieses wurde oft in früheren Publikationen als Hauptbewertungsmerkmal benutzt [88]. In komplexeren Schemata werden differenziertere Angaben über Streck- und Beugedefizite in der Beweglichkeit, Fehlstellungen und Verschiebungen im Röntgenbild, Angaben über Schmerzen, Schwellungen und subjektive Funktionseinschätzung des betroffenen Beines auch in bezug auf die berufliche Tätigkeit des Patienten berücksichtigt [64, 83, 89, 94].

Von den klinisch-radiologischen Scores wird der Score von Neer am häufigsten angewendet. Verhältnismäßig oft ist das Bewertungsschema von Schatzker und Lambert 1979 auch in

Modifikationen anzutreffen [56].

Der Kniebewertungsbogen, welcher primär für die Einschätzung der postoperativen Ergebnisse nach Knie-Endoprothesen im Hospital für Special Surgery in New York entworfen wurde, eignet sich auch für die Evaluierung von Behandlungsergebnissen distaler Femurfrakturen [17, 48]. Er stellt allerdings einen rein klinischen Score dar.

Das Bewertungsschema nach Neer hat im deutschsprachigen Raum größte Resonanz gefunden. Es ist ein kombinierter klinischer und radiologischer Score, entwickelt speziell für die supra- und transkondylären Frakturen des Femur. Klinisch werden berücksichtigt die subjektiven Angaben des Patienten über Schmerzen, der funktionelle Gebrauch der betroffenen Extremität im Alltag und im Beruf, die Beugefähigkeit im Kniegelenk, sowie den Ausheilungszustand beschreibend, eventuell verbliebene Verdickung, Achsendeformität, Verkürzung, Pseudarthrosenbildung oder chronische Infektion. Für radiologische Kriterien wie Achsendeformitäten, Verkürzungen oder Pseudarthrosenbildung werden in Abhängigkeit von der Ausprägung Punkte abgezogen. Funktionell können bis 70 und anatomisch-radiologisch bis 30 Punkte vergeben werden. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt somit 100 Punkte.

Das folgende Schema zeigt die detaillierte Zusammenstellung der Bewertungskriterien und die entsprechende Zuteilung von Punkten.

Score nach Neer und Mitarbeitern

funktionell (max. 70 Pkt.)

Schmerzen (max. 20 Pkt.)

5 schmerzlos	20
4 zeitweise bzw. Wetterfühligkeit	16
3 bei Überlastung	12
2 funktionsbehindernde Schmerzen	8
1-0 Dauerschmerz, Nachtschmerz	4-0

Funktion (max. 20 Pkt.)

5 wie vor dem Unfall	20
4 leichte Einschränkung	16
3 eingeschränkt (Treppensteigen seitwärts)	12
2 Stockhilfe oder starke Behinderung	8
1-0 Krücken oder Stützen	4-0

Beweglichkeit (max. 20 Pkt.)

5 normal oder 135°	20
4 100°	16
3 80°	12
2 60°	8
1 40°	4
0 # 20°	0

Arbeit (max. 10 Pkt.)

5 wie vor dem Unfall	10
4 normal jedoch mit Hindernissen	8
3 Berufswechsel	6
2 nur leichte Arbeit möglich	4
1-0 Arbeitsunfähigkeit	2-0

anatomisch (max. 30 Pkt.)

Anatomie (max. 15 Pkt.)

5 nur Schwellung	15
4 5° Achsenknick oder 0,5 cm Verkürzung	12
3 10° Achsenknick oder Verdrehung oder 2 cm Verkürzung	9
2 15° Achsenknick oder Verdrehung oder 3 cm Verkürzung.	6
1 Durchbau, jedoch mit größerer Deformität	3
0 Pseudarthrose oder chronische Infektion	0

Röntgenbild (max. 15 Pkt.)

5 annähernd normal	15
4 5° Achsenknick oder 0,5 cm Verschiebung	12
3 10° Achsenknick oder 1 cm Verschiebung	9
2 15° Achsenknick oder 2 cm Verschiebung	6
1 Durchbau, jedoch mit größerer Deformität; Kondylenverbreiterung; Arthrose	3
0 Pseudarthrose oder chronische Infektion	0

Bewertung: hervorragend >85; befriedigend 70; mäßig 55; schlecht < 55 Pkt.

3 Material und Methoden

Es wurden die Behandlungsunterlagen von insgesamt 112 Patienten mit supra-, trans- und/oder diakondylären Femurfrakturen sowie Läsionen der Kondylengelenkfläche ausgewertet. Die Versorgung der Patienten erfolgte an der Abteilung und später Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg mit Standort Klinikum Kröllwitz im Zeitraum von 01.01.1986 - 31.12.1992 und Standort Berufsgenossenschaftliche Kliniken „Bergmannstrost“ Halle mit Zeitraum 01.01.1996 - 31.12.1999.

3.1 Ein- und Ausschlusskriterien

In der Auswertung wurden sämtliche stationär behandelten Patienten, sowohl die von peripheren Einrichtungen zugewiesenen (50 Patienten) als auch die in der Universitätsklinik primär versorgten (62 Patienten) einbezogen.

Ausgeschlossen wurden Patienten mit pathologischen Frakturen (2 Patienten) und solche, die nach langwierigen und komplizierten Therapieverläufen zu Korrekturingriffen überwiesen wurden (4 Patienten).

3.2 Untersuchungsablauf

Ausgewertet wurden die Ambulanzkarten, die immer bei der stationären Aufnahme des Patienten angelegt und, falls erfolgt, bei späteren ambulanten Wiedervorstellungen ausgefüllt wurden, sowie Krankenakten und Röntgenaufnahmen. Die Beurteilung der zur Verfügung stehenden Unfallröntgenbilder sowie der intra- und postoperativen Aufnahmen und die Frakturklassifizierung erfolgte mit Unterstützung eines erfahrenen Oberarztes der Klinik. Aus den vorhandenen Unterlagen wurden allgemeine demographische Daten wie Alter und Geschlecht, weiterhin einweisende Stelle, Dauer des stationären Aufenthaltes und vollständige Diagnose entnommen. Zum Unfall selbst waren Unfallzeitpunkt und Unfallhergang von Interesse. Erfasst wurden Begleitverletzungen, erfolgte Erstversorgung, Therapiewahl, Operationszeitpunkt in Tagen nach dem Unfall und Art der definitiven Versorgung. Zuletzt wurde nach Komplikationen bei der Behandlung gesucht, deren Zeitpunkt, notwendige Eingriffe und der weitere Verlauf bis zur Genesung festgehalten.

3.3 Auswertung der Patientenunterlagen

In der Abteilung und später Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg wurden von Januar 1986 bis Ende Dezember 1992 und von Januar 1996 bis Dezember 1999 insgesamt 106 frische supra-, trans- u./o. monokondyläre Femurfrakturen bei 102 Patienten, weitere neun Patienten mit Knorpelläsionen der Kondylengelenkfläche und Traumatisierung des Kniegelenkbandapparates sowie ein Patient mit einer Fissur am distalen Femurende behandelt.

Die Nachuntersuchungen fanden in der Zeit vom Dezember 1994 bis Juni 1995 und vom Dezember 2000 bis April 2001 statt. Es konnten 26 Patienten aus dem ersten und 29 Patienten aus dem zweiten Zeitraum klinisch und radiologisch nachuntersucht werden.

Bei der Nachuntersuchung wurden zusätzliche Informationen über Besonderheiten in der Familien- und Eigenanamnese, Angaben über Beruf und eventuellen Berufswechsel wegen verbliebener Schäden, subjektive Einschätzung des Belastungsvermögens und der Schmerzhaftigkeit erhoben. Untersucht wurden Bewegungsausmaß, Bänderfestigkeit und Zustand des Femoropatellargelenks beiderseits. Um eventuelle Muskelatrophieerscheinungen objektivieren zu können, wurden die Umfänge an typischen Stellen der unteren Extremitäten ausgemessen. Fehlstellungen und Verkürzungen sind klinisch und radiologisch festgehalten worden.

Die Beurteilung des Standes der Frakturheilung erfolgte anhand angefertigter Bilder vom distalen Femur mit Kniegelenk in zwei Ebenen. Zur Feststellung von Verschleißerscheinungen im femoropatellaren Gelenk wurde eine Axialaufnahme der Patella in 60° Flexion angefertigt. Bei den meisten Patienten mit klinischem Verdacht auf Verkürzung und/oder Varus-, Valgus-, Antekurvations- oder Rekurvationsdeformität wurde die Anfertigung von Ganzbeinaufnahmen (Orthoradiogramm) beiderseits angestrebt.

3.3.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Die Relation Männer zu Frauen betrug 69 (62 %) zu 43 (38 %). Das Durchschnittsalter bei den Frauen lag im ersten Untersuchungsabschnitt mit 44,5 Jahren wesentlich höher als das mit 29,1 Jahren bei den Männern. Im zweiten Untersuchungsabschnitt war die Durchschnittsaltersdifferenz kaum verändert bei auffälliger Alterszunahme beider Geschlechtsgruppen (Frauen 58,5 Jahre/ Männer 41,4 Jahre). (s. Abb. 2)

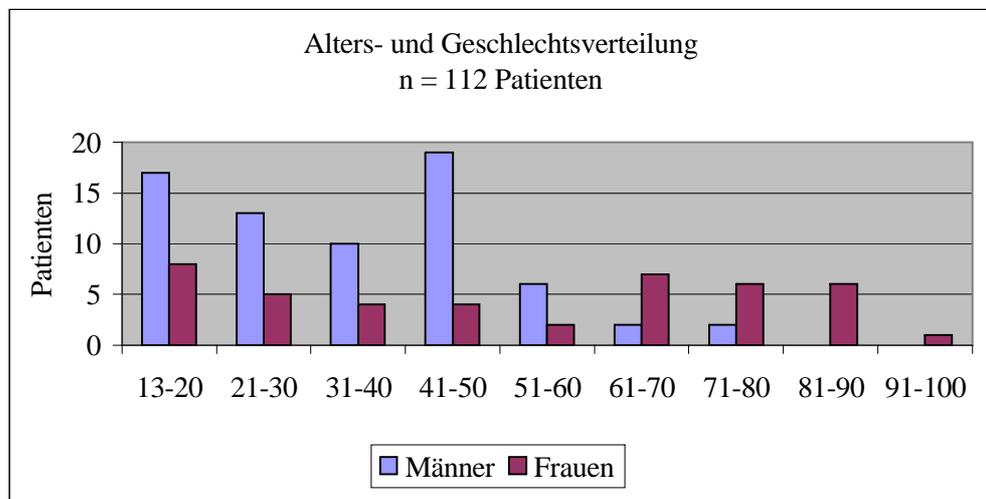


Abb. 2 Alters- und Geschlechtsverteilung der Verunfallten

3.3.2 Unfallursachen

Als Unfallursachen sind Verkehrsunfälle bei 69 Patienten (62%) an erster Stelle zu nennen. Tabelle II zeigt eine weitere Aufgliederung der dabei zugrunde liegenden Fortbewegungsart. In der ersten Gruppe, noch zu DDR- bzw. Wendezeiten, überwogen bei weitem die Motorrad- und Mopedunfälle (23 von 42). In der zweiten Gruppe halten sich die Motorrad- bzw. Mopedunfälle mit den PKW-Unfällen die Waage. Beide Gruppen zusammen machen mehr als 2/3 der Gesamtzahl aus.

Tabelle II Verkehrsunfälle als Unfallursache; n = 69 Patienten
Gruppe I 1986-1992; Gruppe II 1996-1999

	Gruppe I		Gruppe II	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen
Moped/Motorrad	16	7	10	
PKW	7	4	6	4
Fußgänger	1	4		3
Fahrrad	1	1	1	2
LKW	1		1	
gesamt:	42		27	

Weitere Unfallursachen waren Sturz in der Ebene bei 24 Patienten, Sturz aus der Höhe bei 9 Patienten, Verdrehtrauma bei 3 Patienten, stumpfe Gewalteinwirkung bzw. Pferdesturz bei jeweils 2 Patienten und schließlich ein Bagateltrauma, ein Rohheitsdelikt und ein Sportunfall (Yoga-Übungen) bei jeweils 1 Patient. (s. Abb. 3)

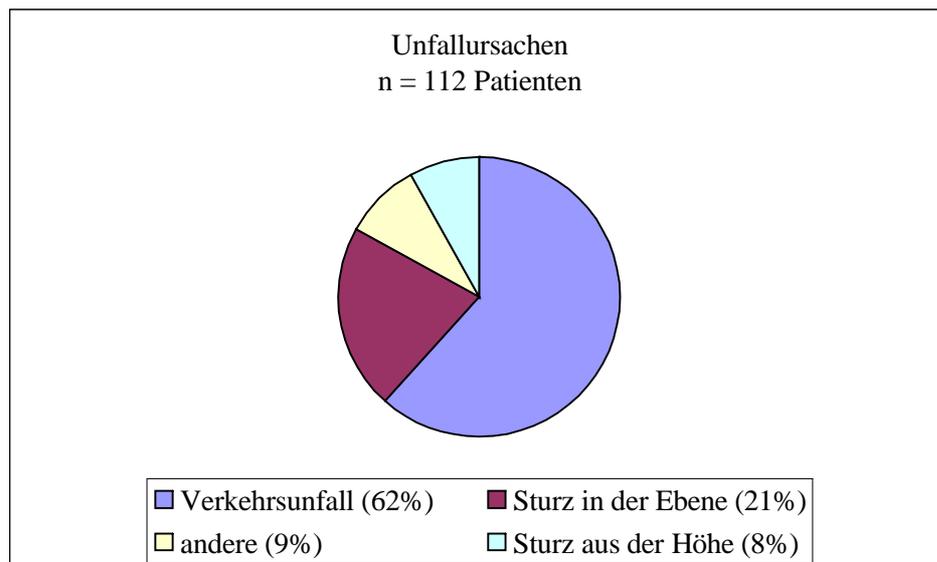


Abb. 3 Unfallursachen und prozentuale Verteilung nach Gruppen

Tabelle III zeigt eine Zusammenstellung der häufigsten Unfallursachen unter Angabe von Geschlecht und Einteilung in Altersgruppen.

Tabelle III Verteilung nach Unfallursachen, Alter und Geschlecht;
Gruppe I 1986-1992; Gruppe II 1996-1999; n = 112 Patienten

Unfallursache	Alter	< 30 Jahre		36-60 Jahre		> 60 Jahre		Σ
		♂	♀	♂	♀	♂	♀	
VKU	Gr. I	17	8	9	4		4	42
	Gr. II	8	3	9	2	1	4	27
Sturz Ebene	Gr. I			1	1		4	6
	Gr. II			4	2	3	9	18
Sturz Höhe	Gr. I	2			2			4
	Gr. II	1	2	2				5
Andere	Gr. I	2		1				3
	Gr. II			4		1	2	7

3.3.3 Frakturklassifikation

Die Aufschlüsselung in Frakturtypen ergab 23 suprakondyläre Frakturen (Typ A), 28 monokondyläre Frakturen (Typ B), 48 supra- und transkondyläre Femurfrakturen (Typ C) sowie sieben Osteoepiphyseolysen (4 x Aitken I und 3 x Aitken III); (s. Tab. IV).

Die Klassifizierung der offenen Frakturen erfolgte nach den Kriterien von Tscherné und Oestern 1982.

Tabelle IV Aufschlüsselung der Frakturtypen; n = 102 Patienten

Frakturtyp	geschlossen	offen			gesamt
		I.°	II.°	III.°	
A	20	-	3	-	23
B	19	-	6	3	28
C	23	3	22	-	48
Aitken I	4	-	-	-	4
Aitken III	1	-	1	1	3
Gesamt	67	3	32	4	106

Drei Patienten erlitten II° offene und fünf Patienten geschlossene Verletzungen mit Knorpel-Knochen-Läsionen der Femurkondylen. Ein weiterer offener Gelenkflächencrush war nach den verfügbaren Unterlagen nicht näher einzustufen.

3.3.4 Begleitverletzungen

Nur bei 31 Patienten (28%) stellte die supra-/transkondyläre Fraktur die einzige Verletzung dar. Die häufigsten Begleitverletzungen waren Frakturen der Extremitäten, die sich bei 63 Patienten fanden, sowie Schädel-Hirn-Traumata einschließlich Frakturen des Schädels, die in 31 Fällen vorkamen. Ein stumpfes Bauchtrauma und Thoraxtrauma mit Rippenserienfrakturen, waren bei sieben bzw. 15 Patienten vertreten. In 59 Fällen (53 %) bestanden zusätzliche Frakturen/Verletzungen der ipsilateralen Extremität (absolute Zahlen bei 59 Patienten) :

Schenkelhalsfraktur	7
Petrochantere OS-Fraktur	3
OS-Schaftfraktur	12
Kniegelenkbinnenschäden	14
Patellafraktur	13
Tibiakopffraktur	13
US-Schaftfraktur	9
isolierte Fibulafraktur	2
Malleolarfraktur	2

Fraktur der Fußwurzelknochen	11
Fraktur der Metatarsalknochen	6
Schwere Weichteilverletzungen	6
Läsion der A. und V. Poplitea	1
Läsion des N. Peroneus	1
Compartmentsyndrom	2
Pilonfraktur	2
	<hr/>
Σ	104

Bei 58 Patienten (52 %) waren zusätzlich folgende Verletzungen des Gesamtorganismus festzustellen (absolute Zahlen):

SHT I./II./III.°	22
Schädelfrakturen (inkl. Gesichtsschädel)	19
Frakturen der oberen Extremitäten	34
Frakturen der kontralateralen unteren Extremität	30
Thoraxwandkontusion/Rippenfrakturen	17
stumpfes Bauchtrauma	7
Nierenkontusion	2
Beckenfraktur	8
BWK/LWK-Fraktur	4
schwere Weichteilverletzungen	2
Nervenverletzungen	3
Gefäßverletzungen	1
Hodentorsion	1
Aspiration	1
	<hr/>
Σ	151

Nach der Polytraumadefinition wurden 42 Patienten (37,5 %) als polytraumatisiert eingeschätzt. Die nach dem Hannoveraner Polytraumaschlüssel (PTS) errechnete mittlere Punktzahl betrug 34 Punkte (18 - 65 Punkte).

3.3.5 Therapie

Die primäre Versorgung wurde bei 48 Patienten in einem anderen Krankenhaus durchgeführt. Die Verlegung erfolgte noch am selben Tag bei 21 Patienten, zwischen zweitem und fünftem Tag bei 14 Patienten, zwischen sechstem und zehntem Tag bei sieben Patienten und nach dem zehnten Tag bei sechs Patienten (Maximum 23 Tage).

- konservative Therapie

Eine konservative Behandlung fand bei fünf Patienten statt. Bei drei von ihnen wurde eine Gipsruhigstellung durchgeführt. Es handelte sich um eine Fissur am distalen Femur, bzw. zwei nicht dislozierte monokondyläre Frakturen bei betagten Patientinnen mit ausgeprägter Osteoporose. Eine weitere Patientin wurde extendiert wegen gleichzeitiger transkondylärer und pertrochantärer Femurfraktur bei fortgeschrittener Osteoporose. Bei dem fünften Patienten lagen neben multiplen anderen Frakturen und Weichteilverletzungen auch Läsionen der A. und V. poplitea mit Abrissfraktur vom medialen Epicondylus vor. Wegen der Prioritäten der operativen Gefäßversorgung wurde dieser Bruch konservativ weiterbehandelt.

- operative Therapie

Eine Operation wurde bei 107 Patienten durchgeführt. Bei 98 fand eine osteosynthetische Versorgung statt.

Osteosynthetische Verfahren (absolute Zahlen inklusive Verfahrenswechsel und Korrekturingriffe)

Zeitraum	1986-1992	1996-1999
Schraubenosteosynthese	13	15
Kondylenabstützplatte	11	23
Winkelplatte (davon 5 mit zusätzlicher Verschraubung)	10	6
DCS	-	8
T-Platte (davon 2 mit zusätzlichen Schrauben und gelenküberbrückendem Fixateur externe)	5	2
DCP/LC DCP	6	4
Verriegelungsnagelung	1	3
Kirschner-Drahtspickung (davon 1 mit zusätzlicher Schraubenosteosynthese)	3	-
Fixateur externe (davon 4 mit zusätzlicher Schraubenosteosynthese)	10	12
Fixierung mit autologen Knochenstäben	1	-

In sieben Fällen wurde ein osteochondrales Flake arthroskopisch entfernt. Bei zwei Patienten wurde bei gleichzeitiger Patellafraktur im Zuge der Versorgung eine Knorpeltoilette offen durchgeführt.

Als primär definitiv konnte die Osteosynthese bei 66 Patienten bezeichnet werden. 31 Patienten wurden frühsekundär nach Erstversorgung mit Fixateur externe stabilisiert oder mussten wegen eines Verfahrenswechsels oder Komplikationen erneut operiert werden.

Von den 26 operativ versorgten monokondylären Frakturen (Typ B) wurden 20 verschraubt. Dabei wurde einmal eine zusätzliche Antigleitplatte benutzt. Bei drei weiteren Frakturen erfolgte wegen gleichzeitiger Tibiakopffraktur mit Kniebinnenschaden die Anlage eines gelenküberbrückenden Fixateur externe. Die Stabilisierung wurde bei einem Patienten mittels Kirschner-Drähten im Sinne einer Minimalosteosynthese wegen drohender Infektion durchgeführt. Ein großes Flake wurde mit autologen Knochenstiften refixiert. Bei zwei Frakturen mit Knochenverlust ließ sich einmal der Femurkondylus mit Beckenkammspan aufbauen, im zweiten Fall wurde das Kniegelenk primär arthrodesiert.

Zwei Frakturen vom Typ Aitken I wurden mit einer T-Platte und eine weitere mittels Kirschner-Drähten stabilisiert. Eine Minimalosteosynthese mit Kirschner-Drähten und zusätzlichen Schrauben wurde bei einer III.° offenen Aitken III Fraktur durchgeführt. Postoperativ wurde das Bein im Gipsverband ruhiggestellt. Eine II.° offene Aitken III Fraktur wurde mit einer Kondylenabstützplatte versorgt. Bei einem Patienten mit beidseitiger Fraktur (Aitken I und III) sind die abgescherten Kondylen ohne Kreuzung der Epiphysenfugen verschraubt worden.

Die suprakondylären Frakturen (Typ A) wurden in fünf Fällen mit 95°-Winkelplatten, in acht Fällen mit Kondylenabstützplatten, in drei Fällen mit DCS und in einem Fall mit LC DCP versorgt. In drei Fällen erfolgte die Therapie ausschließlich mit dem Fixateur externe, einmal bei Zustand nach älterer noch nicht verheilter Tibiatrümmerfraktur, welche ebenfalls mit Fixateur stabilisiert war, einmal bei II.° offener A 2 Fraktur mit ausgedehntem Weichteilschaden und einmal bei einer Mehretagenfraktur. Eine Verriegelungsnagelung kam bei drei Patienten zur Anwendung.

Im gesamten Patientenkollektiv waren die supra- und diakondylären Femurfrakturen (Typ C) am häufigsten vertreten. Eine Verplattung wurde bei 34 Patienten durchgeführt. Die Frakturkonsolidierung wurde mit dem Fixateur externe in fünf Fällen erreicht. In vier davon erfolgte die primäre Anlage gelenküberbrückend. Bei drei Patienten ist das Kondylenmassiv mit zusätzlichen Schrauben stabilisiert worden.

Werden beide Patientenkollektive getrennt betrachtet so sind Änderungen des Therapievorgehens bei den Frakturen vom Typ A und C festzustellen. Die definitive Versorgung mit dem Fixateur externe wurde aufgegeben. Die 95°-Winkelplatte wurde in dem späteren Nachuntersuchungsabschnitt seltener eingesetzt, dafür wurden die DCS und die

Kondylenabstützplatte öfters implantiert.

Eine Zusammenstellung der angewendeten Osteosynthesentechniken in Abhängigkeit vom Frakturtyp zeigt die folgende Tabelle.

Tab. V Osteosyntheseverfahren in Abhängigkeit von dem Frakturtyp
Gruppe I 1986-1992; Gruppe II 1996-1999; n = 98 Patienten

Osteosyntheseverfahren /	Frakturtypen							
	A		B		C		Aitken	
							I	III
	Gr.I	Gr.II	Gr.I	Gr.II	Gr.I	Gr.II	Gr.I	Gr.I Gr.II
Kondylenabstützplatte	1	7			7	15		1
95°-Winkelplatte	3	2			3	2		
T-Platte			1		1	1	2	
DCS		3			1	4		
LCDCP		1						
Minimalosteosynthese mit T-Platte und Fixateur externe					2			
Fixateur externe	1	2			5			
Fixateur externe und Schrauben			1		2	1		
Schrauben			10	8	2		1	1
Schrauben und Antgleitplatte			1					
Kirschner-Drähte und Schrauben								1
Kirschner Drähte			1				1	
Verriegelungsnagelung/UFN	1	2			1			
autologe Knochenstifte			1					
Beckenkammspan und Schrauben				1				

Bei vier Patienten erfolgte ein Verfahrenswechsel. In drei Fällen war dieser notwendig nach Minimalosteosynthese und Fixateur externe bei II.° offenen C2 und C3-Frakturen. Im vierten Fall

handelte es sich um einen polytraumatisierten Patienten, bei dem nach primärer Fixateur-Behandlung eine sekundäre Versorgung mit Winkelplatte vorgenommen wurde.

Eine Korrekturosteotomie war bei zehn Patienten erforderlich. In drei Fällen lag eine Valgusfehlstellung, in vier eine Varisierung und in weiteren drei eine Rotationsfehlstellung vor. Zusätzlich wurden dabei eine Antekurvation und zwei Verkürzungen behoben. Die Varusfehlstellung war immer als sekundär eingetretene Achsenabweichung bei fehlender oder gestörter medialer Abstützung nach Minimalosteosynthese mit der T-Platte (2 Fälle) bzw. Versorgung mit einer Kondylenabstützplatte und einer Winkelplatte (2 Fälle) anzusehen. Zu einer sekundären Valgusfehlstellung kam es im Rahmen der Behandlung mit dem Fixateur externe bei zwei Patienten. In einem weiteren Fall war die Valgisierung bereits in den postoperativen Röntgenaufnahmen feststellbar. Die Rotationsfehlstellungen traten primär bei der Versorgung mit dem UFN, der Kondylenabstützplatte und dem Fixateur externe in je einem Fall ein.

Wegen Einschränkungen der Kniebeweglichkeit wurden im Verlauf bei 13 Patienten 14 Arthromyolysen durchgeführt. Sieben Mobilisationen in Narkose fanden bei sechs weiteren Patienten statt.

Fünf Infektionen im Bereich der Schanz-Schrauben führten bei drei Patienten zur Fixateur-Entfernung und Anlage eines Gipses. In zwei Fällen wurden die Schanz-Schrauben umgesetzt. Tiefe Infektionen mit Sequester- und Fistelbildung wurden bei zwei Patienten mit erstgradig offenen C2-Frakturen beobachtet. In beiden Fällen zogen diese Komplikationen weitere Eingriffe nach sich. Zu erwähnen ist weiter eine Kniegelenkinfektion bei einem Patienten mit geschlossener C1-Fraktur, die nach primärer Extension an der Tuberositas tibiae mit einer Winkelplatte versorgt worden war, sowie eine Kniegelenksinfektion nach arthroskopisch gestützter perkutaner Verschraubung einer monokondylären Fraktur. Zu einer weiteren Infektion kam es nach zweimaliger Schraubenreosteosynthese wegen verzögerter Knochenheilung einer C1-Fraktur mit Materiallockerung bei erheblicher Osteoporose.

Fünf Patienten erfuhren mehrmalige Punktionen bei rezidivierenden Kniegelenkergüssen. Ein großes Hämatom im Wundbereich musste revidiert und ausgeräumt werden. Bei einer Patientin kam es am 12. postoperativen Tag zu einer Poplitealvenenthrombose. In einem anderen Fall brach die Kondylenabstützplatte aufgrund aseptischer Knochennekrosenbildung zwei Jahre nach dem Unfall. Die Reosteosynthese erfolgte mit einer DCS.

An Komplikationen ist zuletzt zu nennen eine Pseudarthrosenbildung nach II.° offener C2-Fraktur im Rahmen eines Polytraumas. Nach kompliziertem Verlauf mit zweifacher Reosteosynthese war die Patientin bei der Nachuntersuchung nicht bereit, sich einem erneuten Eingriff zu unterziehen.

4 Nachuntersuchung und Ergebnisse

Es wurden insgesamt 54 Patienten nachuntersucht. 26 davon (48%) wurden in dem Zeitraum 1986-92 versorgt. Von 112 behandelten Patienten waren zur Zeit der Nachuntersuchung sechs bereits verstorben, davon ein Patient infolge der Unfallverletzungen; 18 waren unbekannt verzogen; fünf konnten auf Grund des schlechten Allgemeinzustandes (hohes Alter) nicht kommen. In drei anderen Fällen war eine Nachuntersuchung aus verschiedenen Gründen nicht möglich oder nicht sinnvoll (Z.n. OS-Amputation, Z.n. Kniearthrodese bzw. weit entfernter Wohnort). Ein Patient entzog sich den vorgesehenen postoperativen Maßnahmen und war zum Nachuntersuchungszeitpunkt nicht bereit zu kooperieren. Die restlichen 25 Patienten haben sich nach zweimaliger Einladung aus unbekanntem Gründen nicht zu den vorgeschlagenen Nachuntersuchungsterminen gemeldet.

In der Gruppe der Nachuntersuchten waren 22 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 49 Jahren (13 - 84 Jahre) zum Zeitpunkt des Unfalls, die 32 Männer hatten ein Durchschnittsalter von 37 Jahren (13 - 76 Jahre). Als Unfallursache sind in 40 Fällen Verkehrsunfälle (davon 19 Motorradunfälle), in neun Fällen Sturz in der Ebene, in vier Fällen ein Höhensturz und eine stumpfe Gewalteinwirkung zu nennen. 23 Patienten waren polytraumatisiert.

Die Nachuntersuchung erfolgte im Durchschnitt 46 Monate nach dem Unfall. [Minimum 14 Monate, Maximum neun Jahre (= 108 Monate)]

Nachuntersucht wurden neun Patienten mit Fraktur vom Typ A, 14 Patienten vom Typ B, 26 Patienten vom Typ C und zwei der Patienten mit Osteoepiphyseolyse (Aitken I und Aitken III). Drei Patienten hatten doppelseitige Frakturen . (s. Abb. 4)

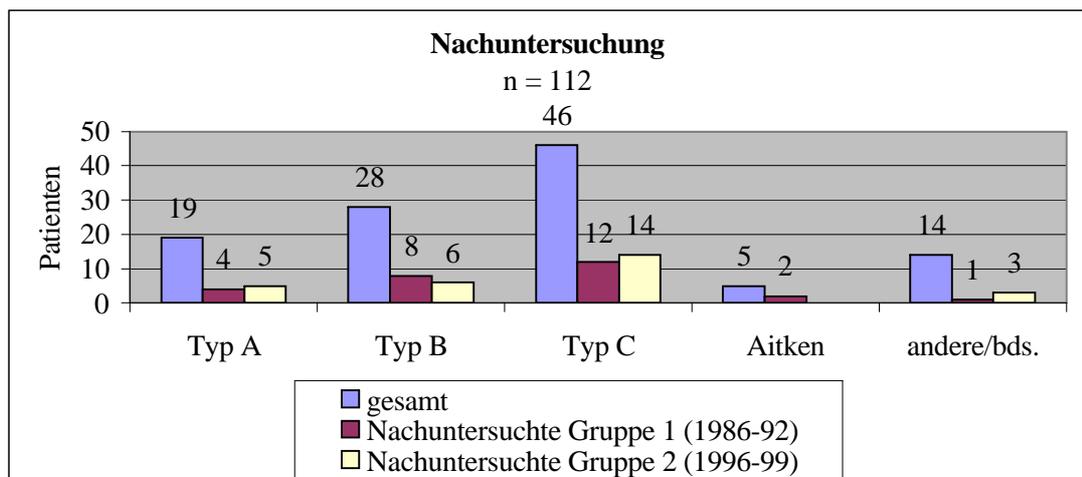


Abb. 4 Nachuntersuchte Patienten frakturtypbezogen in beiden Patientenkollektiven

4.1 Klinische Nachuntersuchung

Auf die Frage nach **Schmerzen** gaben nur acht Patienten (15 %) eine völlige Schmerzfreiheit an. Gelegentliche Beschwerden auch im Zusammenhang mit Wetterumschwung haben 19 Patienten (35 %) angegeben. Schmerzen bei Überlastung der betroffenen Extremität waren bei 21 Patienten (39 %) vorzufinden. Über andauernde oder nächtliche Schmerzen klagten sechs Patienten (11 %). (s. Abb. 5)

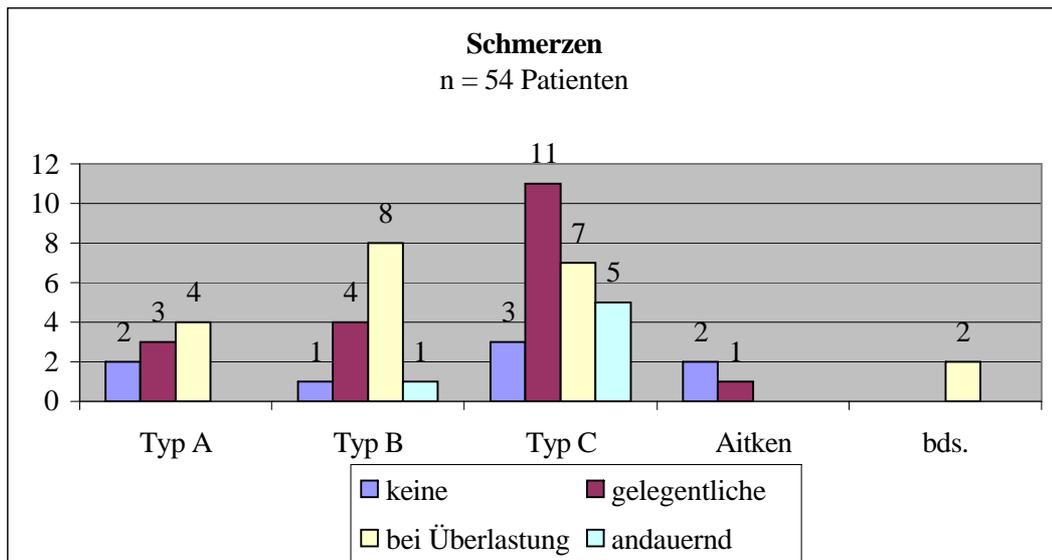


Abb. 5 Schmerzangaben frakturtypbezogen

27 der 54 Patienten hatten ein unauffälliges **Gangbild**, zwölf weitere Patienten gaben ein leichtes Hinken bzw. Hinken nach Ermüdung der betroffenen Extremität an. Sieben Patienten hatten einen deutlich hinkenden Gang. Sechs Patienten waren auf die Benutzung eines Stockes oder zweier Krücken angewiesen. Bei einer Patientin kam es nach komplikationsreichem Verlauf zur Pseudarthrosebildung am distalen Femur. Wegen zusätzlichen Instabilitätsgefühls und Schmerzen im kontralateralen Kniegelenk nach Patellektomie und exzessiver Gewichtszunahme war diese auf einen Rollstuhl angewiesen. Eine weitere 84 jährige, übergewichtige Patientin konnte sich bei Laufunsicherheit nach längerer Entlastung nur mit zwei Stützen und über größere Strecken mit einem Rollstuhl fortbewegen. (s. Abb. 6)

Auf die Frage nach der möglichen schmerzfreien **Laufstrecke** gaben 15 Patienten keinerlei Einschränkungen an. 19 Patienten hatten Schmerzen nach einer Gehstrecke von 1000 - 5000 m. Bei 17 Patienten traten diese bereits nach 100 - 1000 m auf und bei drei Patienten war das

Laufen ständig mit Schmerzen verbunden. (s. Abb. 7)

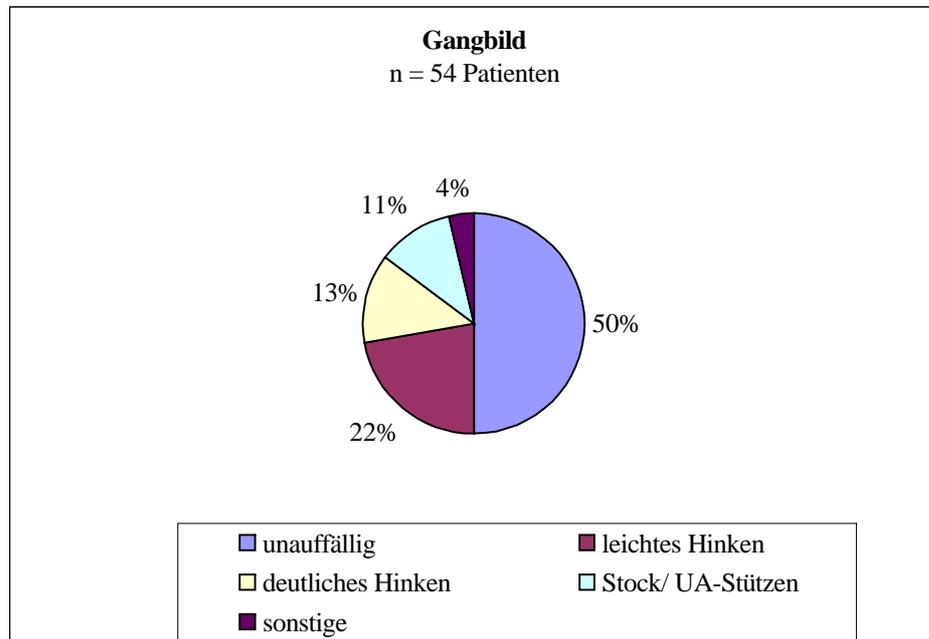


Abb. 6 Gangbild

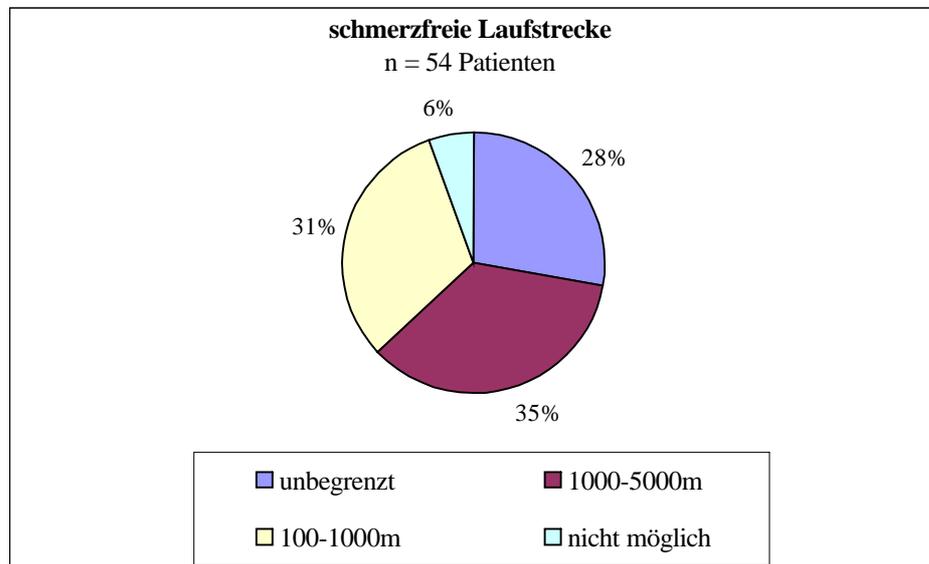


Abb. 7 schmerzfremie Laufstrecke

Die **Beinlänge** wurde direkt im Liegen von Spina iliaca anterior superior zum Malleolus medialis, bei sehr adipösen Patienten von der Spitze des Trochanter major bis zum lateralen Malleolus gemessen. Eine zusätzliche indirekte Messung erfolgte beim stehenden Patienten durch Unterlegen

von Brettchen definierter Dicke unter das verkürzte Bein bis zum Ausgleich des vorhandenen Beckenschiefstandes. Das klinische Ergebnis konnte bei der überwiegenden Zahl der Patienten mit der anhand von Orthoradiogramm gemessenen Beinlänge ebenfalls überprüft werden. Bei 28 Patienten wurde keine Längendifferenz festgestellt. Zwölf Patienten hatten eine Beinlängendifferenz von 1 cm und neun Patienten von 2 cm. In sechs Fällen lag ein Längenunterschied von mehr als 2 cm vor. Dieser war durch ipsilaterale Ober- und/oder Unterschenkelfrakturen in fünf Fällen mit bedingt. (s. Abb. 8)

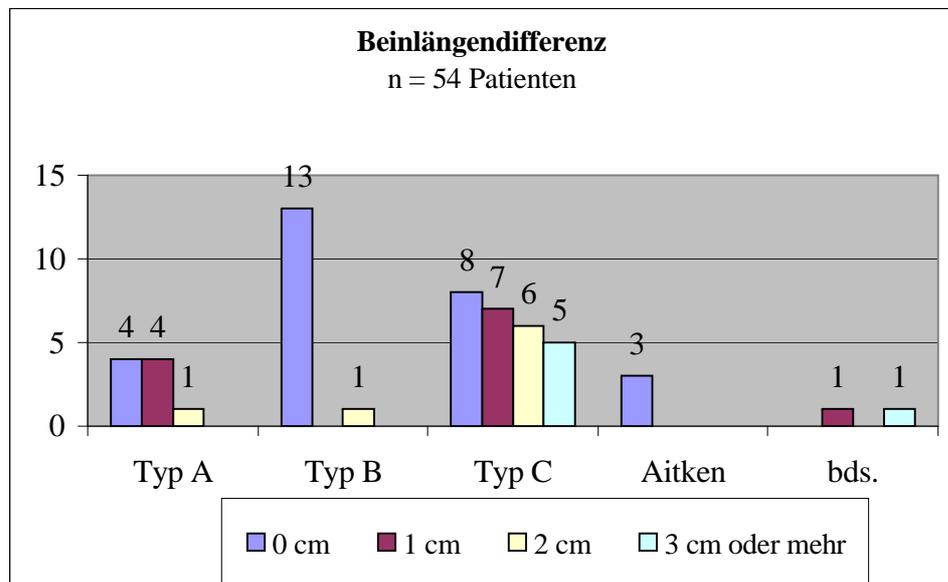


Abb. 8 Beinlängendifferenz

Bezogen auf den Frakturtyp ergab sich keine wesentliche Einschränkung in der **Kniebeweglichkeit** bei den A-Frakturen. Eine III.° offene Aitken III Fraktur führte zu einem Streckdefizit von 10°. Bei den B- und C-Frakturen waren Funktionseinschränkungen verschiedenen Grades feststellbar. Nur zwei der nachuntersuchten Patienten mit C-Fraktur hatten seitengleich einen freien Bewegungsumfang in den Kniegelenken. Die eingetretenen Bewegungseinschränkungen spiegeln sich in folgender Tabelle wider:

Tab. VI Bewegungseinschränkungen zur Nachuntersuchung frakturtypbezogen
Gruppe I 1986-1992; Gruppe II 1996-1999; n = 37 Patienten

Einschränkung	Frakturtyp							
	A		B		C		Aitken	
	Gr.I	Gr.II	Gr.I	Gr.II	Gr.I	Gr.II	Gr.I	Gr.II
Streckdefizit 10°						1	1	
Beugedefizit 10°		1	1		1	4		
20°		2	2	1	4	3		
30°		1		2		2		
40°					3			
70°			1					
90°						1		
komb. Streck- / Beugedefizit	A		B		C			
Gruppe I			-10°/-30°		-15°/-70°			
			-10°/-60°					
Gruppe II			-20°/-30°		-5°/-30°			
					-10°/-30°			

Bei zwölf Patienten (22 %) fanden sich **Kniegelenkbandinstabilitäten**, wobei siebenmal nur eine laterale Aufklappbarkeit, einmal eine mediale Aufklappbarkeit bei vorausgegangener B2 Fraktur und viermal eine komplexe Instabilität (eine anteromediale, drei kombinierte) bestanden. Den Unfallhergang und das Frakturmuster berücksichtigend sind die komplexen Instabilitäten unfallbedingt eingetreten. Primäre Bandrekonstruktionen wurden laut den Unterlagen nicht vorgenommen. Trotz operativer Intervention lag zum Nachuntersuchungszeitpunkt bei einer Patientin eine anteromediale Instabilität (Z.n. Refixation der ausgerissenen Eminentia) und bei einer

anderen Verunfallten eine laterale Aufklappbarkeit (Z.n. Rekonstruktion des komplett zerstörten lateralen Bandapparates) vor. In einem anderen Fall durchtrennte der Operateur zur besseren Frakturdarstellung temporär den lateralen Seitenbandapparat (C2-Fraktur) - hier verblieb nach Frakturheilung eine laterale Aufklappbarkeit.

Nur bei einem Patienten war die laterale Aufklappbarkeit vorbestehend (Z.n. lateraler Tibiakopffraktur). Ob es einen Zusammenhang zwischen der Osteosyntheseart und der vorhandenen lateralen Instabilität in drei Fällen und der Insuffizienz beider Kollaterabänder in einem Fall besteht, ist nicht sicher zu beurteilen. Bei einer Patientin konnte die Bänderfestigkeit nicht nachuntersucht werden.

Die Einschätzung einer eventuellen **Muskelatrophie** durch vergleichende Messung des Oberschenkelumfanges 10 cm und 20 cm oberhalb des medialen Kniegelenkspaltes ergab geringgradige Differenzen bei 14 Patienten. In 15 Fällen war ein Umfangsunterschied von 2 cm und in fünf Fällen von 3 cm messbar. Bei drei Patienten bestand ein deutlicher Unterschied von über 3 cm. Ursache dafür war einmal ein großer unfallbedingter Oberschenkelweichteildefekt, im zweiten Fall eine Pseudarthrosebildung im Frakturgebiet und zuletzt eine Dauerschmerzsymptomatik mit Inaktivitätsatrophie nach Mehretagenverletzung der unteren Extremität.

Nach Wiedererlangen der **Arbeitsfähigkeit** konnten 26 der berufstätigen Patienten (58 %) ihre frühere Tätigkeit fortsetzen. Neun davon gaben an, leichte Behinderungen bei der Arbeit zu haben. Elf Patienten (24 %) mussten eine Berufsänderung vornehmen. Bei vier Patienten (9 %) kam nur eine leichte Tätigkeit in Frage, vier weitere wurden durch die Unfallfolgen erwerbsunfähig. Sieben von den neun nachuntersuchten Rentnern erreichten ihren früheren Mobilitätsgrad mit kleinen Einschränkungen, einer war auf eine Stütze und ein anderer auf zwei Stützen bzw. Rollstuhl angewiesen.

4.2 Radiologische Nachuntersuchung

Im Röntgenbild ließ sich bis auf eine Pseudarthrose stets ein knöcherner Durchbau der Fraktur beweisen. Die Gelenkfläche zeigte fünfmal eine Stufe außerhalb und einmal eine geringe Stufe mit Frakturspaltpersistenz in der Hauptbelastungszone. Bei zwei weiteren Patienten waren Gelenkflächenunregelmäßigkeiten nach Substanzdefekt im weniger belasteten Gelenkanteil nachweisbar.

In insgesamt 22 Fällen, davon drei mit vorbestehenden arthrotischen Veränderungen, ließen sich Anzeichen für eine Arthrose bzw. Arthrosezunahme nachweisen. Acht Patienten hatten das Bild einer retropatellaren Arthrose, diese war bei zwei Patienten als beginnend einzustufen. Bei den sechs Patienten mit Verschleißerscheinungen im femorotibialen Gelenk war die Gelenkveränderung in

drei Fällen im Anfangsstadium. Eine Pangenarthrose lag bei drei Patienten vor. Als Ursache der arthrotischen Veränderungen war in vier Fällen eindeutig eine begleitende Tibiakopffraktur anzusehen.

Ein Achsenfehler lag bei 21 Patienten (39 %) vor. Auffallend häufig fand sich eine Varisierung im Frakturbereich. Diese ging in zwei Fällen mit einer Antekurvation (5° bzw. 10°) und einmal mit einer Rekurvation (3°) einher. Gestaffelt nach Frakturtyp und Achsenfehler ergab sich das folgende Bild:

Tab. VII Achsenfehler bei der Nachuntersuchung frakturtypbezogen
Gruppe I 1986-1992; Gruppe II 1996-1999; n = 21 Patienten

Achsenfehler	Frakturtyp							
	A		B		C		Aitken	
	Gr.I	Gr.II	Gr.I	Gr.II	Gr.I	Gr.II	Gr.I	Gr.II
varus 3° - 4°						1	1	
5° - 7°	2				1	1		
8° - 10°					2	1		
valgus 3° - 4°					1			
5° - 7°		1	2		2			
Außenrotation								
10°						1		
30°						1		
komplexe Fehler	Frakturtyp					A	B	C
Gruppe I								
varus 5° und Antekurvation 10°							1	
varus 6° und Rekurvation 3°						1		
valgus 3° und Antekurvation 5°						1		

Gruppe II			
varus 5° und Außenrotation 20°			1
valgus 3° und Außenrotation 10°	1		

4.3 Zusammenfassende Beurteilung

Die Ergebnisse sind in Anlehnung an den Score nach Neer zusammengefasst. Die funktionelle Einschätzung der Arbeitsfähigkeit erfolgte abstrakt auch bei Rentnern in bezug auf ihr früheres Mobilitätsvermögen vor dem Unfall.

Bei 43 Patienten (79,6 %) wurden gute und befriedigende, in sechs Fällen (11,1 %) mäßige und in fünf Fällen (9,3 %) schlechte Ergebnisse ermittelt. Die letzteren fanden sich fast ausschließlich bei Typ-C-Frakturen. (siehe Tabelle VIII)

Tab. VIII Ergebnisse frakturtypbezogen

Gruppe I 1986-1992; Gruppe II 1996-1999; n = 54 Patienten

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	Aitken I/III	Gesamt
hervorragend											
Gruppe I	1	1	-	1	-	1	-	-	-	2	6
Gruppe II	-	-	1	-	2	-	1	1	1	-	6
befriedigend											
Gruppe I	1	1	-	3	-	1	-	6	3	-	15
Gruppe II	-	3	1	-	2	1	3	5	-	1	16
Mäßig											
Gruppe I	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	3
Gruppe II	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	3
schlecht											
Gruppe I	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
Gruppe II	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	3

5 Diskussion

Die Auswertung der Therapieverläufe und -ergebnisse wurde durch gelegentliche Datenunvollständigkeit, hauptsächlich aber durch nicht erfolgte Nachuntersuchung, bei einem Teil der Patienten erschwert.

5.1 Fallzahlen

112 Patienten wurden in zwei zeitlich auseinander liegenden Behandlungsabschnitten von sieben und vier Jahren therapiert und retrospektiv ausgewertet. 54 (48 %) davon konnten nachuntersucht werden. Die Zahl aller Patienten liegt höher im Vergleich zu den durchschnittlichen Kollektiven in den Literaturangaben [40, 86, 99] mit Fallzahlen zwischen 30 und 49 Fällen. Andere Autoren [11, 14, 22, 101, 105] berichten über etwa gleich große Patientenkollektive (112 bis 199 Fälle). Bei Chiron, Tscherne und Wenzl handelt es sich allerdings um multizentrische Studien [14, 101, 105]. Die Fallzahlen pro Jahr zeigen ebenfalls eine große Streubreite (im Durchschnitt 10,7 - 45,7 Fälle pro Jahr). In der vorliegenden Arbeit lag diese Zahl mit durchschnittlich 10,8 Fällen pro Jahr im unteren Grenzbereich. Die dargestellten Angaben beziehen sich auf Studien, in denen nahezu alle supra-, trans- und diakondylären Frakturen während eines definierten Zeitabschnittes ausgewertet wurden.

Auch der Anteil der nachuntersuchten Fälle (48 %) liegt niedriger im Vergleich zu anderen Arbeiten [11, 41] mit 77 % bzw. 63 %. Ein großer Teil (16,1 %) der nicht zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten war unbekannt verzogen. Hier spielen die großen gesellschaftlichen Veränderungen nach der Wiedervereinigung Deutschlands eine wesentliche Rolle.

5.2 Alters- und Geschlechtsverteilung

Die Altersstruktur der Verunfallten zeigte ein Maximum in der Gruppe der 13 bis 40jährigen. Diese stellten 50,9 % aller Patienten dar. Das Durchschnittsalter betrug 43,4 Jahre und war vergleichbar mit der angegebenen Zahl von Yang (43,9 Jahre) [110].

Geschlechtsbezogen lag das Durchschnittsalter der Frauen deutlich höher als das der Männer. Diese Tendenz spiegelt sich im größten Teil der publizierten Arbeiten wider. Verlangsamtes Reaktionsvermögen im Alter und frakturbegünstigende Osteoporose bei älteren Frauen einerseits, sowie die große Zahl der als Motorrad- und Autofahrer verunfallten jungen Männer andererseits sind als Hauptursachen dafür zu nennen.

Die Geschlechtsverteilung war identisch mit der in der Sammelstudie von Chiron [14]. Andere Autoren berichten über einen Männeranteil von etwa 80 % [11, 99]. In den meisten Studien ist ein Überwiegen der Männer gegenüber den Frauen feststellbar. Eine Erklärung für diese Häufung ist möglicherweise in der Tatsache zu sehen, dass die Traumen infolge Auto- und Motorradunfällen die höchste Morbidität bei den Femurfrakturen verursachen und die Verunfallten überwiegend junge Männer bis 30 Jahre sind [97].

5.3 Seitenlokalisation

Mit 53 % war die rechte Seite etwas häufiger betroffen als die linke. In der Literatur werden solche Vergleiche selten angestellt. Ein Überwiegen der Frakturen rechts wurde allerdings auch in den Arbeiten von Pritchett (55 %), Bühren (62 %) und Martinek (66 %) festgestellt [11, 53, 73]. Eine Erklärung dieser Tatsache anhand des vorliegenden Patientengutes ist nicht möglich.

Das Vorkommen von bilateralen Frakturen am distalen Femur ist in den meisten Arbeiten zu finden und beträgt bis zu 11,8 % [99]. In dieser Studie hatten vier Patienten (3,6 %) beidseitige Frakturen.

5.4 Unfallursachen

Die Unfallursache war bei 62 % der Patienten ein Verkehrsunfall. Dabei handelte es sich in knapp der Hälfte der Fälle um einen Motorrad- oder Mopedunfall. 43,5 % dieser Unfälle im ersten Untersuchungsabschnitt (10 von gesamt 23 Fällen) ereigneten sich 1990. Vergleichend hoch war anteilmäßig die Zahl der Autounfälle im selben Jahr mit 40 % (4 von gesamt 10 Autounfällen). Die Ursachen für diese Häufung hängt offensichtlich mit der sich ergebenden Verfügbarkeit von PS-starken Kraftfahrzeugen nach der Wiedervereinigung Deutschlands zusammen.

1976 berichtete Diezemann über einen Rückgang der Zweiradunfälle um die Hälfte im eigenen Patientengut (1967-1973) im Vergleich zu den vorangegangenen sieben Jahren (1959-1966) [18]. Als Ursache bezeichnete er den rückläufigen Einsatz dieser Fahrzeugtypen zugunsten der Personenkraftwagen. Interessant in diesem Zusammenhang ist eine ähnlich rückläufige Tendenz der Motorrad- und Mopedunfälle um die Hälfte jedoch ohne Zunahme der PKW-Unfälle im zweiten Untersuchungszeitraum der vorliegenden Auswertung, wo der Sturz in der Ebene als Unfallursache häufiger vorkam.

In der Gesamtauswertung haben sich 21 % der Patienten die Fraktur durch einen Sturz zugezogen. Es handelte sich in 2/3 der Fälle um ältere Frauen (13 Patientinnen) und Männer (vier Patienten). Aufgrund der geringen Zahl der Nachuntersuchten und der oftmals unvollständigen Datenlage hinsichtlich vorausgegangener Verletzungen ist hier eine erhöhte Unfallinzidenz nach überstandener

ipsilateraler proximaler Femurfraktur, wie bei Galle und Passl [25], wo über die Hälfte der Patienten mit indirektem Trauma (Sturz) einen vorausgegangenen Oberschenkelbruch, schwere Coxarthrose oder Hüftgelenksarthrodese hatten, nicht zu belegen.

5.5 Begleitverletzungen

Die hohe Zahl der Verkehrsunfälle spiegelte sich in der Häufigkeit der Begleitverletzungen wider. Nur bei 28 % der Patienten war die distale Femurfraktur die alleinige Verletzung. Somit ist die Inzidenz der Begleitverletzungen sehr hoch, auch im Vergleich zu anderen Patientenkollektiven [26, 42, 56, 73, 83, 88, 91, 94, 110, 113].

Die Zahl der Polytraumatisierten war hoch, lag jedoch in der von anderen Autoren beschriebenen Größenordnung [11, 17, 100, 110]. Frakturen und schwere Verletzungen der ipsilateralen Extremität fanden sich im gesamten Patientenkollektiv bei 59 Patienten (53 %). Diese haben die Therapiewahl und/oder den Therapieverlauf bei 25 Patienten wesentlich mitbestimmt. Neben den rein knöchernen Verletzungen sind Knorpel- und Kapsel-Bandläsionen des Kniegelenks häufige Begleitverletzungen [60].

5.6 Frakturklassifikationen und Bewertungsschemata

Die Klassifizierung der Frakturen ist von großer Bedeutung bei der Abschätzung der Verletzungsschwere, der Festlegung einer Behandlungsstrategie sowie dem Treffen von Aussagen hinsichtlich der Prognose der Verletzung. Das Vorhandensein einer Vielzahl von Klassifikationen [61, 64, 83, 88, 89, 94] mit unterschiedlichen Schwerpunkten und die Existenz nicht weniger Therapiebewertungsschemata [1, 34, 64, 32, 83, 89, 94] führen zu erheblichen Schwierigkeiten beim Vergleich verschiedener Patientenkollektive und Behandlungsmethoden.

Differenzen treten bereits bei der Definierung der Grenzen der suprakondylären Region auf. Diese umfasst die distalen 15 cm [56, 83], das distale Femurdrittel [14], die distalen 9 cm [73, 88] oder die distalen 7,5 cm [64]. Beschrieben sind auch weitere Modifikationen [109].

Die 1990 von Müller und Mitarbeiter veröffentlichte Klassifikation, die von der AO übernommen wurde, setzte sich zunehmend weltweit durch, so dass in neueren Publikationen diesbezüglich eine Vergleichbarkeit möglich ist [61].

Die suprakondyläre Zone ist hier als jener distale Femurabschnitt definiert, der mit der maximalen Kondylenbreite vergleichbar ist. Verglichen mit den bereits aufgeführten Zahlen entspricht diese Länge am ehesten den von Neer angegebenen 7,5 cm [64].

Die pragmatische Fraktуреinteilung trägt sowohl dem Frakturverlauf als auch der Frakturschwere

Rechnung. Die umfangreiche Subtypisierung erleichtert die Zuordnung auch komplizierter Frakturmuster.

Das Benutzen verschiedener Therapiebewertungsschemata bei den supra- und transkondylären Femurfrakturen führt zu unterschiedlicher Wichtung der Ergebnisse [47, 111]. Das Schema von Schatzker und Lambert führt zur Unterbewertung bei geringen Fehlstellungen im Röntgenbild, obwohl klinisch ein hervorragendes oder gutes Ergebnis vorliegen könnte. Nach den streng definierten Kriterien des Kniebewertungsbogens werden die Ergebnisse ebenfalls tiefer eingestuft als im Vergleich zum Neer-Score. Bei Pritchett wird die Kniebeweglichkeit wenig bepunktet, wodurch sehr gute Ergebnisse auch bei nicht ganz befriedigendem klinischen Resultat erreicht werden. Obwohl mit Tendenz zur gewissen Überbewertung der Endergebnisse wird das Bewertungsschema von Neer als geeignetstes für die Abschätzung des Ausheilungszustandes nach distalen Femurfrakturen gesehen [91, 111]. Die breite Akzeptanz macht einen Vergleich der Therapieergebnisse möglich.

5.7 Therapie und Ergebnisse

Bei der Auswertung der durchgeführten Therapie war es im Rahmen des Literaturstudiums von Interesse, verschiedene Angaben bezüglich der Frakturversorgung wie Operationszeitpunkt, Implantatwahl, Behandlungsergebnisse und die eventuell aufgetretenen Komplikationen zu erfassen.

5.7.1 Operationszeitpunkt

In der Literatur wird oft als günstigster Zeitpunkt der Osteosynthese die primäre Stabilisierung innerhalb der 8-Stunden-Grenze angegeben. Olerud hat 1972 die sofortige Versorgung angesichts der später zunehmenden Schwellung und ungünstigeren OP-Ausgangsbedingungen empfohlen, um eine möglichst frühe Mobilisierung zu erreichen [70]. Martinek dagegen setzte sich 1978 für eine sekundäre Versorgung ein und sah die Indikation zur sofortigen Operation nur bei Gefäßverletzungen und offenen Frakturen [53]. Dabei wies er auf die durchschnittlichen Intervalle vom Unfall bis zur Operation von 4,4 bis 10,99 Tage in Patientenkollektiven [18, 100, 105], wo eine Primärversorgung angestrebt wurde, hin. Diezemann stellte 1975 fest, dass allein durch die mehrstündige Operationsdauer eine Versorgung innerhalb der 8-Stunden-Grenze oft nicht erfüllbar ist [18]. In seiner Arbeit 1990 beobachtete Yang eine Häufung der schlechten Ergebnisse bei Patienten mit Operation innerhalb der ersten Woche nach dem Unfall, jedoch ohne statistische Signifikanz [110].

In unserer Klinik wurden die Patienten in der Regel noch am Unfalltag versorgt. Eine frühsekundäre

definitive Stabilisierung wurde nahezu ausschließlich bei Verlegungspatienten oder bei den Patienten mit schweren Begleitverletzungen und labilem Allgemeinzustand, die eine sofortige Operation nicht zuließen, durchgeführt. Eine Beeinträchtigung des Endergebnisses in diesen Fällen konnte nicht festgestellt werden. In zwei Operationsberichten wurde jedoch vermerkt, dass infolge bindegewebiger Abbindung der Bruchstücke eine exakte anatomische Reposition nicht vollständig gelang. Somit ist es wichtig, dass bei Frakturen mit Gelenkbeteiligung die Kondylenrolle möglichst früh rekonstruiert wird.

Nur ein Polytraumatisierter starb einen Monat nach Sturz aus der Höhe in suizidaler Absicht. Nach dem pathologisch-anatomischen Sektionsbericht wurde ein Zusammenhang des Todeseintritts mit den erlittenen Verletzungen und den erfolgten Eingriffen nicht bestätigt.

5.7.2 Durchgeführte Therapie und Ergebnisse

Die Anwendung konservativer Methoden mit langdauernder Extensionsbehandlung und verschiedenen Gipstechniken ist bei stetiger Verbesserung des operativen Vorgehens und Entwicklung geeigneterer Implantate stark zurückgegangen, hat aber bei bestimmten Indikationen ihre relative Berechtigung [35].

Eine Extensionsbehandlung wurde bei uns nur bei einer Patientin mit nicht dislozierter transkondylärer und pertrochanterer Femurfraktur sowie hochgradiger Osteoporose durchgeführt. Trotz dreimonatiger Extension waren im Krankenblatt keine Vermerke über Komplikationen zu finden. Bei vier anderen Patienten reichte eine primäre Ruhigstellung der Fraktur im Gips aus. In den Unterlagen waren wiederum keine Hinweise auf Komplikationen zu finden. Leider war bei keinem das Bewegungsausmaß nach Abschluss der Behandlung dokumentiert. Nur einer der Patienten davon mit Infraktur des medialen Femurkondylus ohne Dislokation konnte nachuntersucht werden. Der Bruch war folgenlos knöchern durchgebaut. Wegen ausgeprägter Gonarthrose war eine Versorgung mit Knie-TEP beidseits geplant. Zeitlich gesehen wurde in dem zweiten Nachuntersuchungsabschnitt nur ein Patient konservativ behandelt.

Bei den operativ behandelten Patienten waren Osteosynthesen nach unterschiedlichsten Verfahren zur Anwendung gekommen. In vier Fällen erfolgte eine Verriegelungsnagelung (davon eine retrograd). Zwei Patienten wurden nachuntersucht und wiesen ein hervorragendes Ergebnis aus. Es traten jedoch auch Komplikationen auf. In einem Fall (A3-Fraktur) kam es zu einer knöchernen Ausheilung mit Verkürzung und ad latus-Fehlstellung um eine halbe Schaftbreite. Bei einer Patientin lag eine Antekurvatur von 5° und gleichzeitige Valgisierung von etwa 3° vor. Eine weitere Patientin musste wegen primär eingestellter Außenrotation von 20° mehrmals revidiert werden. Nach Frakturheilung bestand eine Beinverkürzung von 2 cm.

Die Verriegelungsnagelung wird von manchen Autoren [13, 48, 103, 109] als sehr gute Technik bei der Versorgung von suprakondylären und einfacheren trans-/interkondylären Femurfrakturen empfohlen. Als Vorteile, vor allem gegenüber der Winkelplattenstabilisierung, werden die Weichteilschonung, die niedrigere Komplikationsrate, die bessere Eignung bei osteoporotischer Knochenbeschaffenheit und die sehr seltene Notwendigkeit von Spongiosaplastiken hervorgehoben. Eine neuere Technik, die mit der genannten Methode verwandt ist, stellt die retrograde Verriegelungsnagelung mit dem suprakondylären Nagel in seinen verschiedenen Ausführungen dar [20, 27, 33, 45, 51]. Diese erfüllt im hohen Maße die in den letzten Jahren zunehmenden Anforderungen zur schonenden Reposition und Überbrückung [31, 69, 96]. An möglichen Komplikationen sind neben den bereits erwähnten Fehlstellungen die Fehlplatzierung von Bolzen, ein Auswandern von Schrauben oder Spiralklingen aber auch speziell bei der retrograden Marknagelung ein Auseinandersprengen der Kondylen und akzidentelle Verletzung des hinteren Kreuzbandes erwähnt worden [81]. Durch die geschlossene Reposition ist die Schwierigkeit der Achsenkontrolle besonders groß. Techniken zur intraoperativen Achsenkontrolle können zwar Fehlstellungen reduzieren, die korrekte Anwendung dieser Techniken erfordert ein hohes Maß an Erfahrung. Erst die Kontrolle der Beinachse mit Achsenaufnahmen erlaubt eine exakte Bestimmung von Fehlern in der Frontalebene [111]. In der sagittalen Ebene ist die Achsenbestimmung noch schwieriger.

Als Alternative zur konventionellen und retrograden Verriegelungsnagelung kann bei ausgedehnten Trümmer- oder Mehrfachfrakturen sowie solchen mit weit nach proximal reichender Trümmerzone, eine extralange Plattenosteosynthese durchgeführt werden [87]. Nachteilig wirken sich die schwierige und zeitraubende Technik, die operationsbedingte Weichteiltraumatisierung sowie die hohen Erfahrungsanforderungen aus.

Im gesamten Patientenkollektiv wurden neun Frakturen (fünf davon offen) vom A- und C-Typ mit einem Fixateur externe dauerhaft stabilisiert. Bei den C-Frakturen wurde das Kondylenmassiv zweimal zusätzlich rekonstruiert. Retrospektiv gesehen führte die lange Fixateurbehandlung zu komplikationsreichen Verläufen mit Immobilisationsschäden, Achsenfehlstellungen, Notwendigkeit zur Gipsruhigstellung nach Infektion der Pins sowie nachfolgenden Korrekturosteotomien und Arthrolysen. Rösser berichtete 1990 ebenfalls über diese Problematik im eigenen Patientengut [76]. Bessere Ergebnisse nach primärer Versorgung und definitiver Ausheilung mit einem monolateralen Fixateur (Orthofix) bei dennoch hoher Komplikationsrate wurden in der Arbeit von Marsh erwähnt [52]. Bedingt durch den dickeren Weichteilmantel des Oberschenkels sind dort Pin-Trakt-Infektionen wesentlich häufiger als zum Beispiel nach Fixateuranlage an der Tibia. Besonders gefährlich sind die Infektionen der distalen Pins die zur Beteiligung des Kniegelenkes führen können. Des weiteren wird die Beweglichkeit im Kniegelenk durch relative Fixation der

Quadricepsmuskulatur durch die Pins eingeschränkt. Eine Vermeidung solcher Komplikationen wurde im eigenen Krankengut bei zwei Patienten mit erfolgreichem Verfahrenswechsel erreicht. In der Gruppe der Nachuntersuchten befanden sich fünf Patienten mit ausschließlicher Fixateur externe-Behandlung. Vier davon erreichten ein befriedigendes Endergebnis, jedoch mit niedriger Punktzahl, einmal fiel das Ergebnis mäßig aus. Im zweiten Nachuntersuchungsabschnitt war lediglich bei einem Patient die definitive Ausheilung mit dem Fixateur angestrebt worden. Die mittlere Beugefähigkeit im Kniegelenk ist mit 97° (min. 40° /max. 115°) etwas geringer im Vergleich zu dem Patientenkollektiv von Marsh [52] mit 111° ausgefallen.

Eine primäre bzw. frühsekundäre Osteosynthese mit der Winkelplatte wurde bei zehn Patienten durchgeführt. In drei Fällen kam es im Verlauf zur einer Varus-Fehlstellung im Durchschnitt von 5° , wobei in zwei davon eine Infektion vorausging. Im Rahmen von Korrekturosteotomien wurde das Implantat bei drei Patienten eingesetzt. Bei zwei Patienten perforierte die Klinge die Kortikalis des medialen Femurkondylus. Wegen schmerzhafter Irritation musste die Platte ein Jahr später entfernt werden. Solche technischen Komplikationen sind auch in den Arbeiten von Muhr und Wenzl erwähnt worden [60, 105]. Martinek dagegen versuchte durch Verankerung der Klingenspitze in der Kortikalis des medialen Condylus zusätzlichen Stabilitätsgewinn zu erzielen. Nur wenige Patienten hatten dadurch Schmerzen und diese hielten nur begrenzte Zeit postoperativ an [53]. Zeitlich betrachtet wurde die Winkelplatte im zweiten Untersuchungsabschnitt seltener implantiert, hier kam die DCS häufig zur Anwendung. Dieses Implantat ist ebenfalls winkelstabil und leichter zu handhaben als die Winkelplatte [75, 80, 90]. Auch in dem vorliegenden Patientenkollektiv bereitete die Osteosynthese mit der DCS keine Schwierigkeiten. In nur einem Fall fand sich in den postoperativen Aufnahmen ein Varusfehler von 5° mit Versatz der Kondylenrolle zum Femurschaft um halbe Schaftbreite.

Bei den Frakturen vom A- und C-Typ kam die Kondylenabstützplatte besonders häufig sowohl primär als auch bei Korrekturingriffen zum Einsatz. Sie ist besonders geeignet für Frakturen mit sehr schmalen distalem Fragment, in welchem sich ein winkelstabiles Implantat nicht befestigen läßt. Aufgrund fehlender Winkelstabilität war oft im Verlauf eine Varisierung (7 Fälle) seltener eine Valgus-Fehlstellung (4 Fälle) feststellbar. Eine schräge Plazierung von 1-2 Schrauben durch die Frakturbene soll zur besseren biomechanischen Stabilität mit einer geringeren Varisierungstendenz führen [92]. In drei Fällen entstand bereits intraoperativ ein Achsen- bzw. Rotationsfehler, so dass frühsekundär Korrekturingriffe notwendig waren.

5.7.3 Komplikationen

Bei den postoperativen Komplikationen standen zahlenmäßig Infektionen und sekundäre Fehlstellungen im Vordergrund. Im gesamten Patientenkollektiv betrug die Infektionsquote 11,6 %. Diese Zahl korreliert mit den in der Literatur erwähnten Infektionsraten, die einer breiten Streuung von 2 % - 27,6 % unterliegen. Da ein großer Teil der Infektionen (sieben von 13) in Rahmen der dauerhaften Frakturstabilisierung mit dem Fixateur externe eintraten, bestand ein deutlicher Unterschied in der Infektionsrate zwischen dem I. und II. Untersuchungsabschnitt (entsprechend 14,5% und 8,8%). Infizierte interne Osteosynthesen traten nach der Versorgung sowohl von geschlossenen (3 Fälle) als auch von offenen (3 Fälle) Frakturen auf. Es handelte sich nahezu ausschließlich um C-Frakturen. Dabei wurden verschiedene Implantate angewendet. Ein Zusammenhang mit dem gewählten OP-Zeitpunkt konnte nicht festgestellt werden. Die nach Infektion notwendig gewordenen Eingriffe mit langwierigen Behandlungsverläufen und teilweise unbefriedigenden Therapieergebnissen zeigen die Bedeutung dieses Problems.

Die Fehlstellungsrate nach Osteosynthese ist im nachuntersuchten Patientenkollektiv mit 39 % vergleichbar mit der Zahl der deutschen AO-Studie mit 40 % [105].

Betrachtet man die Spätergebnisse nach postoperativen Komplikationen, so sind sieben befriedigende, vier mäßige und fünf schlechte Ergebnisse erzielt worden.

5.7.4 Auswertung

Die Analyse des Gesamtergebnisses, die in der Nachuntersuchung in Anlehnung an das Schema von Neer erfolgte, zeigt für die einfacheren Bruchformen vorwiegend gute und keine schlechten Ergebnisse. Gute und befriedigende Ergebnisse erreichen alle Frakturtypen. Die schlechten Resultate ergeben sich bei den komplizierten Frakturen. Als besonders problematisch erweisen sich die supra- und transkondylären Frakturtypen (Typ C).

Ein Vergleich mit den in der Literatur erschienenen Angaben zeigt, daß bei relativ schwerverletzten Patienten mit einem hohen Anteil an Polytraumatisierten die Zahl der hervorragenden und guten Ergebnisse mit 79,6 % hoch und die der schlechten Ergebnisse mit 9,3 % niedrig ist [11, 101]. Trotz ausgeglichener Verteilung der einzelnen Frakturtypen in der Gruppe der Nachuntersuchten im Vergleich zum gesamten Patientenkollektiv könnte auf Grund der hohen Zahl der nicht nachuntersuchten Patienten das Endergebnis mitbeeinflusst sein.

6 Zusammenfassung

Mit der Zielstellung der Analyse der therapeutischen Konzepte und ihrer Umsetzung bei der Versorgung von supra- und transkondylären Femurfrakturen wurden in dieser retrospektiven Studie die Krankenhausunterlagen von 112 Patienten, die in der Zeit von Januar 1986 bis Dezember 1992 und von Januar 1996 bis Dezember 1999 im Klinikum der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und an den BG-Kliniken „Bergmannstrost“ behandelt wurden, ausgewertet.

Die Zusammensetzung des Patientenkollektivs zeigte ein Überwiegen der Männer (62 %) gegenüber den Frauen (38 %). Das Durchschnittsalter betrug 43,4 Jahre, wobei die Frauen mit 51,5 Jahre deutlich älter als die Männer mit 35,3 Jahren waren. Ein großer Teil der Unfälle (2/3 der Fälle) ereignete sich im Straßenverkehr. Zeitlich gesehen waren die Verkehrsunfälle im zweiten Untersuchungsabschnitt um ca. 1/3 weniger bei ansonsten zunehmendem Anteil der Verunfallten durch Sturz in der Ebene. Bei der Aufschlüsselung der 106 Frakturen fanden sich 23 Frakturen vom Typ A (22 %), 28 Frakturen vom Typ B (26 %), 48 Frakturen vom Typ C (45 %) und 7 Osteoepiphyseolysen (7 %). In 37% der Fälle lag eine offene Verletzung vor. Neun Patienten (8 %) erlitten Knochen-Knorpel-Läsionen der Femurkondylengelenkfläche. Häufigste Begleitverletzungen waren Extremitätenfrakturen, Schädel-Hirn-Traumata oder Schädelfrakturen. 37,5 % der Patienten waren polytraumatisiert mit einer mittleren PTS-Punktzahl von 34 Punkten. Nur bei 28 % der Patienten stellte die mono-, supra- und/oder transkondyläre Fraktur die alleinige Verletzung dar.

Die Therapie erfolgte in nur 4,5 % der Fälle konservativ. Bei den operativ behandelten Patienten waren Osteosynthesen nach unterschiedlichsten Verfahren wie Verschraubung, Kirschner-Draht-Fixierung, Fixateur-externe-Anlage, Verriegelungsnagelung, Verplattung mit der Kondylenabstützplatte, DCS, Winkelplatte, T-Platte oder DCP zur Anwendung gekommen. Es zeigten sich verschiedene Tendenzen bei der Implantatwahl im Rahmen der Versorgung der Frakturen vom A- und C-Typ. Der Fixateur externe wurde im ersten Nachuntersuchungsabschnitt (1986-1992) relativ oft eingesetzt. In der zweiten Patientengruppe (1996-1999) wurde er vor allem bei den C-Frakturen als alleinige definitive Versorgung nicht mehr angewendet. Gleichzeitig fand eine häufigere Implantation der Kondylenabstützplatte und der neu entwickelten DCS statt. Eine primär definitive Stabilisierung konnte bei 66 Patienten (62,3 %) durchgeführt werden. Unter den postoperativen Komplikationen standen zahlenmäßig Infekte und sekundäre Fehlstellungen im Vordergrund. Die Infektionsrate betrug in der ersten Patientengruppe 14,5 %. In der zweiten war sie mit 8,8% deutlich niedriger. Dieser Unterschied ist auf die oft angestrebten dauerhaften Frakturstabilisierung mit dem Fixateur externe bei dem Patientengut aus den Jahren 1986-1992

zurückzuführen. Fehlstellungen waren bei diversen Implantaten feststellbar. Eine Häufung von varus-Deformitäten konnte bei der Anwendung der Kondylenabstützplatte beobachtet werden. Die Nachuntersuchung von 48 % der Patienten erfolgte im Durchschnitt 46 Monate nach dem Unfall, wobei frakturbezogen etwa die gleiche Zusammensetzung wie im ursprünglichen Kollektiv vorkam.

Die Bewertung der Behandlungsergebnisse nach den Neer-Score brachte trotz der hohen Zahl an Begleitverletzungen und Polytraumatisierten hervorragende und gute Ergebnisse in 79,6 %, mäßige in 11,1 % und schlechte in 9,3 % der Fälle.

7 Literaturverzeichnis

- 1 Aichroth P., Freeman M.A.R., Smillie I.S., Souter W.A.:**
 A knee function assessment chart.
 J. Bone Jt. Surg. 60-B Nr. 3 (1978) 308-309
- 2 Antoun R., Gaudrau M.J.:**
 Comparative study of treatment of supracondylar fractures of the femur.
 J. Bone Jt. Surg. 63-B Nr. 3 (1981) 456
- 3 Baumgartl F.:**
 Das Kniegelenk
 Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1964
- 4 Beck E., Benedetto K.-P.:**
 Traumatologie 4 - Untere Extremität
 In: Breitner, Chirurgische Operationslehre, Band XI
 Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 1990
- 5 Bell K.M., Johnstone A.J., Court-Brown C.M., Hughes S.P.F.:**
 Primary knee arthroplasty for distal femoral fractures in elderly patients.
 J. Bone Jt. Surg. 74-B Nr. 3 (1992) 400-402
- 6 Blatter G., König H., Janssen M., Magerl F.:**
 Primary femoral shortening osteosynthesis in the management of comminuted supracondylar femoral fractures.
 Arch. Orthop. Trauma Surg. 113 (1994) 134-137
- 7 Blauth W., Schuchardt E.:**
 Orthopädisch-chirurgische Operationen am Knie
 Thieme, Stuttgart-New York, 1986
- 8 Böhmer G., Kortmann H.-R., Rüländer C.:**
 Winkelstabile Kondylenplatte TiFix.
 Trauma Berufskrankheiten 1 (1999) 351-355
- 9 Borgen D., Sprague B.L.:**
 Treatment of distal femoral fractures with early weight-bearing. A preliminary report.
 Clin. Orthop. 111 (1975) 156-162
- 10 Böstman O.M.:**
 Refracture after removal of a condylar plate from distal third of the femur.
 J. Bone Jt. Surg. 72-A (1990) 1013-1018

- 11 Bühren V., Seiler H., Flory P.J., Kayser M.:**
Ergebnisse nach operativer Behandlung von distalen Femurfrakturen.
Unfallchirurgie 13, Nr. 3 (1987) 152-159
- 12 Burri C., Mutschler W.:**
Das Knie.
Hippokrates, Stuttgart, 1982
- 13 Butler M.S., Brumback R.J., Ellison T.S., Poka A., Bathon G.H.,
Burgess A.R.:**
Interlocking intramedullary nailing for ipsilateral fractures of the femoral shaft and distal part of
the femur.
J. Bone Jt. Surg. 73-A Nr. 10 (1991) 1492-1502
- 14 Chiron H.S., Trémoulet J., Casey P., Müller M.:**
Fractures of the distal third of the femur treated by internal fixation.
Clin. Orthop. 100 (1974) 160-170
- 15 Clancey G.J., Smith R.F., Madenwald M.B.:**
Fractures of the distal end of the femur below hip implants in elderly patients.
J. Bone Jt. Surg. 65-A (1983) 491-494
- 16 Connolly J., King P.:**
Closed reduction and early cast-brace ambulation in the treatment of femoral fractures: Part I:
An in vivo quantitative analysis of immobilization in skeletal traction and a cast-brace.
J. Bone Jt. Surg. 55-A Nr. 8 (1973) 1559-1580
- 17 Della Torre P., Aglietti P., Altissimi M.:**
Results of rigid fixation in 54 supracondylar fractures of the femur.
Arch. Orthop. Traumat. Surg. 97 (1980) 177-183
- 18 Diezemann E.D., Kuner E.H., Hoos R.:**
Entwicklung in der Behandlung der distalen Oberschenkelfrakturen
Unfallchirurgie 2 (1976) 177-182
- 19 Drenckhahn D.:**
In: Benninghoff
Anatomie Band 1; 15. Aufl.
Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 1994
- 20 Dunlop D.G., Brenkel I.J.:**
The supracondylar intramedullary nail in elderly patients with distal femoral fractures.
Injury 30 (1999) 475-484

- 21 Ecke H., Neubert C., Neeb W.:**
Analyse der Behandlungsergebnisse von 1127 Patienten mit Oberschenkelfrakturen aus der BRD und der Schweiz.
Unfallchirurgie 6 (1980) 38-43
- 22 Egund N., Kolmert L.:**
Deformities, gonarthrosis and function after distal femur fractures.
Acta Orthop. Scand. 53 (1982) 963-974
- 23 Faschingbauer M., Wolter D., Stütz A., Reimers N.:**
Distale Oberschenkelmehretagenfraktur.
Trauma Berufskrankheiten 1 (1999) 337-343
- 24 Fischer M., Maroske D., Priesack W.:**
Die Osteotomie der Tuberositas tibiae bei suprakondylären Femurfrakturen.
Mschr. Unfallheilk. 78 (1975) 321-325
- 25 Galle P., Passl R.:**
Zusammenhänge zwischen Brüchen am proximalen und distalen Femurende.
Arch. orthop. Unfall-Chir. 75 (1973) 166-170
- 26 Giles J.B., DeLee J.C., Heckman J.D., Keever J.E.:**
Supracondylar-intercondylar fractures of the femur treated with a supracondylar plate and lag screw.
J. Bone Jt. Surg. 64-A (1982) 864-870
- 27 Grass R., Zwipp H.:**
Minimal-invasive Methode zur Behandlung von supra-diakondylären Femurfrakturen.
Zbl. Chir. 123 (1998) 1247-1251
- 28 Haas N.P., Schütz M., Hoffmann R., Südkamp N.P.:**
LISS - Less Invasive Stabilization System - ein neuer Fixateur intern für distale Femurfrakturen.
OP-Journal 13 (1997) 340 - 344
- 29 Healy W.L., Brooker A.F.:**
Distal femoral fractures: comparison of open and closed methods of treatment. Clin. Orthop. 174 (1983) 166-171
- 30 Holz U.:**
Formen und Technik der suprakondylären Femurosteotomie.
In: Hierholzer G., Müller K.H. (Hrsg.)
Korrekturosteotomien nach Traumen an der unteren Extremität
Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1984, S. 245-251

- 31 Hora N., Markel D.C., Haynes A., Grimm M.J.:**
Biomechanical analysis of supracondylar femoral fractures fixed with modern retrograde intramedullary nails.
J. Orthop. Trauma 13 Nr. 8 (1999) 539-544
- 32 Huckstep R.L.:**
The Huckstep intramedullary compression nail. Indications, technique and results.
Clin. Orthop. 212 (1986) 48-61
- 33 Iannacone W.M., Bennett F.S., DeLong W.G. Jr., Born C.T., Dalsey R.M.:**
Initial experience with the treatment of supracondylar femoral fractures using the supracondylar intramedullary nail: a preliminary report.
J. Orthop. Trauma. 8 Nr. 4 (1994) 322-327
- 34 Insall J.N., Ranawat C.S., Aglietti P., Shine J.:**
A comparison of four models of total knee-replacement prostheses.
J. Bone Jt. Surg. 58-A Nr. 6 (1976) 754-765
- 35 Jahna H., Wittich H.:**
Konservative Methoden in der Frakturbehandlung.
Urban und Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 1985, S.379-389
- 36 Janzing M.J.H., Vaes F., van Damme G., Stockman B., Broos P.L.O.:**
Treatment of distal femoral fractures in the elderly.
Unfallchirurgie 2 (1998) 55-59
- 37 Joseph F.R.:**
Evaluation of the Zickel supracondylar fixation device.
Clin. Orthop. 169 (1982) 190-196
- 38 Jürgens C., Porté T., Grimme C.:**
Besondere Indikationen für die Anwendung des winkelstabilen Fixateurs interne am Femur.
Trauma Berufskrankheiten 1 (1999) 387-391
- 39 Kaplonyi G., Farkas T.:**
Frakturkombinationen am Oberschenkel.
Unfallheilkunde 182 (1986) 306-311
- 40 Keats T.E., Teeslink R., Diamond A.E., Williams J.H.:**
Normal axial relationships of the major joints.
Radiology 87 (1966) 904-907
- 41 Klapp F.:**
Ergebnisse der operativen Behandlung distaler Femurfrakturen.
Hefte Unfallheilkunde 120 (1975) 31-34

- 42 Kolmert L., Egund N., Persson B.M.:**
Internal fixation of supracondylar and bicondylar femoral fractures using a new semielastic device.
Clin. Orthop. 181 (1983) 204-219
- 43 Kolmert L., Wulff K.:**
Epidemiology and treatment of distal femoral fractures in adults.
Acta Orthop. Scand. 53 (1982) 957-962
- 44 Krettek C., Schandelmaier P., Miclau T., Bertram R., Holmes W., Tscherne H.:**
Tansarticular joint reconstruction an indirect plate osteosynthesis for complex distal supracondylar femoral fractures.
Injury 28 (1997) 31-41
- 45 Kumar A., Jasani V., Butt M.S.:**
Managment of distal femoral fractures in elderly patients using retrograde titanium supracondylar nails.
Injury 31 (2000) 169-173
- 46 Kuner E.H.:**
Die distale Oberschenkelfraktur.Ursachen, Formen und Begleitverletzungen der distalen Oberschenkelfraktur.
Hefte Unfallheilkunde 120 (1975) 1-8
- 47 Laros G.S.:**
Supracondylar fractures of the femur: Editorial comment and comperative results.
Clin. Orthop. 138 (1979) 9-12
- 48 Leung K.S., Shen W.Y., So W.S., Mui L.T., Grosse A.:**
Interlocking intramedullary nailing for supracondylar and intercondylar fractures of the distal part of the femur.
J. Bone Jt. Surg. 73-A (1991) 332-340
- 49 Lewert A.H., Modny M.T.:**
Transfixion Rod in condylar and intercondylar fractures of the femur.
Orthop. Review Vol. XVI Nr. 5 (1987) 310-316
- 50 Lewis S.L., Pozo J.L., Muirhead-Allwood W.F.G.:**
Coronal fractures of the lateral femoral condyle.
J. Bone Jt. Surg. 71-B (1989) 118-120

- 51 Lucas S.E., Seligson D., Henry S.L.:**
Intramedullary supracondylar nailing of femoral fractures. A preliminary report of the GHS supracondylar nail.
Clin. Orthop. 296 (1993) 200-206
- 52 Marsh J.L., Jansen H., Yoong H.K., Found E. M.:**
Supracondylar fractures of the femur treated by external fixation.
J. Orthop. Trauma 6 (1997) 405-411
- 53 Martinek H., Schmid L.:**
Frakturen des distalen Oberschenkels und ihre Behandlung mit der Kondylenplatte.
Chirurg 49 (1978) 382-389
- 54 Meggitt B.F., Juett D.A., Smith J.:**
Cast-bracing for fractures of the femoral shaft. A biomechanical and clinical study.
J. Bone Jt. Surg. 63-B Nr. 1 (1981) 12-23
- 55 Merchan E.C.R., Maestu P.R., Blanco R.P.:**
Blade-plating of closed displaced supracondylar fractures of the distal femur with the AO-System.
J. of Trauma 32 Nr. 2 (1992) 174-178
- 56 Mize R.D., Bucholz R.W., Grogan D.P.:**
Surgical treatment of displaced, comminuted fractures of the distal end of the femur.
J. Bone Jt. Surg. 64-A (1982) 871-879
- 57 Moehring H.D.:**
Flexible intramedullary fixation of femoral fractures.
Clin. Orthop. 227 (1988) 190-200
- 58 Mooney V., Nickel V., Harvey P., Snelson R.:**
Cast-brace treatment for fractures of the distal part of the femur: A prospective controlled study of one hundred and fifty patients.
J. Bone Jt. Surg. 52-A Nr. 8 (1970) 1563-1578
- 59 Moscato M., Tigani D., Andreoli I., De Iure F., Specchia L., Boriani S.:**
Intramedullary osteosynthesis with Grosse-Kempf nailing for the treatment of distal fractures of the femur.
Chir. Organi Mov. 79 Nr. 2 (1994) 205-211
- 60 Muhr G.:**
Therapie und Nachbehandlung distaler Femurfrakturen.
Hefte Unfallheilkunde 120 (1975) 9-14

- 61 Müller M.E., Allgöwer M., Schneider R., Willenegger H.:**
Manual der Osteosynthese AO-Technik, 3. Auflage
Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1992
- 62 Nast-Kolb D., Keßler S., Duswald K.-H., Betz A., Schweiberer L.:**
Extremitätenverletzungen polytraumatisierter Patienten: Stufengerechte Behandlung.
Chirurg 89 (1986) 149-154
- 63 Nast-Kolb D., Waydhas C., Jochum M., Spannagl M., Duswald K.-H.,
Schweiberer L.:**
Günstigster Operationszeitpunkt für die Versorgung von Femurschaftfrakturen beim
Polytrauma?
Chirurg 61 (1990) 259-265
- 64 Neer C.S., Grantham S.A., Shelton M.L.:**
Supracondylar fracture of the adult femur: A study of one hundred and ten cases.
J. Bone Jt. Surg. 49-A (1967) 591-613
- 65 Neudeck F., Obertacke U., Wozasek G., Thurnher M., Schlag G.,
Schmit-Neuerburg K.P.:**
Pathophysiologische Konsequenzen verschiedener Osteosyntheseverfahren beim
Polytraumatisierten. Teil I: Experimentelle Untersuchungen zur intramedullären
Druckentwicklung bei der gebohrten und ungebohrten Marknagelung sowie
Plattenosteosynthese am Femur.
Akt. Traumatol. 24 (1994) 114-120
- 66 Newman J.H.:**
Supracondylar fractures of the femur.
Injury 21 (1990) 280-282
- 67 Nutz V., Katholnigg D.:**
Einfluß der Femurstabilisierung auf den Verlauf des Polytraumas mit Schädel-Hirn-Trauma.
Unfallchirurg 97 (1994) 399-405
- 68 Olerud S.:**
Operative treatment of supracondylar-condylar fractures of the femur. Technique and results in
fifteen cases.
J. Bone Jt. Surg. 54-A (1972) 1015-1032
- 69 Ostermann P.A.W., Hahn M.P., Ekkenkamp A., David A., Muhr G.:**
Die retrograde Verriegelungsnagelung distaler Femurfrakturen mit dem GSH-Nagel.
Chirurg 67 (1996) 1135-1140

- 70 Ostermann P.A.W., Hahn M.P., Ekkernkamp A., David A., Muhr G.:**
Behandlung einer suprakondylären Femurfraktur proximal einer Kniegelenksendoprothese durch retrograde Verriegelungsnagelung.
Zbl. Chir. 120 (1995) 731
- 71 Papagiannopoulos G., Clement D.A.:**
Treatment of fractures of the distal third of the femur. A prospective trial of the Derby intramedullary nail.
J. Bone Jt. Surg. 69-B (1987) 67-70
- 72 Pemberton D.J., Evans P.D., Grant A., McKibbin B.:**
Fractures of the distal femur in the elderly treated with a carbon fibre supracondylar plate.
Injury 25 (1994) 317-321
- 73 Pritchett J.W.:**
Supracondylar fractures of the femur.
Clin. Orthop. 184 (1984) 173-177
- 74 Pryor G.A., Doran A.:**
Fractures of the distal end of femur: The role of the Zickel supracondylar fixation device.
Injury 19 (1988) 410-414
- 75 Regazzoni P., Leutenegger A., Rüedi Th., Staehelin F.:**
Erste Erfahrungen mit der dynamischen Kondylenschraube (DCS) bei distalen Femurfrakturen.
Helv. chir. Acta 53 (1986) 61-64
- 76 Rööser B., Bengtson S., Herrlin K., Önnarfält R.:**
External fixation of femoral fractures: experience with 15 cases.
J. Orthop. Trauma 4 Nr. 1 (1990) 70-74
- 77 Rush L.V.:**
Dynamic intramedullary fracture fixation of the femur.
Clin. Orthop. 60 (1968) 21
- 78 Rüiter A., Trentz O., Wagner M.:**
Unfallchirurgie
Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 1995
- 79 Rüiter A., Burri C.:**
Distale Femurfrakturen - Diskussion und Empfehlungen.
Hefte Unfallheilkunde 120 (1975) 39-44

- 80 Sanders R., Regazzoni P., Rüedi T.:**
Treatment of supracondylar-intercondylar fractures of the femur using the dynamic condylar screw.
J. Orthop. Trauma 3 (1989) 214-222
- 81 Schandelmaier P., Stephan C., Krettek C., Tscherne H.:**
Distale Femurfrakturen.
Unfallchirurg 6 (2000) 428-436
- 82 Schandelmaier P., Stephan C., Reimers N., Krettek C.:**
LISS-Osteosynthese von distalen Femurfrakturen.
Trauma Berufskrankheiten 1 (1999) 392-397
- 83 Schatzker J., Lambert D.C.:**
Supracondylar fractures of the femur.
Clin. Orthop. 138 (1979) 77-83
- 84 Schatzker J., Mahomed N., Schiffman K., Kellam J.:**
Dynamic condylar screw: a new device.
J. Orthop. Trauma 3 (1989) 124-132
- 85 Schatzker J., Tile M.:**
The rationale of operative fracture care
Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1987
- 86 Scholze H.:**
Ergebnisse der Behandlung distaler Femurfrakturen.
Hefte Unfallheilkunde 120 (1975) 35-38
- 87 Schoots F.J., van den Wildenberg F.A.J.M., van der Sluis R.F., Goris R.J.A.:** Extralange Plattenosteosynthese bei Femurfrakturen.
Unfallchirurgie 92 (1989) 373-378
- 88 Seinsheimer F.:**
Fractures of the distal femur.
Clin. Orthop. 153 (1980) 169-179
- 89 Shelbourne K.D., Brueckmann F.R.:**
Rush-pin fixation of supracondylar and intercondylar fractures of the femur.
J. Bone Jt. Surg. 64-A Nr. 2 (1982) 161-169
- 90 Shewring D.J., Meggitt B.F.:**
Fractures of the distal femur treated with the AO dynamic condylar screw.
J. Bone Jt. Surg 74-B (1992) 122-125

- 91 Siliski J.M., Mahring M., Hofer P.:**
Supracondylar-intercondylar fractures of the femur. Treatment by internal fixation.
J. Bone Jt. Surg. 71-A (1989) 95-104
- 92 Simonian P.T., Thompson G.J., Emley W., Harrington R.M., Benirschke S.K., Swiontkowski M.F.:**
Angulated screw placement in the lateral condylar buttress plate for supracondylar femoral fractures.
Injury 29 (1998) 101-104
- 93 Slätis P., Ryöppy S., Huittinen V.H.:**
AOI osteosynthesis of fractures of the distal third of the femur.
Acta Orthop. Scand. 42 (1971) 162-172
- 94 Stewart M.J., Sisk T.D., Wallace S.L.Jr.:**
Fractures of the distal third of the femur: A comparison of methods of treatment.
J. Bone Jt. Surg. 48-A (1966) 784-807
- 95 Sturm J.A., Oestern H.-J., Nerlich M.L., Lobenhoffer P.:**
Die primäre Oberschenkelosteosynthese beim Polytrauma: Gefahr oder Gewinn für den Patienten?
Langenbecks Arch. Chir. 364 (1984) 325-327
- 96 Stürmer K.M.:**
Die elastische Plattenosteosynthese, ihre Biomechanik, Indikation und Technik im Vergleich zur rigiden Osteosynthese.
Unfallchirurg 99 (1996) 816-829
- 97 Taylor M.T., Banerjee B., Alpar E.K.:**
The epidemiology of fractured femurs and the effect of these factors on outcome.
Injury 25 (1994) 641-644
- 98 Thomas T.L., Meggitt B.F.:**
A comparative study of methods for treating fractures of the distal half of the femur.
J. Bone Jt. Surg. 63-B (1981) 3-6
- 99 Trentz O., Krischak G., Holz U.:**
Die distale Oberschenkelfraktur.
Hefte Unfallheilkunde 120 (1975) 25-30
- 100 Trentz O., Tscherne H., Muhr G.:**
Operationstechnik und Ergebnisse bei distalen Femurfrakturen mit supracondylären und condylären Trümmerzonen.
Hefte Unfallheilkunde 126 (1976) 402-404

- 101 Tscherne H., Oestern H.J., Trentz O.:**
Spätergebnisse der distalen Femurfrakturen und ihre besonderen Probleme.
Zbl. Chir. 102 (1977) 897-904
- 102 Tscherne H., Regel G., Sturm J.A., Friedl H.P.:**
Schweregrad und Prioritäten bei Mehrfachverletzten.
Chirurg 58 (1987) 631-640
- 103 Vécsei V., Heinz T.:**
Die Verriegelungsnagelung der distalen Oberschenkelfrakturen. Technik und Ergebnisse.
Unfallchirurg 93 (1990) 523-527
- 104 Wardlaw D., McLauchlan J., Pratt D.J., Bowker P.:**
A biomechanical study of cast-brace treatment of femoral shaft fractures.
J. Bone Jt. Surg. 63-B Nr. 1 (1981) 7-11
- 105 Wenzl H.:**
Ergebnisse bei 112 operativ behandelten distalen Femurfrakturen.
Hefte Unfallheilkunde 120 (1975) 15-24
- 106 Winiquist R.A., Hansen S.T., Clawson D.K.:**
Closed intramedullary nailing of femoral fractures.
J. Bone Jt. Surg. 66-A (1984) 529-539
- 107 Winiquist R.A., Hansen S.T.:**
Segmental fractures of the femur treated by closed intramedullary nailing.
J. Bone Jt. Surg. 60-A (1978) 934-939
- 108 Wiss D.A.:**
Fractures of the knee, Part III: Supracondylar and intercondylar fractures of the femur.
In: Rockwood C.A., Green D.P., Bucholz R.W.:
Rockwood and Green's - Fractures in adults, Part 2
Lippincott Company, Philadelphia, 1991, S. 1778-1797
- 109 Wu C.-C., Shih C.-H.:**
Treatment of femoral supracondylar unstable comminuted fractures. Comparisons between
plating and Grosse-Kempf interlocking nailing techniques.
Arch. Orthop. Trauma Surg. 111 (1992) 232-236
- 110 Yang R.-S., Liu H.-C., Liu T.-K.:**
Supracondylar fractures of the femur.
J. Trauma 30 (1990) 315-319

111 Zehntner M.K., Marchesi D.G., Burch H.B., Ganz R.:

Alignment of supracondylar/intercondylar fractures of the femur after internal fixation by AO/ASIF technique.

J. Orthop. Trauma 6 Nr. 3 (1992) 318-326

112 Zickel R.E.:

Supracondylar fractures: a method of fixation.

Instructional Course Lectures 36 (1987) 448-454

113 Zickel R.E., Hobeika P., Robbins D.S.:

Zickel supracondylar nails for fractures of the distal end of the femur.

Clin. Orthop. 212 (1986) 79-88

114 Zickel R.E., Fietti V.G., Lawsing J.F., Cochran G.V.B.:

A new intramedullary fixation device for the distal third of the femur.

Clin. Orthop. 125 (1977) 185-191

8 Thesen

1. Ziel der Behandlung bei den supra- und transkondylären Femurfrakturen ist die exakte Rekonstruktion der Gelenkflächen, Reposition und möglichst stabile Retention der Fragmente sowie die Frühmobilisierung des Patienten. Bis auf wenige Ausnahmen ist daher eine operative Therapie angezeigt.
2. Das Patientengut differiert nach Alter, Vorerkrankungen, Allgemeinzustand, Frakturtyp, Weichteilbeteiligung und Begleitverletzungen. Die Auswahl des Implantats und der Osteosynthesetechnik ist individuell zu treffen.
3. Es existiert eine Vielzahl an Fraktureinteilungen und Bewertungsschemata. Die Frakturklassifikation der AO definiert Frakturtypen und –muster sowie Weichteilschäden, gibt Hinweise zu Behandlungsweg und Prognose und lässt den standardisierten Vergleich verschiedener Patientenkollektive zu.
4. Alte Menschen können in der Regel nicht entlasten! Daraus ergibt sich die Forderung nach einer belastungsstabilen osteosynthetischen Versorgung.
5. Patienten mit schweren Weichteilschäden und/oder schlechtem Allgemeinzustand, sowie Polytraumatisierte mit instabilen Vitalparametern können oft nicht primär definitiv mit einer internen Osteosynthese versorgt werden. In solchen Fällen ist eine temporäre Anwendung eines externen Fixateurs, meist gelenküberbrückend, indiziert.
6. Bei der Anwendung von externen Fixateuren am Oberschenkel neigen die Pin-Eintrittsstellen auf Grund des dicken Weichteilmantels zur Randnekrose und nachfolgenden Infektion. Die definitive interne Versorgung ist frühestmöglich vorzunehmen.
7. Moderne weichteilschonende Osteosynthesetechniken (durchgeschobene Plattenosteosynthese, intramedulläre Nagelung, LISS) verzichten suprakondylär auf eine **direkte** Frakturposition und sind dadurch mit höherer Inzidenz von Restfehlstellungen verbunden. Der Notwendigkeit zur stufenfreien Rekonstruktion der Gelenkflächen steht die Konzentration auf korrekter Achse, Länge und Rotation in den zwischen den Gelenken liegenden Knochenabschnitten gegenüber.
8. Bei der Anwendung der nicht sicher winkelstabilen Kondylenabstützplatte werden immer wieder Varusfehlstellungen beobachtet. Der Einsatz dieses Implantates ist den Frakturen mit ausreichender medialer knöcherner Abstützung vorbehalten und erfordert einen stufenweisen Belastungsaufbau bis zur Frakturkonsolidierung.

9. Die 95°-Winkelplatte gilt als anspruchsvoll in der Anwendung, die erzielten Ergebnisse in dem von uns nachuntersuchten Patientenkollektiv sind überdurchschnittlich gut. Wegen der fehlenden primären Belastungsstabilität ist sie den jüngeren kooperativen Patienten vorbehalten.
10. Die DCS ist ein winkelstabiles, leicht anzuwendendes Implantat und führt zu guten Ergebnissen. Diese Osteosynthesemethode kann für ältere Patienten empfohlen werden.
11. Bei Patienten mit Frakturen vom B- und C-Typ (partielle bzw. komplexe Gelenkbrüche) entsteht durch verbleibende Gelenkstufen und Defekte der Gelenkfläche sowie Verklebungen der Gelenkkapsel fast immer ein Bewegungsdefizit. Neben der möglichst exakten Rekonstruktion der Gelenkflächen ist daher auf eine frühe Bewegungstherapie (1. postoperativer Tag!) größter Wert zu legen.
12. Eine frühe passive und aktive Mobilisation ist also besonders wichtig für das spätere Bewegungsausmaß. Die durchgeführte Osteosynthese sollte daher mindestens übungstabil sein.
13. Erwartungsgemäß sind die Therapieergebnisse bei Typ-C Frakturen am häufigsten durch Fehlstellungen, Bewegungseinschränkungen und Schmerzen beeinträchtigt. Die operative Behandlung ist oft sehr schwierig und erfordert die individuelle Versorgung durch erfahrene Operateure.
14. Die heute verwendeten Implantate sind vom Design und der Materialverarbeitung im allgemeinen gut verträglich. Eine Materialentfernung ist nicht grundsätzlich erforderlich und nach Alter sowie im Einzelfall bei Beschwerden oder Komplikationen zu erwägen.

Lebenslauf

Name: Petko Andreev

Geburtsdatum und -ort: 12. Mai 1967 in Sofia (Bulgarien)

Familienstand: verheiratet, zwei Kinder

Eltern: Jani Andreev (1996 verstorben), Pädagoge
Ljubka Andreeva, Apothekerin

1974 - 1981 Grundschule

1981 - 1986 Deutschsprachiges Gymnasium in Sofia

1986 - 1988 Wehrdienst in Bulgarien

1988 - 1995 Medizinstudium an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

1990 - 1991: zwei Semester wissenschaftliche Arbeit an dem "Pneumobil" Projekt der Universität zu Köln und der Martin-Luther-Universität

08/1990 Ärztliche Vorprüfung-Physikum

07/1994 Staatsexamen

09/1995 Interdisziplinäres Kolloquium

10/1995 - 03/1996 AiP an dem Institut für Pathologische Anatomie der Martin-Luther-Universität Halle

04/1996 - 03/1997 AiP an der Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität an den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken der Stadt Halle "Bergmannstrost"

10/1997 - 12/2001 Assistenzarzt an der Universitätsklinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Martin-Luther-Universität an den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken der Stadt Halle "Bergmannstrost"

seit 01/2002 Assistenzarzt an der Universitätsklinik für Herz- und Thoraxchirurgie der Martin-Luther-Universität Halle

01/2002 Erlangen der Gebietsbezeichnung Facharzt für Chirurgie

Petko Andreev

Publikationen von Ergebnissen dieser Arbeit:

1) Behandlungsprinzipien bei supra- und transkondylären Oberschenkelfrakturen und ihre Anwendung in unserer Klinik.

P. Andreev, W. Wawro, W. Otto

Vortrag: 16. Steglitzer Unfalltagung in Berlin vom 6. - 7. Juni 1997

Veröffentlichung des Abstracts in Unfall-Chirurgie - Wandel der Osteosynthesetechnik

Hrsg. Rahmanzadeh R., Voigt Ch., Trabhardt St.; Einhorn-Press Verlag 1998

2) Stufengerechte Behandlung bei trans- und suprakondylären Femurfrakturen.

P. Andreev, L. Lindemann-Sperfeld, W. Otto

Vortrag: 8. Kongreß der Chirurgenvereinigung Sachsen-Anhalt in Lutherstadt Wittenberg vom 18. - 20. Juni 1998

Selbstständigkeitserklärung

Diese Arbeit wurde von mir selbstständig und ausschließlich unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel und der aufgeführten Quellen erstellt.

Halle, den 10. März 2004

Erklärung über frühere Promotionsversuche

Ich versichere hiermit, daß an keiner anderen Fakultät oder Universität ein Promotionsverfahren anhängig war oder ist.

Halle, den 10. März 2004

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Wieland Otto für die Vergabe und die fachliche und geduldige Betreuung dieser Arbeit, welcher die Bezeichnung Doktorvater in jeder Hinsicht erfüllte. Herrn Dr. med. H.-D. Wöllenweber und Herrn Dr. med. W. Wawro danke ich für die Unterstützung während der Erstellung dieser Arbeit. Herzlich bedanken möchte ich mich bei meiner Frau Cornelia für ihre aufmunternde Hilfestellung sowohl bei der schriftlichen Gestaltung als auch in der Familie.