

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
- Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. Michael J. Raschke -

DISTALE FEMURFRAKTUREN

**Ein Effizienzvergleich verschiedener
Osteosyntheseverfahren aus den Jahren 1990 bis 2000**

INAUGURAL – DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät
der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Vorgelegt von:

Henning Thorsten Krahn

aus Dortmund

2004

Dekan: Univ.-Prof. Dr. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. M. Schult

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. A. Joist

Tag der mündlichen Prüfung: 09.12.04

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie
- Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. Michael J. Raschke -

Referent: PD Dr. med. Marc Schult
Koreferent: PD Dr. med. Alexander Joist

ZUSAMMENFASSUNG

Distale Femurfrakturen

Ein Effizienzvergleich verschiedener Osteosyntheseverfahren
aus den Jahren 1990 bis 2000

Von Henning Thorsten Krahn

Das Ziel dieser Arbeit ist die Ergebnisse der Therapie der distalen Femurfraktur vorzustellen. Zur Auswertung kamen die Krankenakten und Röntgenbilder von 60 Patienten mit 64 distalen Femurfrakturen aus dem Zeitraum 1990 bis 2000, die mit Daten von 1974 bis 1989 (82 Patienten) verglichen und retrospektiv ausgewertet werden.

In unserem Krankengut überwogen mit 57% die männlichen Patienten, das Durchschnittsalter war 46,4 Jahre (14-89). 33 Patienten erlitten die Verletzung als Folge eines Verkehrsunfalls, 22 von denen als PKW Insasse, 17 bei einem Hausunfall, 10 bei einem Suizidversuch oder sonstigem. Bei 21 Patienten bestand ein ISS>20 (35%), 2 Patienten verstarben während des stationären Aufenthaltes (3,3%), bei 3 weiteren mussten die verletzten Extremitäten amputiert werden. In drei Fällen handelte es sich um periprothetische Frakturen nach Knie-TEP. In 38% (n=14) der Fälle lag eine A, in 11 % (n=7) eine B- und in 51% (n=33) eine C-Fraktur (AO) vor, 42% waren offen (n=27). Es kam in 32 Fällen eine Verriegelungsnagelosteosynthese, in 11 ein Fixateur externe, in je 8 eine Plattenosteosynthese oder LISS, 5 mal eine alleinige bzw. in 22 Fällen komplementär eine Schraubenosteosynthese zur Anwendung. Unter allen Patienten kam es im postoperativem Verlauf bei 21 (35%) zu einer Komplikation, von denen 17 (28,3%) noch mindestens einmal nachoperiert werden mussten. In 44 Fällen (68,8%) konnten Informationen über den Langzeitverlauf erhoben werden. Demnach bezeichnen 27 (61,4%) das Ergebnis als sehr gut oder gut, 17 (38,6%) als ausreichend oder schlecht.

Zur primären Frakturstabilisierung polytraumatisierter Patienten stellt nach wie vor die Fixateur-externe-Anlage ein schonendes Verfahren dar, ein evtl. späterer Verfahrenswechsel zur definitiven Frakturversorgung hat gute Ergebnisse hervorgebracht. Die weichteilschonende Verriegelungsnagelung supra- und diakondylärer Frakturen und das LISS als perkutane Plattenosteosynthese zeigen deutliche Vorteile gegenüber der rigiden Plattenosteosynthese. Auch bei osteoporotischen Knochenverhältnissen zeigt das LISS deutliche Vorteile auf. Die Zugschraubenosteosynthese wird bevorzugt bei monokondylären aber auch bei intraartikulären Frakturen angewandt, oft zur zusätzlichen Stabilisierung im Sinne einer Komplementärosteosynthese ergänzend zu einem anderen Osteosyntheseverfahren.

Inhaltsverzeichnis

I : Einleitung	1
1.) Klassifikation der distalen Femurfrakturen und des Weichteilschadens	3
2.) Diagnostik bei distalen Femurfrakturen	8
3.) Injury Severity Score (ISS)	10
4.) Kriterien zur Erfassung der funktionellen Ergebnisse	12
5.) Therapie der distalen Femurfrakturen	15
5.1.) konservative Therapie	15
5.2.) operative Therapie	16
5.2.1.) Verriegelungsnagelung (VN)	18
5.2.2.) Fixateur externe	22
5.2.3.) Less- invasive- stabilization- system (LISS)	24
5.2.4.) Schraubenosteosynthese	26
5.2.5.) Plattenosteosynthese	28
5.2.5.1) 95°- Kondylenplatte	29
5.2.5.2) Kondylenabstützplatte	30
II : Material und Methode	32
1.) Datenerhebung und Auswertung	32
III : Ergebnisse	33
1.) Alters- und Geschlechtsverteilung	33
2.) Frakturursachen	34
2.1) Frakturursachen und Alters- und Geschlechtsverteilung	34
2.2.) Begleiterkrankungen und periprothetische Frakturen	36

3.) Fraktureinteilung	37
3.1) Häufigkeit der Frakturuntergruppen und Geschlechtsverteilung	37
3.2) Frakturuntergruppen in Bezug zu Frakturursachen	39
4.) Osteosyntheseverfahren	40
4.1) Intraoperative Zusatzmaßnahmen	44
5.) Weichteilschaden	46
5.1) Weichteilschaden im Zusammenhang mit der Frakturursache	47
5.2) Weichteilschaden im Zusammenhang zu den Frakturuntergruppen	48
5.3) Weichteilschaden in Bezug zu den verwendeten Osteosyntheseverfahren	49
6.) Begleitverletzungen	50
7.) Ergebnisse der Behandlung	53
7.1) Stabilität zum Zeitpunkt der Entlassung / Verlegung	53
7.2) postoperative Komplikationen, Infektionen, Sekundärosteosynthesen, Reosteosynthesen und Verfahrenswechsel	54
7.3) Stationäre Behandlungsdauer	59
7.4) Funktion	60
7.5) Letalität	65
8.) Gegenüberstellung der Daten von 1974 bis 2000	66
IV : Diskussion	69
V : Zusammenfassung	89
VI : Literaturverzeichnis	91
VII : Lebenslauf	102
VIII : Danksagung	103
IX : Anhang – Krankenblattnummern	104

I : Einleitung

Die distale Femurfraktur tritt meistens nach einem Rasanztrauma auf und geht oft mit schweren Begleitverletzungen einher. Nur 6 % aller Femurfrakturen sind distale Femurfrakturen (70).

Bei Beteiligung des Kniegelenks ist die anatomische Rekonstruktion und Wiederherstellung der Gelenkflächen der meist jüngeren, knochengesunden Patienten mit oft komplexen multifragmentären Frakturmustern erschwert (2). Neben Knochen- und Knorpelverletzungen kommt es häufig auch zu komplexen Kniebinnenverletzungen (76).

Bei älteren Patienten machen häufig eine präexistente Osteoporose, vorhandene Endoprothesen sowie Arthrosen die stabile Retention zur Herausforderung (2,76).

Heute wird fast jede distale Femurfraktur aus folgenden Gründen osteosynthetisch versorgt:

1. Lange Immobilisationszeiten und die daraus resultierenden Komplikationen (z.B. Immobilisierungsschäden, Durchblutungsstörungen, Arthrosen, Redislokationen, Stellungsfehler, Thrombembolien, Pneumonien, u.s.w.) können vermieden werden.
2. Die anatomische Reposition kann exakter erfolgen.

In dieser retrospektiven Arbeit werden verschiedene Verfahren zur Behandlung der distalen Femurfraktur vorgestellt und deren Ergebnisse aus dem Zeitraum 1990 bis 2000 bei insgesamt 60 Patienten ausgewertet.

Ergänzt und verglichen werden diese Ergebnisse durch Daten aus den Jahren 1974 bis 1990, die Gegenstand einer früheren Promotionsarbeit (82) mit insgesamt 82 Patienten waren.

Somit werden Ergebnisse aller Patienten zusammenfassend dargestellt und anhand der relevanten Literatur diskutiert, die in der Zeit von 1974 bis 2000 in der Westfälischen Wilhelms- Universität Münster wegen einer distalen Femurfraktur behandelt worden sind.

1.) Klassifikation der distalen Femurfrakturen und des Weichteilschadens

Die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) veröffentlichte 1990 eine Klassifikation anhand der die Lokalisation und der Schweregrad von Frakturen standardisiert eingeteilt werden können (59).

Anhand eines alphanumerischen Codes wird sowohl die Lokalisation als auch die Morphologie der Fraktur klassifiziert:

Mit der ersten Ziffer wird der Röhrenknochen bezeichnet.

Die zweite Ziffer bezeichnet die Lokalisation an diesem Knochen, wobei die Röhrenknochen jeweils in 3 Segmente eingeteilt werden:

proximal(1) , diaphysär(2) , distal(3) (Abb.1)

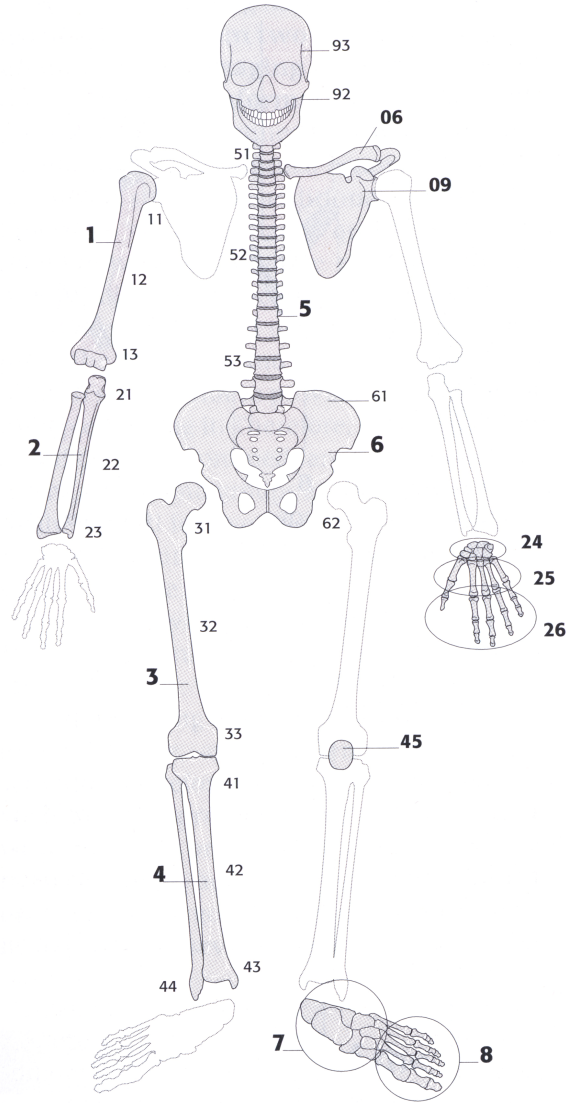
Somit wird die distale Femurfraktur mit den Ziffern 33 bezeichnet.

Das Ausmaß der Gelenkbeteiligung bei distalen Femurfrakturen wird mit den Buchstaben A, B und C eingeteilt.

A-Frakturen:	Frakturen ohne jegliche Gelenkbeteiligung
B-Frakturen:	partielle Gelenkbeteiligung
C-Frakturen:	komplette Gelenkbeteiligung

Die Komplexität der Fraktur wird durch die Ziffern 1,2 und 3 klassifiziert.

Abbildung 1: AO- Frakturklassifikation (70)



Die distalen Femurfrakturen werden demnach folgendermaßen klassifiziert:

A-Frakturen

Typ 33A1: suprakondylär, extraartikulär, einfach

Typ 33A2: suprakondylär, extraartikulär, metaphysäres Fragment

Typ 33A3: suprakondylär, extraartikulär, metaphysärer Fraktur komplex

B-Frakturen

Typ 33B1: partiell artikulär, laterale Kondyle betroffen, sagitale Frakturlinie

Typ 33B2: partiell artikulär, mediale Kondyle betroffen, sagitale Frakturlinie

Typ 33B3: partiell artikulär, beide Kondylen betroffen, frontale Frakturlinie

C-Frakturen

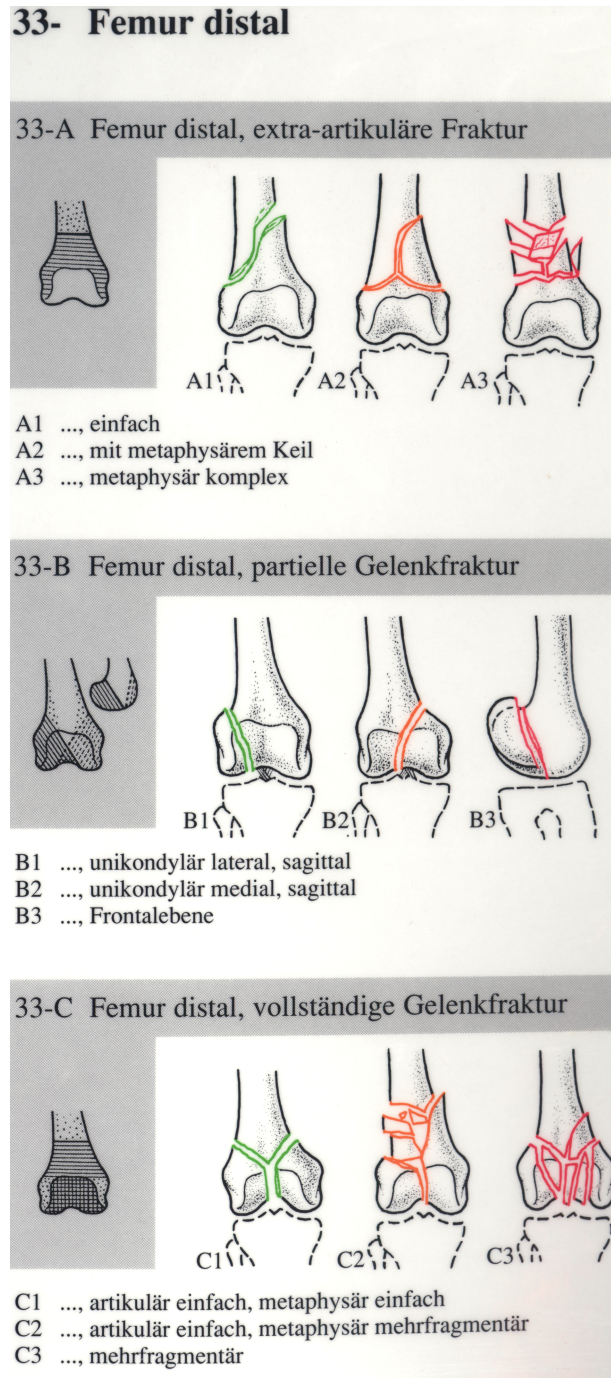
Typ 33C1: komplett artikulär, metaphysär, T- oder Y-förmig

Typ 33C2: komplett artikulär, metaphysär multifragmentär

Typ 33C3: komplett artikulär, metaphysär und diaphysär multifragmentär

Übersicht über die Frakturuntergruppen der distalen Femurfraktur:

Abbildung 2 (70)



Distale Femurfrakturen sind oft mit beträchtlichen Weichteilschäden verbunden, da es sich sehr häufig um Rasanztraumata handelt (70,84).

Für den Patienten hat der Weichteilschaden oft eine therapeutische und prognostische Konsequenz, denn es kann zu folgenden Komplikationen kommen:

- Infektionen durch kontaminierte Wunden bis hin zur Osteomyelitis,
- Kompartmentsyndrom,
- Zerstörung von Muskeln, Nerven und Gefäßen.

Die Einteilung des Weichteilschadens erfolgt üblicherweise nach der Klassifikation von Oestern und Tscherne (63):

Geschlossene Frakturen: Einteilung des Weichteilschadens nach

Oestern und Tscherne

G 0: unbedeutende Weichteilverletzung

G 1: oberflächliche Schürfung oder Kontusion durch Fragmentdruck von innen

G 2: tiefe kontaminierte Schürfung, Muskelkontusion, drohendes Kompartmentsyndrom

G 3: ausgedehnte Hautkontusion, Zerstörung der Muskulatur, subkutanes Decollement, Hauptgefäßverletzung oder dekompensiertes Kompartmentsyndrom

Offene Frakturen: Einteilung des Weichteilschadens nach Oestern und Tscherne

O 1: Durchspießung eines spitzen Knochenfragments durch die Haut von innen

O 2: ausgedehnte Weichteilverletzung und Gewebekontusion über dem Frakturgebiet

O 3: ausgedehnte Weichteilzerstörung (tiefere Strukturen wie Muskeln, Gefäße, Nerven) mit freiliegender Fraktur

O 4: subtotale Amputation (Extremität hängt nur noch an einer Weichteilbrücke)

2.) Diagnostik bei distalen Femurfrakturen

Klinische Untersuchung:

Die sicheren Frakturzeichen wie abnorme Beweglichkeit, groteske Fehlstellung, Krepitation, sichtbare freie Knochenenden bei offenen Frakturen lassen sich besonders bei den Frakturen nachweisen, die mit einer vollständigen Kontinuitätsdurchtrennung in der Femurlängsachse einhergehen. Schwerer kann die klinische Diagnostik bei monokondylären Frakturen fallen, da hier die Klinik oft nur diskret ist.

Leicht kann es durch den Zug des Musculus gastrocnemius zu einer Verschiebung eines oder mehrerer Fragmente in die unmittelbare Nähe der Arteria poplitea und des Nervus ischiadicus bzw. N. tibialis und N. fibularis kommen, wobei diese Strukturen dann gefährdet sein können.

Deshalb muss, um potentielle Gefäß- oder Nervenschäden erkennen zu können, grundsätzlich die Durchblutung, die Sensibilität und die Motorik distal der Fraktur sorgfältig und wiederholt untersucht werden.

Radiologische Diagnostik:

Die Diagnostik der distalen Femurfrakturen erfolgt zunächst mittels Röntgenaufnahmen in anterior-posterioren und im seitlichen Strahlengang.

Die nach proximal und distal angrenzenden Knochen und Gelenke sollten immer in die Röntgenaufnahme mit einbezogen werden, da oft Mehretagenverletzungen vorliegen. Gelegentlich können Röntgenaufnahmen der Gegenseite für die Operationsplanung hilfreich sein.

Doppler /Angiographie:

Bestehen nach stattgefundener klinischer und dopplersonographischer Untersuchung Zweifel über die arterielle Durchblutung distal der Fraktur, kann eine Angiographie erwogen werden. Geprüft werden muss dabei, ob der erhoffte Informationsgewinn die mit der Angiographie einhergehende Zeitverzögerung rechtfertigt. Ist jedoch die Indikation zur Amputation gegeben oder besteht eine vitale Bedrohung des Patienten, ist von einer zeitaufwendigen Angiographie abzusehen.

Computertomographie:

Zur besseren anatomischen Übersicht der jeweiligen Frakturen bzw. der Fragmente und der umgebenden Weichteilverhältnisse kann die Durchführung eines CT sinnvoll sein.

3.) Injury Severity Score (ISS)

Viele Patienten erleiden zusätzlich zur distalen Femurfraktur verschiedene Begleitverletzungen bis hin zum Polytrauma, die für die Patienten therapeutische und prognostische Konsequenzen haben können.

Um eine Übersicht über die Schwere der Begleitverletzungen zu bekommen, erfolgt die Einteilung in unserer Studie nach dem Injury Severity Score von Baker und O'Neill (3).

Der *Injury Severity Score* ist ein Maß zur Einschätzung der Verletzungsschwere. Er wird unter Kenntnis aller Diagnosen in der Klinik errechnet.

Anhand der Werte der *Abbreviated-Injury-Scale* (AIS) (1), in der der Grad der Verletzung in sechs Körperregionen (Kopf, Hals; Gesicht; Thorax; Abdomen; Extremitäten; Weichteile) mit jeweils einem Punktwert von 1-6 unter Berücksichtigung der Verletzungsschwere beurteilt wird (1=gering; 2=mäßig; 3=schwer, nicht lebensbedrohlich; 4=schwer, lebensbedrohlich; 5=kritisch, Überleben unsicher; 6=maximal), errechnet sich der ISS. Dieser ist definiert als die Summe der Quadrate der drei höchsten AIS-Codes, wobei die drei am schwersten verletzten Körperregionen mit a, b und c bezeichnet werden.

$$\text{Berechnung ISS} = (\text{AIS a})^2 + (\text{AIS b})^2 + (\text{AIS c})^2$$

Der ISS kann Werte von 0 bis 75 annehmen. Wird einer Verletzung der Punktwert 6 zugeteilt resultiert definitionsgemäß ein maximaler ISS von 75 Punkten. Da einer Femurfraktur der Punktwert 3 zugeteilt ist, ist per definitionem der kleinste ISS bei diesem Patientengut 9.

Interpretation des ISS

Laut Baker steigt die Mortalitätsrate einerseits mit dem ISS-Punktwert und andererseits mit dem Alter des Patienten (3).

Tabelle 1: Mortalitätsrate anhand des ISS und des Alters des Patienten (3)

ISS	Mortalitätsrate bei Patientenalter <= 49	Mortalitätsrate bei Patientenalter 50-69	Mortalitätsrate bei Patientenalter >= 70
5	0 %	3 %	13 %
10	2 %	4 %	15 %
15	3 %	5 %	16 %
20	6 %	16 %	31 %
25	9 %	26 %	44 %
30	21 %	42 %	65 %
35	31 %	56 %	82 %
40	47 %	62 %	92 %
45	61 %	67 %	100 %
50	75 %	83 %	100 %
55	89 %	100 %	100 %

4.) Kriterien zur Erfassung der funktionellen Ergebnisse

Um die funktionellen Ergebnisse der jeweiligen Osteosyntheseverfahren im untersuchten Patientenkollektiv aufzeigen zu können, wurden die Patientenakten auf Angaben zu Achs- und Rotationsfehlstellungen, zu Gelenkbeeinträchtigungen des Kniegelenkes sowie zu Längenfehlern untersucht.

Die funktionellen Ergebnisse werden im Ergebnisteil (siehe Kapitel 7.4) nach folgenden Kriterien ausgewertet:

Kriterien der Ergebnisbewertung:

Sehr gut (I):	keine Gelenkbeeinträchtigung	
	kein Achsenfehler	
	kein Längenfehler	
	kein Rotationsfehler	
Gut (II):	Gelenkbeeinträchtigung	< 15 %
	Achsenfehler	< 5 °
	Längenfehler	< 1 cm
	Rotationsfehler	< 5°
Ausreichend (III):	Gelenkbeeinträchtigung	15-30 %
	Achsenfehler	5-10°
	Längenfehler	1-2 cm
	Rotationsfehler	Außen- 5-15° Innen- 5-10°
Schlecht (IV):	Gelenkbeeinträchtigung	> 30 %
	Achsenfehler	> 10°
	Längenfehler	> 2 cm
	Rotationsfehler	Außen- > 15° Innen- > 10°

Abkürzungen / Erklärung der Tabellen:

Gelenkbeeinträchtigung (GB)	B	= Beugung
	S	= Streckung
	K	= Kombination von B und S
Achsenfehler (AF)	Vr	= Varusfehlstellung
	VI	= Valgusfehlstellung
	A	= Antekurvation
	R	= Retrokurvation
Längenfehler (LF)	+	= Längenüberschuß
	-	= Längendefizit
Rotationsfehler (RF)	Au	= Außenfehlstellung
	I	= Innenfehlstellung
Kein Fehler (KF)		

5.) Therapie der distalen Femurfrakturen

Die Therapie der distalen Femurfrakturen ist selten eine konservativ, sondern erfolgt meist durch eine operative Versorgung mittels verschiedener Osteosyntheseverfahren.

Das Ziel der exakten Wiederherstellung von Gelenkflächen, der korrekten Achse, sowie der korrekten Länge der unteren Extremität, steht bei allen Therapiebemühungen im Vordergrund, da nur so die freie Funktion der Gelenke bei voller Belastbarkeit möglichst frühzeitig gewährleistet werden kann.

5.1) konservative Therapie:

Die konservative Therapie der distalen Femurfraktur besteht aus einer Extensionsbehandlung nach vorheriger Reposition der Fraktur. Dies wird meist durch eine Steinmann-Tibiakopfextension durchgeführt und die betroffene Extremität wird unter Extraktion in einer Schiene ruhiggestellt. Nach etwa 8-10 Wochen ist die Frakturzone meist wieder knöchern durchbaut und die betroffene Extremität kann wieder (teil-)belastet werden. Heute wird fast keine distale Femurfraktur mehr vollständig konservativ versorgt, außer wenn der schlechte Allgemeinzustand des Patienten eine Operation nicht zulässt.

Die Gründe für die Zurückhaltung bei der konservativen Therapie sind die häufig auftretenden Komplikationen (48,88):

- Immobilisierungsschäden am Kniegelenk mit Bewegungseinschränkungen
- Durchblutungsstörungen bei inkorrekt Lagerung
- in Fehlstellung verheilte Frakturen und daraus resultierende Kniegelenksarthrosen

- Redisllokationen mit Stellungsfehler
- Thrombembolien, Pneumonien, nosokomiale Infektionen, Inaktivitätsosteoporose und Muskelatrophien

5.2) operative Therapie:

Seit Ende der 60er Jahre gehört die routinemäßige konservative Therapie der distalen Femurfraktur der Vergangenheit an (26). Klinische Studien und experimentelle Untersuchungen über die Behandlungsziele wie eine anatomische Gelenkrekonstruktion (54), Übungsstabilität der Osteosynthese (55,57,78) und die Effekte von Ruhigstellung und kontinuierlicher passiver Bewegung auf die Knorpelregeneration (71,72) zeigten, dass diese Ziele leichter und sicherer durch eine Osteosynthese erreicht werden kann (43). Deshalb ist die operative Versorgung der distalen Femurfrakturen heute Standard (19,49,64,89).

Nachdem Mitte der 70er Jahre die AO die Technik der offenen Frakturposition und die stabile Osteosynthese durch die Kondylenplatte empfahl, avancierte dieses Verfahren zunächst zum Goldstandard (29,47,58,79). Küntscher konnte jedoch bereits Anfang der 40er Jahre über gute Ergebnisse bei der Versorgung von Frakturen langer Röhrenknochen durch geschlossene Reposition und Marknagelung berichten, vor allem über niedrige Komplikationsraten und gute Repositionsmöglichkeiten. Durch die Systematisierung des transartikulären retrograden Zugangs durch Green (27) begann die Ära der retrograden Verriegelungsnagelung suprakondylärer Femurfrakturen (26). Das Konzept der operativen Stabilisierung am distalen Femur hat sich in den letzten Jahren

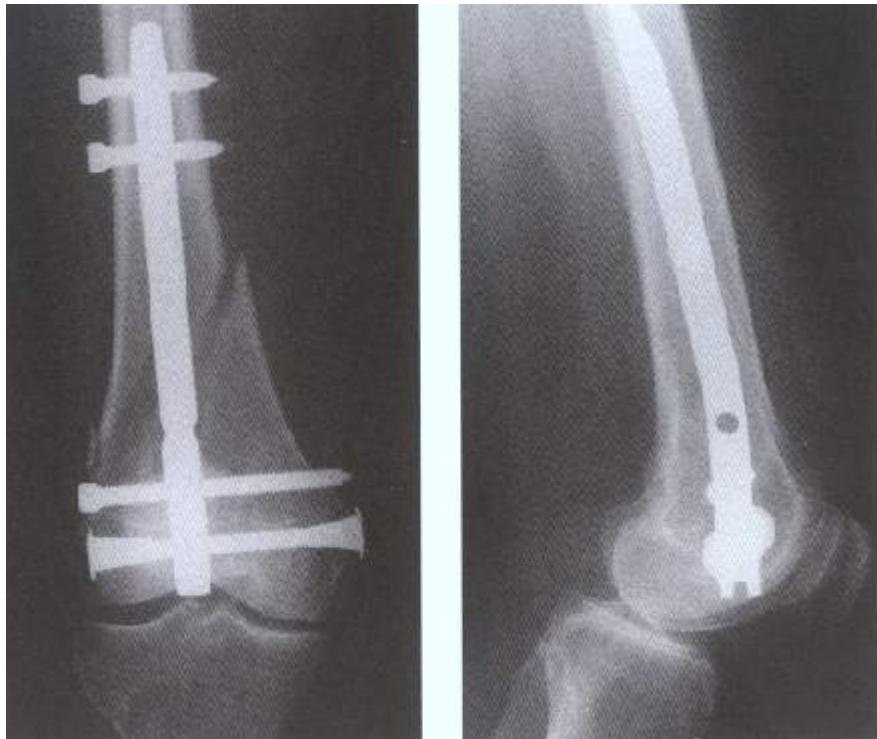
gewandelt. Da viele verschiedene Osteosyntheseverfahren zur Wiederherstellung der korrekten Gelenkflächen, der Rotations- und Längsachse, der stabilen Fixation der Kondylen zum Femurschaft, der korrekten Länge der unteren Extremität zur Verfügung stehen und diese ebenso eine übungs- oder belastungsstabile Osteosynthese gewährleisten können, kann man heute zwischen vielen Operationstechniken und Implantaten wählen (43,76).

5.2.1 Verriegelungsnagelung:

Abbildung 3: Beispiel eines Verriegelungsnagels (70)



Abbildung 4: Röntgenbild eines implantierten Verriegelungsnagels (70)



Die Verriegelungsnagelung stellt ein intramedulläres Osteosyntheseverfahren dar, das ursprünglich vor allem für die Schaftfrakturen der unteren Extremität entwickelt wurde. Bis heute wurde dieses Verfahren zunehmend und mit gutem Erfolg mit einem intramedullären Kraftträger auch zur Therapie der distalen Femurfraktur angewandt (16,24,25,26,29,37,38,43,46,76,91,92). Eine sichere Rotations- und Längens stabilität wird durch die eingebrachten Verriegelungsbolzen erreicht. Diese Stabilität reduziert die Pseudarthrosenrate (40). Die Heilung bei der Verriegelungsnagelung erfolgt über die sogenannte sekundäre Knochenheilung mit Kallusbildung. Die korrekte Festlegung der Länge des Femurs sowie die korrekte Achsstellung werden durch die intramedulläre Schienung ermöglicht. Das bei der Aufbohrung des Markraumes bei aufgebohrter Marknagelung entstehende Knochenmehl, das potente Osteoblasten enthält, verbleibt

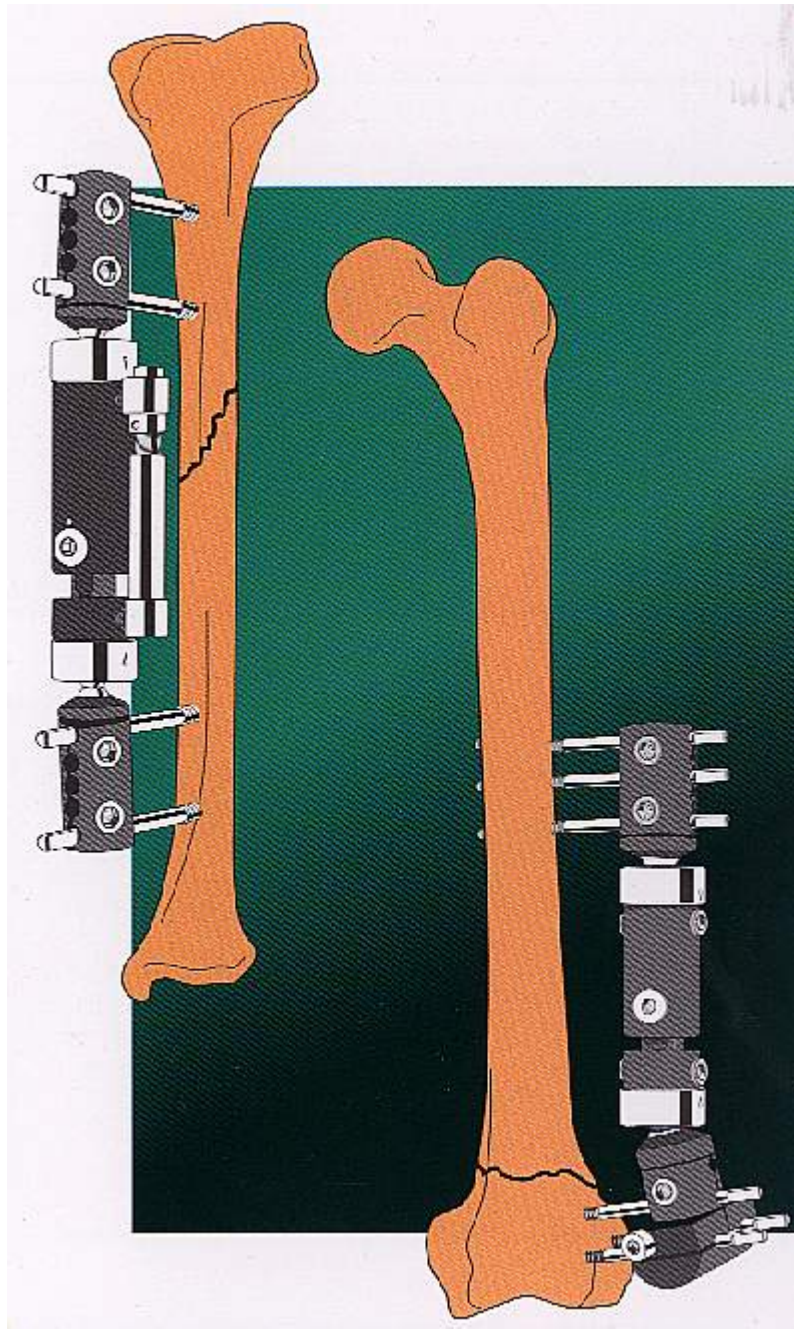
neben dem Hämatom im Frakturbereich. Der Knochen muss weder bei der Osteosynthese noch bei der später ggf. folgenden Metallentfernung langstreckig freigelegt werden (9,76). Alternativ wird auch die unaufgebohrte Marknagelung angewandt.

Der Zugang zur retrograden Marknagelung des Femurs erfolgt bevorzugt über eine 3-4 cm lange Inzision infrapatellar durch das Ligamentum patellae. Werden zusätzlich Schrauben zur Fixierung der Kondylen eingebracht, so sollte dies der Marknagelung vorausgehen. Die voraussichtliche Lage des Nagels sollte bei der Platzierung der Schrauben beachtet werden. Durch ein streng dorsales und ventrales Einbringen der Schrauben soll der Raum für den Marknagel erhalten bleiben. Der Eintrittspunkt für die retrograde Marknagelung liegt in der Verlängerung der lateralen Kante des medialen Kondylus ca. 0,5-1 cm oberhalb des Ansatzes des Ligamentum cruciatum posterius am Femur und somit in der Verlängerung der Femurschaftachse. Der Nagel darf nicht mit dem distalen Ende in das Kniegelenk hineinragen. Neben der distalen Verriegelung folgt die proximale. Komplikationen wie Nagelbruch, Lockerung der Verriegelungsschrauben, Auswandern von Schrauben, Auseinanderspaltung der Kondylen bei der Marknagelung und Fehlplatzierungen der Verriegelungsbolzen werden in seltenen Fällen berichtet (24,26,37,46,76). Tierexperimentelle Studien an Hunden konnten eine Verminderung der Durchblutung an Kreuzbändern zeigen (20). Die Verriegelungsnagelung sollte nicht bei hochgradig offenen distalen Femurfrakturen angewandt werden, da das bereits bestehende hohe Infektionsrisiko durch die Marknagelung mit der möglichen Keimverschleppung in die Markhöhle noch zusätzlich erhöht wird und so die Gefahr der Osteomyelitis bzw. Markraumphlegmone steigt (30).

Die Vorteile der Verriegelungsnagelung wie die Möglichkeit der Dynamisierung bei einsetzender Kallusbildung zur Förderung der weiteren Kallusbildung und Erhöhung der Ausheilungsquote (8,18), die Tatsache, dass diese Methode in fast allen Krankenhäusern schnell und einfach eingesetzt werden kann (33) und die Möglichkeit der postoperativen Stellungskorrektur auch ohne Narkose (10) förderten die rasche Verbreitung des Verfahrens. Bei stabilen Frakturen ist bereits am 1. postoperativen Tag eine Mobilisierung unter geringer Gewichtsbelastung möglich. Sechs bis acht Wochen danach erfolgt je nach radiologischem Befund die Dynamisierung, und eine Gewichtsbelastung bis zu 100 % wird erreicht. Handelt es sich um instabile Frakturen, so erfolgt die Mobilisierung zunächst vollständig ohne Belastung, und durch die einhergehende spätere Dynamisierung erlangen diese Patienten meist nach etwa 10 bis 12 Wochen eine volle Belastbarkeit.

5.2.2) Fixateur externe:

Abbildung 5: Schematische Abbildung einer Fixateur-Anlage am Femur (70)



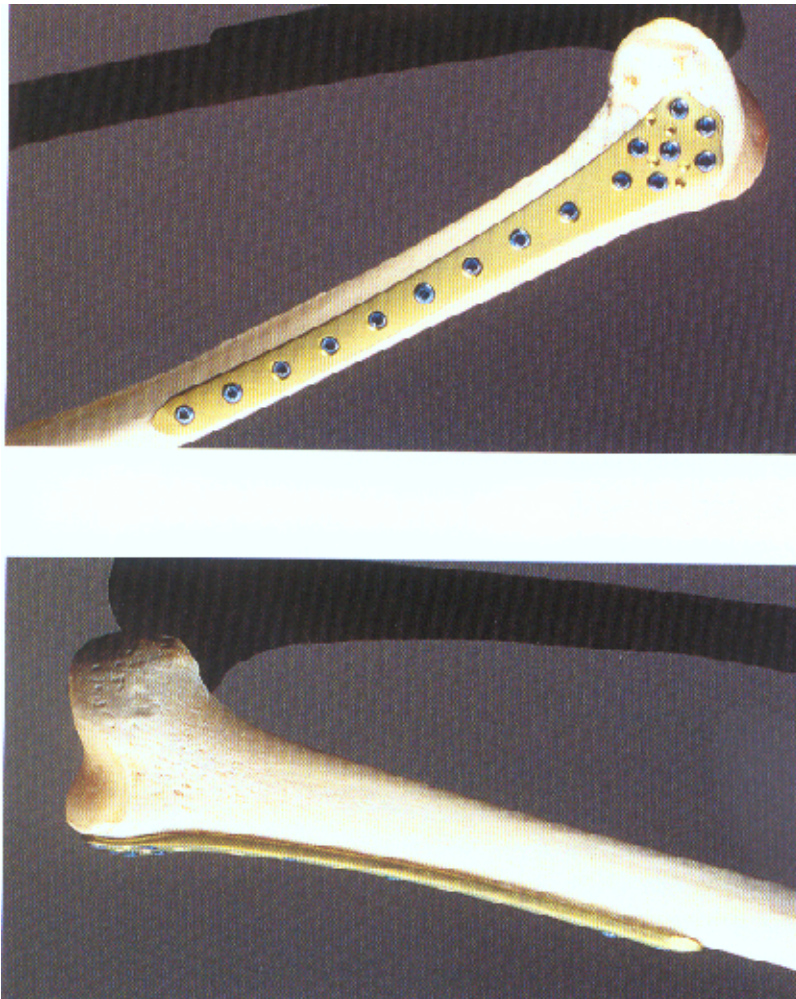
Mit dem Fixateur externe steht ein Verfahren zur Verfügung, welches weichteilschonend eine schnelle Stabilität der betroffenen Extremität erreicht. An Längsträgern (Stahl- oder Kohlefaserrohre), die untereinander beliebig über drehbare

Backen verbunden werden können, werden proximal und distal der Frakturzone Schanz-Schrauben oder Steinmann-Nägel im Knochen befestigt, und so die frakturierte Extremität extern fixiert (41).

Auch durch die Einführung der dynamisch-axialen Fixation durch einen „Orthofix“-Fixateur externe (1983) findet dieses Osteosyntheseverfahren einen weiten Anwendungsbereich (8,18). Alle Frakturtypen einschließlich gelenknaher oder Gelenkfrakturen können durch einen Fixateur externe therapiert werden (33). Wenn möglich sollten bei Frakturen des distalen Femurs mit Gelenkbeteiligung die gelenkbildenden Kondylen durch Schrauben im Sinne einer minimal invasiven Fixation mittels Zugschraubenosteosynthese rekonstruiert werden, um eine stufenfreie Gelenkfläche zu gewährleisten. Bei einer gelenkübergreifenden Fixateuranlage sollte das angebrachte Stabsystem dann durch Pins fixiert werden, die lateral in den Femur und anteromedial in die Tibia eingeschraubt werden (70). Vor allem zur Primärbehandlung polytraumatisierter Patienten, bei Frakturen mit schwerem Weichteilschaden (offen und geschlossen), bei Kettenfrakturen mit oder ohne Gelenkbeteiligung und beim „komplexen Kniegelenkstrauma“ (45) findet die Anlage eines externen Fixateurs Anwendung (33). Bei polytraumatisierten Patienten sollten alle diagnostischen und operativen Manipulationen mit geringer Dringlichkeit vermieden werden, um den Patienten in der vulnerablen Phase nicht zusätzlich zu schädigen (12,51,67). Hier kommt der Anlage eines Fixateur externes besondere Bedeutung zu. Heute wird häufig nach primärer Fixateur - externe - Anlage ein konsekutiver Verfahrenswechsel zur primär belastungsstabilen Marknagelosteosynthese angewandt obwohl auch eine Ausheilung der Faktur möglich ist (21,33,87).

5.2.3) Less- invasive- stabilization- system (LISS):

Abbildung 6: LISS am distalen Femur (70)



Da bei den distalen Femurfrakturen aufgrund der oftmals multiplen Fragmentierung und durch die bei einer direkten Reposition teils verschlechterte Durchblutung, die Frakturheilung oft verzögert ist und so Knochentransplantationen notwendig werden können (55,83), sind im Laufe der Zeit indirekte Repositionsmethoden entwickelt worden (42). Anhand von mechanischen Untersuchungen ist der Vorteil der Winkelstabilität zwischen Schrauben und Platte deutlich belegt worden (23). Die anatomische Reposition wurde durch die Entwicklung minimal-invasiver

Operationstechniken abgelöst und die Rekonstruktion des Gelenkbereichs wurde über eine Arthrotomie deutlich vereinfacht (76). Das Less-invasive-stabilization-system (LISS) hat neue Möglichkeiten eröffnet. Basierend auf anatomisch geformten Abstützplatten, die mit monokortikalen, selbstbohrenden, selbstschneidenden Schrauben verankert werden, wird eine Winkelstabilität zwischen Schrauben und Platte ausgenutzt (77), so dass ein Anpressen der Platte auf den Knochen nicht mehr notwendig ist, um eine sichere Verankerung zu erreichen (76). Die Schrauben verankern sich mit der Platte über ein Gewinde am Außenrand des Schraubenkopfes und am Innenrand des Plattenlochs. Im Vergleich zur Anwendung von Standardschrauben wird eine bessere Knochen – Platten - Verbindung erreicht (80). Funktionell gesehen handelt es sich bei dem LISS um einen internen Fixateur. Suprakondyläre A-Frakturen werden über einen lateralen kurzen Zugang versorgt, durch die Legierung der Perforansgefäße und Anhebung des Musculus vastus lateralis wird eine gute Sicht auf den Femurschaft ermöglicht (75). Bei intraartikulären Frakturen wird ein lateraler parapatellarer Zugang gewählt, und um die Femurkondylen voll einsehen zu können, wird die Patella nach medial disloziert (76). Wichtig ist, dass bei der Platzierung der Zugschrauben die geplante Lage des LISS berücksichtigt wird. Im Gegensatz zu offenen Vorgehensweisen der Therapie der distalen Femurfraktur (55,83) wird in der Literatur über eine weit geringere Notwendigkeit zur Knochentransplantationen und Frakturheilungsstörungen bei der Osteosynthese mittels LISS berichtet (25,76). Ein LISS - spezifisches Problem ist das Ausreißen der proximalen Schrauben (2,76).

5.2.4) Schraubenosteosynthese:

Abbildung 7: Verschiedene Schrauben (70)



Legende zu Abbildung 7:

- 1.) Spongiosagroßfragmentschraube
- 2.) Spongiosagroßfragmentschraube
- 3.) Überlange Großfragmentkortalisschraube
- 4.) Lange Großfragmentkortalisschraube
- 5.) Kortalisschraube

Durch das Einbringen von Zugschrauben in Frakturfragmente wird eine interfragmentäre Kompression und Wiederherstellung der anatomischen Form der Gelenkfläche erreicht. Die Folge ist eine „Primärheilung“. Die spongiösen Flächen

sollen ineinandergedrückt werden um ein Ausfüllen der Lücke mit Bindegewebe zu verhindern. Wird dies nicht erreicht, kann eine Spongiosaplastik notwendig werden (60). Das Prinzip der Zugschraube besteht darin, dass der Gewindeteil der Schraube ausschließlich in dem Schraubenkopf gegenüberliegenden Fragment festen Halt findet, da die Schraube im schraubenkopfnahen Teil gleiten kann. Nach einer provisorischen Fixierung der Kondylenanteile mit K-Drähten und einer so erreichten fugengerechten Adaptation der Fragmente erfolgt die endgültige Fixierung durch mindestens zwei Zugschrauben (70). Dabei sollten die Schrauben im 90°- Winkel zur Frakturlinie eingebracht werden, um eine größtmögliche Stabilität zu erreichen (65). Falls Schrauben in die Gelenkfläche eingebracht werden müssen, sollten diese möglichst tief versenkt werden, um eine postoperative Beweglichkeit zu ermöglichen (56). Wichtig für das Erreichen der gewünschten Ergebnisse ist v.a. die korrekte Länge der Schrauben, da durch ein zu weites Überschreiten der gegenseitigen Kondylenoberfläche mit einer Irritation der Weichteile gerechnet werden muss, was in entsprechende Schmerzhaftigkeit resultieren würde. Bei osteoporotischen Knochen sollten Unterlegscheiben verwendet werden, um ein Einsinken des Schraubenkopfes in die Knochenoberfläche zu verhindern (56,65). Laut Ostermann et al (65) sorgt die offene anatomische Reposition und interne Schraubenfixation vor allem bei monocondylären Femurfrakturen für hervorragende Langzeitresultate. Bei übungstabiler Osteosynthese kann in der Regel nach 2-3 Wochen die volle Beweglichkeit des Kniegelenks erreicht werden. Nach knöcherner Überbauung der Frakturzone wird normalerweise eine Belastungsstabilität nach ca. 5 Wochen erreicht (65).

5.2.5) Plattenosteosynthese:

Abbildung 8: Verschiedene Platten zur Plattenosteosynthese (70)



Legende zu Abbildung 8 (für den distalen Femur nicht relevante Platten werden hier nicht benannt):

- a) 95°- Kondylenplatte zur Frakturstabilisierung des proximalen und distalen Femurs
- c) Kondylenabstützplatte für den distalen Femur (links und rechts)
- i) Dynamische Kondylenschraube für den proximalen und distalen Femur (Seitenplatte und Schraube einzeln abgebildet)

5.2.5.1) 95°- Kondylenplatte

Die mechanische Beinachse, die durch die Verbindung zwischen dem Hüftkopfbereich und der Mitte des oberen Sprunggelenks definiert ist, bildet einen Winkel von 3° mit der vertikalen und von 6-7° mit der anatomischen Achse des Femurs, die wiederum anhand der Kniegelenksebene parallel zur Unterlage beschrieben wird. Durch die Verbreiterung der Metaphyse nach distal hin, wurde die Kondylenplatte mit einem Winkel von 95° konfiguriert (43). Dennoch müssen bei der Kondylenplattenosteosynthese die interindividuellen Schwankungen und die unterschiedlichen Gegebenheiten bei der präoperativen Planung berücksichtigt werden (28,34). Die 95°- Kondylenplatte kann sowohl im proximalen wie auch im distalen Femurbereich eingesetzt werden und ermöglicht eine stabile Fixierung von einfachen und komplizierten distalen Femurfrakturen. Durch den starren Winkel zwischen der Klinge und dem Schaft wird die Festigkeit der Platte erhöht und ihre Korrosionsanfälligkeit vermindert (60). Am distalen Femur wird die Klinge parallel zur Kniegelenkachse eingesetzt. Nach Platzierung eines K-Drahtes auf dem distalen Ende der Femurgelenkfläche zur Markierung der Frontalebene wird ein zweiter K-Draht parallel zum Ersten proximal in der Verlängerung der Femurschaftachse durch beide Kondylen gebohrt. Dies erfolgt unter Kontrolle des Kondylenplattenzielgerätes. Ein bis zwei Spongiosaschrauben dienen als zusätzliche Fixation des Kondylenfragmentes, die durch die beiden klingennahen Plattenlöcher eingeschraubt werden. Danach wird nach dem Vorspannen die Platte am Femur festgeschraubt. Vor allem die extraartikulären, suprakondylären A- Frakturen sowie die intraartikulären diakondylären C1- und C2- Frakturen gelten als Indikationsbereich, wobei der interkondyläre Bruchspalt bei intraartikulären Frakturen vor dem Einschlagen der Platte mit Zugschrauben fixiert werden muss (14). Laut

Schmidt - Neuerburg et al. (81) sind vor allem vier Punkte zu beachten: Der Kreuzbandapparat kann durch einen zu distal eingebrachten Klingensitz beschädigt werden, ein falscher Einschlagwinkel der Klinge kann zu Varus- und Valgusfehlstellungen führen, eine zu lang gewählte Klinge kann die Gegenkortikalis perforieren und eine falsche Klingelage in der Sagittalebene kann zu einer Ante- oder Rekurvationsdeformität führen. Nach ca. einer Woche kann normalerweise der Patient an Unterarmgehstützen unter Teilbelastung der osteosynthetisch versorgten Extremität mobilisiert werden.

5.2.5.2) Kondylenabstützplatte

Die Kondylenabstützplatte ist eine Platte speziell für das distale Femur. Der distal gespreizte Plattenlöffel ist so geformt, dass er sich der Femurkondyle direkt anlegt, so dass sich die Platten für das rechte und das linke Femur unterscheiden. Besonders geeignet sind diese Platten zur operativen Versorgung von intraartikulären C3 - Trümmerfrakturen (11,14,29,38,57,69,81,94). Auch bei B-Frakturen kann diese Platte gut verwendet werden, wenn es sich um ungünstige tangentielle Bruchlinienverläufe oder um osteoporotisch veränderte Knochen handelt. Die Kondylenabstützplatte weist in ihrem löffelartigen Ende einige Löcher auf. Durch diese werden die Schrauben je nach Lage der Fragmente in beliebiger Richtung eingebracht. So kann der in mehrere Fragmente versprengte Kondylenbereich stabilisiert und gleichzeitig durch den proximalen Teil der Platte an den Femurschaft fixiert werden (11). Die Fragmente im Gelenkbereich bei Trümmerfrakturen sollten durch eine anatomische Rekonstruktion wiederhergestellt werden. Dies sollte im Schaftbereich aber nicht erfolgen. So sollen noch vaskularisierte Bruchstücke im Zusammenhang mit

der Muskulatur belassen werden, um postoperative Durchblutungsstörungen dieser Fragmente zu verhindern. Einige Autoren legen viel Wert auf eine zusätzliche Spongiosaplastik, da dadurch in vielen Fällen ein Materialbruch verhindert werden kann (11,14,49,81,94). Ein Problem der Kondylenabstützplatte ist die im Vergleich zu anderen Osteosyntheseverfahren geringere Stabilität. Dadurch kann es bei zu früher und zu hoher Belastung zu einer Verbiegung der Platte kommen. Auch kommt es leicht zu Achsen- und Rotationsfehlern, da keine Hilfseinrichtungen zur achsengerechten Implantateinlage vorliegen (31). Bei meist erreichter übungstabiler Osteosynthese kann der Patient in der Regel nach ca. einer Woche an Unterarmgehstützen unter Entlastung der versorgten Extremität mobilisiert werden. Volle Belastungsstabilität ist je nach Frakturtyp und radiologischem Verlauf meist nach 6 bis 16 Wochen möglich (81).

II : Material und Methode

1.) Datenerhebung und Auswertung

Das bei dieser retrospektiven Studie verwendete Material beinhaltet stationäre und ambulante Krankenakten sowie Röntgenbilder der Klinik und Poliklinik für Unfall- und Handchirurgie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Ausgewertet wurden die Akten von 60 Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.1990 bis zum 31.12.2000 mit der Diagnose einer distalen Femurfraktur in der Universitätsklinik Münster aufgenommen und stationär behandelt wurden. Bei 10 Patienten konnte außerdem telefonisch der aktuelle Zustand erfragt werden. Verglichen werden die erfassten Daten mit Ergebnissen aus einer früheren Promotionsarbeit (82) aus den Jahren 1974 bis 1990 mit insgesamt 82 Patienten.

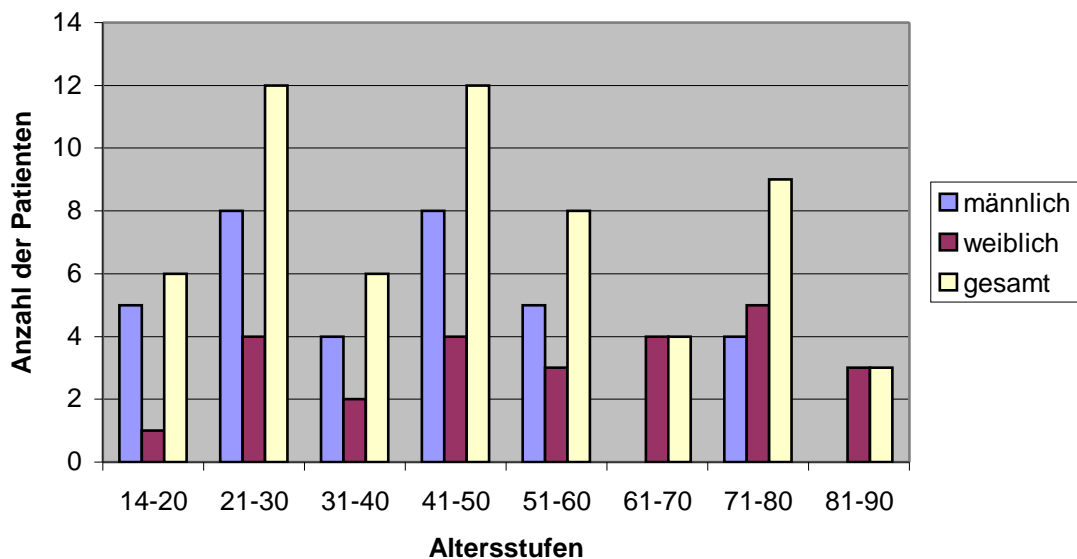
Als Textverarbeitungsprogramm wurde Microsoft Word 2000 und zur Datenerhebung anhand der Tabellenerstellung Microsoft Excel 2000 benutzt.

III : Ergebnisse

1.) Alters- und Geschlechtsverteilung

In dem untersuchten Patientengut überwiegen männliche Patienten mit 34 (57 %) gegenüber den weiblichen Patienten mit 26 (43 %). 88 % der Männer waren zum Zeitpunkt der Fraktur nicht älter als 60 Jahre. Die weiblichen Patienten waren gleichmäßig in allen Altersklassen vertreten. Das Durchschnittsalter der Männer betrug 41 Jahre (14-80), das der Frauen 56 Jahre (19-89).

Diagramm 1: Alters- und Geschlechtsverteilung



2.) Frakturursachen

2.1) Frakturursachen und Alters- und Geschlechtsverteilung

22 Patienten erlitten eine distale Femurfraktur als Autoinsasse durch einen Verkehrsunfall. Nur fünf dieser Patienten waren zum Zeitpunkt des Unfalls älter als 50 Jahre, 14 von 17 Patienten (82 %) deren Frakturursache ein Hausunfall war, waren älter als 50 Jahre.

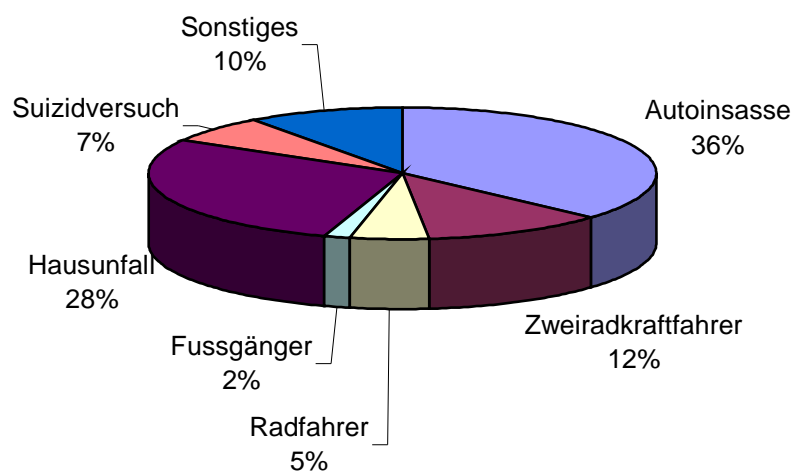
Tabelle 2: Frakturursachen und Altersverteilung ; n=60

	14- 20 Jahre	21- 30 Jahre	31- 40 Jahre	41- 50 Jahre	51- 60 Jahre	61- 70 Jahre	71- 80 Jahre	81- 90 Jahre	Geamt
Autoinsasse	2	6	3	6	3	2	0	0	22
Zweiradkraftfahrer	2	1	2	2	0	0	0	0	7
Radfahrer	0	1	0	0	0	0	2	0	3
Fußgänger	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Hausunfall	1	1	0	1	4	2	5	3	17
Suizidversuch	0	1	1	1	1	0	0	0	4
Sonstiges	1	2	0	2	0	0	1	0	6

In vier Fällen kam es durch einen Suizidversuch (Sturz von Autobahnbrücke, zwei Fenstersprünge, Frontalaufprall mit dem PKW gegen Baum) zur Fraktur.

In sechs Fällen lagen andere Ursachen (Stürze aus großer Höhe außerhalb der eigenen Wohnung, Motorsport bei Motocross und ein Arbeitsunfall) vor.

Diagramm 2 : Frakturursachen



Legende zu Diagramm 2:

Frakturursache	Anzahl n	in %
VU als Autoinsasse	22	36%
VU als Zweiradkrafthfaher	7	12%
VU als Radfahrer	3	5%
VU als Fußgänger	1	2%
Hausunfall	17	28%
Suizidversuch	4	7%
Sonstiges	6	10%

Abk.: VU = Verkehrsunfall

2.2) Begleiterkrankungen und periprothetische Frakturen

Zum Zeitpunkt der Fraktur lagen bei zehn Patienten Begleiterkrankungen vor, die mit der distalen Femurfraktur einhergingen oder zum Teil mitverantwortlich waren. Hier sollen nur die Begleiterkrankungen vorgestellt werden, die die Röhrenknochen bzw. das Skelett betrafen.

Tabelle 3: Begleiterkrankungen und ipsilaterale Frakturen bei Endoprothesen

Begleiterkrankung	Frakturursache	Osteosyntheseverfahren
Osteoporose	Hausunfall	Platten- +Schraubenosteosynthese
Osteoporose	Hausunfall	Verriegelungsnagelung
Osteoporose	VU: Autoinsasse	Verriegelungsnagelung+ 2 Schrauben
Osteoporose	Hausunfall	Plattenosteosynthese
Hüft-Tep, Knie-Tep	Hausunfall	Plattenosteosynthese
Knie-Tep	Hausunfall	LISS
Knie-Tep	Hausunfall	Plattenosteosynthese
Cox-+Gonarhtrose	Sturz in Baugrube	Verriegelungsnagelung
Coxarthrose	Hausunfall	Verriegelungsnagelung
M. Bechterew	Hausunfall	Verriegelungsnagelung

In acht Fällen führte ein Hausunfall zur Fraktur. Bei diesen Patienten wurde fünfmal die Verriegelungsnagelung als Osteosynthesemethode gewählt, viermal eine Platte und in einem Fall das LISS. In vier Fällen litten die Patienten unter Osteoporose, davon waren drei weiblich. In dieser Gruppe führte dreimal ein Hausunfall zur distalen Femurfraktur und einmal ein Verkehrsunfall als Autoinsasse. Bei zwei dieser Patienten lag eine A-Fraktur und bei den anderen beiden eine C-Fraktur vor, die durch Verriegelungsnagelungen und durch Platten- mit Schraubenosteosynthese versorgt wurden. Drei Patienten erlitten eine peri-/supraprothetische Femurfraktur, wovon zwei Patienten unter einer Arthrose litt und ein Patient an M. Bechterew erkrankt war.

3.) Fraktуреinteilung

3.1) Häufigkeit der Frakturuntergruppen und Geschlechtsverteilung

In unserem Patientengut überwiegen mit 51 % die schweren C-Frakturen (n=33) mit kompletter Gelenkbeteiligung (bikondylär) vor den A-Frakturen (n=24) ohne Gelenkbeteiligung (suprakondylär) mit 38 %. B-Frakturen (n=7) mit partieller Gelenkbeteiligung (unikondylär) lagen nur in 11 % vor.

In vier Fällen lag eine distale Femurfraktur beidseits vor.

Diagramm 3: Häufigkeit der Frakturuntergruppen (A,B,C); n=64

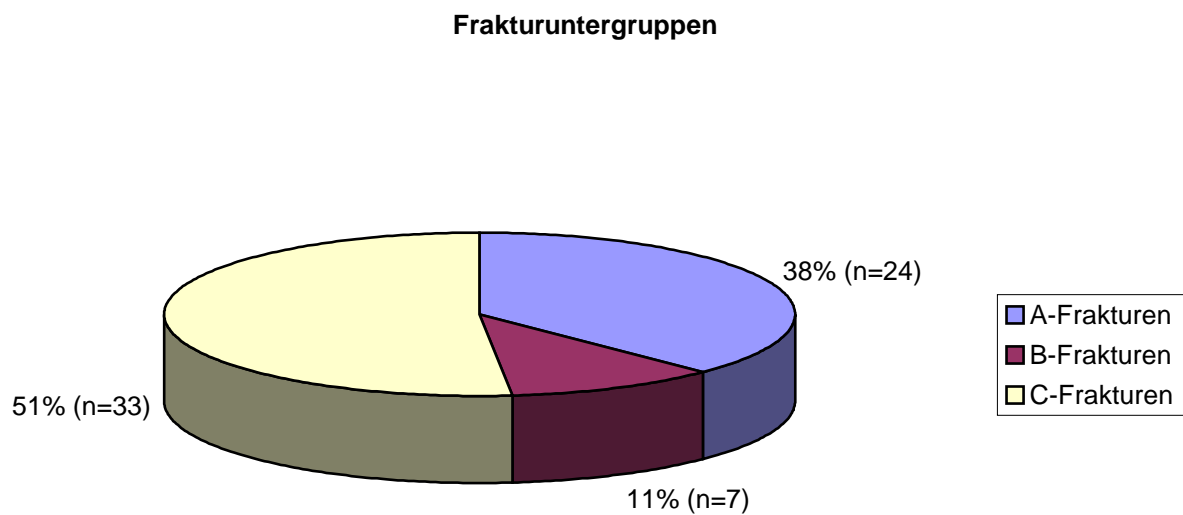


Tabelle 4: Frakturuntergruppen und Geschlechtsverteilung; n=64

Fraktur	männlich	weiblich	gesamt
Typ 33a1	3	4	7
Typ 33a2	4	6	10
Typ 33a3	6	1	7
Typ 33b1	1	1	2
Typ 33b2	3	0	3
Typ 33b3	0	2	2
Typ 33c1	0	2	2
Typ 33c2	12	6	18
Typ 33c3	8	5	13

Innerhalb der bikondylären C-Frakturen lagen die meisten Frakturen (n=18) als C2-Frakturen (komplett artikulär, metaphysär multifragmentär) vor. Bei 13 Frakturen handelte es sich um C3-Frakturen (komplett artikulär, metaphysär und diaphysär multifragmentär). Es gab nur zwei T- oder Y-förmige C1-Frakturen.

In neun Fällen lag eine einfache A1-Fraktur, in zehn Fällen eine A2-Fraktur mit einem metaphysären Fragment und siebenmal eine A3-Fraktur mit einem metaphysärem Frakturkomplex vor.

Sind Frauen noch in der Gruppe der A-Frakturen mit 46 % vertreten, liegt der Anteil der Frauen in der Gruppe der C-Frakturen nur noch bei 39 %. Betrachtet man die C2-Frakturen, so fällt auf, dass nur 33% weiblich waren.

3.2) Frakturuntergruppen in Bezug zu Frakturursachen

Untersucht man die verschiedenen Frakturuntergruppen bezüglich der Frakturursachen, so fällt auf, dass ein sehr hoher Anteil an Hausunfällen zu suprakondylären extraartikulären Frakturen geführt hat (64,7 %). In 60,9 % kam es beim Verkehrsunfall mit dem PKW und in 71,4 % mit dem Zweiradkraftrad zu bikondylären Frakturen mit kompletter Gelenkbeteiligung. Auch 75 % der Patienten, die sich eine distale Femurfraktur durch einen Suizidversuch zuzogen, erlitten eine bikondyläre komplett artikuläre Fraktur.

Tabelle 5: Frakturuntergruppen in Bezug zu Frakturursachen

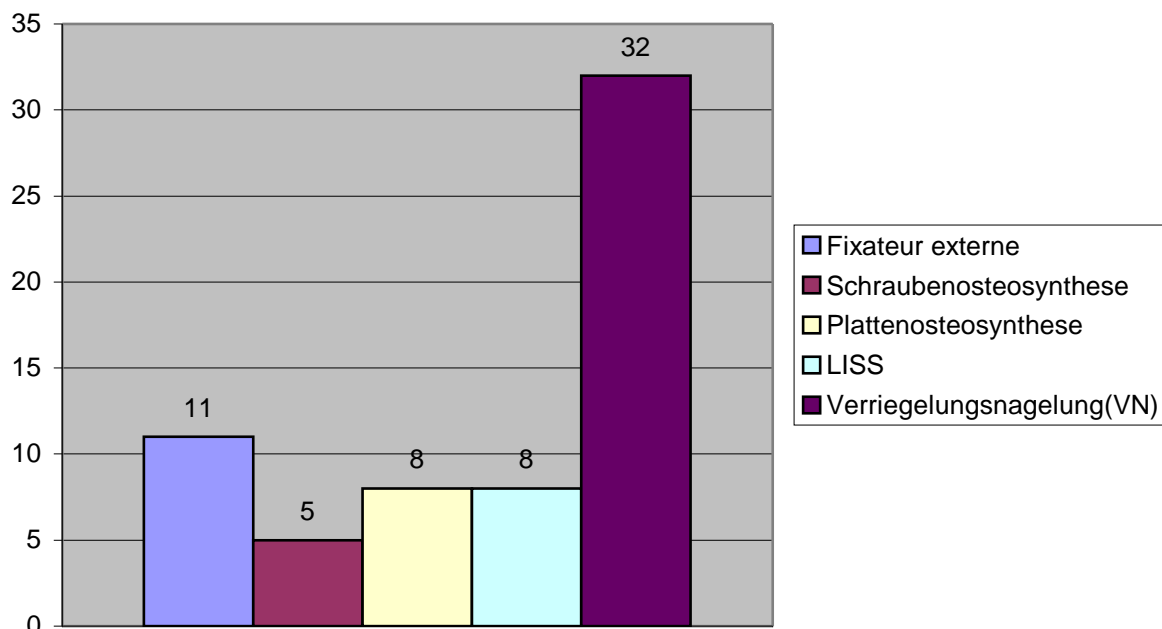
	Typ 33a1	Typ 33a2	Typ 33a3	Typ 33b1	Typ 33b2	Typ 33b3	Typ 33c1	Typ 33c2	Typ 33c3
Autoinsasse	1	2	3	0	2	1	1	8	5
Zweiradkraftfahrer	0	1	0	0	0	1	0	2	3
Radfahrer	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Fußgänger	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Hausunfall	5	4	2	1	1	0	1	1	2
Suizidversuch	0	1	0	0	0	0	0	2	1
Sonstiges	0	1	1	1	0	0	0	4	2

4.) Osteosyntheseverfahren

In der Zeit von 1990 bis 2000 wurden in der Klinik für Unfall- und Handchirurgie der WWU Münster fünf verschiedene Osteosyntheseverfahren zur Therapie der distalen Femurfraktur angewandt.

Erfolgte intraoperativ zusätzlich eine Verschraubung von Knochenfragmenten, wurde also eine Komplementärosteosynthese durchgeführt, so wurden diese Fälle dem jeweiligen führenden Osteosyntheseverfahren (Verriegelungsnagelung, Fixateur externe, Plattenosteosynthese, LISS) zugeordnet.

Diagramm 4: Häufigkeit der verwendeten Osteosyntheseverfahren; n=64



Der weitaus größte Anteil (50 %) wurde durch eine intramedulläre Osteosynthese (Verriegelungsnagelung) versorgt. In acht Fällen wurde ein retrograder, distaler

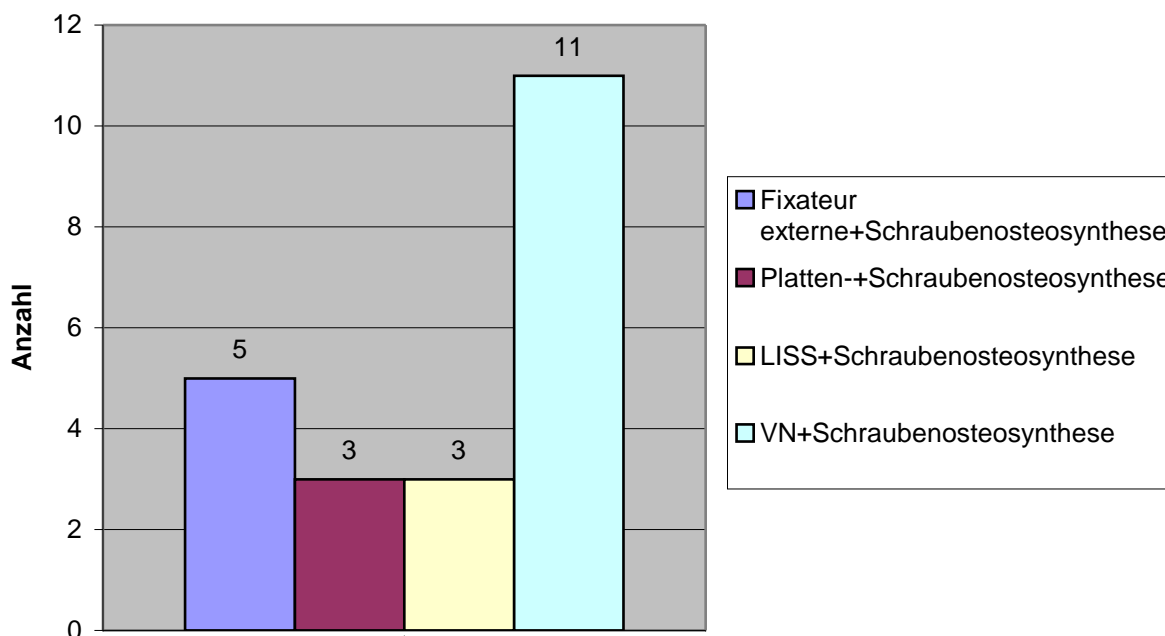
Femurnagel und in einem Fall ein Verriegelungsnagel verwendet. Als Fixateur externe (17,2%) wurde in allen Fällen ein monolaterales System angebracht. Fünf Burri-Abstütz-, eine Burri-Löffel- und zwei 95°-Kondylenplatten wurden zur Plattenosteosynthese (12,5%) benutzt.

In acht Fällen (12,5%) erfolgte die Osteosynthese durch LISS.

Lediglich fünf (7,8%) distale Femurfrakturen wurden durch eine alleinige Verschraubung versorgt.

In 22 Fällen erfolgte zusätzlich zur führenden Osteosynthese eine Verschraubung von Knochenfragmenten:

Diagramm 5: Osteosyntheseverfahren mit zusätzlicher Verschraubung



Folgend werden die verschiedenen Osteosyntheseverfahren den Frakturuntergruppen zugeordnet.

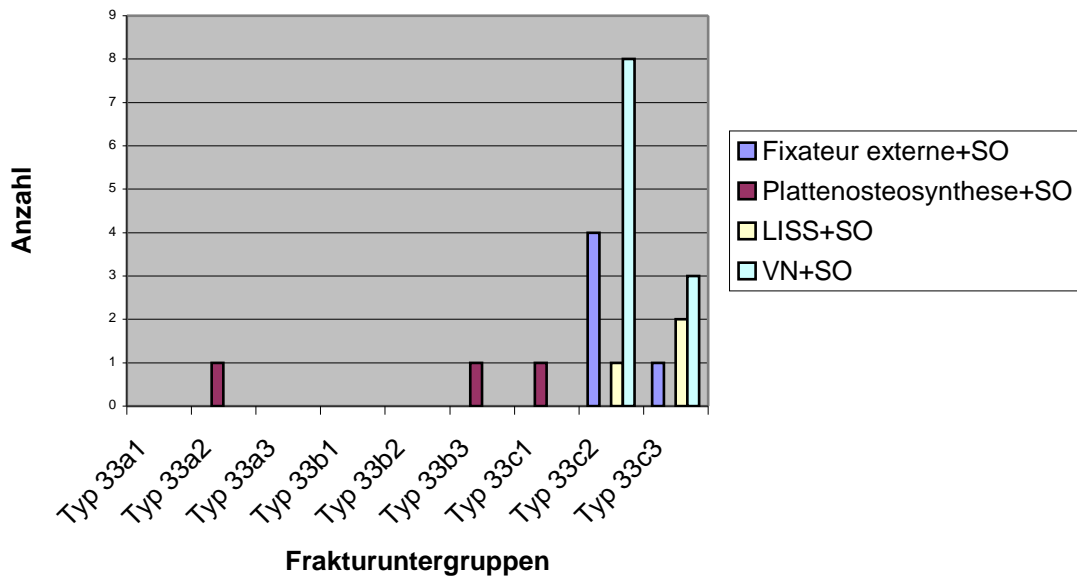
Tabelle 6: Zuordnung der Osteosyntheseverfahren zu den Frakturuntergruppen

	Typ 33a1	Typ 33a2	Typ 33a3	Typ 33b1	Typ 33b2	Typ 33b3	Typ 33c1	Typ 33c2	Typ 33c3
Fixateur externe	1	0	1	0	1	0	0	5	3
Schraubenosteosynthese	0	1	0	1	1	0	0	1	1
Plattenosteosynthese	1	2	1	0	0	1	1	0	2
LISS	1	0	1	0	0	0	0	3	3
Verriegelungsnagelung(VN)	4	7	4	1	1	1	1	9	4

Sowohl bei den suprakondylären extraartikulären A-Frakturen als auch bei den bikondylären C-Frakturen mit kompletter Gelenkbeteiligung stellt die Verriegelungsnagelung die bevorzugte Osteosynthesemethode dar. Das LISS wurde in sechs von acht Fällen (75%) zur Versorgung einer C-Fraktur implantiert.

Der Fixateur externe wurde zu 73% zur Versorgung von C-Frakturen verwendet, zu 18% bei A-Frakturen und nur einmalig (9%) bei unikondylären B-Frakturen.

Diagramm 6: Zuordnung der Komplementärosteosynthese zu den Frakturuntergruppen



Abk.: SO = Schraubenosteosynthese

VN = Verriegelungsnagelung

Das Diagramm 6 macht deutlich, dass in 20 von 22 Fällen (91%) eine intraoperative zusätzliche Verschraubung als Komplementärosteosynthese bei den C-Frakturen mit kompletter Gelenkbeteiligung nötig war. Besonders bei den multifragmentären C2- und C3-Frakturen wurden zusätzlich Schrauben eingebracht.

4.1) Intraoperative Zusatzmaßnahmen

Unterteilt nach dem jeweils führenden Osteosyntheseverfahren werden in diesem Kapitel besondere intraoperative Umstände aufgezeigt, die Zusatzmaßnahmen (z.B. Spongiosaplastiken, Spickdrähte, usw.) erforderlich machten.

4.1.1) Intraoperative Zusatzmaßnahmen bei Osteosynthese durch eine Verriegelungsnagelung

Bei einer distalen Femurfraktur Typ 33c3 waren die Fragmente schlecht reponierbar, so dass das Gelenk parapatellar eröffnet und K-Drähte zur Reposition zusätzlich eingebracht wurden. In einem anderen Fall musste das Ligamentum patellae readaptiert werden, hierbei handelte es sich um eine erstgradig offene Fraktur Typ 33c2.

Bei einem Patienten mit stark ausgeprägter Cox- und Gonarthrose mit einer Fraktur Typ 33b1 wurde ein überlanger, gelenkübergreifender (720 mm) Verriegelungsnagel eingebracht, da die Fraktur anders nicht zu stabilisieren war. Ein TEP-Wechsel bei liegender Knie - Tumorprothese durch einen gelenkübergreifenden Arthrodesenagel musste in einer anderen Operation durchgeführt werden. Hierbei wurde eine speziell angefertigte Prothese mit kurzem Nackenteil mit zentraler Bohrung (Sacklochbohrung) benutzt.

Bei einer supraprothetischen Fraktur Typ 33b2 musste der Prothesenschaft entfernt und durch einen speziellen Titannagel mit integrierbarer Stummelprothese als Verriegelungsnagel eingesetzt werden.

4.1.2) Intraoperative Zusatzmaßnahmen bei Osteosynthese durch einen Fixateur externe

Bei fünf von elf Patienten (45,5 %), die mit einem Fixateur externe versorgt wurden, wurde ein primär gelenkübergreifender Fixateur externe angebracht. Hier handelte es sich um zwei C2-, zwei C3- und eine A1- Frakturen. Zusätzlich musste bei einer C3-Fraktur eine K-Draht - Spickung bei einem nicht reponierbaren Knochenfragment genutzt werden. Bei einem Patienten mit einer distalen Femurfraktur Typ 33C2 war eine Spongiosaplastik notwendig.

4.1.3) Intraoperative Zusatzmaßnahmen bei Osteosynthese durch ein LISS

Bei einer supraprothetischen Fraktur Typ 33a3 nach Knie - TEP war zusätzlich zum LISS eine Spongiosaplastik notwendig, um eine ausreichende Stabilität zu erreichen.

4.1.4) Intraoperative Zusatzmaßnahmen bei Schraubenosteosynthese

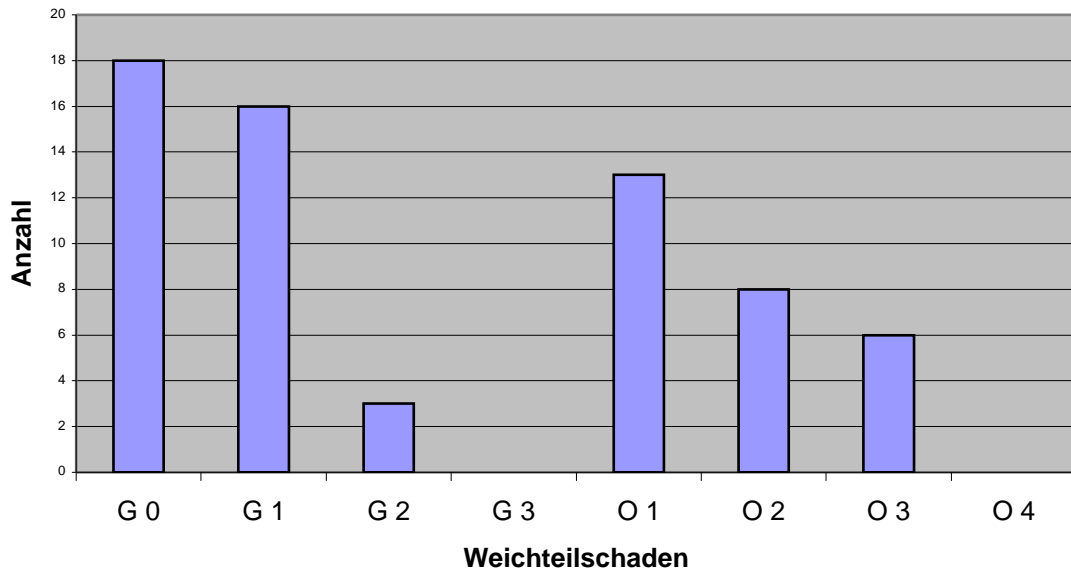
Eine zusätzliche Spickdrahtosteosynthese wurde in einem Fall eingesetzt, der Patient verstarb jedoch später an den Unfallfolgen.

4.1.5) Intraoperative Zusatzmaßnahmen bei Plattenosteosynthese

Bei zwei Patienten (eine A2-Fraktur, eine C3-Fraktur) wurde zusätzlich zur Plattenosteosynthese eine Spongiosaplastik aus dem Beckenkamm benötigt. In einem Fall handelte es sich um eine supraprothetische Fraktur Typ 33a2 am oberen Prothesenschlittenrand bei liegender Knie-TEP.

5.) Weichteilschaden

Diagramm 7: Weichteilschaden



Nach der Einteilung von Oestern und Tscherne (63) betrug der Anteil geschlossener Frakturen in dem vorliegenden Patientengut mit insgesamt 37 Frakturen 57,8 %.

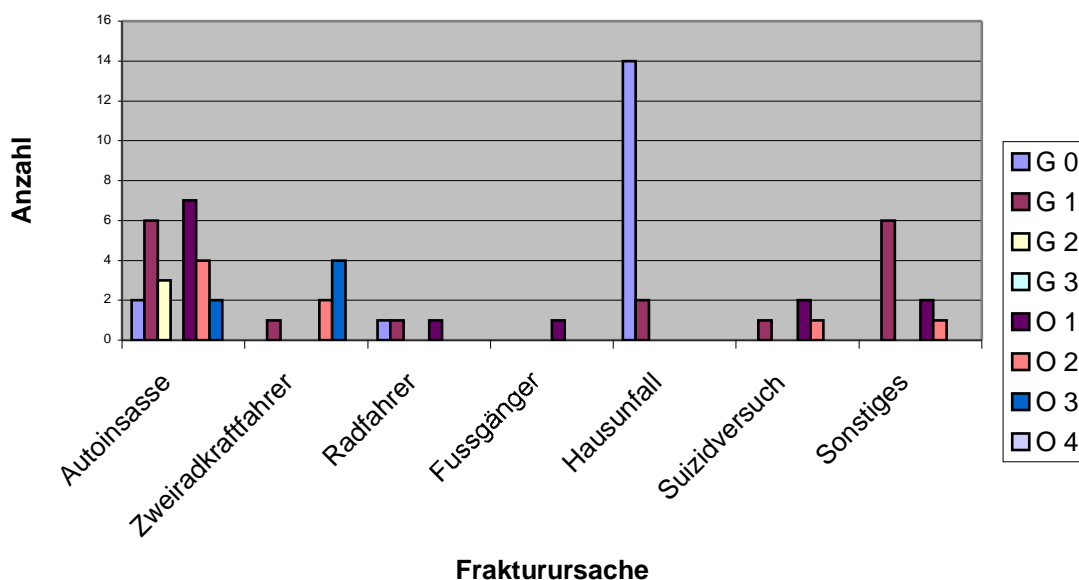
In 28,1% lag eine unbedeutende (G 0), in 25 % eine erstgradig (G 1) und in 4,7 % eine zweitgradig geschlossene (G 2) Weichteilverletzung vor. Es gab keine drittgradig geschlossene (G 3) Weichteilverletzung.

In 27 Fällen (42,2 %) kam es zu einer offenen Fraktur.

Der größte Anteil an offenen Frakturen mit insgesamt 20,3 % waren erstgradig offene (O 1) Frakturen. 12,5 % wurden als zweitgradig (O 2) und 9,4 % als drittgradig offene Frakturen (O 3) klassifiziert. Kein Patient hatte einen viertgradig offenen Weichteilschaden (O 4).

5.1) Weichteilschaden im Zusammenhang mit der Frakturursache

Diagramm 8: Weichteilschaden im Zusammenhang mit der Frakturursache



Das Diagramm 8 zeigt, dass alle distalen Femurfrakturen, die durch einen Hausunfall entstanden, mit geschlossenen Weichteilschäden einhergingen. Bei 14 Patienten dieser Gruppe kam es zu einer unbedeutenden Weichteilverletzung (G 0). In zwei Fällen kam es durch einen Hausunfall zu einem Weichteilschaden G 1. Kein Hausunfall führte zu einer offenen Fraktur. Führende Ursache in der Gruppe der offenen Frakturen waren Verkehrsunfälle. Sechs von sieben distalen Femurfrakturen, die durch einen Verkehrsunfall mit dem motorisiertem Zweirad entstanden, waren offene Frakturen, wobei 4 Patienten eine drittgradig offene und 2 Patienten eine zweitgradig offene Fraktur erlitten. 3 von 4 der in suizidaler Absicht zugezogenen distalen Femurfrakturen waren ebenfalls offene Frakturen.

5.2) Weichteilschaden im Zusammenhang mit den Frakturuntergruppen

Tabelle 7: Weichteilschaden im Zusammenhang zu den Frakturuntergruppen; n=64

Weichteil- schaden	Typ 33a1	Typ 33a2	Typ 33a3	Typ 33b1	Typ 33b2	Typ 33b3	Typ 33c1	Typ 33c2	Typ 33c3
G 0	6	4	2	1	1	1	1	0	1
G 1	0	3	3	1	0	1	0	6	3
G 2	0	0	1	0	0	0	0	1	1
G 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O 1	1	2	1	0	0	0	0	6	3
O 2	0	1	0	0	2	0	0	3	2
O 3	0	0	0	0	0	0	1	2	3
O 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

In der Gruppe der geschlossenen Frakturen lagen in 19 Fällen (51,4 %) suprakondyläre A-Frakturen ohne Gelenkbeteiligung, in fünf Fällen (13,5 %) unikondyläre B-Frakturen mit partieller Gelenkbeteiligung und in 13 Fällen (35,1 %) bikondyläre C-Frakturen mit kompletter Gelenkbeteiligung vor.

Suprakondyläre A-Frakturen ohne Gelenkbeteiligung machten 70,6 % der Fälle mit unbedeutender Weichteilverletzung (G 0) aus. Davon waren 17,6 % unikondyläre B-Frakturen mit partieller Gelenkbeteiligung und nur 11,8 % standen im Zusammenhang mit bikondylären C-Frakturen mit kompletter Gelenkbeteiligung.

Fünf von 27 offenen Frakturen waren A-Frakturen, zwei B-Frakturen und 20 waren bikondyläre C-Frakturen mit kompletter Gelenkbeteiligung.

Erstgradig offene Frakturen (O 1) lagen in vier Fällen als A-Frakturen und in neun Fällen als C-Frakturen vor. Fünf C-Frakturen, zwei B-Frakturen und eine A-Fraktur wurden als zweitgradig offen diagnostiziert. Drittgradig offene Frakturen waren in allen Fällen bikondyläre C-Frakturen.

5.3) Weichteilschaden in Bezug zu den verwendeten Osteosyntheseverfahren

Die Fälle der Komplementärosteosynthese (zusätzliche Verschraubung von Knochenfragmenten) sind den führenden Osteosyntheseverfahren zugeteilt.

Tabelle 8: Weichteilschaden in Bezug zu den verwendeten Osteosyntheseverfahren

Osteosyntheseverfahren	G 0	G 1	G 2	G 3	O 1	O 2	O 3	O 4
Fixateur externe	0	2	0	0	2	4	3	0
Schraubenosteosynthese	1	2	0	0	1	1	0	0
Plattenosteosynthese	4	2	0	0	1	0	1	0
LISS	2	0	1	0	2	1	2	0
VN	10	11	2	0	7	2	0	0

Die Verriegelungsnagelung war in 23 Fällen bei geschlossenen Frakturen und immerhin bei neun Fällen bei offenen Frakturen (O 0 und O 1) das gewählte Verfahren.

Die osteosynthetische Versorgung mittels einer Plattenosteosynthese erfolgte in sechs von acht Fällen (75 %) bei geschlossenen Frakturen.

Das LISS kam vorwiegend (62,5 %) bei offenen Frakturen zum Einsatz.

Der Fixateur externe wurde neunmal (81,8 %) zur Versorgung von offenen und nur zweimal (18,2 %) zur Versorgung von geschlossenen Frakturen eingesetzt.

Die Schraubenosteosynthese erfolgte in drei Fällen bei geschlossenem und in zwei Fällen bei offenem Weichteilschaden.

6.) Begleitverletzungen

Aus unserem Patientengut verstarben zwei Patienten an ihren Verletzungen. Ein Patient hatte mit 80 Jahren einen ISS von 41, für den nach Baker (3) eine Mortalitätsrate von mindestens 92 % bestand. Dieser Patient verstarb am 19. Tag des stationären Aufenthalts. Der andere verstorbene Patient war zum Zeitpunkt des Unfalls 28 Jahre alt und hatte einen ISS von 36, dies entspricht einer Mortalitätsrate von mindestens 31 %. Er verstarb einen Tag nach dem Unfall. Der Patient mit dem höchsten ISS von 48 war 26 Jahre alt, dem laut Baker eine Mortalitätsrate von mindestens 61 % zugeteilt wird. Er überlebte mit apallischem Syndrom.

Durchschnittlicher ISS anhand des Alters der Patienten

Tabelle 9: Durchschnittlicher ISS in Bezug zum Alter des Patienten

	Patientenalter <= 49 (n=36)	Patientenalter 50-69 (n=12)	Patientenalter >= 70 (n=12)
ISS	20	14	13

Tabelle 9 zeigt den durchschnittlich errechneten ISS in Bezug zum Patientenalter.

In unserem Patientengut erreichte der durchschnittliche ISS in der jüngsten Patientengruppe den höchsten Wert, abfallend mit zunehmendem Alter der Patienten.

Die durchschnittliche Mortalitätsrate der Patienten unter 49 Jahren beträgt laut Baker 6 %. Die Mortalitätsrate der Patienten in der Altersklasse von 50 bis 69 Jahren liegt zwischen 4 und 5 %. Die höchste Mortalitätsrate von 15 bis 16 % wird trotz des niedrigsten durchschnittlichen ISS in der ältesten Patientengruppe erreicht.

Begleitverletzungen anhand des ISS im Zusammenhang mit der Frakturursache

Tabelle 10: Begleitverletzungen anhand des ISS im Zusammenhang mit der Frakturursache

ISS	Auto-insasse	Zweirad-kraftfahrer	Radfahrer	Fußgänger	Hausunfall	Suizid-versuch	Sonstiges
9	5	2	1	0	16	1	2
11 bis 15	3	0	0	0	1	0	2
16 bis 20	1	1	0	0	0	0	3
21 bis 25	2	0	2	0	0	1	0
26 bis 30	8	0	0	0	0	1	0
31 bis 35	1	3	0	0	0	1	0
36 bis 40	1	0	0	0	0	0	0
41 bis 45	0	0	0	1	0	0	0
46 bis 50	1	0	0	0	0	0	0

In Tabelle 10 sind die jeweils errechneten Injury-Severity-Scores anhand der verschiedenen Frakturursachen dargestellt. Betrachtet man die Frakturursache *Hausunfall*, so fällt auf, dass 16 von 17 Patienten lediglich einen ISS von 9 Punkten hatten, also abgesehen von der distalen Femurfraktur, keine zusätzliche Begleitverletzung hatten. Nur eine Person hatte einen ISS zwischen 11 und 15. Bei den Patienten, die eine distale Femurfraktur durch einen Verkehrsunfall erlitten, wurden in vielen Fällen weit höhere ISS erreicht. Bei 19 von 32 Verkehrsunfallpatienten (59,4 %) lag der ISS über 20. Ein ISS über 20 wird erreicht, wenn z.B. zwei Körperregionen eine schwere, nicht lebensbedrohliche Verletzung aufweisen und zusätzlich eine mäßige Verletzung einer anderen Körperregion vorliegt. In allen anderen Variationen eines ISS>20 treten schon mindestens schwere, lebensbedrohliche Verletzungsmuster auf. Auch in der Gruppe der Suizidversuche erreichten 75 % (3 von 4) einen ISS von über 20.

Begleitverletzungen anhand des ISS im Zusammenhang mit den Frakturuntergruppen

Tab.11: Begleitverletzungen anhand des ISS im Zusammenhang mit den Frakturuntergruppen

ISS	Typ 33a1	Typ 33a2	Typ 33a3	Typ 33b1	Typ 33b2	Typ 33b3	Typ 33c1	Typ 33c2	Typ 33c3
9	5	7	4	0	1	1	1	5	3
11 bis 15	0	0	0	2	0	0	0	2	2
16 bis 20	0	1	0	0	0	0	0	3	1
21 bis 25	1	0	3	0	0	0	0	0	2
26 bis 30	0	1	0	0	1	0	1	3	2
31 bis 35	0	1	0	0	0	1	0	2	1
36 bis 40	0	0	0	0	1	0	0	0	0
41 bis 45	0	0	0	0	0	0	0	1	0
46 bis 50	0	0	0	0	0	0	0	1	0

In Tabelle 11 ist bei den vier Patienten mit distalen Femurfrakturen beidseits jeweils die schwerere Fraktur aufgeführt und dem jeweiligen ISS zugeteilt.

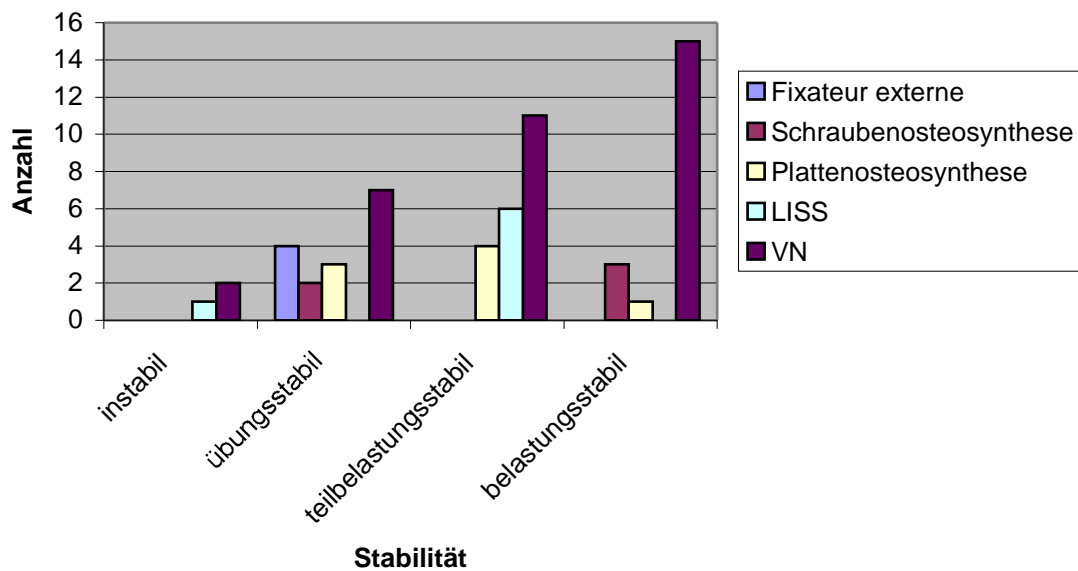
16 von 27 Patienten (59,3 %) mit einem ISS von 9 erlitten suprakondyläre A-Frakturen ohne Gelenkbeteiligung, zwei Patienten (7,4 %) unikondyläre B-Frakturen mit partieller Gelenkbeteiligung und neun Patienten (33,3 %) bikondyläre C-Frakturen mit kompletter Gelenkbeteiligung. Bei insgesamt 31 aufgeführten C-Frakturen waren somit nur 29 % mit einem ISS von 9 verbunden. Der höchste erreichte ISS betrug 48 und ging mit einer distalen Femurfraktur Typ 33c2 einher. In der Gruppe der A- Frakturen lag bei 69,6 % ein ISS von 9 vor, der höchst erreichte ISS war hier nicht höher als 35. Bei den B- Frakturen lag in zwei von sieben Fällen (28,6 %) ein ISS von 9 vor. Zwei Patienten hatten einen ISS zwischen 11 und 15, ein Patient einen ISS von 27, ein Patient einen ISS von 34 und ein anderer von 36.

7.) Ergebnisse der Behandlung

7.1) Stabilität zum Zeitpunkt der Entlassung / Verlegung

Da bei insgesamt 64 osteosynthetisch versorgten distalen Femurfrakturen zwei Patienten während des stationären Aufenthalts verstarben und bei drei Patienten untere Extremitäten amputiert werden mussten, konnte in 59 Fällen eine Aussage über die Stabilität bei der Entlassung / Verlegung getroffen werden. Der durchschnittliche stationäre Aufenthalt betrug 40 Tage.

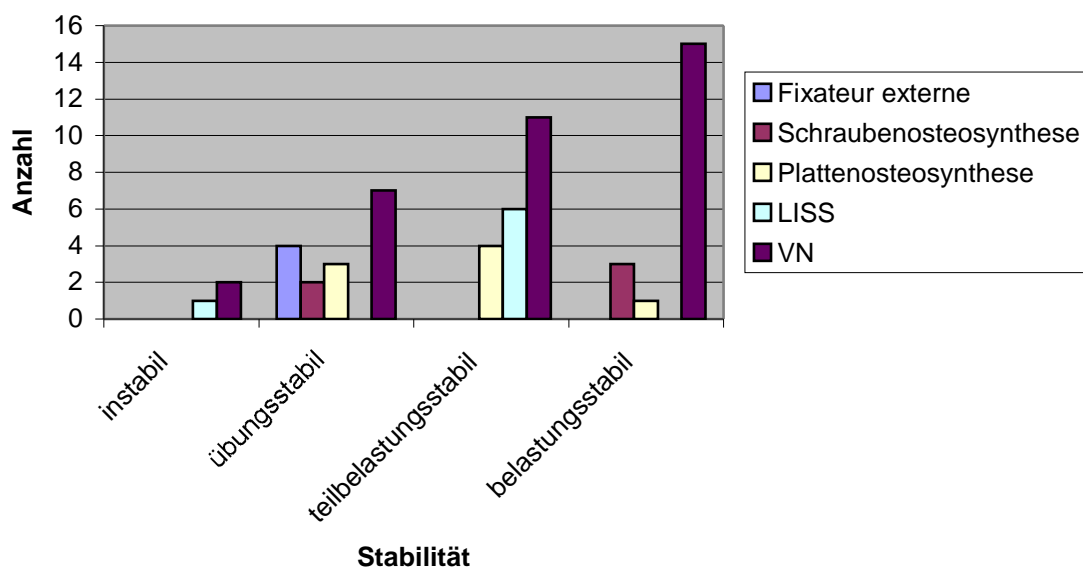
Diagramm 9: Stabilität zum Zeitpunkt der Entlassung / Verlegung



7.2) Postoperative Komplikationen, Infektionen, Sekundäroperationen, Reosteosynthesen und Verfahrenswechsel

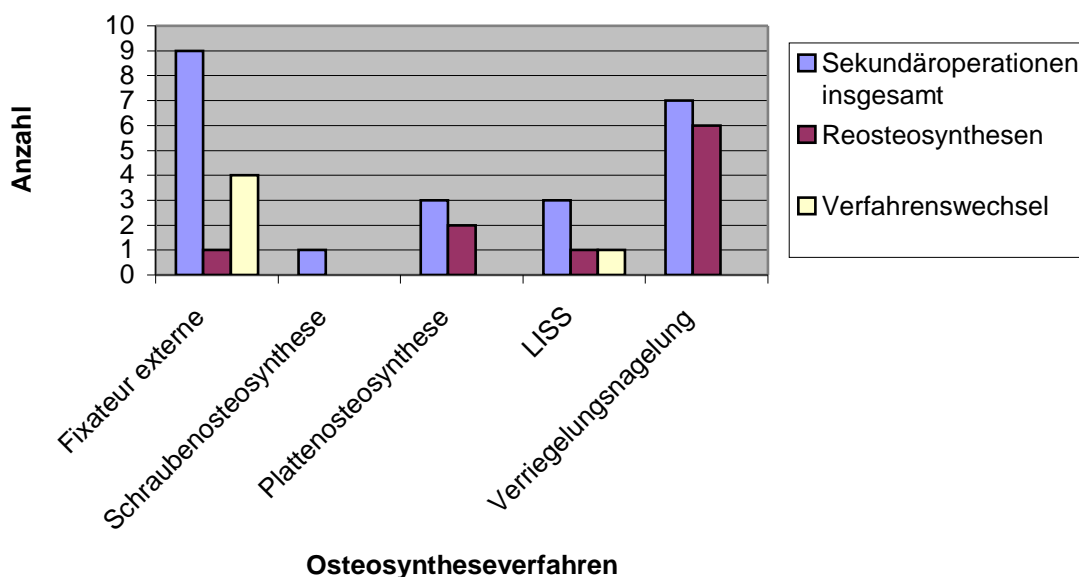
Bei den Sekundäroperationen werden nur die Operationen aufgeführt, die in direktem Zusammenhang mit der Fraktur bzw. der osteosynthetischen Versorgung standen. Operationen bei Komplikationen durch andere chirurgische Fachrichtungen werden bei den Komplikationen aufgeführt.

Diagramm 10: Postoperative Komplikationen



5 % der Patienten entwickelten eine Pneumonie, während bei 4,7 % der betroffenen Extremitäten postoperativ eine Pseudarthrose diagnostiziert wurde, bei 1,6 % kam es zu einer Osteitis und bei 9,4 % zu einer lokalen Infektion.

Diagramm 11: Sekundäroperationen



Komplikationen und Sekundäroperationen nach Fixateur externe –Anlage

Tabelle 12: Komplikationen und Sekundäroperationen nach Fixateur externe –Anlage

Weichteilschaden	Komplikation	Therapie
O1	lokale Infektion	Pin-tract-Kürretage
O1	lokale Infektion	Revision, Spülung, Drainage, Antibiose
O 3	lokale Infektion	Revision, Spülung, Drainage, Antibiose
O 3	lokale Infektion	Amputation
O 3	lokale Infektion	Amputation
O 3	Pseudarthrose	VW zur VN

Bei drei Patienten wurde ein Verfahrenswechsel zur Schraubenosteosynthese, zum LISS und zur Verriegelungsnagelung durchgeführt. Bei einem Patienten, der über Schmerzen im Bereich des medialen Meniskus klagte, wurde eine Arthroskopie des Kniegelenks mit Arthrolyse, Osteophytenabtragung, Innenmeniskusteilresektion und

Metallentfernung durchgeführt. Ein Patient erlitt eine Pneumonie, die unter Antibiotikatherapie folgenlos ausheilte.

Komplikationen und Sekundäroperationen nach Verriegelungsnagelung

Tabelle 13: Komplikationen und Sekundäroperationen nach Verriegelungsnagelung

Komplikation	Therapie
Antekurvationsstellung Femur, Innenrotations- Fehlstellung prox. Fragment	Reosteosynthese mit VN
Implantatbruch bei Z.n. Strahlentherapie bei Plasmozytom	Reosteosynthese mit VN, Pallacosplombe
Refraktur auf Höhe der prox. Verriegelung	Reosteosynthese mit VN
Abbruch distaler Verriegelungsbolzen, Dislokation des Nagels	Entfernung Bolzen, Stabilisierung mit 2 Schrauben
Gonitis	dist. Bolzenentfernung, Abstrich, Antibiose
Läsion A. femoralis	Revision
1,5 cm Überragung dist. Bolzen am medialen Kondylus	Bolzenwechsel
3,1 cm Femurverkürzung	Teleskopierung des Nagels

Komplikationen und Sekundäroperationen nach LISS

Tabelle 14: Komplikationen und Sekundäroperationen nach LISS

Komplikation	Therapie
Infektpseudarthrose, Defektosteitis der Kondylen	Reosteosynthese mit LISS, Fremdspongiosaeinlagerung
Ausriss aller 6 prox. Schrauben, Varusfehlstellung, Pseudarthrose	VW zur VN
Durchblutungsstörung, Infektion	Amputation

Komplikationen und Sekundäroperationen nach Schraubenosteosynthese

Bei einem Patienten wurde bei verzögerter Frakturheilung eine Spongiosaplastik durchgeführt.

Komplikationen und Sekundäroperationen nach Plattenosteosynthese

Tabelle 15: Komplikationen und Sekundäroperationen nach Plattenosteosynthese

Komplikation	Therapie
sekundäre Dislokation	Reosteosynthese mit Platte
Refraktur nach Sturz bei Osteoporose	Reosteosynthese mit Platte
schmerzhafte Bewegungseinschränkung Ex/Flex 0-0-85°	Arthroskopie, Entfernung Kondylenschraube nach Komplementärosteosynthese

Eine postoperative tiefe Beinvenenthrombose konnte mit gutem Ergebnis therapiert werden. In einem Fall kam es nach einer Spongiosaentnahme aus dem Beckenkamm zur Unterfütterung des Frakturspaltes nach verfrühter Belastung zu einer Beckenschaufelfraktur und zu einer Arthrofibrose des Kniegelenks.

7.3) Stationäre Behandlungsdauer

Tabelle 16: stationäre Behandlungsdauer

Osteosyntheseverfahren	stationäre Behandlungsdauer
Fixateur externe (n=3)	48 Tage
Schraubenosteosynthese (n=1)	17 Tage
Plattenosteosynthese (n=4)	26 Tage
LISS	keine Angabe möglich
Verriegelungsnagelung (n=8)	19 Tage

Durch die zahlreichen Verlegungen zur stationären Weiterbehandlung der osteosynthetisch versorgten distalen Femurfrakturen in periphere Krankenhäuser, und durch die große Anzahl von Patienten, die aufgrund ihrer teilweise schweren Begleitverletzungen eine längere stationäre Behandlung bedurften, kann nur eine relativ kleine Zahl von stationären Verläufen ausgewertet werden, die eine Aussage über die durchschnittliche stationäre Behandlungsdauer bei den verschiedenen Osteosyntheseverfahren der distalen Femurfraktur erlaubt. Es lassen sich in nur insgesamt 16 Fällen (26,7 %) Aussagen über die stationäre Behandlungsdauer bei den verschiedenen Osteosyntheseverfahren machen. Daten bitte noch kurz beschreiben.

7.4) Funktion

Die Bestimmung der funktionellen Ergebnisse erfolgt nach o.g. Kriterien (siehe Kapitel I.4.). Der jeweils größte Fehler bestimmt das Gesamtergebnis.

Da viele Patienten kurzfristig nach der Osteosynthese in andere Krankenhäuser verlegt wurden und sich nicht mehr zur Nachuntersuchung in der Klinik und Poliklinik für Unfall- und Handchirurgie Münster vorstellten, anderen Patienten die operierte untere Extremität amputiert wurde (drei Patienten, vier amputierte Oberschenkel), zwei Patienten während der stationären Behandlung verstarben, zwei Patienten im Rollstuhl saßen und ein Patient ein apallisches Syndrom entwickelte, lässt sich bei 41 von insgesamt 60 Patienten (68,8 %) eine Aussage über die funktionellen Ergebnisse machen.

Tabelle 17: Fixateur externe – Ergebnisse

Frakturtyp	GB	AF	LF	RF	Ergebnis
Typ 33c3	B III	KF	(-) III	KF	III
Typ 33c2	B IV	KF	KF	KF	IV

Zum besseren Verständnis der Tabellen 17-21 erfolgt anhand Tabelle 17 die Auswertung der Daten ausführlich. Mit Hilfe der verschiedenen Abkürzungen (s.o.) können die funktionellen Ergebnisse aller hier aufgeführten Patienten ausgewertet werden.

Beispiele: Der Patient mit der Femurfraktur Typ 33c3, die mit einem Fixateur externe versorgt wurde, litt postoperativ unter einem Beugedefizit zw. 15 und 30 % und unter einem Längendefizit von unter 2 cm, das Ergebnis wird als ausreichend beschrieben, es lag kein Achsen- oder Rotationsfehler vor. Der Patient mit der distalen Femurfraktur Typ 33c2, die ebenso durch einen Fixateur externe therapiert wurde, zeigte postoperativ ein Beugedefizit von über 30 %, es lagen keine Achsen-, Längen- oder Rotationsfehler vor. Nach diesem Prinzip können die Tabellen 18-21 ausgewertet werden.

Tabelle 18: Schraubenosteosynthese – Ergebnisse

Frakturtyp	GB	AF	LF	RF	Ergebnis
Typ 33a2	KF	Vr II	(-) II	KF	II
Typ 33c3	B II	KF	KF	KF	II
Typ 33b1	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33b2	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33c2	K IV	R II	(-) II	KF	IV

Tabelle 19: Plattenosteosynthese – Ergebnisse

Frakturtyp	GB	AF	LF	RF	Ergebnis
Typ 33c1	B II	KF	KF	KF	II
Typ 33c3	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33b3	B III	KF	KF	KF	III
Typ 33a3	B III	KF	KF	KF	III
Typ 33c3	B IV	KF	KF	KF	IV

Tabelle 20: LISS – Ergebnisse

Frakturtyp	GB	AF	LF	RF	Ergebnis
Typ 33c2	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33c2	KF	KF	(-) IV	KF	IV
Typ 33c3	B II	KF	KF	KF	II
Typ 33c3	B III	KF	KF	KF	III

Tabelle 21: Verriegelungsnagelung – Ergebnisse

Frakturtyp	GB	AF	LF	RF	Ergebnis
Typ 33c2	KF	A II	KF	KF	II
Typ 33c3	KF	VL II	KF	KF	II
Typ 33c3	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33a1	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33c3	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33a3	KF	KF	(-) III	KF	III
Typ 33c3	B II	KF	KF	KF	II
Typ 33a2	KF	R III	KF	KF	III
Typ 33c2	B II	KF	KF	KF	II
Typ 33a2	KF	A II	KF	KF	II
Typ 33a3	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33a2	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33c2	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33a2	KF	VL II, A II	KF	KF	II
Typ 33a2	KF	A II	KF	KF	II
Typ 33b1	KF	A IV, VL III, Vr III	KF	KF	IV
Typ 33a3	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33c2	KF	VL II	(-) III	KF	III
Typ 33c2	KF	A II	KF	KF	II
Typ 33a1	KF	A II	KF	KF	II
Typ 33c1	S III	A II	(-) IV	KF	IV
Typ 33c2	KF	KF	(-) IV	KF	IV
Typ 33b2	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33b3	B III	A II	KF	I II	III
Typ 33c2	KF	KF	KF	KF	I
Typ 33a2	KF	R II	(-) IV	KF	IV
Typ 33c2	B II	VL II	KF	KF	II
Typ 33c2	B IV	KF	KF	KF	IV

Vergleich zwischen funktionellem Ergebnis und persönlicher Bewertung der Patienten

Insgesamt 10 Patienten konnten nachträglich zur subjektiven Bewertung des jeweiligen Osteosynthesematerials befragt werden.

Die Ergebnisse werden in Tabelle 22 aufgeführt.

Tabelle 22: Vergleich zwischen funktionellem Ergebnis und persönlicher Bewertung der Patienten

Frakturtyp	Osteosyntheseverfahren	Ergebnis	persönliche Bewertung
Typ 33a3	Verriegelungsnagelung	ausreichend	sehr gut
Typ 33c1	Plattenosteosynthese	gut	Gut
Typ 33c2	Verriegelungsnagelung	gut	sehr gut
Typ 33c3	Schraubenosteosynthese	gut	Schlecht
Typ 33c3	Fixateur externe	ausreichend	Gut
Typ 33c2	Verriegelungsnagelung	ausreichend	Gut
Typ 33c2	Verriegelungsnagelung	schlecht	sehr gut
Typ 33b3	Verriegelungsnagelung	ausreichend	sehr gut
Typ 33a2	Verriegelungsnagelung	schlecht	sehr gut
Typ 33c2	LISS	schlecht	Gut

Obwohl die funktionellen Ergebnisse der wenigen Patienten (n=6), die eine Aussage über ihre Zufriedenheit über das eingebrachte Osteosyntheseverfahren (Verriegelungsnagelung) machen konnten lediglich ein durchschnittlich ausreichendes Ergebnis zeigten, war die subjektive Bewertung mit insgesamt 5 mal sehr gut und 1 mal gut deutlich besser.

7.5) Letalität

Für das untersuchte Patientengut (n=60) ergibt sich eine 30-Tage-Letalitätsrate von 3,3 % bei zwei Todesfällen.

Tabelle 23: Letalität

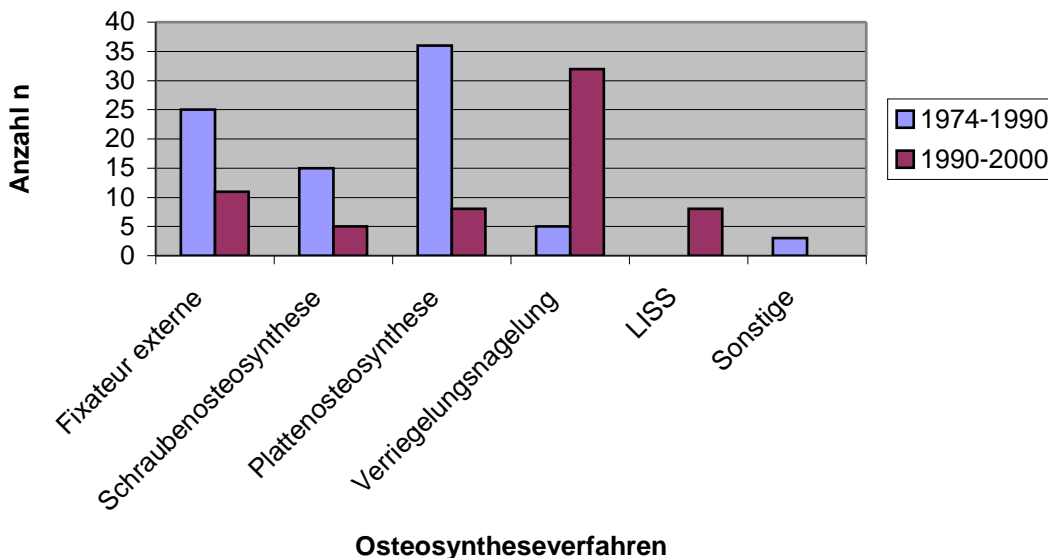
Frakturursache	Alter	ISS	Osteosyntheseverfahren	Todeszeitpunkt nach Unfall	Todesursache
VU als Fußgänger	80	41	Schraubenosteosynthese	19 Tage	Multiorganversagen
VU als PKW-Fahrer	28	36	Fixateur externe	1 Tag	Hirntod

Der 80-jährige Patient, der sich eine distale Femurfraktur durch einen Verkehrsunfall als Fußgänger zuzog, die durch eine Schraubenosteosynthese versorgt wurde, hatte einen ISS von 41 und verstarb 19 Tage nach dem erlittenen Trauma an Multiorganversagen.

Der 36-jährige Patient mit einem ISS von 36, dessen Femurfraktur mit einem Fixateur externe versorgt wurde, verstarb 1 Tag nach dem erlittenen Verkehrsunfall als PKW-Fahrer an einem Hirntod.

8.) Gegenüberstellung der Daten von 1974 bis 2000

Diagramm 12: Osteosyntheseverfahren von 1974-1990 (N=84) und von 1990-2000 (N=64)



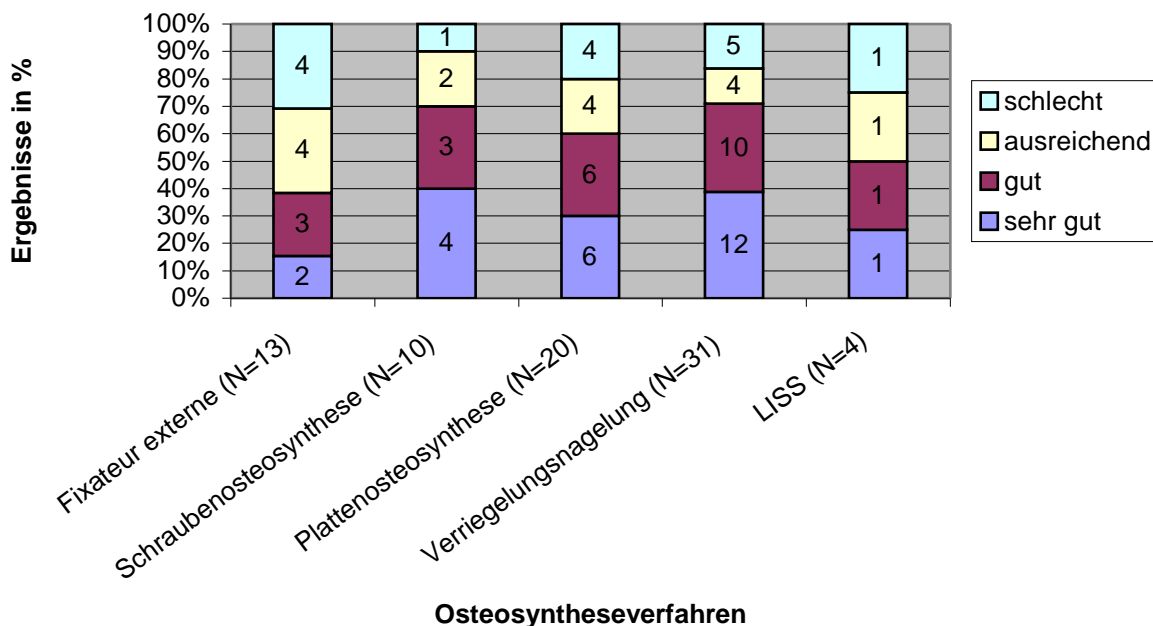
Das führende Osteosyntheseverfahren im Zeitraum von 1974 bis 1989 war mit 42,9 % die Plattenosteosynthese. Der Fixateur externe wurde zu 29,8 %, die Schraubenosteosynthese zu 17,9 %, die Verriegelungsnagelung nur zu 6 % und sonstige Osteosyntheseverfahren (Frakturversorgung durch Spickdraht- und Cerclage) zu 3,6 % zur operativen Versorgung distaler Femurfrakturen verwendet.

Im Gegensatz zum Zeitraum von 1974 bis 1989 stellt im Zeitraum von 1990 bis 2000 die Verriegelungsnagelung mit 50 % die führende Osteosynthesemethode dar. Der Fixateur externe wurde zu 17,2 %, die Plattenosteosynthese und das LISS zu jeweils 12,5 % und die Schraubenosteosynthese zu 7,8 % als Osteosyntheseverfahren angewandt. War in den Jahren 1974-1989 die Plattenosteosynthese mit 42,9 % die meist

angewandte Osteosynthesemethode, wurde sie in den Jahren von 1990 bis 2000 nur zu 12,5 % genutzt. Während die Verriegelungsnagelung in dem Zeitraum von 1974-1989 nur in 6 % der Fälle als Osteosynthesemethode gewählt wurde, kam sie in den Jahren von 1990 bis 2000 zu 50 % zur Versorgung der distalen Femurfraktur zum Einsatz.

Insgesamt wurde zu 29,8 % die Plattenosteosynthese, zu 25 % die Verriegelungsnagelung, zu 24,3 % der Fixateur externe, zu 13,5 % die Schraubenosteosynthese, zu 5,4 % das LISS und zu 2% sonstige Osteosyntheseverfahren (s.o.) als Methode zur Versorgung distaler Femurfrakturen gewählt.

Diagramm 13: Ergebnisse von 1974-2000



Im Zeitraum von 1974 bis 1989 konnte bei 34 von 82 Patienten (41,5 %) eine Aussage über die funktionellen Ergebnisse gemacht werden. Zusammen mit den 44 Fällen von distalen Femurfrakturen bei 41 von insgesamt 60 Patienten (73,3 %) im Zeitraum von 1990 bis 2000 werden Ergebnisse von insgesamt 78 operativ versorgten distalen Femurfrakturen aufgeführt.

Für den Zeitraum von 1974 bis 2000 lassen sich folgende Ergebnisse aufzeigen:

Die operative Versorgung mittels Fixateur externe (N=13) führte in zwei Fällen (15,4 %) zu einem sehr guten, in drei Fällen (23,1 %) zu einem guten und in jeweils vier Fällen (30,8 %) zu einem ausreichenden und schlechten Ergebnis. Die Schraubenosteosynthese (N=10) wurde viermal (40 %) als sehr gut, dreimal (30 %) als gut, zweimal (20 %) als ausreichend und einmal (10 %) als schlecht beurteilt. Die Plattenosteosynthese (N=20) wurde in jeweils sechs Fällen (30 %) als sehr gut und gut und in jeweils vier Fällen (20 %) als ausreichend und schlecht bewertet.

Die Osteosynthese durch Verriegelungsnagelung (N=31) brachte 12 (38,7 %) sehr gute, 10 (32,3 %) gute, 4 (12,9 %) ausreichende und 5 (16,1 %) schlechte Ergebnisse. Das LISS (N=4) wurde jeweils einmal (25 %) als sehr gut, gut, ausreichend und schlecht bewertet.

IV: Diskussion

Die distale Femurfraktur stellt eine Problemverletzung dar. Diese Fraktur erleiden meistens jüngere Patienten durch ein Hochgeschwindigkeitstrauma oder ältere Patienten, die unter Osteoporose leiden (2,43,50,70,74,76,84). Laut Kinzl (70) ist die distale Femurfraktur bei den jüngeren Patienten zu einem Drittel mit einem Polytrauma verbunden und nur bei 20 % dieser Patienten tritt die distale Femurfraktur isoliert auf. Die distale Femurfraktur geht oft mit einem behandlungsbedürftigen Weichteilschaden einher (70), ebenso wird auf die Begleitverletzungen der unmittelbar benachbarten Strukturen hingewiesen und aufgezeigt, dass vaskuläre Läsionen in 3 % und Nervenverletzungen in 1 % aller distaler Femurfrakturen zu finden sind, während Verletzungen der Meniski in 8 bis 12 % und Patellafrakturen in 15 % als Begleitverletzungen vorliegen.

Ein schwerer Weichteilschaden potenziert die Probleme der Versorgung der distalen Femurfraktur. Lobenhoffer, Krettek und Tscherne (45) beschreiben den großen Bewegungsumfang des Kniegelenks, die dünne Weichteilbedeckung und die spezielle Mechanik des Kniegelenks als komplizierende Faktoren in der Behandlung. Besonders häufig liegt bei polytraumatisierten Patienten eine komplizierte intraartikuläre Fraktur vor, die mit einer Kompromittierung der Weichteile oder einer Unterbrechung der neurovaskulären Bahnen einhergehen kann. Durch den Muskelzug des M. quadriceps, des M. gastrocnemius und des M. abductor magnus kann es bei intraartikulären Frakturen zu Achsen- und Längenfehlern kommen. Beinverkürzungen, Varus-, Rekurvationsfehlstellungen und verschiedene Rotationsfehler werden gehäuft beschrieben (70,84). Die Frakturbehandlung der distalen Femurfraktur ist laut Babst et al. (2) aufgrund der Anatomie beider Kondylenrollen, ihrer ligamentären Verbindungen

und der bezeichnenden metadiaphysären Anatomie mit unterschiedlicher anatomischer und Belastungsachse erschwert. Ein weiteres Problem ist der osteoporotischen Knochen und proximal liegendes Implantatmaterial der älteren Patienten. Schandelmaier et al. (76) beschreiben zusätzlich die Problematik der Wiederherstellung der Funktion eines zerstörten Kniegelenks bei Hochgeschwindigkeitstraumata und das hierbei gehäuft auftretende Problem der Knorpelverletzungen und komplexen Kniebandverletzungen. Dabei besteht bei komplexen distalen Femurfrakturen das Problem, die knorpelige Gelenkfläche exakt zu rekonstruieren und die Freilegung und die damit verbundene Durchblutungsstörung von metaphysären Frakturzonen auf ein Minimum zu beschränken (45).

Die distale Femurfraktur entsteht hauptsächlich durch zwei unterschiedliche Verletzungsursachen (76):

- 1.) Die häufigste Ursache stellen die vorwiegend im Straßenverkehr erlittenen Hochgeschwindigkeitstraumata meist jüngerer Patienten dar.
- 2.) Eine weitere Häufung dieser Fraktur wird den Niedrigenergietraumata im Sinne eines Hausunfalls mit oft geringerer Fragmentzahl und Gelenkbeteiligung bei meist älteren Patienten zugeteilt (2,43,50,70,74,76,84).

Bei dieser Patientengruppe besteht meist eine hochgradige Osteoporose, und häufig handelt es sich um periprothetische Frakturen. Bei Schandelmaier et al. (74) sowie Babst et al. (2) wird angegeben, dass bei den älteren Patienten die Osteoporose ein besonderes Problem bei der Implantatverankerung darstellt und dass liegende Endoprothesen die Implantatwahl begrenzen. Laut Stover (84) wird die Anzahl der Fragmente durch die Energie beim Trauma und durch die individuelle Knochenqualität

bestimmt. Die Hochenergietraumata führen häufig zu offenen Verletzungen mit erheblicher Zertrümmerung der Kondylen und der Metaphyse. Hier überwiegt bei der Behandlung das Problem der Wiederherstellung der Funktion eines zerstörten Kniegelenks, auch werden gehäuft Begleitverletzungen des Knorpels oder der Kniebänder gefunden (76).

Kinzl (70) benennt die anatomische Rekonstruktion der Gelenkflächen, die Wiederherstellung von Achse und Rotation der betroffenen Extremität, die stabile Fixation der Kondylen an den Femurschaft und die frühe postoperative Nachbehandlung bzw. Mobilisation als Therapieziele. Für Lobenhoffer et al (45) ist das Erlangen der korrekten Länge der betroffenen Extremität das Therapieziel. Diese Zielsetzung wird durch andere Autoren bestätigt (43,74,84). Als Behandlungsstrategie bei intraartikulären Frakturen gilt zunächst die Gelenkrekonstruktion. Dies geschieht vorerst unter temporärer Fixierung die Wiederherstellung der korrekten Achsen und Längenverhältnisse und anschließend soll die temporäre Fixierung durch die definitive Osteosynthese ergänzt oder ersetzt werden (43). Falls eine akute Durchblutungsstörung vorliegt, muss diese Komplikation zuerst behandelt werden. Lobenhoffer et al. (45) belegen, dass in der Vergangenheit die Amputationsrate bei einem akuten Verschluss der A. poplitea bis zu 85 % betrug, sofern keine operative Rekonstruktion innerhalb der ersten 6-8 Stunden erfolgte. Die Autoren berichten über einen deutlichen Rückgang der Ablationsrate in der letzten Zeit zwischen 4 und 17 %, was durch eine umgehende operative Versorgung erreicht wurde.

Zwischen 1980 und 1989 wurden 2165 distale Femurfrakturen durch die Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese dokumentiert. Auf diese Daten berufen sich

Martinet et al. (50). Die betroffenen Männer waren hauptsächlich zwischen 15 und 50 Jahre alt und erlitten die distale Femurfraktur vor allem durch ein Hochenergietrauma durch die aktive Teilnahme am Straßenverkehr oder beim Sport. Die Frauen hingegen waren zum Zeitpunkt der Fraktur fast alle älter als 50 mit osteoporotischen Knochen und erlitten die Fraktur meist durch ein Niedrigenergietrauma bei einem Hausunfall (Sturz). Nach Krettek et al. (43) werden die distalen Femurfrakturen als Folge von Bagatelltraumata in den nächsten Jahren aufgrund der Verschiebung der Alterspyramide weiter zunehmen.

Für diese Patientengruppe mit einer distalen Femurfraktur wurden in der Literatur hohe Komplikationsraten beschrieben (6,53,78). Karpmann und Del Mar (39) geben eine 1-Jahresmortalität von 20 %, eine Gesamtamputationsrate von 13 % und eine Gesamtkomplikationsrate von 22 % an.

Unsere eigenen Ergebnisse zeigen auch, dass vor allem bei den jüngeren Patienten die Frakturursache in der aktiven Teilnahme am Straßenverkehr zu finden ist, wobei Autoinsassen und Zweiradkraftfahrer vor Fahrradfahrern und Fußgängern stark überwiegen. Die meisten Patienten, die ihre Fraktur durch einen Verkehrsunfall erlitten, waren jünger als 51 Jahre. Der große Anteil an C2- und C3-Frakturen korreliert damit, dass die meisten Frakturen durch ein massives Rasanztrauma bzw. durch eine sehr starke Gewalteinwirkung zustande kamen. Hier besteht eine positive Korrelation mit den schwereren Frakturformen, oftmals Frakturen mit kompletter Gelenkbeteiligung (C-Frakturen). Zwischen 1990 und 2000 war der Großteil der Frauen mit einer distalen Femurfraktur, die sich in der Universitätsklinik Münster behandeln ließen, älter als 50 Jahre und gehören so zu der Altersgruppe, in der die Osteoporose einen wesentlichen Risikofaktor für eine Fraktur darstellt. Ein sehr großer Anteil der Patienten, die eine

distale Femurfraktur durch einen Hausunfall (meist Sturz) erlitten, war zum Zeitpunkt der Fraktur über 50 Jahre alt. Auffallend ist die Tatsache, dass alle Hausunfallpatienten, die über 50 Jahre alt waren, eine Krankheit hatten, die die Fraktur mitverursacht haben könnte (Osteoporose, M. Bechterew, Z.n. Apoplex, Coxarthrose, Gangunsicherheit nach Subarachnoidalblutung) oder es sich um periprothetische Frakturen handelte. Die oft geringe Gewalteinwirkung bei Hausunfällen (meist Stürze) führt deutlich häufiger zu extraartikulären Frakturen mit geringem Weichteilschaden.

In einigen Fällen tritt die distale Femurfraktur als periprothetische Fraktur auf.

Etwa 1-2 % aller Träger einer Kniegelenksprothese erleiden eine periprothetische Fraktur (35,96). Neben der Osteoporose kommen als prädisponierende Faktoren auch neurologische oder rheumatische Begleiterkrankungen, Steroidtherapie und vorausgegangene Revisionseingriffe bzw. ein stattgefundenen Prothesenwechsel dazu (43). Die adäquate Behandlung einer periprothetischen suprakondylären Femurfraktur wird als technisch anspruchsvoll beschrieben und in der Literatur kontrovers diskutiert. Für undislozierte Frakturen wurde früher trotz hoher Raten (35 %) revisionspflichtiger Ergebnisse (Fehlstellung, Lockerung, Streckdefizit, Pseudarthrose) die konservative Therapie empfohlen (53), während heute die operative Versorgung deutlich im Vordergrund steht. Als operative Therapiemöglichkeiten stehen konventionelle Platten, das LISS, Schrauben, Standard- oder Spezialrevisionsprothesen, Rush-Pins und intramedulläre Kraftträger zur Verfügung. Laut Krettek et al. (43) wurde am häufigsten die Kondylenplatte verwendet, jedoch wird die Platzierung der Platte als schwierig beschrieben. Berichten von Wick, Müller und Muhr (95) zufolge wurden sechs Patienten, die eine suprakondyläre Femurfraktur (4 A1-, 2 A2-Frakturen) bei liegender

Knieprothese erlitten, durch einen retrograden Verriegelungsnagel behandelt und nachuntersucht. Bei 5 von 6 Patienten konnte das Bewegungsmaß, das vor der Fraktur vorlag, wieder erreicht werden. Alle Patienten waren vor dem Hausunfall gehfähig. Die Autoren sehen eine lange Immobilisation der Patienten aufgrund des höheren Lebensalters mit oft multiplen Begleiterkrankungen und der möglichen Komplikationen als nicht zumutbar an. Als Ziel wird eine weichteilschonende, stabile Osteosynthese genannt, die eine frühzeitige Mobilisation mit initialer Teilbelastung erlaubt. Die radiologischen und klinischen Kriterien für eine erfolgreiche Frakturbehandlung nach Cain et al. (15) und Culp et al. (17) wie Frakturheilung innerhalb von 6 Monaten, Schmerzfreiheit, Bewegungsausmaß und Gehfähigkeit wie vor der Fraktur, wurden in dieser Studie von der retrograden Nagelung erfüllt. Die Autoren zeigen die jeweiligen Nachteile anderer Osteosyntheseverfahren auf. Bei einer Plattenosteosynthese kommt es durch die Freilegung der Fraktur und der anatomischen Rekonstruktion zu einer zusätzlichen Kompromittierung der Vaskularisierung des Knochens und die dauerhafte Fixierung ist durch oftmals bestehende osteoporotische Knochenverhältnisse erschwert (15,17). Der Fixateur externe ist durch die damit verbundenen langen Immobilisierungszeiten und der Gefahr der pin-tract Infektionen ebenfalls nicht ratsam und über das LISS sind noch nicht genügend Fallzahlen bekannt.

Klar werden die Vorteile der retrograden Verriegelungsnagelung dargestellt: Durch die Markraumschienung werden alle Anforderungen einer biologischen Frakturversorgung erfüllt, eine Freilegung der Frakturzone unterbleibt, wodurch die Durchblutung des Knochens erhalten bleibt. Die Möglichkeit der mehrfachen Verriegelung erhöht die Stabilisation als eine wichtige Voraussetzung für die frühe Mobilisierung des Patienten und führt dadurch zu einer Verminderung postoperativer Komplikationen. Ebenso

kommt es nur zu einem geringen Blutverlust. Als Voraussetzung muss jedoch eine Prothese gewählt werden, die das Einbringen des Nagels über die Fossa intercondylaris erlaubt und die keinen intramedullären Führungsstiel besitzt. Ist die Prothese gelockert, empfehlen verschiedene Autoren eine Revisionsprothese mit langem femoralen Schaft zu implantieren, damit sowohl die Fraktur als auch die gelockerte Prothese einzeln versorgt werden können. In diesem Fall soll von einer retrograden Verriegelungsnagelung abgesehen werden. In unserem Patientengut kam es in drei Fällen zu periprothetischen Frakturen (3 Knie-TEP, 1 Patient hatte zusätzlich noch eine Hüft-TEP). In 2 Fällen wurde die Fraktur durch eine Plattenosteosynthese und in einem Fall durch ein LISS stabilisiert..

Während einige Autoren einen Anteil offener Frakturen von 10 bis 25 % angeben (36,52,57,66,94), finden Haas et al. (31) einen Anteil offener Frakturen von über 40 %, Schmidt-Neuerburg et al. von 34 % und Bühren et al. (13) von 36 %. Schandelmaier et al. (74) berichten über 48 distale Femurfrakturen (davon waren 36 C-Frakturen), bei insgesamt zehn Frakturen lag ein offener Weichteilschaden vor. Der hohe Anteil der offenen Frakturen muss im Zusammenhang mit der Frakturursache bzw. mit den Frakturuntergruppen betrachtet werden. In unserem Patientengut betrug der Anteil offener Frakturen 42,2 % (n=27). Unsere Ergebnisse zeigen, dass Hochenergietraumata häufig zu intraartikulären Frakturen mit einem offenen Weichteilschaden führen, alleine 20 von 27 (74,1 %) offenen Frakturen waren bikondyläre C-Frakturen mit kompletter Gelenkbeteiligung. Die unterschiedlichen Prozentangaben von offenen Frakturen sind dadurch zu erklären, dass das jeweilige Patientengut sich im Zusammenhang mit der Frakturursache sowie den Frakturuntergruppen deutlich unterscheidet.

Die Osteitiserate bei distalen Femurfrakturen schwankt zwischen 0 und 9,3 % (13,22). Lag der Prozentsatz der Osteitiden in Münster im Zeitraum von 1974 bis 1989 bei insgesamt 82 Patienten bei 8,3 %, so lag von 1990 bis 2000 eine Osteitiserate von 1,6 % vor. Auch die Pseudarthroserate konnte in Münster von 7,1 % auf 4,7 % leicht gesenkt werden.

Durch unterschiedliche Frakturklassifikationen und verschiedene Bewertungsmethoden, sowie die unterschiedliche Verteilung von schweren Frakturmustern in den verschiedenen Studien, fällt ein Vergleich der funktionellen Ergebnisse anhand der Literatur schwer. Bühren et al. (13) berichten über einen Patientenanteil mit postoperativem Beugedefizit von insgesamt 38 %, jedoch muss auch hier der Anteil von C-Frakturen bzw. offenen Weichteilschäden (s.o.) berücksichtigt werden. Mize et al. (57) berichten über 20,6 % der Patienten, die nach Abschluss der Behandlung ein Beugedefizit davongetragen haben, jedoch waren in dieser Studie nur 13 % offene Frakturen. Bei Schmidt-Neuerburg et al. (81) litten 6,3 % der Patienten (50 % C-Frakturen, 34 % offen) unter einem Beugedefizit von über 60 %. Trentz et al. (10) beschreiben einen Anteil an „Trümmerfrakturen“ von 45,2 % (hier keine Fraktуреinteilung nach der AO-Klassifikation) bei 24 % offener Frakturen, und bei 35,1 % ein Beugedefizit von über 15 %. Diese Ausführungen machen deutlich, wie sehr sich die verschiedenen Patientenkollektive unterscheiden und wie schwierig es somit ist, die verschiedenen funktionellen Ergebnisse miteinander zu vergleichen bzw. die im eigenen Patientenkollektiv erhobenen Ergebnisse einzugliedern.

Als Indikationsspektrum für eine Fixateur externe Anlage sieht Kinzl (70) vor allem polytraumatisierte Patienten, offene Frakturformen und geschlossene Frakturen, die mit einem deutlichen Weichteilschaden einhergehen. Auch wird der Fixateur bei Kettenfrakturen mit oder ohne Gelenkbeteiligung und bei einem „komplexen Kniegelenkstrauma“ (45) eingesetzt (33). Der blutsparende und weichteilschonende Eingriff, die fehlende pulmonale Belastung, sowie die kurze Operationszeit werden von Kohler et al. (41) als Vorteile des Fixateurs gesehen. Häufig findet heute der Fixateur externe als vorläufige Osteosynthese bei schwerverletzten Patienten Anwendung, bei denen dann später ein Verfahrenswechsel zur definitiven osteosynthetischen Versorgung durchgeführt werden kann. Die Grundlage dieses Konzeptes sehen Erhart et al. (21) in der Prävention der pulmonalen Belastung durch Fettembolien, der Entstehung eines ARDS und im gehäuften Auftreten von Multiorganversagen bei polytraumatisierten Patienten, die in der ersten Operationsphase eine aufwendige Osteosynthese auf sich nehmen mussten. Bei polytraumatisierten Patienten gilt es, sowohl diagnostische als auch operative Manipulationen mit geringer Dringlichkeit zu vermeiden, um den Patienten nicht unnötig zu gefährden. Taeger et al. (87) beschreiben 59 Verfahrenswechsel an 34 Patienten (24 Femur-, 15 Unterschenkel-, 9 Oberarm-, 4 Becken-, 7 komplexe Gelenkfrakturen), bei den definitiven Osteosynthesen bei einem Verfahrenswechsel wurde im Vergleich zu den primären Fixateur- externe-Osteosynthesen die dreifache Zeit in Anspruch genommen. Es wurde nach primären Marknagelungen von Oberschenkelfrakturen beim Polytrauma von tödlichen klinischen Verläufen berichtet (61,62), die auf die intramedulläre Druckerhöhung mit pulmonaler Embolisation und Funktionsverschlechterung sowie auf additive inflammatorische Reaktionen zurückgeführt werden (61,93). Da auch die Plattenosteosynthese mit einem

höheren Zeitaufwand und einem höheren Blutverlust verbunden und der zusätzliche Weichteilschaden größer ist, befürworten die Autoren (87) die primäre Stabilisierung mittels eines Fixateur externes vor einem Verfahrenswechsel durch Verriegelungsnagelung bei einer stabileren Situation der Patienten. Die Studie hat gezeigt, dass durch eine primäre Stabilisierung mittels Fixateur-externe-Anlage und sekundären, einzeitigen Verfahrenswechsel keine lokalen oder systemischen Komplikationen auftraten, die mit diesem Konzept in Verbindung gebracht werden konnten. Zu gleicher Schlussfolgerung kommen auch Scalea et al. (73), die 43 Fixateur externe Osteosynthesen mit sekundärem Verfahrenswechsel retrospektiv untersuchten. Auch Nowotarski et al. (62) analysierten retrospektiv 54 Verfahrenswechsel bei Femurfrakturen Schwerverletzter mit einem durchschnittlichen ISS von 29. Laut Höntzsch et al. (33) hat sich bei offenen Frakturen die konsequente Anwendung des Fixateurs durchgesetzt, da ein Weichteilschaden- offen oder geschlossen- für die Behandlung des Patienten ein ernstes Problem darstellt. Nach Darstellung der Autoren profitieren auch Frakturen mit einem höhergradig geschlossenem Weichteilschaden von einer primären Fixateur- externe- Anlage und geben eine signifikant geringere Komplikationsrate als bei einer primär internen Osteosynthese an. Bei einer internen Osteosynthese stellen sich laut Höntzsch et al. (33) die Probleme und Risiken bereits bei der Erstversorgung (s.o.) dar, Komplikationen mit dem Fixateur externe treten vor allem während der Weiterbehandlung auf. Die Autoren geben verschiedene Gründe für einen Verfahrenswechsel an: die Haltbarkeit der Pins im Knochen, die Infektionsgefahr im Sinne einer pin-tract-Infektion, die Transfixation der Weichteile mit teilweiser Beeinträchtigung der Gelenk- und Muskelfunktion (besonders im kniegelenknahen Oberschenkelbereich), eine verzögerte Frakturheilung bei zu starrer Fixateur-externe-

Montage und gelenküberbrückende Montagen über einen zu langen Zeitraum (Einsteifung des Kniegelenks). Die Studie umfasste 164 Verfahrenswechsel bei Tibia- und 98 Verfahrenswechsel bei Femurfrakturen (jeweils 2.-3.° geschlossen und offen). Die Verfahrenswechsel zur Marknagelosteosynthese wurden zum frühestmöglichen Zeitpunkt unter strengen Kriterien durchgeführt. In der 1. Phase wurde die Marknageltechnik mit geringem Aufbohren, in der 2. Phase unaufgebohrt durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten in Bezug zur Funktion und Ausheilungszeit keinen Nachteil gegenüber einer primären Osteosynthese mit dem Marknagel, die unaufgebohrte Marknagelung zeigte im Vergleich zur aufgebohrten Marknagelung eine nicht signifikante Reduktion der Infektrate. Unsere Daten lassen erkennen, dass der Fixateur externe hauptsächlich zur Versorgung von offenen C-Frakturen zum Einsatz kam.

Zusammenfassend bestätigen die verschiedenen Ergebnisse aus der Literatur, dass eine primäre Stabilisierung durch eine Fixateur- externe- Anlage mit geplantem sekundären Verfahrenswechsel ein sicheres und komplikationsarmes Verfahren darstellt, und dass ein Verfahrenswechsel vom Fixateur externe zur Marknagelung die Vorteile beider Verfahren (s.o.) miteinander vereinen kann.

Die Schraubenosteosynthese als alleinige Osteosyntheseform wird bevorzugt zur operativen Stabilisierung monokondylärer B-Frakturen verwendet. Rether und Meeder (68) haben 18 Patienten mit B-Frakturen aus den Jahren 1978 bis 1987 nachuntersucht. Alle Patienten wurden mittels Zugschraubenosteosynthese versorgt, zusätzlich wurde bei 61,1 % eine Abstützplatte verwendet. In dieser Studie traten keine postoperativen Komplikationen auf, 88 % der Patienten konnten nachuntersucht werden. Hierbei wurde bei 75 % der Patienten eine Beschwerdefreiheit mit freier Funktion dokumentiert, bei

25 % bestanden Achsfehlstellungen, bei der Hälfte dieser Patienten wurde eine Umstellungsosteotomie durchgeführt. Zusammenfassend kommen die Autoren zu dem Fazit, dass monokondyläre Frakturen des distalen Femurs durch eine offene Reposition und eine Stabilisation durch eine Schraubenosteosynthese eine gute Prognose haben. Ostermann et al. (65) bestätigen dies. Die Autoren bezeichnen die offene Reposition und Fixation der Fragmente mit Spongiosazugschrauben bei monokondylären Femurfrakturen als Methode der Wahl. Laut Krettek et al. (43) ist das zu fixierende Fragment oft überwiegend oder vollständig von Gelenkknorpel bedeckt und Implantate seien schwer zu platzieren. Laut der Autoren sollten lediglich Frakturen mit Impressionszonen nach Aufrichtung und Spongiosaunterfütterung mit einer Plattenosteosynthese abgestützt werden. In vielen Fällen wird die Schraubenosteosynthese im Sinne einer Komplementärosteosynthese verwendet. Bei intraartikulären distalen Femurfrakturen soll nach Kinzl (70) zur Reduktion der Gelenkfragmente nach temporärer Fixation der Fragmente durch K-Drähte eine Schraubenosteosynthese zwecks Fragmentstabilisation angewandt werden. Abhängig vom Frakturtyp wird dann die zusätzliche Osteosynthese eingebracht.

Bolhofner et al. (5) berichten über 57 distale Femurfrakturen (22 A-, 35 C-Frakturen), die in 29 Fällen durch eine Kondylenabstützplatte und in 28 Fällen durch eine 95°-Kondylenplatte operativ versorgt wurden. 19 Frakturen waren offen. Die Nachuntersuchungen führten bei 40 % der Patienten zu exzellenten, bei 44 % zu guten und bei 16 % zu unbefriedigenden Ergebnissen. In zwei Fällen kam es zu verzögerten Knochenheilung. Nach durchschnittlich 10,7 Wochen konnte die knöcherne Durchbauung der Fraktur radiologisch nachgewiesen werden und die Patienten konnten

voll belasten. Heute werden auch bevorzugt eingeschobene Systeme angewandt (siehe LISS), da neben der Winkelstabilität der Vorteil der selbstschneidenden Schrauben und die minimalinvasive Plattenplatzierung deutliche Vorteile bringt, ebenso führt das LISS zu weniger Durchblutungsstörungen des Knochens (43). Während laut Kinzl (70) die 95°-Kondylenplatte bevorzugt bei suprakondylären A-Frakturen und bei einfacheren C-Frakturen benutzt wird, findet die Kondylenabstützplatte vorwiegend bei komplexen C3-Frakturen Anwendung. Im Vergleich zur 95°-Kondylenplatte sieht der Autor den Vorteil der individuellen Platzierung der Schrauben über eine große Fläche und der Abstützung der lateralen Femurkondyle. Kinzl verweist auf eine leicht resultierende Varusfehlstellung durch jedoch durch die fehlende anguläre Stabilität zwischen Schrauben und Platten bei fehlender medialer Abstützung. Dieses Problem erfordert eine zusätzliche mediale Abstützung. Hierbei werden vermehrt Knochentransplantationen nötig. Laut Krettek et al. (43) kann das « Anziehen » der Schrauben bei der Fixierung der distalen Plattenkomponente bei der Kondylenabstützplatte die Achsbeziehungen zwischen Schaft und Femurkondylen beeinflussen. Dies kann aber auch zur Korrektur von leichten Achsabweichungen ausgenutzt werden. Grass et al. (26) sehen eine häufig beschriebene Beinverkürzung als weitere Komplikation der Kondylenplattenosteosynthese.

Die Therapie der Plattenosteosynthese wird zunehmend von weichteilschonenderen Verfahren wie der Verriegelungsnagelung und dem LISS verdrängt.

Das Less-invasive-stabilization-System (LISS) hat neue Möglichkeiten in der minimalinvasiven perkutanen Osteosynthese eröffnet. Nach Babst et al. (2) erlaubt es eine „konsequent perkutane Stabilisierung des Femurschafts und hat neben den biologischen Vorteilen für die Knochenheilung durch den winkelstabilen Platten-

Schrauben-Kortikalis-Verbund zudem biomechanische Vorteile, indem Sekundärdisklokationen zuverlässig verhindert werden.“ Frankenhauser et al. (23) zeigten in einer mechanischen Studie, dass eine irreversible Gesamtverformung des LISS zu 51 % geringer als die der dynamischen Kondylenschraube und um 62 % geringer als die der Kondylenabstützplatte war. Schandelmaier et al. (74) führten eine ähnliche Studie durch, sie untersuchten unter zyklischer Belastung den ACE-ART-Nagel mit dem LISS und konnten eine geringere irreversible Verformung des LISS gegenüber dem Nagel aufzeigen. Schandelmaier et al. (76) sehen vor allem in intraartikulären Frakturen mit starker Dislokation die Indikation zur LISS-Osteosynthese gegeben. Sie stellen hier einen Vergleich zur Verriegelungsnagelung auf, und begründen die Vorteile des LISS bei diesen Frakturmustern durch die freier platzierbaren Zugschrauben und der fehlenden Gefahr einer Sprengung des zuvor rekonstruierten Kondylenmassivs. Da eine größere Kontaktfläche zwischen dem Implantat (LISS) und der Spongiosa als bei dem Verriegelungsnagel gegeben ist, kann bei Patienten mit erheblicher Osteoporose durch eine Besetzung aller 7 distalen Schrauben die LISS bevorzugt werden. Durch die Belastungsverteilung auf eine größere Fläche sinkt die durchschnittliche Belastung der Spongiosa und somit auch die Gefahr der Auslockerung der Osteosynthese. Eine LISS-spezifische Komplikation stellt der Ausriss der proximalen Schrauben dar (74,77), eine nicht optimale Positionierung des LISS am Femurschaft wird als prädisponierender Faktor angesehen. Dies wird erklärt durch ein tangenciales Einbohren der monokortikalen Schrauben in den Schaft. Bei dieser Positionierung kann das Gewinde der Schrauben nicht wie erwünscht geschnitten werden und die Schrauben können nur in einem kleinen Teil der Schraubenspitze greifen (74). Grass et al. (26) sehen die Vorteile des LISS gegenüber den rigiden

Plattenosteosynthesen (95°-Kondylenplatte, Kondylenabstützplatte) in der „biologischen“ oder „durchgeschobenen“ Technik, die durch die indirekte Reposition die Vitalität des gesamten Frakturgebietes erhält und so eine ideale Voraussetzung für Kallusentwicklung, Knochenneubildung und Infektabwehr darstellt. Auch sehen die Autoren einen deutlichen Stabilitätsgewinn gegenüber der rigiden Plattenosteosynthese durch die Winkelstabilität des LISS zwischen Schrauben und Platten, und verweisen auf die Gefahr einer Varusfehlstellung, ausgelöst durch die laterale Positionierung des Kraftträgers.

In einer prospektiven nicht randomisierten Studie von Schandelmaier et al. (77) wurden 29 distale Femurfrakturen mit dem LISS versorgt und nachuntersucht. Dabei wurde das LISS 15 - mal nach vorheriger primärer Stabilisierung durch einen Fixateur externe im Rahmen eines Verfahrenswechsels eingesetzt. Bei einem durchschnittlichen ISS von 14,1 (9-27) waren 8 Frakturen offen. In zwei Fällen kam es während der ersten zwei postoperativen Monate zu proximalen Schraubenausrisen, in beiden Fällen führte der Austausch der Schrauben mit 4,5 mm Standardschrauben zur Ausheilung. Als weitere Komplikationen kam es in einem Fall zu heterotopen Ossifikationen mit Einschränkung der Kniegelenkbeweglichkeit, in drei Fällen zu tiefen Infektionen und in einem Fall kam es zu einer Rotationsdifferenz des Femurs von 32°. Die Autoren sehen den Vorteil des LISS in der Verkürzung der Ausheilungszeit und der eingeschränkten Notwendigkeit von Knochentransplantaten. Die Herstellung einer achsengerechten Reposition kann laut der Autoren auch mit dem LISS schwer fallen. Während Heilungsstörungen im Gegensatz zu offenen Plattenosteosynthesen nur noch selten auftreten, ist eine Restitutio ad integrum nur selten möglich. Babst et al. (2) führten eine Studie durch, in der sie von 14 artikulären distalen Femurfrakturen (3 C1-, 10 C2-, 1 C3-Fraktur(en)) bei 13

Patienten berichten, die durch das LISS behandelt und nachuntersucht wurden. Fünfmal wurde ein Verfahrenswechsel vom Fixateur externe zum LISS durchgeführt. Der Bewegungsumfang der betroffenen Extremität betrug im Durchschnitt 106° ($80-130^\circ$) und unterschied sich nicht von der Gegenseite, was auf vorbestehende und/oder beim Unfall aufgetretene Begleitverletzungen und Vorerkrankungen zurückgeführt wurde. Die Autoren kommen zu der Schlussfolgerung: „Das LISS hat sich als geeignetes Implantat für die Stabilisierung aller intraartikulären distalen Femurfrakturen, speziell auch beim osteoporotischen Patienten mit oder ohne einliegendes proximales Implantatmaterial, erwiesen.“

Auch wird über gute Ergebnisse bei der Versorgung von periprothetischen Frakturen des distalen Femurs durch das LISS berichtet (32).

Nach Böge (4) sind intramedulläre Kraftträger als Stützträger zu sehen, die über ihren Retentions- und Repositionsmodus automatisch eine annähernde Kolinearität zwischen Kondylen- und Femurschaftachse erreichen. Somit ist ein Auftreten einer Translationsfehlstellung nahezu auszuschließen. Grass et al. (26) nennen den methodischen und mechanischen Vorteil des Verriegelungsnagels gegenüber der winkelinstabilen Platte in der Sicherung der Femurlänge durch die eingebrachten Verriegelungsbolzen. Wie das LISS verwendet auch die retrograde Verriegelungsnagelung eine gedeckte Operationstechnik. Beide Verfahren reduzieren laut Schandelmaier et al. (74) die zusätzliche iatrogene Zerstörung der Vaskularität der Frakturfragmente. Die Autoren sehen die AO-Klassifikation der Fraktur und lokale Faktoren wie Osteoporose und liegende Implantate als Grundlage für die Indikationsstellung der jeweiligen Osteosyntheseverfahren. Schandelmaier et al. sehen

bei extraartikulären A-Frakturen und jungen Patienten die Indikation zur retrograden Verriegelungsnagelung gegeben, bei intraartikulären Frakturen mit geringer Dislokation können beide Verfahren verwendet werden, während bei starker Dislokation das LISS deutliche Vorteile zeigt. Bei osteoporotischen Knochenverhältnissen und liegenden Implantaten ist ebenso das LISS zu bevorzugen (s.o.). Grass et al. (26) stellen den distalen Femurnagel (DFN) vor. Laut der Autoren können mit dem DFN alle distalen Femurfrakturen operativ versorgt werden. Nach Grass et al. (26) ist eine Standardschraubenverriegelung bei Vorliegen einer einfachen distalen Femurfraktur ohne suprakondylärer Trümmerzone oder bei einer distalen Femurschaftfraktur und bei normalen Knochenverhältnissen ausreichend. Bei Vorliegen einer ausgedehnten suprakondylären Trümmerzone und/oder bei osteoporotischen Knochen bzw. bei pathologischen Frakturen ist die distale Verriegelung mittels einer Spiralklinge zur stärkeren Stabilisierung sinnvoll. Durch den Muskelzug des M. gastrocnemius auf das distale Frakturfragment ist in jedem Fall eine 2-fache distale Verriegelung nötig, um eine Rotationsstabilität in der Sagittalebene zu gewährleisten. Als implantatspezifische Probleme und Komplikationen geben die Autoren die Fehlplatzierung von Bolzen und das Auswandern von Schrauben oder Spiralklingen besonders bei Patienten mit Osteoporose an. Damit ist der Verlust der distalen Fixierung mit nachfolgenden Fehlstellungen verknüpft. Lucas et al. (46) berichten über ein Auseinandersprengen der Kondylen bei der Marknagelung. Laut Stürmer (86) stellt der Rotationsfehler die häufigste Komplikation nach Oberschenkelmarknagelung dar. In einer Studie von Braten et al. (7) wurde bei 19 % der nachuntersuchten Patienten nach vorausgegangener Marknagelung des Femurs ein behandlungsbedürftiger Rotationsfehler von $>15^\circ$ beobachtet, bei Strecker et al. (85) sogar bei 28 % der nachuntersuchten Patienten.

Stürmer warnt ebenso vor der Gefahr der Markraumphlegmone und Sepsis nach erfolgter Infektion des Femurs. Er rät bei polytraumatisierten Patienten, insbesondere mit schweren Schädel-Hirn- oder Thoraxtrauma, von der primären Marknagelung ab, da diese Form der Osteosynthese zur Auslösung eines ARDS und zur Verschlechterung eines SHT beitragen kann. Pseudarthrosen und Infektionen sind aber seltene Komplikationen. Als häufigsten operationstechnischen Fehler bei der retrograden Marknagelung des Femurs berichten Grass et al. (26) über das unzureichend weite Einbringen des Nagels in das Frakturfragment, was sich klinisch in einer deutlichen Schmerzhaftigkeit zeigte. Da so auch die retropatellare Gelenkfläche auf Dauer zu Schaden kommen kann, soll eine etwa 2 mm subchondrale Lage des Nagels angestrebt werden. Die Autoren beziehen sich auf eine prospektive klinische Studie, in der 56 distale Femurfrakturen mit dem DFN osteosynthetisch versorgt wurden. In 17 Fällen wurde ein Achsfehler festgestellt, eine Osteitis oder eine Pseudarthrose kam nicht vor.

Tabelle 24 fasst stichpunktartig die verschiedenen Indikationen und Vorteile der jeweiligen Osteosyntheseverfahren anhand der aktuellen Literatur zusammen. Wie schon erläutert, wird die rigide Plattenosteosynthese zunehmend verlassen und von weichteilschonenderen Verfahren wie z.B. dem Marknagel und dem LISS abgelöst.

Tabelle 24: Osteosyntheseverfahren mit bevorzugten Indikationen

OSTEOSYNTHESEVERFAHREN	BEVORZUGTE INDIKATIONEN
<p>Schraubenosteosynthese</p>	<ul style="list-style-type: none"> • monokondyläre B-Frakturen • intraartikuläre Frakturen mit mehreren Fragmenten
<p>95°-Kondylenplatte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A-Frakturen • einfache C-Frakturen
<p>Kondylenabstützplatte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • C3-Frakturen
<p>Verriegelungsnagelung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A-Frakturen • jüngere Patienten • intraartikuläre gering dislozierte Frakturen • periprothetisch bei Knie-TEP • sekundär nach primärer Fixateur-externe-Anlage (Verfahrenswechsel)
<p>LISS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • periprothetisch bei Knie-TEP • intraartikuläre Frakturen mit starker Dislokation • Osteoporose • sekundär nach primärer Fixateur-externe-Anlage
<p>Fixateur externe</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Polytrauma • offene Frakturen • starke Weichteilschäden • schlechter Allgemeinzustand der Patienten • Kettenfrakturen • komplexes Kniegelenkstrauma • primäre Stabilisierung mit sekundärer definitiven Osteosynthese (Verfahrenswechsel)

Distale Femurfrakturen mit oftmals starker Gelenkbeteiligung aufgrund der zunehmenden Anzahl und Schwere der Hochenergietraumata gewinnen eine immer größere Bedeutung. Eine unvollkommene Therapie führt leicht zu schweren bleibenden Behinderungen der Patienten. Nicht zuletzt durch immer neuere und/oder verbesserte Osteosyntheseverfahren werden große Ansprüche an die Fähigkeiten des behandelnden Chirurgen gestellt. Nicht zuletzt unterstreichen unsere doch schlechten Ergebnisse die Problematik bei der Versorgung distaler Femurfrakturen. Die operative Therapie der distalen Femurfraktur hat sich in den letzten Jahren gewandelt. Hervorstellen sind das LISS und der DFN. Auch in Zukunft werden neue Therapiemöglichkeiten der distalen Femurfraktur den Chirurgen vor immer neuere Herausforderungen stellen, um eine optimale Versorgung der Patienten zu gewährleisten.

Aus der Klinik und Poliklinik für Unfall- und Hand- und Wiederherstellungschirurgie
der Westfälischen Wilhelms- Universität Münster
- Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. Michael J. Raschke -

Referent: PD Dr. med. Marc Schult
Koreferent: PD Dr. med. Alexander Joist

ZUSAMMENFASSUNG

Distale Femurfrakturen

Ein Effizienzvergleich verschiedener Osteosyntheseverfahren
aus den Jahren 1990 bis 2000

Von Henning Thorsten Krahn

Das Ziel dieser Arbeit ist die Ergebnisse der Therapie der distalen Femurfraktur vorzustellen.

Zur Auswertung kamen die Krankenakten und Röntgenbilder von 60 Patienten mit 64 distalen Femurfrakturen aus dem Zeitraum 1990 bis 2000, die mit Daten von 1974 bis 1989 (82 Patienten) verglichen und retrospektiv ausgewertet werden.

In unserem Krankengut überwogen mit 57% die männlichen Patienten, das Durchschnittsalter war 46,4 Jahre (14-89). 33 Patienten erlitten die Verletzung als Folge eines Verkehrsunfalls, 22 von denen als PKW Insasse, 17 bei einem Hausunfall, 10 bei einem Suizidversuch oder sonstigem. Bei 21 Patienten bestand ein ISS>20 (35%), 2 Patienten verstarben während des stationären Aufenthaltes (3,3%), bei 3 weiteren mussten die verletzten Extremitäten amputiert werden. In drei Fällen handelte es sich um periprothetische Frakturen nach Knie-TEP. In 38% (n=14) der Fälle lag eine A, in 11 % (n=7) eine B- und in 51% (n=33) eine C-Fraktur (AO) vor, 42% waren offen (n=27). Es kam in 32 Fällen eine Verriegelungsnagelosteosynthese, in 11 ein Fixateur externe, in je 8 eine Plattenosteosynthese oder LISS, 5 mal eine alleinige bzw. in 22 Fällen komplementär eine Schraubenosteosynthese zur Anwendung. Unter allen Patienten kam es im postoperativem Verlauf bei 21 (35%) zu einer Komplikation, von denen 17 (28,3%) noch mindestens einmal nachoperiert werden mussten. In 44 Fällen (68,8%) konnten Informationen über den Langzeitverlauf erhoben werden. Demnach

bezeichnen 27 (61,4%) das Ergebnis als sehr gut oder gut, 17 (38,6%) als ausreichend oder schlecht.

Zur primären Frakturstabilisierung polytraumatisierter Patienten stellt nach wie vor die Fixateur-externe-Anlage ein schonendes Verfahren dar, ein evtl. späterer Verfahrenswechsel zur definitiven Frakturversorgung hat gute Ergebnisse hervorgebracht. Die weichteilschonende Verriegelungsnagelung supra- und diakondylärer Frakturen und das LISS als perkutane Plattenosteosynthese zeigen deutliche Vorteile gegenüber der rigiden Plattenosteosynthese. Auch bei osteoporotischen Knochenverhältnissen zeigt das LISS deutliche Vorteile auf. Die Zugschraubenosteosynthese wird bevorzugt bei monokondylären aber auch bei intraartikulären Frakturen angewandt, oft zur zusätzlichen Stabilisierung im Sinne einer Komplementärosteosynthese ergänzend zu einem anderen Osteosyntheseverfahren.

IV: Literaturverzeichnis

1. Association for the Advancement of Automotive Medicine (1990): The Abbreviated Injury Scale 1990 Revision.- Des Plain, Illinois 60018 USA (Hrsg.)
2. Babst R, Rosenkranz J, Rikli D (2002) Behandlung distaler artikulärer Oberschenkelfrakturen - Behandlung mit LISS. Trauma Berufskrankheit 4: 44-50
3. Baker SP, O'Neill B et al. (1974) The injury severity score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. J Trauma 14; 187
4. Böge A (1995) Technische Mechanik, 23. Aufl. Vieweg, Braunschweig
5. Bolhofner BR, Carmen B, Clifford P (1996) The results of open reduction and internal fixation of distal femur fractures using a biologic (indirect) reduction technique. J Orthop Trauma 10(6):372-377
6. Boyd Jr AD, Wilber JH (1992) Patterns and complications of femur fractures below the hip in patients over 65 years of age. J Orthop Trauma 6(2):164-174
7. Braten M, Terjesen T, Rossvoll I (1993) Torsional deformity after intramedullary nailing of femoral shaft fractures. J Bone Joint Surg Br 75:799-803
8. Brug E, Klein W, Grünert J (1987) Die Behandlung der offenen Frakturen mit dem Fixateur externe - unter Berücksichtigung der dynamisch-axialen Fixation "Orthofix". Chirurg 58:699-705
9. Brug E, Pfennig D (1988) Standortbestimmung der Verriegelungsnagelung. Jahrbuch der Chirurgie Vol. I

10. Brug E, Pfennig D, Gähler R, Haeske-Seeberg H (1988) Polytrauma und Femurfraktur. Akt. Traumatologie 18:125-128
11. Buch J, Eber K (1986) Therapiemöglichkeiten bei distalen Oberschenkelfrakturen, Brüche des Oberschenkelschaftes und des distalen Oberschenkels. Springer Verlag
12. Buchholz S, Zintl B, Nast-Kolb D et al. (1997) Qualitätsmanagement in der frühen klinischen Polytraumaversorgung II. Therapieoptimierung durch Behandlungsricht-linien. Unfallchirurg 100:859-866
13. Bühren V, Seiler H, Flory PJ, Kayser M (1987) Ergebnisse nach operativer Behandlung von distalen Femurfrakturen. Unfallchirurgie 13:152
14. Burri C (1982) Die Osteosynthese am distalen Femur. Hefte Unfallheilkunde 182:70-78
15. Cain PR, Rabash HE, Wissinger HA (1986) Periprosthetic femoral fractures following total knee arthroplasty. Clin Orthop 208:205-214
16. Chi-Chuan WU, Chun-Hsiung SHIH (1992) Treatment of femoral supracondylar unstable comminuted fractures. Arch Orthop Trauma Surg 111:232-236
17. Culp RW, Schmidt RG, Hanks G, Mak A, Esterhai JL Jr, Heppenstall RB (1987) Supracondylar fracture of the femur following prosthetic knee arthroplasty. Clin Orthop 222:212-222
18. De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi Brivio L (1984) Die Behandlung von Frakturen mit einem dynamisch axialen Fixateur. J Bone Joint Surg 66-B :538-545

19. Diezemann ED, Kuner EH, Hoos R (1976) Entwicklung in der Behandlung der distalen Oberschenkelfrakturen. Unfallchirurgie 2:177-182
20. El Maraghy AW, Schemitsch EH, Richards RR (1998) Femoral and cruciate blood flow after retrograde femoral reaming: a canine study using laser Doppler flowmetry. J Orthop Trauma 12:253-258
21. Erhart J, Mousavi M, Schuster R, Kolonja A, Bockhorn G, Vecsei V (2001) Verfahrenswechsel und Reosteosynthese am Oberschenkel. Unfallchirurg 104:965-972
22. Erlacher G, Schütz H (1986) Ergebnisse der operierten distalen Oberschenkelfrakturen im Regionalkrankenhaus. Hefte Unfallheilkunde 182:96-99
23. Frankhauser C, Frenk A, Marti A (1999) A comparative biomechanical evaluation of three systems for the internal fixation of distal fractures of the femur. Orthop Res Soc 24:489-498
24. Grass R, Biewener A, Endres T, Rammelt S, Barthel S, Zwipp H (2002) Klinische Erprobung des distalen Femurnagels. Der Unfallchirurg 105:783-790
25. Grass, R.; Zwipp, H.: Minimally invasive method for treatment of supracondylar femoral fractures. Zentralbl Chir (1998) 123:1247-1251
26. Grass R, Biewener A, Rammelt S, Zwipp H (2002) Die retrograde Verriegelungs-osteosynthese distaler Femurfrakturen mit dem distalen Femurnagel DFN. Der Unfallchirurg 105:298-314
27. Green S (1988) Distal intramedullary fixation of supracondylar fractures of the femur. Tech Orthop 3:71-76

28. Guy P, Krettek C, Schandelmaier P, Tscherne H (1998) Geometry of the distal femur: An anatomical analysis. *Injury* 29 (Suppl.)
29. Haas N, Schandelmaier P, Krettek C (1990) Therapeutisches Konzept bei der distalen Femurfraktur mit Gelenkbeteiligung. *Hefte Unfallheilkunde* 212:179-187
30. Haas N, Südkamp NP (1991) Der Weichteilschaden und die Wahl der Osteosynthesemethode - Die Plattenosteosynthese und ihre Konkurrenzverfahren. Springer Verlag
31. Haas N, Tscherne H, Krettek C (1982) Distale Femurfrakturen - Operationstaktisches Vorgehen und Nachuntersuchungsergebnisse. *Hefte Unfallheilkunde* 182:86-90
32. Hockertz TJ, Gruner A, Reilmann H (1990) Treatment of femoral fracture after total knee arthroplasty with the LIS system: a new method. *Unfallchirurg* 102:811-814
33. Höntzsch D, Weise K, Weller S (2000) Verfahrenswechsel vom Fixateur externe zur Marknagelungsosteosynthese an Femur und Tibia. *Trauma Berufskrankheit* 2:101-110
34. Hsu RWW, Himemo S, Coventry MB, Chao EYS (1990) Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee. *Clin Orthop* 255:215-227
35. Huo MH, Sculco TP (1990) Complications in primary total knee arthroplasty. *Orthop Rev* 19:781-788

36. Ittner G, Kiss F (1986) Behandlungsergebnisse der Versorgung von Frakturen des distalen Femures mit der AO-Kondylenplatte aus: Brüche des Oberschenkelschaftes und des distalen Oberschenkels. Springer Verlag

37. Janzing HM, Vaes F, Van DG, Stockmann B, Broos PL (1998) Treatment of distal femoral fractures in the elderly. Results with the retrograde intramedullary supracondylar nail. Unfallchirurgie 24:55-59

38. Johnson KD, Hicken G (1987) Distal femoral fractures. Orthop Clin North Am 18: 115-132

39. Karpman RR, Del Mar NB (1995) Supracondylar femoral fractures in the frail elderly. Fractures in need of treatment. Clin Orthop 316:21-24

40. Klemm K, Schnellmann WD (1972) Dynamische und statische Verriegelung des Marknagels. Mschr. Unfallheilkunde 75:568-575

41. Kohler H, Schmickal T, Wentzensen A (2002) Fixateur externe und alternative Fixationsmethoden beim offenen Oberschenkelschaftbruch. Trauma Berufskrankheit 4:228-235

42. Krettek C, Schandelmeier P, Lobenhoffer HP et al. (1996) Complex trauma of the knee joint. Diagnosis-management-Therapeutic principles. Unfallchirurg 99:616-627

43. Krettek C, Schandelmaier P, Richter M, Tscherne H (1998) Distale Femurfrakturen. Swiss Surg 4:263-278

44. Kröpfl A, Berger U, Neureiter H, Hertz H, Schlag G Intramedullary Pressure and Bone Marrow Fat Intravasation in Unreamed Femoral Nailing. Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care, Vol. 42, No. 5

45. Lobenhoffer P, Krettek C, Tscherne H (1997) Das komplexe Kniegelenktrauma. Der Orthopäde 26:1037-1045
46. Lucas SE, Seligson D, Henry SL (1993) Intramedullary supracondylar nailing of femoral fractures. A preliminary report of the GSH supracondylar nail. Clin Orthop: 200-206
47. Lüscher JN, Rüedi T, Allgöwer M (1978) Erfahrungen mit der Plattenosteosynthese bei 131 Femurschaftfrakturen. Hel Chir Acta 45:43-47
48. Mahorner HR, Bradburn M , (1933) Fractures of the femur. Report of 308 cases. Surg Gynecol Obstet 56:1066-1979
49. Martinek H, Schmid L (1978) Frakturen des distalen Oberschenkels und ihre Behandlung mit der Kondylenplatte. Chirurg 49:382-389
50. Martinet O, Cordey J, Harder Y, Maier A, Bühler M, Barraud GE (2000) The epidemiology of fractures of the distal femur. Injury, Int. Care Injured 31 S-C62-63
51. Marzi I, Mutschler W (1996) Strategie der operativen Versorgung des Polytraumas. Zentralbl Chirurgie 121:950-962
52. Matter P, Berbig R, Bühler M (1990) Spätergebnisse distaler Femurfrakturen - AO-Dokumentation. Hefte Unfallheilkunde 212:187-188
53. Merkel KD, Johnson EW (1986) Suprakondylar fracture of the femur after total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg [Am] 68:29-43
54. Mitchell N, Shepard N (1980) Healing of articular cartilage in intraarticular fractures in rabbits. J Bone Joint Surg 62-A:628-634.

55. Mize RD, Buchholz RW, Grogan DP (1982) Surgical treatment of displaced, comminuted fractures of the distal end of the femur. J Bone Joint Surg 64-A(6):871-878
56. Mize RD (1989) Surgical management of complex fractures of the distal femur. Clin Orthop 240:77-86
57. Mize RD (1989) Surgical management of complex fractures of the distal femur. Clin Orthop 240:77-86
58. Muhr G (1982) Therapie und Nachbehandlung distaler Femurfrakturen. Hefte Unfallheilkunde 120
59. Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J (1990) The comprehensive classification of fractures of long bones. Springer-Verlag
60. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H (1977) Manual der Osteosynthese. Springer Verlag
61. Nast-Kolb D, Waydhas C, Jochum M. et al (1990) Günstiger Operationszeitpunkt für die Versorgung von Femurschaftfrakturen beim Poytrauma. Chirurg 61:259-265
62. Nowotarski P, Turen C, Brumback R, Scarboro J (2000) Conversion of external fixation to intramedullary nailing for fractures of the shaft of the femur in multiply injured patients. J Bone Joint Surg A 6:781-788
63. Oestern HJ, Tscherne H (1983) Pathophysiologie und Klassifikation des Weichteilschadens. Hefte Unfallheilkunde 162:1-9
64. Olerud S (1972) Operative treatment of supracondylar fractures of the femur. J Bone Joint Surg 54-A :1015-1032

65. Ostermann PAW, Hahn MP, Ekkernkamp A, Neumann K, Muhr G (1997) Monocondyläre Frakturen des Femur. *Chirurg* 68:72-76
66. Povacz F, Hager W (1986) Behandlungsergebnisse distaler Oberschenkelfrakturen. *Hefte Unfallheilkunde* 182:127-130
67. Regel G, Pohlemann TC, Krettek C, Tscherne H (1997) Frakturversorgung beim Polytrauma - Zeitpunkt und Taktik. *Unfallchirurg* 100:234-248
68. Rether JR, Meeder PJ (1986) Die monokondyläre Femurfraktur - eine Problemfraktur? Aus: Brüche des Oberschenkelschaftes und des distalen Oberschenkels. Springer Verlag
69. Roder JD, Claudi BF (1986) Die Behandlung der supra- und diakondylären Femur-trümmerfraktur mit der Kondylenabstützplatte, Brüche des Oberschenkelschaftes und des distalen Oberschenkels. Springer Verlag
70. Rüedi TP, Murphy WM (2000) *AO Principles of Fracture Management*. Thieme Verlag
71. Salter RB, Hamilton HW, Wedge JH, Tile M, Torode IP, O'Driscoll SW, Murnaghan J, Saringer JH (1986) Clinical application of basic research on continuous passive motion for Disorders and injuries of synovial joints: A preliminary report of a feasibility study. *Techniques Orthopaed* 1:74-91
72. Salter RB, Simmonds DF, Malcolm BW, Rumble EJM (1980) The biological effects of continuous passive motion on the healing of full thickness defects in articular cartilage: An experimental investigation in the rabbit. *J Bone Joint Surg* 62A:1232-1251

73. Scalea T, Boswell S, Scott J, Mitchell K, Kramer M, Pollak A (2000) External fixation as a bridge to intramedullary nailing for patients with multiple injuries and with femur fractures: damage control orthopedics. *J Trauma* 48/4:613-621
74. Schandelmaier P, Gössling T, Partenheimer A, Krettek C (2002) Distale Femurfrakturen. *Chirurg* 73:1221-1234
75. Schandelmaier P, Stephan C, Krettek C (2001) Less- invasive- stabilizing- System (LISS). *Trauma Berufskrankh* 3(Suppl 4):439-446
76. Schandelmaier P, Stephan C, Krettek C, Tscherne H (2002) Distale Femurfrakturen. *Unfallchirurg* 70:428-436
77. Schandelmaier P, Stephan C, Reimers N, Krettek C (1999) LISS-Osteosynthese von distalen Femurfrakturen. *Trauma Berufskrankh* 1:392-397
78. Schatzker J, Lambert DC (1979) Supracondylar fractures of the femur. *Clin Orthop* 138:77-83
79. Schatzker J, Horne G, Waddel J (1974) The Toronto experience with the supracondylar fracture of the femur 1966-72. *Injury* 6:113-128
80. Schavan R, Frigg R Selbstbohrende Schanz'sche Schrauben. *Swiss Surg* 2 (Suppl) 83-783
81. Schmidt-Neuerburg KP, Hanke J, Assenmacher S (1989) Osteosynthese der distalen Femurfraktur. *Chirurg* 60:711-722
82. Schnarr A (1994) Promotionsarbeit "Die distalen Femurfrakturen-Effizienzvergleich verschiedener Osteosyntheseverfahren aus den Jahren 1994 bis 1990 der Westfälischen Wilhelms Universität Münster

83. Siliski JM, Mahrig M, Hofer P (1989) Supracondylar-intracondylar fractures of the femur. *J Bone Joint Surg Am* 71-A:95-104
84. Stover M (2001) Distal femoral fractures: Current treatment, results and problems. *Injury, Int. J. Care Injured* 32S-C-3-13
85. Strecker W, Suger G, Kinzl L (1996) Lokale Komplikationen der Marknagelung. *Orthopäde* 25:274-291
86. Stürmer KM (2000) Möglichkeiten und Grenzen gering invasiver Plattenosteosynthesen am Femur. *Trauma Berufskrankheit* 2 [Suppl 1]:8-12
87. Taeger G, Ruchholtz S, Zettl R, Waydhas C, Nast-Kolb D (2002) Primärer Fixateur externe mit konsekutivem Verfahrenswechsel beim Polytrauma. *Unfallchirurg* 105: 315-321
88. Tees JD (1937) Fracture of the lower end of the femur. *Am J Surg* 38:656-659
89. Trentz O, Krischak G, Holz U (1975) Die distale Oberschenkelfraktur - Ergebnisse der operativen Therapie. *Hefte Unfallheilkunde* 120:25-30
90. Trentz O, Tscherne H, Oestern HJ (1977) Operationstechnik und Ergebnisse bei distalen Femurfrakturen. *Unfallheilkunde* 80:441-448
91. Vescei V, Heinz T (1990) Die Verriegelungsnagelung der distalen Oberschenkelfrakturen. *Der Unfallchirurg* 93:523-527
92. Walcher F, Frank J, Marzi I (2000) Retrograde nailing of distal femoral fracture- Clear and potential Indications. *European Journal of Trauma* 26:155-168

93. Waydhas C, Nast-Kolb D, Trupka A, Kick M, Schweiberer L (1996) Posttraumatic inflammatory response, secondary operations and organ failure. *J Trauma* 40:624-629
94. Welz K (1989) Besonderheiten der operativen Behandlung distaler Femurkondylenbrüche. *Zentralblatt für Chirurgie* 15:973-982
95. Wick M, Müller EJ, Muhr G (2001) Suprakondyläre Femurfrakturen bei Knieendoprothesen - Stabilisierung mit einem retrograden Verriegelungsnagel. *Unfallchirurg* 104:410-413
96. Wiedel JD (1984) Management of fractures around total knee replacement. In DS Hungerford, KA Krackow und RV Kenna Eds.), *Total knee arthroplasty: A comprehensive Approach*:258-267.

VII: Lebenslauf

PERSÖNLICHE DATEN:

Name: Henning Thorsten Krahn
Geburtsdatum: 14.06.1976
Geburtsort: Dortmund/Deutschland
Nationalität: deutsch
Familienstand: ledig
Eltern: Horst-Werner Krahn, Mineralölkaufmann
Ellen Krahn, geb. Klußmann, Lehrerin

AUSBILDUNGSDATEN

Schulbildung:
1982-1986: Olpketal-Grundschule Dortmund
1986-1995: Helene-Lange-Gymnasium Dortmund

Ausbildung:
1995-1996: Ausbildung zum Rettungssanitäter im Rahmen des
Zivildienstes bei der
Johanniter-Unfall-Hilfe Dortmund

Studium:
Ab Oktober 1996: Studium der Humanmedizin
an der Westfälischen Wilhelms-Universität
Münster

Examina:
März 1999 ärztliche Vorprüfung
März 2000 1. Teil der ärztlichen Prüfung
März 2002 2. Teil der ärztlichen Prüfung
Mai 2003 3. Teil der ärztlichen Prüfung

Beruf:
September 2003 AiP in der Abteilung für Allgemein- und
bis Oktober 2004: Viszeralchirurgie am Klinikum Krefeld

Seit Oktober 2004: Assistenzarzt in der Abteilung für Allgemein- und
Viszeralchirurgie am Klinikum Krefeld

VIII: Danksagung

Ich danke Herrn Professor Dr. E. Brug für die freundliche Überlassung des Themas sowie für seine großzügige Unterstützung.

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. Marc Schult für seine vielseitigen Anregungen und für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

IX: Anhang – Krankenblattnummern

Verriegelungsnagelungen:

2676/96
131/96
541/96
4412/96
69/97
3218/98
4570/94
2787/98
524/99
1892/99
310-2349-2866
310-2083-3586
310-2341-2019
310-2061-1131
310-2781-687
310-2123-1322
300-775-535
310-2115-2614
310-2245-321
310-2495-1142
310-2353-3784
310-2665-366
310-2821-2724
310-2805-3131
310-2833-3022
310-2489-2931
310-2579-3346
300-1153-3975
1698-96
443/97

Schraubenosteosynthesen:

3204/97
4271/99
310-2589-1695
310-2143-387
310-2661-1910

Plattenosteosynthesen:

3727/97
4514/99
310-2199-3111
310-2155-2193
310-2707-1701
310-2797-127
310-2561-2586
310-2899-644

LISS:

980/99
474/99
2390/99
300-1215-1350

Fixateur externe:

4206/96
3133/98
310-2295-880
310-2397-1141
310-2193-2660
310-2347-3179
310-2287-1928
310-2417-2325
310-2505-348
310-2805-990

In drei Fällen konnte die Krankenblattnummer nicht ermittelt werden.