

Aus der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie

Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg/Saar

Direktor: Prof. Dr. T. Pohlemann

**Mittelfristige Ergebnisse zur Lebensqualität nach
operativer Versorgung von
Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2015

vorgelegt von:

Axel Weber

geb. am: 20.11.1984

Dekan: Prof. Dr. M. D. Menger

1. Berichterstatter: Prof. Dr. T. Pohlemann

2. Berichterstatter: PD Dr. R. Wirbel

meiner Familie gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	6
1.1	Deutsche Zusammenfassung	6
1.2	Abstract	8
2	Einleitung	10
2.1	Historie	11
2.2	Anatomie des Kniegelenkes	12
2.3	Biomechanik des Kniegelenkes	13
2.4	Klassifikation der Tibiakopfluxationsfrakturen	14
2.5	Unfallart und Unfallmechanismus der Tibiakopfluxationsfrakturen	20
2.6	Begleitverletzungen	20
2.7	Diagnostik	21
2.8	Operative Therapie	22
2.9	Operative Zugangswege	23
2.10	Osteosyntheseverfahren	24
2.11	Alloplastisches Knochenersatzmaterial	24
2.12	Nachbehandlung	25
2.13	Ziel der Arbeit	26
3	Material und Methodik	27
3.1	Scores	28
3.1.1	IKDC	29
3.1.2	EQ-5D	29
3.1.3	NRS	29
3.2	PROMs (Patient Reported Outcome Measures for the knee)	30
3.3	Arthroseentwicklung	31
3.4	Statistik	31
4	Ergebnisse	32
4.1	Alters- und Geschlechtsverteilung	32
4.2	Operative Therapie	34
4.3	Komplikationen	35
4.4	Postoperativer Korrekturverlust und Achsenfehlstellung	37
4.5	Endoprothetischer Kniegelenksersatz	39

4.6	Invaliditätsrente	39
4.7	Auswertung des Fragebogens	39
4.7.1	Schmerzen	39
4.7.2	Sportliche Aktivitäten	43
4.7.3	Alltagsaktivitäten	44
4.7.4	IKDC-Score	46
4.7.5	EQ-5D-Score	50
4.7.6	NRS	54
4.7.7	Schwellungsneigung	59
4.8	Arthroseentwicklung	59
4.9	Materialentfernung	61
4.10	Blockierung und knöcherner Kreuzband-Refixierung	61
4.11	Anmerkungen	61
5	Diskussion	62
6	Bildanhang	73
7	Literaturverzeichnis	77
8	Publikationen	83
9	Dank	84
10	Lebenslauf	85
11	Anhang	86
11.1	Fragebogen/Telefoninterview	86
11.2	Radiologische Klassifikation der Arthrose nach Kellgren/Lawrence	92
11.3	IKDC-Score	93
11.4	EQ-5D	97

1 Zusammenfassung

1.1 Deutsche Zusammenfassung

Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V sind seltene Verletzungen, führen aber häufig auch nach adäquater operativer Stabilisierung mit winkelstabilen Implantaten zu erheblichen funktionellen Einbußen und subjektiven Beschwerden der Patienten. Die langfristige Beeinträchtigung der Lebensqualität bzw. die subjektive Zufriedenheit bei Patienten mit Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V soll anhand von PROMs (Patient Reported Outcome Measures) analysiert werden.

An drei beteiligten Kliniken wurden von 2005 bis 2012 insgesamt 391 Tibiakopffrakturen und hiervon 46 vom Typ Moore V behandelt. Es konnten in einer multizentrischen retrospektiven Kohortenstudie 36 Patienten mit 38 Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V in die Studie eingeschlossen werden. Bei 12 Frakturen wurden einfache, laterale winkelstabile Plattenosteosynthesen durchgeführt, bei 25 Frakturen wurden jeweils medial-dorsal und antero-lateral angelegte winkelstabile Plattenosteosynthesen zur Stabilisierung verwendet, in einem Fall fand eine Ausheilung im Fixateur externe mit anschließender Arthrodesese statt. Ein alloplastischer Knochenersatz wurde bei 4 Patienten verwendet. Eine Nachuntersuchung mit einem Follow-up von im Mittel 5,63 (1,3-11,6) Jahren war bei 36 Patienten (27 Männer, 9 Frauen, mittleres Alter 50,8 Jahre) möglich. Die Gesamtkomplikationsrate betrug 21,1% mit 3 Fällen von Infektionen, 2 Kompartmentsyndromen und 4 sekundären Dislokationen. Durch einen Fragebogen wurden folgende Parameter erhoben: Schmerzen und Funktion (NRS: numeric rating scale), Lebensqualität (EQ-5D) sowie das IKDC-Formblatt (International Knee Documentation Committee). In der radiologischen Auswertung der im Durchschnitt 37 (6-102) Monate nach Operation durchgeführten Aufnahmen wurden die Arthroseentwicklung (nach Kellgren/Lawrence) und der Korrekturverlust erfasst.

Der durchschnittliche IKDC-Score betrug 50,46, der durchschnittliche EQ-5D-Score 7,47. Die Funktion nach Patientenangabe auf der NRS betrug vor dem Unfall durchschnittlich 9,68, zum Befragungszeitpunkt 4,53. Bei 4 der 36 Patienten (11,1%) musste nach durchschnittlich 6 (5-8) Monaten das betroffene Kniegelenk durch eine Oberflächenersatzprothese ersetzt werden. Nur 2 von 36 Patienten (5,6%) hatten eine ähnliche Funktion wie vor dem Unfall, sportliche Tätigkeiten waren bei 34 Patienten (94%) eingeschränkt. Es zeigte sich eine Tendenz zu weniger belastenden Sportarten wie Schwimmen und Radfahren. Nur ein Patient (2,8%) war uneingeschränkt belastbar. 2 Patienten (5%) berichteten über keine Schmerzen, 27 Patienten (75%) berichteten über leichte bis mäßige regelmäßige Schmerzen, 7 Patienten

(20%) über starke bis stärkste Schmerzen. Bei 4 Patienten (11,1%) war die Aufnahme der bisherigen beruflichen Tätigkeit nicht mehr möglich, 3 dieser Patienten (10,5%) beziehen Invaliditätsrente. Arthrotische Veränderungen fanden sich in 33 Fällen (87%), keine Arthrosezeichen fanden sich bei 13% nach Kellgren/Lawrence. Korrekturverluste ≥ 2 mm bzw. Achsfehlstellungen (Varus / Valgus $> 10^\circ$) fanden sich bei 16 Patienten (44%). Es zeigte sich keine Korrelation der Ergebnisse mit dem Alter oder dem Geschlecht der Patienten. Bei Betrachtung aller Parameter wurde die Lebensqualität durch die Tibiakopfluxationsfraktur vom Typ Moore V auf 44% ihres Ausgangswertes eingeschätzt.

Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V sind schwere Verletzungen; sie führen trotz adäquater operativer Stabilisierung und tolerablem primären Röntgenergebnis dennoch häufig zu einer frühen posttraumatischen Arthrose mit erheblichen Beeinträchtigungen der Alltagsaktivitäten, der sportlichen Betätigung sowie der Lebensqualität.

1.2 Abstract

Evaluation of the quality of life after operative treatment procedures of tibial plateau fractures of Moore V – Mid-term clinical results

Tibial plateau fractures of type Moore V are rare injuries which, however, often painfully impact the function of the injured knee despite adequate surgical treatment, using locking plates. The long-term consequences on the quality of life after tibial plateau fractures of type Moore V as well as patients' individual reactions should be analysed by PROMs (Patient Reported Outcome Measures).

At three trauma centers 391 tibial plateau fractures were treated from 2005 to 2012, thereof 46 of type Moore V. The results are based on a retrospective study, which was performed with 36 patients who could be recruited, suffering from 38 fractures of type Moore V. Twelve cases were respectively fixed with one locking plate; in 25 cases two locking plates were used from posterior-medial and anterior-lateral and in one case it was cured by an external fixator followed by an arthrodesis. A bovine bone substitute was used with four patients. 36 patients (27 men, 9 women, mean age 50.8 years) were followed-up after a mean of 5.63 years (range 1.3 to 11.6). The overall complication rate amounted to 21.1%, including three cases of infections, two cases of compartment syndrome and four cases of implant failure. With the help of a questionnaire, pain and function (NRS: numeric rating scale), quality of life (EQ-5D) and IKDC form (International Knee Documentation Committee) could be assessed. Radiographs taken after a mean of 37 (6-102) months after surgery revealed posttraumatic arthrosis (Kellgren/Lawrence score) and loss of reduction.

The average IKDC score was 50.46, average EQ-5D score 7.47. Patient reported function before trauma on NRS was 9.68, at the time of questioning it was 4.53. 4 of 36 patients (11.1%) obtained endoprosthesis of the injured knee on average after 6 (range 5-8) months after surgery. Joint function was similar to the time before the trauma with only two out of 36 patients (5.6%), physical activities were reduced in 34 patients (94%). A shift was shown to less physically demanding activities like swimming and biking. Only one patient (2.8%) was not affected by any consequences. Two patients (5%) report no pain, 27 patients (75%) report lightly to moderate pain, 7 patients (20%) report intense and strong pain. Four patients (11.1%) were not able to reintegrate into employment, 3 of them (10.5%) receive disability annuity. The last radiographs revealed signs of osteoarthritis in 33 cases (87%), no signs of posttraumatic osteoarthritis in 13% using the Kellgren and Lawrence scale. Loss of reduction of ≥ 2 mm and valgus or varus deformity of $> 10^\circ$ were seen in 16 patients (44%). A

correlation between results, age or gender could not be found. Regarding all results, quality of life was estimated to 44% of initial value.

Tibial plateau fractures of type Moore V are severe complex injuries. Despite correct operative treatment and tolerable radiograph after surgery, they lead to early posttraumatic osteoarthritis associated with a severe impact on function, physical activities and quality of life.

2 Einleitung

Tibiakopffrakturen, definiert als Brüche des proximalen Endes des Schienbeines, stellen auch heute hohe Anforderungen an die behandelnden Ärzte und die Patienten. Dies liegt an der hohen statischen und dynamischen Beanspruchung des Kniegelenkes. Frakturen im Tibiakopfbereich zählen wegen dieser hohen Beanspruchung und komplexen Anatomie neben Pilon tibiale und Acetabulumfrakturen zu den therapeutisch schwierigsten und prognostisch ungünstigsten Frakturtypen an der unteren Extremität (Muggler et al., 1978). Aufgrund von zunehmendem motorisierten Verkehr und damit verbundenen Verletzungen bei Unfällen steigt die Zahl der Tibiakopffrakturen. Das Auftreten wird mit einer Häufigkeit von 2% bis 8,5% aller Unterschenkelfrakturen angegeben (Ender, 1965; Henkert et al., 1970; Muggler et al., 1975; Nyga, 1970; Reichmann und Keitel, 1968; Wehner, 1972). Bezogen auf alle Knochenbrüche machen Tibiakopffrakturen weniger als 1% aus (Henkert et al., 1970). Tibiakopfluxationsfrakturen machen wiederum ca. 15% aller Tibiakopffrakturen aus (Moore, 1981). Die Behandlungsstrategien werden kontrovers diskutiert. Einigkeit herrscht jedoch im Ziel der Behandlung: Die Funktionalität und Beweglichkeit hat höchste Priorität, wobei eine vollständige Streckfähigkeit für den Alltag bedeutender ist als eine gute Beugefähigkeit (Betz et al., 1989; Duwelius und Connolly, 1988; Nyga, 1970; Rasmussen, 1973; Schulitz et al., 1973; Vandenberghe et al., 1990; Wehner, 1972; Wilhelm et al., 1971). Der Stellenwert der anatomisch exakten Wiederherstellung der zerstörten Gelenkfläche wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Einige Autoren sehen eine hohe Priorität darin, die sie mit der früheren Entwicklung einer posttraumatischen Gonarthrose begründen (Blokker et al., 1984; Burri et al., 1979; Glauser et al., 1987; Nyga, 1970; Vandenberghe et al., 1990; Wehner, 1972; Wilhelm et al., 1971); andere betrachten die Wiederherstellung der Gelenkfläche eher als sekundär, da die Menisken über 50% der Gelenkfläche des Tibiaplateaus bedecken und somit intakte Menisken etwaige Inkongruenzen des Plateaus ausgleichen können (Muhr und Neumann, 1990). Deren Ansicht nach stehen die Wiederherstellung der Stabilität und der Beinachse im Vordergrund (Wiedemann, 1995).

Liegt eine Tibiakopfluxationsfraktur vom Typ Moore V vor, ist in der Regel eine offene Reposition zur stabilen Fixation und postoperativen Kniegelenkmobilisation erforderlich. Je nach Weichteilsituation ist primär am Unfalltag eine Ruhigstellung im Fixateur externe notwendig. Die definitive Frakturversorgung beinhaltet eine Abstützplatte oder einen winkelstabilen Plattenfixateur von lateral und eine Antigleitplatte von medial über dem medio-dorsalen Frakturspitz (Hertel, 1997; Tscherne und Lobenhoffer, 1993; Vasanad et al.,

2013). Die operative Versorgung mit zwei Platten erreicht ein gutes klinisches Ergebnis, wenn auf ausreichende Weichteilkonsolidierung geachtet wird (Prasad et al., 2013). Die Frühmobilisierung ist unabhängig von der Versorgungsart für das gute Endergebnis von zentraler und entscheidender Bedeutung (Brown und Sprague, 1976; Glauser et al., 1987; Hohl und Luck, 1956; Rohrbeck und Troeger, 1990; Waddell et al., 1981).

2.1 Historie

Tibiakopffrakturen wurden im Allgemeinen nach den ersten Literaturberichten aus dem 18. und 19. Jahrhundert oftmals erst post mortem aufgrund ihrer geringen Dislokation und fehlenden Krepitation diagnostiziert (Thiele, 1968). Trotz dieser Fakten findet sich eine Beschreibung über die Behandlung von Tibiafrakturen bereits in einer Publikation von Sir Astley Cooper aus dem Jahre 1821: „In schiefer Richtung sei bei einem solchen Bruch vorzugehen, in gestreckter Stellung das Bein mittels einer Schiene zu immobilisieren, mit einer Zirkelbinde die gebrochenen Flächen gegeneinander anzudrücken und mit einer Schiene aus Pappe dieser Druck zu erhalten“. Schon er verweist auf die Wichtigkeit, frühe passive Bewegung durchzuführen (Cooper und Travers, 1821). Als 1896 Konrad Röntgen die im deutschsprachigen Raum nach ihm benannten Strahlen entdeckte, bot sich der Medizin die Möglichkeit, Frakturen des menschlichen Skeletts zu erkennen und zu behandeln. 1905 veröffentlichte Sonntag eigene sowie Röntgenaufnahmen aus der Literatur von Tibiakopffrakturen (Thiele, 1968). Fassbender berichtete bereits 1901 von einer erfolgreichen operativen Reposition (Wiedemann et al., 1995). Bis in die 1960er Jahre blieb jedoch das konservative Vorgehen Mittel der Wahl (Tralles et al., 1990). Der Durchbruch der operativen Therapie gelang durch die Einführung von geeigneten Osteosynthesematerialien durch die im Jahre 1958 in der Schweiz gegründete Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO). Die Etablierung verschiedenster Osteosyntheseverfahren war von nun an nicht mehr aufzuhalten. Es wurden T-Platten, L-Platten, speziell geformte Tibiakopfplatten und zusätzliche externe Stabilisationsverfahren wie Rahmenfixateure, monolaterale Fixateure externes, Ringfixateure und Hybridfixateure zur Absicherung des Tibiaschaftes verwendet (Hertel, 1997). Immer wurde hierbei auch auf die Weichteilsituation besonderen Wert gelegt. Es wurden in der Literatur sowohl gute als auch schlechte Ergebnisse konservativer wie operativer Therapien veröffentlicht (Muhr und Neumann, 1990; Wagner und Jakob, 1986). Die parallel dazu sich entwickelnde Arthroskopie ermöglichte wiederum neue diagnostische als auch therapeutische Möglichkeiten. In den 1970er Jahren etablierte sich die Arthroskopie des Kniegelenks. Heute lassen sich hierdurch ergänzend ligamentäre und knöcherne Verletzungen definitiv und

suffizient versorgen (Betz et al., 1993). Bei komplexen Frakturtypen wie der vom Typ Moore V hat die unterstützende Arthroskopie jedoch aufgrund der oftmals massiven Begleitverletzungen nur einen untergeordneten Stellenwert. Eine Optimierung der Therapie mit Hilfe der Arthroskopie bedarf einer korrekten Indikationsstellung. Unbestritten ist aber der Wert der minimal invasiven Osteosynthese, sofern Weichteilverhältnisse und Frakturtyp diese zulassen (Hertel, 1997).

2.2 Anatomie des Kniegelenkes

Das Kniegelenk ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers. Es besteht aus einem medialen und lateralen Femorotibialgelenk sowie einem Femoropatellargelenk. Diese sind mit hyalinem Knorpel bedeckt. Dieser Trochoginglymus (Drehscharniergelenk) besteht demnach aus drei Kompartimenten. Innerhalb des distalen Femurendes findet sich die Fossa intercondylaris, die Ansatzstelle der Kreuzbänder, die das distale Femurende in zwei Bereiche unterteilt, die mit den entsprechenden Anteilen der Tibia artikulieren. Der Epicondylus medialis- und lateralis femoris dienen als Ursprung bzw. Ansatz der Kollateralbänder. Das proximale Ende der Tibia weist zwei Gelenkflächen auf, die durch die Eminentia intercondylaris getrennt sind und mit den Gelenkknorren des distalen Femurendes artikulieren. Der knorpelfreie Bereich der Eminentia bildet die distale Ansatzstelle der Kreuzbänder. Es liegt eine Retroversio tibiae, auch „slope“ genannt, von ungefähr 4 bis 6 Grad vor. Zudem ist das Tibiaplateau gegenüber dem Tibiaschaft leicht nach dorsal versetzt, was man als Retropositio tibiae bezeichnet. Interessant erscheinen die Gelenkflächenformungen. Die Gelenkfläche des medialen Kondylus ist in beiden Ebenen konkav geformt, die des lateralen Kondylus in der Frontalebene konkav, jedoch in der Sagittalebene konvex geformt. Die Spongiosa des Tibiakopfes ist nur von einer papierdünnen Kortikalis umhüllt (Currey, 1970). Den dritten knöchernen Anteil des Kniegelenkes stellt die Patella dar. Sie ist das größte Hypomochleon des menschlichen Körpers für die Sehne des Musculus quadriceps femoris und lenkt somit die Kraftübertragung beim Strecken vom Ober- auf den Unterschenkel um.

Jedes Kniegelenk besitzt Menisken, die aus Faserknorpelhalbringen bestehen. Der mediale Meniskus ist C-förmig und mit dem medialen Kollateralband verwachsen. Der laterale Meniskus hat keine Verbindung zum lateralen Kollateralband und ist daher etwas mobiler.

Als weitere anatomische Struktur des Kniegelenkes ist der Bandapparat zu erwähnen. Vorderes und hinteres Kreuzband sowie der Innen- und Außenbandkomplex stabilisieren und führen das Gelenk bei jeder Bewegung. Unterstützt werden die Ligamente vom

Kapselbandapparat, der insbesondere die Außenrotation sowie das Gelenk medial stabilisiert (Schweiberer und Hertel, 1977).

2.3 Biomechanik des Kniegelenkes

Entgegen der in der Bevölkerung vorherrschenden Meinung ist das Kniegelenk wie schon erwähnt kein reines Scharniergelenk. Man kann die komplexen Bewegungsabläufe im Kniegelenk wie folgt charakterisieren: Mit zunehmender Streckung als Drehbewegung des Femur auf dem Tibiaplateau geht die Bewegung immer mehr in eine Rollbewegung über (Weber und Weber, 1837). Maximale Stabilität erreicht das Gelenk nur in vollständiger Streckstellung.

Betrachtet man die Beugung, so gehen die Femurkondylen dabei in ein Gleiten ohne Rollbewegung über. Es ist zudem eine leichte Rotation und Aufklappbarkeit in Beugstellung möglich. Die Gelenkflächen sind nicht kongruent geformt, um eine knöcherne Blockade bei Bewegung zu vermeiden. Die Menisci gleichen diese Inkongruenz aus und verteilen die Last gleichermaßen auf die artikulierenden Gelenkflächen. Einerseits müssen diese dafür nachgiebig sein, andererseits jedoch fest verankert, um diesen Roll-Gleit-Mechanismus zu gewährleisten. Ohne Menisci entstehen Gelenkinstabilitäten und es kommt zu einem raschen Verlust des Knorpels im Bereich der artikulierenden Gelenkflächen (Honkonen, 1995). Ausreichende Stabilisierung erfährt das Kniegelenk bei Bewegung durch den komplexen Bandapparat. Kreuzbänder stabilisieren vor allem in der Sagittalebene, die Kollateralbänder übernehmen die seitliche Führung. Die maximale Stabilität in Streckstellung wird durch ein Anspannen von Gelenkkapsel, Seiten- und Kreuzbändern erreicht. Seitens der Muskulatur stabilisieren der Musculus quadriceps femoris, die ischiokrurale Muskulatur sowie der Tractus iliotibialis das Kniegelenk.

Bei Bewegung artikuliert die Patella im Femurgleitlager mit ihrer von Knorpel überzogenen Gelenkfläche auf der Rückseite. Bewegungsanalysen zeigen, dass sie meist nicht ganz zentral zu liegen kommt, da es eine Diskrepanz zwischen anatomischer und mechanischer Beinachse gibt. Die mechanische Achse bilden die Mittelpunkte der angrenzenden Gelenke (Hüft- und Sprunggelenk), auch „Miculicz-Linie“ genannt, die anatomische Beinachse verläuft middiaphysär von Femur und Tibia. Es entsteht somit ein physiologischer Winkel zwischen anatomischer und mechanischer Achse von ca. 6 bis 7 Grad, die Patella erfährt dadurch einen leichten Zug nach lateral. Meist liegen deshalb beginnende retropatellare Arthrosen am lateralen Patellapol. An der Tibia sind anatomische und mechanische Längsachse hingegen nahezu identisch (Strecker und Keppler, 2002).

Die Bewegungsausmaße, nicht nur des Kniegelenkes, werden heute nach der Neutral-Null-Methode angegeben. Es ergeben sich laut Literatur folgende Bewegungsausmaße für das Kniegelenk (Hepp und Debrunner, 2004):

Extension/Flexion: $5^\circ / 0^\circ / 120\text{-}150^\circ$

Innenrotation/Außenrotation: $10^\circ / 0^\circ / 25^\circ$ (bei 90° Flexion)

Die Belastung im Kniegelenk verteilt sich normalerweise gleichermaßen auf mediale und laterale Gelenkabschnitte. Die mechanische Achse (Mikulicz-Traglinie) verläuft bei normaler Konfiguration durch die Mitte des Kniegelenkes. Eine Instabilität oder angeborene Deformität kann zu einer lateralen Verlagerung (Genu valgum oder X-Bein) oder einer medialen Verlagerung (Genu varum oder O-Bein) führen. Entsprechend werden äußere bzw. innere Gelenkfläche jeweils stärker beansprucht, zudem kommt es zu einer entsprechenden Dehnung des beteiligten Kollateralbandes. Die Traglinie kann in der Sagittalachse auch vor dem überstreckten Gelenk liegen. Hier spricht man von einem Genu recurvatum.

Wichtig für die komplexe Funktionalität des Kniegelenkes sind das Zusammenspiel aller beteiligten Strukturen und die genau definierte anatomische Position. Deshalb müssen alle operativen Ansätze dem Prinzip folgeleisten, Kapsel-Band-Läsionen und Knochenstrukturen exakt anatomisch zu rekonstruieren oder zu ersetzen (Burri und Mutschler, 1982).

2.4 Klassifikation der Tibiakopfluxationsfrakturen

In der Vergangenheit wurden immer wieder neue Klassifikationen zur Einteilung von Tibiakopffrakturen publiziert. Es wurde zunächst eine Unterteilung in Depressions-, Impressions-, Spaltimpressionsbrüche und Trümmerfrakturen vorgenommen. Zwar war diese Einteilung für den therapeutischen Zweck hilfreich, für die Prognose wichtige Begleitverletzungen wurden jedoch unzureichend erfasst (Tscherne et al., 1984).

Schatzker veröffentlichte 1961 eine Klassifikation hinsichtlich ihrer Pathogenese, Behandlung und Prognose in 6 Frakturtypen (Markhardt et al., 2009). Abbildung 2 zeigt die Einteilung nach der Schatzker-Klassifikation in 6 Typen, die heutzutage vor allem im angloamerikanischen Raum zur Anwendung kommt.

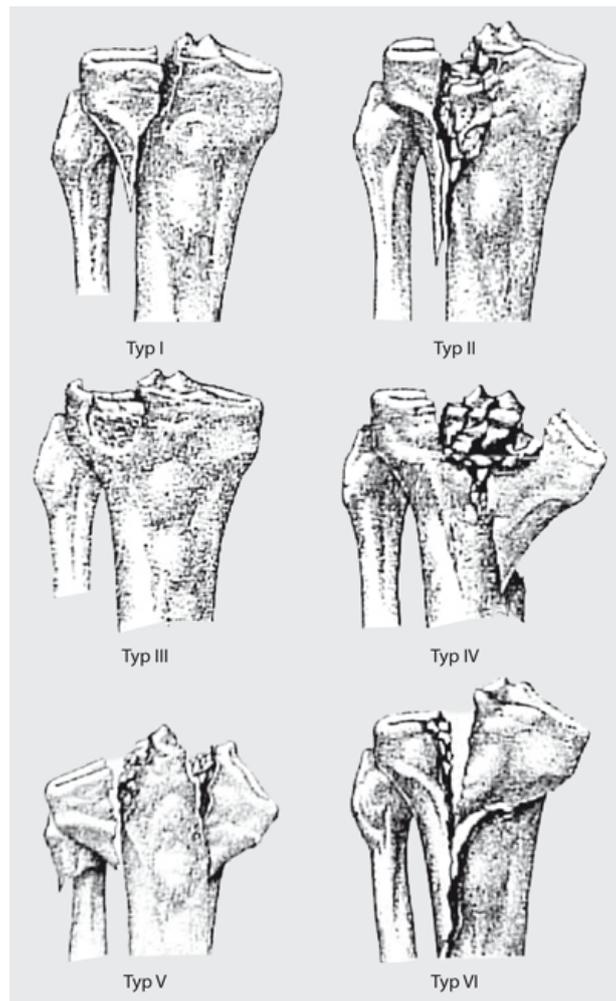


Abbildung 1: Schatzker-Klassifikation

(aus: Salter RB, Harris WR (1963) Injuries involving the epiphyseal plate. J Joint Bone Surg Am 45-A:587-622)

- I. reiner Spaltbruch**
- II. Spaltimpressionsbruch**
- III. isolierte Impressionsfraktur**
- IV. Fraktur des medialen Kondylus mit Eminentiafraktur**
- V. bikondyläre Fraktur**
- VI. intraartikuläre Fraktur mit meta- und diaphysärer Dissoziation
(Luxationsfraktur)**

Moore klassifizierte 1981 mithilfe eines funktionellen Schemas die mit Luxation oder Subluxation einhergehenden Bruchformen (Moore, 1981). Er bezog Bandverletzungen mit ein und entwickelte für Verrenkungsbrüche eine Einteilung in 5 Frakturtypen. Seine Klassifikation lässt Rückschlüsse aus dem röntgenologischen Verlauf der Frakturlinien auf gleichzeitige ligamentäre Verletzungen zu. Dies spielt insbesondere in der Klinik eine Rolle, da die meisten Frakturen nach dem Unfall reponiert sind. Die korrekte Einschätzung der Frakturschwere kann nur bei Kenntnis der spezifischen Frakturverläufe erfolgen. Er analysierte jedoch lediglich Verrenkungsbrüche, Frakturen des Tibiaplateaus basierend auf Stauchungskräften fanden hingegen keine Berücksichtigung.

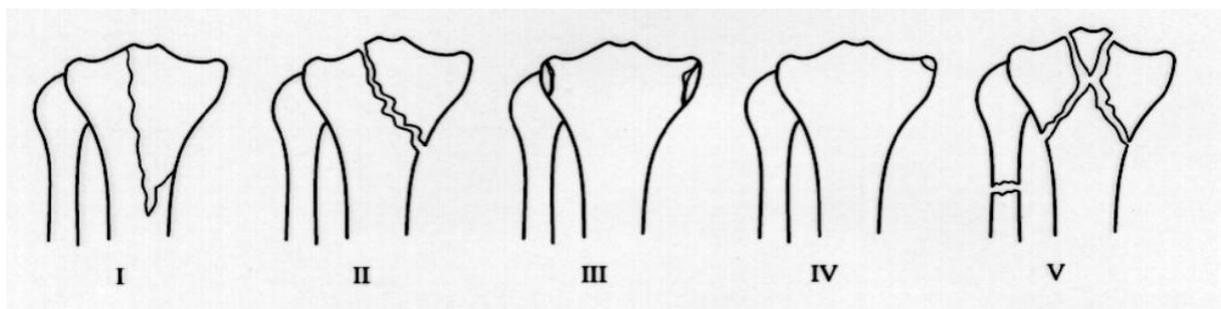


Abbildung 2: Einteilung nach Moore, 1981 (aus: „Unfallchirurg“ 7, 510,1997)

Typ I: dorsaler Kondylenspaltbruch durch luxierenden Femurkondylus (split)

Typ II: kompletter Kondylenbruch, erreicht das kontralaterale Tibiaplateau (entire condyle)

Typ III: Kapselbandabriss (Typ Segond), meist verbunden mit vorderem Kreuzbandriss (rim avulsion)

Typ IV: Kantenimpression, verbunden mit schwerer Bandverletzung der Gegenseite (rim impression)

Typ V: Trümmerbruch mit Eminentiaausriss (four part fracture)

Die für alle Frakturen am weitesten verbreitete Einteilung ist die von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) vorgeschlagene Klassifikation (Müller et al., 2014). Auch für Tibiakopffrakturen gibt es eine Einteilung nach AO, die deren Aufbau nach morphologischen Gesichtspunkten einteilen und zudem ausreichende Rückschlüsse auf ligamentäre Verletzungen zulassen. Abbildung 3 zeigt die Einteilung nach AO für Tibiakopffrakturen.

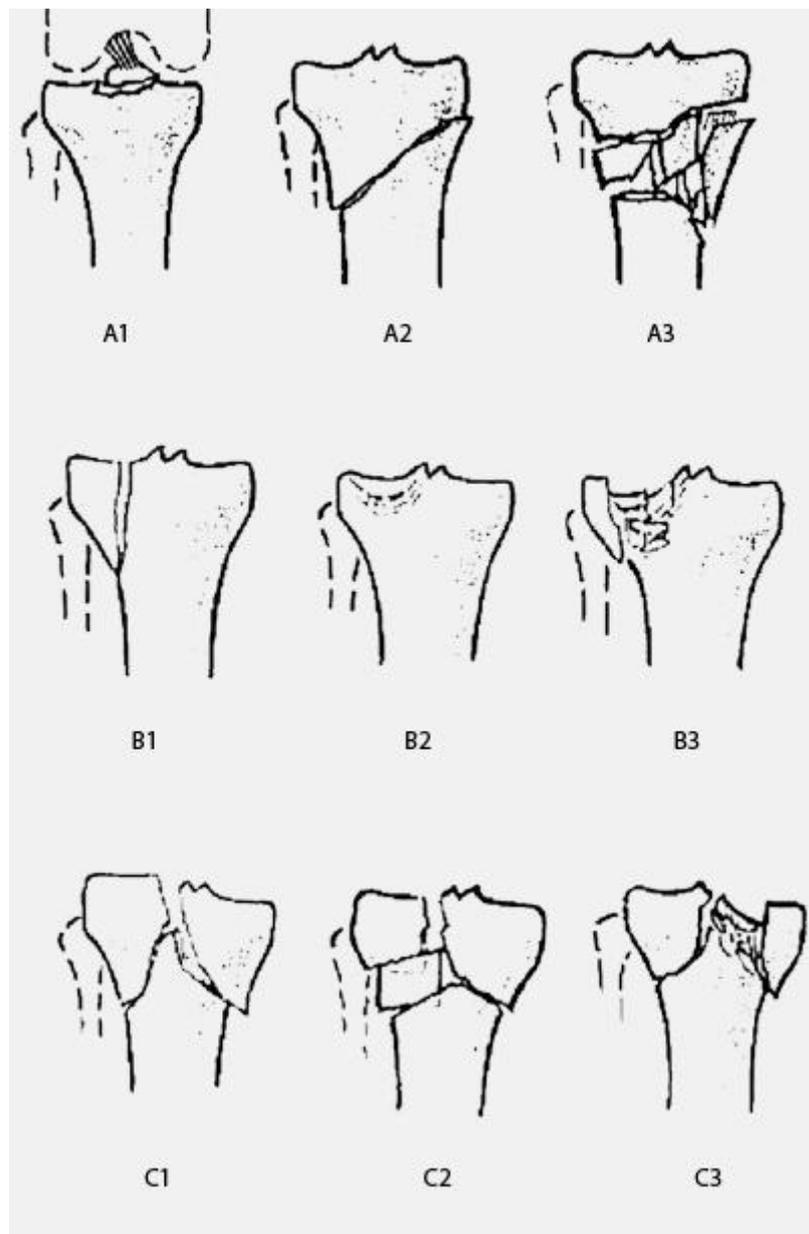


Abbildung 3: AO-Klassifikation der Tibiakopffrakturen

(aus: Müller ME, Nazarian S, Koch P, Schatzker J (1990) The comprehensive classification of fractures of long bones. Springer, Heidelberg)

Typ A: extraartikulär

Es handelt sich um Brüche ohne Beteiligung der artikulierenden Gelenkfläche.

Die Eminentiafrakturen werden zu dieser Gruppe subsumiert und als A1 klassifiziert. A2-Frakturen sind einfach extraartikulär, Typ-A3-Frakturen gehen oft mit Hochrasanztraumen und einem schweren Weichteilschaden einher. Das Gelenkplateau ist bei diesen Brüchen intakt.

Typ B: unikondylär

Sie stellen einfache Gelenkfrakturen mit Beteiligung nur eines Tibiagelenkflächenplateaus dar. Typ B1 beinhaltet Spaltfrakturen, Typ-B2-Verletzungen sind Impressionsfrakturen und bei Typ B3 handelt es sich um die Spalt- und Impressionsfrakturen.

Typ C: bikondylär

Sie sind grundsätzlich bikondylär und in ihrer Bruchform eher einfach (Typ C1), mit mehr oder weniger ausgeprägter metaphysärer Beteiligung (Typ C2) oder mit zusätzlichen Impressionen auf Gelenkniveau (Typ C3).

Eine noch zu erwähnende Einteilung der Tibiakopffrakturen wurde von Duparc 1960 publiziert und 1990 korrigiert und überarbeitet. Vorteil gegenüber allen anderen Klassifikationen ist, dass mehr Frakturtypen erfasst werden können. Diese Einteilung erlaubt somit eine bessere Beschreibung aller möglichen Tibiakopffrakturen. Einer neueren Studie nach kann die Klassifikation nach Duparc mehr Frakturtypen erfassen und beschreiben als die Klassifikationen nach AO und Schatzker (Gicquel et al., 2013). Nahezu alle Tibiakopffrakturen in dieser Studie konnten nach der modifizierten Duparc-Klassifikation erfasst werden. Zudem war die Duparc-Klassifikation im Vergleich mit der Schatzker- und AO-Klassifikation die reproduzierbarste und erfasst Frakturtypen, die die beiden anderen Klassifikationen nicht erfassen konnten (Gicquel et al., 2013).

Abbildung 4 zeigt die überarbeitete Version der Duparc-Klassifikation.

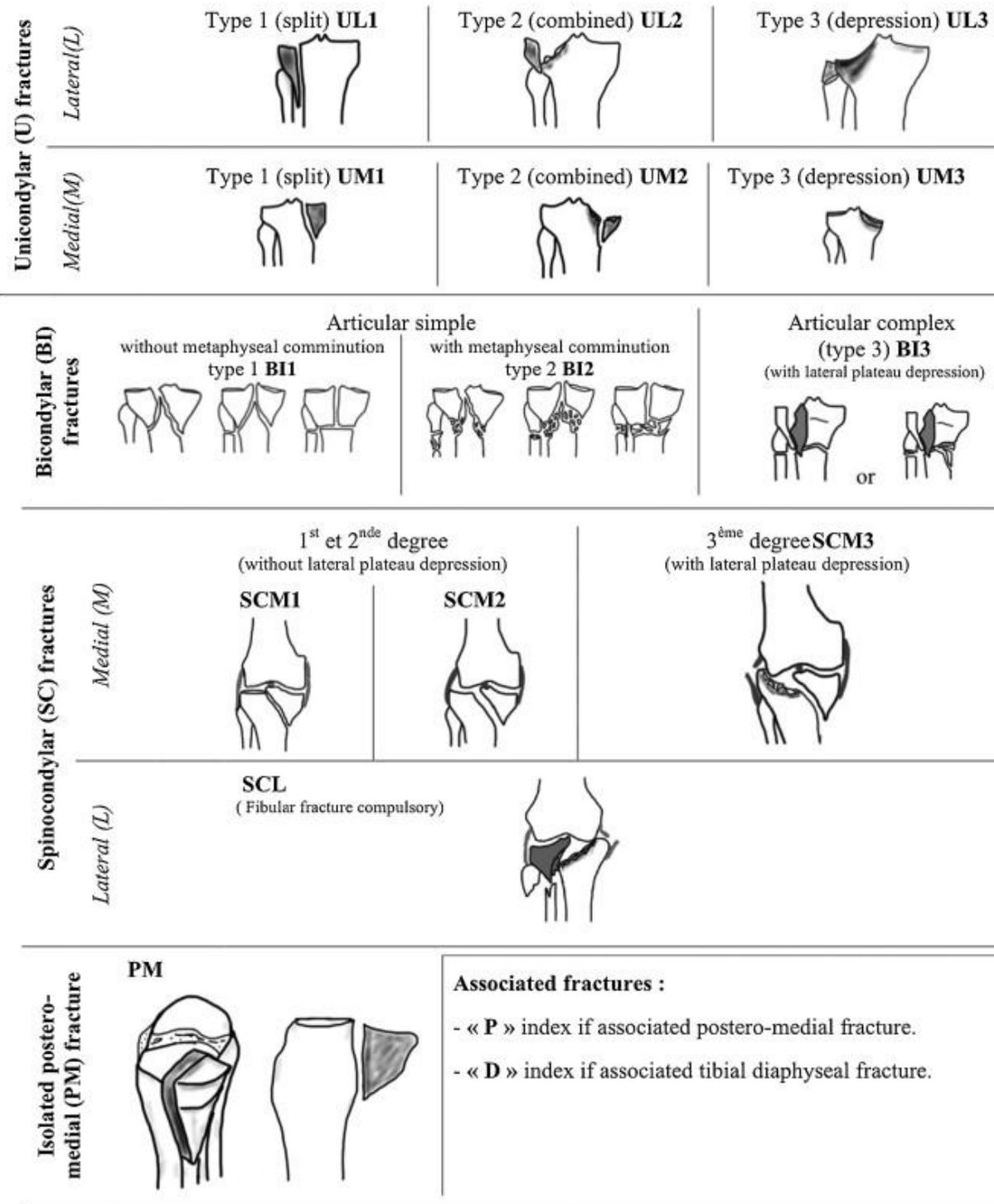


Abbildung 4: Überarbeitete Klassifikation der Tibiakopffrakturen nach Duparc
 (aus: Hutten D., Duparc J., Cavagna R. Fractures récentes des plateaux tibiaux de l'adulte. Éditions techniques *EMC, Appareil locomoteur* 1990; 12)

2.5 Unfallart und Unfallmechanismus der Tibiakopfluxationsfraktur

Die häufigste Unfallart von Tibiakopfluxationsfrakturen ist der Verkehrsunfall gefolgt von Sport- und Arbeitsunfällen. Stürze in der Freizeit und dem häuslichen Milieu führen eher zu Plateaufrakturen: Spalt-, Depressions- oder Impressionsfrakturen. In vielen Fällen ist der genaue Unfallmechanismus nicht exakt eruierbar und damit die genaue Analyse der Gewalteinwirkung oftmals nicht exakt möglich ist (Holz, 1975; Muggler et al., 1978).

Der Mechanismus ist vielfältig und besteht meistens aus einer Kombination von axialer Kompression mit Scher- und/oder Rotationskräften mit erheblicher Gewalteinwirkung wie nach einem Sturz aus großer Höhe auf das gestreckte Bein. Innerklinisch ist die Luxationskomponente meistens nur an den Begleitverletzungen erkennbar, da sich das Kniegelenk nahezu in allen Fällen reponiert (Friedl et al., 1987; Holz, 1975).

2.6 Begleitverletzungen

Bei Tibiakopfluxationsfrakturen handelt es sich um intraartikuläre Frakturen, bei denen häufig Begleitverletzungen im Sinne von Ligament- und Meniskusverletzungen, Verletzungen von neurovaskulären Strukturen sowie Fibulaköpfchenfrakturen auftreten. Insbesondere bei den Luxationsfrakturen vom Typ Moore V kommen diese gehäuft als Koinzidenz vor. Oft werden diese erst während der offenen Reposition oder bei einer Arthroskopie nachgewiesen, da primär die Weichteilverhältnisse bezüglich der Schwellung im Vordergrund stehen. Schon 1974 wiesen Vittali et al. darauf hin, dass unter anderem die übersehenen Begleitverletzungen für ein schlechtes funktionelles Endergebnis mitverantwortlich sind.

In der Literatur schwanken die Angaben über die Häufigkeit von begleitenden Kniebandverletzungen stark. Die Zahlen schwanken zwischen 2,5% und 54,8% für alle Tibiakopffrakturen (Dickob und Mommsen, 1994).

Ebenfalls schwanken die Angaben über die Häufigkeit von begleitenden Meniskusläsionen stark. Friedl et al. (1987) geben einen Anteil von 10,7% an. Nicolet (1953) fand bei 140 systematisch durchgeführten Arthrotomien eine laterale Meniskusverletzung bei bis zu 90% und eine mediale bei bis zu 20% seiner Fälle. Die Ungleichverteilung liegt seiner Meinung nach an der anatomischen Form und den häufiger vorkommenden lateralen Kondylenbrüchen (Nicolet, 1953).

Bezüglich einer begleitenden Fibulaköpfchenfraktur finden sich in der Literatur Angaben von bis zu 20% (Thiele, 1968). Die Häufigkeit einer Verletzung des Nervus peroneus wird von Thiele mit 2%, von Holz et al. mit bis zu 6,8% angegeben.

Die seltene begleitende Kreuzbandverletzung kommt entweder mit Einrissen an der dorsalen Gelenkkapsel oder aber bei kombinierten Läsionen des medialen oder lateralen Kollateralbandsystems vor (Holz und Weller, 1977). Ebenfalls treten Verletzungen der großen Nerven und Gefäße in der Kniekehle auf.

Primäre knöcherne Bandausrisse sollten osteosynthetisch versorgt werden. Mediale Seitenbandverletzungen können funktionell behandelt werden. Bei sowohl vorderen als auch hinteren Kreuzbandverletzungen sowie lateralen Seitbandverletzungen empfiehlt sich ein sekundär-plastisches Vorgehen. Primäre Versorgungen erhöhen die Komplikationsgefahr deutlich (Dickob und Mommsen, 1994). Meniskusläsionen sollten weitestgehenderhaltend versorgt werden.

2.7 Diagnostik

Die Diagnose insbesondere von Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V ergibt sich aus der Anamnese sowie dem klinischen und radiologischen Befund. Klinisch zeigen sich zumeist die Deformierung, das Hämarthros sowie die Weichteilbeteiligung. Heute ist neben der Standardröntgenaufnahme des Kniegelenkes in zwei Ebenen die Computertomographie obligat. Die Magnetresonanztomographie ist in der Knochenbeurteilung relativ eingeschränkt anwendbar. Sie kann hilfreich sein bei Begleitverletzungen wie Kapsel-Band-Verletzungen. Die Sonographie ist insgesamt von geringer Bedeutung, kann allerdings als Doppler-Sonographie in dringenden Fällen zur Beurteilung der Gefäßsituation hilfreich sein.

Bei der Befunderhebung ist die genaue Beurteilung der Durchblutung, Motorik und Sensibilität von entscheidender Bedeutung. Bei einer gestörten Durchblutung ist wichtig zwischen Gefäßverletzung und Kompartmentsyndrom zu differenzieren (Tscherne et al., 1984). Eine Peroneusläsion darf ebenfalls nicht übersehen werden. Hinsichtlich des Operationszeitpunktes, des operativen Zugangsweges und der Art des Osteosyntheseverfahrens ist die Berücksichtigung und Beurteilung der Weichteilverhältnisse für die Prognose von entscheidender Bedeutung (Hertel, 1997). Bei Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V ist primär oftmals eine Reposition und Retention mittels Fixateur externe aufgrund der Weichteilverhältnisse und Begleitverletzungen am Unfalltag erforderlich. Die definitive Osteosynthese erfolgt nach Konsolidierung der Weichteile. Die diagnostische Arthroskopie ist nicht für sämtliche Fälle geeignet, jedoch insbesondere bei der Beurteilung von Kniebinnenschäden kann sie eine sehr hilfreiche Maßnahme sein (Hempfling, 1995).

2.8 Operative Therapie

Für alle dislozierten und instabilen Tibiakopffrakturen, geschlossen wie offen, besteht grundsätzlich eine Operationsindikation. Liegen begleitende Gefäßverletzungen, ein Kompartmentsyndrom oder eine offene Fraktur vor, müssen diese Patienten notfallmäßig einer entsprechenden operativen Therapie zugeführt werden. Bei diesen Notfallindikationen steht der Erhalt der Extremität zunächst im Vordergrund, die Ischämiezeit beträgt 6 bis 8 Stunden für die untere Extremität. Solche Eingriffe beinhalten, angepasst an das Verletzungsmuster, Gefäßrekonstruktionen bei arteriellen Läsionen, Fasziotomien aller vier Faszienlogen bei Kompartmentsyndrom sowie Debridement mit Weichteildeckung und begleitender Antibiotikatherapie bei schwerer Weichteilverletzung; meistens in Kombination mit einer externen Fixation. Nach diesen Notfalleingriffen mit Anlage eines Fixateur externe erfolgt eine definitive Osteosynthese dann in der Regel postprimär nach Konsolidierung der Weichteile am 4. bis 7. Tag nach Traumaereignis. Geschlossene Frakturen mit guten Weichteilverhältnissen können primär einer definitiven Osteosynthese zugeführt werden.

Ziel bei der definitiven Osteosynthese ist neben der anatomischen Rekonstruktion der Gelenkfläche ein gutes funktionelles Ergebnis mit schmerzfreier Vollbelastung und guter Beweglichkeit bei gleichzeitiger Stabilität des Kniegelenkes. Von der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) werden folgende konkrete Zielsetzungen für alle intraartikulären Tibiakopffrakturen definiert (Müller et al., 2014):

- Rekonstruktion der Gelenkkongruenz,
- Wiederherstellung der korrekten Achsen zwischen Plateau und Schaft,
- Abstützung der reponierten Fragmente durch Unterfütterung mit Spongiosa sowie durch eine geeignete Osteosynthese,
- Versorgung von Begleitverletzungen speziell an Menisken und Bandapparat.

Nahezu alle Tibiakopffluxationsfrakturen vom Typ Moore V werden operativ versorgt. Das Prinzip besteht darin, die Wiederherstellung des Gelenkflächenniveaus durch Unterfütterung und Ausfüllung der bestehenden Defekte mit autologer (oder homologer) Spongiosa zu erreichen. Dem schließt sich die Stabilisierung der Fraktur durch eine meist winkelstabile Plattenosteosynthese und die Behandlung eventueller Begleitverletzungen an. Hier bilden die von der AO entwickelten Implantate und Operationstechniken die Grundlage der heutigen Frakturbehandlung (Burri und Mutschler, 1982). Eine frühfunktionelle Nachbehandlung durch eine übungsstabile Osteosynthese bei gleichzeitiger gewebeschonender Operationstechnik sollte angestrebt werden. Ein häufig verwendetes Implantat ist zum Beispiel die Locking Compression Plate (LCP). Sie ist eine Kombination aus dynamischer

Kompressionsplatte und Fixateur interne. Schrauben werden winkelstabil in der Platte fixiert und bieten so Stabilität auch bei fehlender bikortikaler Abstützung.

Der Operationszeitpunkt wird maßgeblich von den Weichteilverhältnissen bestimmt. Oftmals ist primär eine Stabilisierung mittels Fixateur externe notwendig. Laut Literatur ist eine definitive Versorgung innerhalb der ersten Woche als günstigster Zeitraum anzusehen (Hertel, 1997). Ein eventuell durchzuführender Verfahrenswechsel ist in dieser Zeit meist zu erreichen. Ausnahmen können hier schwere Polytraumata, schwere lokale Weichteilschäden, ein Kompartmentsyndrom oder eine Gefäßbeteiligung sein.

2.9 Operative Zugangswege

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick über die Zugangswege einer osteosynthetischen Versorgung von Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V dargestellt werden. Alle Inzisionen sollten als Längsschnitte angelegt werden. Bei der Präparation ist eine strenge faszio-kutane Präparation einzuhalten. Hierdurch können einhergehende Hautnekrosen durch subkutanen Decollement vermieden werden.

Für die Versorgung von Moore V-Luxationsfrakturen mittels bilateraler Plattenosteosynthese ist ein anterolateraler Zugang sowie ergänzend ein posteromedialer Zugang erforderlich. Die antero-laterale Standardinzision beginnt ca. drei Zentimeter oberhalb des distalen Patellapols, verläuft einen Querfinger parapatellar zwischen Tuberculum Gerdy und Tuberositas tibiae in Richtung auf die vordere Tibiakante, bleibt aber etwas lateral hiervon. Der Tractus iliotibialis wird subperiostal zusammen mit der Extensorenmuskulatur vom Tibiakopf abgelöst. Durch Querinzision des meniskotibialen Ligamentes und Hochziehen des Außenmeniskus sowie Varusstress und Innenrotation des Kniegelenkes kann die Gelenkfläche dargestellt werden.

Zur Versorgung des hinteren Anteils des Tibiakopfes empfiehlt sich eine posteromediale Hautinzision und Längsspaltung der Kapsel-Band-Strukturen zwischen Innenband und hinterem Schrägband. Der Zugang erfolgt durch das mediale Retinakulum, welches samt der Gelenkkapsel hierzu längsgespalten wird. Der Pes anserinus muss entweder am Ansatz eingekerbt werden oder kann nach distal gehalten werden. Nun kann ventral entlang des Musculus gastrocnemius präpariert werden. Dieser Zugang erlaubt die Darstellung der Fragmentspitze extraartikulär und bietet die Voraussetzung für eine Reposition und Fixation von dorsomedial (Lobenhoffer et al., 1997).

2.10 Osteosyntheseverfahren

Die Auswahl der Implantate, Reposition und Stabilisierung werden nach den Richtlinien der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (Müller et al., 2014) durchgeführt.

Wie bereits erwähnt ist primär aufgrund der ausgeprägten Weichteilverletzung die Anlage eines gelenkübergreifenden Fixateur externe indiziert. Sekundär ist ein Verfahrenswechsel mit definitiver, winkelstabiler, bilateraler Plattenosteosynthese anzustreben. Hierbei wird empfohlen, die dislozierten Fragmente erst offen zu reponieren und mit Kirschner-Drähten zu fixieren. Anschließend erfolgt die definitive Osteosynthese (Schauwecker und Weller, 1970). Zumeist empfiehlt sich die Verwendung von winkelstabilen Implantaten. Bei Frakturen vom Typ Moore V kommt eine Plattenosteosynthese von lateral und zusätzlich eine Antigleitplatte von posteromedial zur Anwendung. Desweiteren können zusätzliche Fragmente mit zusätzlichen Zugschrauben gefasst werden.

2.11 Alloplastisches Knochenersatzmaterial

Seit geraumer Zeit bieten sich verschiedene bovine oder keramische Knochenersatzmaterialien als Alternative zur autologen und homologen Spongiosa zur Unterfütterung des Spongiosadefektes an. Größter Vorteil ist die fehlende Entnahmemorbidity. Es gibt bereits einige Ergebnisse nach Auffüllen von Knochendefekten mit einer Hydroxylapatitkeramik (Endobon®). In einer radiologischen Verlaufsbeobachtung konnte ein stadienhaftes, osteointegratives Einbauverhalten bei distalen Radiusfrakturen bei älteren Patienten gezeigt werden (Sailer et al., 1999). Gute klinische Ergebnisse nach Auffüllen von metaphysären Defekten mit nanokristallinem Hydroxylapatit bei Radiusfrakturen konnten nachgewiesen werden (Huber et al., 2008). Alloplastisches Knochenersatzmaterial ist eine sichere und effektive Alternative zum spongiösen autologen Knochenersatz für metaphysäre Defekte in Verbindung mit Frakturen des Tibiakopfes (Buchholz et al., 1989).

Ansatzbedingt und aufgrund niedriger Fallzahlen sowie fehlender Langzeitergebnisse in den oben genannten Studien kann zu diesem Zeitpunkt noch keine Aussage über die exakte klinische Wertigkeit von alloplastischem Knochenersatzmaterial getroffen werden. Auch die Zusammensetzung des alloplastischen Materials ist Gegenstand aktueller Forschung. Demnach existiert zum jetzigen Zeitpunkt kein gültiger Indikationsalgorithmus. Wohlgleich kommt, insbesondere bei Tibiakopffrakturen, alloplastisches Knochenersatzmaterial neben autologer Spongiosa in der Klinik gleichberechtigt zum Einsatz. In naher Zukunft werden die

alloplastischen Knochenersatzmaterialien aufgrund überwiegender Vorteile führend zum Einsatz kommen.

2.12 Nachbehandlung

Einigkeit herrscht darüber, dass die Voraussetzung für bessere Ergebnisse eine frühfunktionelle Behandlung ist (Betz et al., 1989; Muggler et al., 1978; Rasmussen, 1973; Schulitz et al., 1973; Tscherne et al., 1984). Grundvoraussetzung für eine frühfunktionelle Behandlung ist eine übungstabile Osteosynthese. Durch die Frühmobilisierung des Kniegelenkes werden gute Ernährungsbedingungen für die Gelenkknorpel, eine verminderte Muskelatrophie der kniegelenksübergreifenden Muskulatur und eine kurze Krankenhausverweildauer erreicht. Häufig wird daher am ersten postoperativen Tag die Beübung mittels Motorschiene durchgeführt. Positiv wirkt sich die frühe passive Beübung auch auf die Resorption des Weichteilödems aus, vermeidet Adhäsionen und dient der Thromboseprophylaxe. Bandläsionen stehen einer frühfunktionellen Beübung nicht im Wege. Leichte Bandinsuffizienzen können durch ein Training der Quadrizepsmuskulatur kompensiert werden. Das aktive Muskeltraining dagegen trägt zur Verbesserung der dynamischen Gelenkstabilisation bei und ist somit wesentlicher Bestandteil der Nachbehandlung, der nicht vernachlässigt werden darf (Betz et al., 1989). Zusätzlich kann die Kühlung mittels Eis zur Abschwellung beitragen. Um Drehbewegungen des Gelenkes zu gewährleisten, sollte die Mobilisation ab dem dritten postoperativen Tag Abrollübungen beinhalten ohne die Stabilität hierbei zu gefährden. Dies beugt Kapselschrumpfung vor. Eine Vollbelastung der verletzten unteren Extremität kann schrittweise normalerweise nach acht bis zwölf Wochen postoperativ erreicht werden in Korrelation mit dem individuellen klinischen und radiologischen Verlaufsbe fund.

2.13 Ziel der Arbeit

Mit Hilfe einer multizentrischen, retrospektiven Kohortenstudie anhand des gemeinsamen Patientengutes sollen die verschiedenen Aspekte, die eine Tibiakopfluxationsfraktur vom Typ Moore V beinhalten, im Hinblick auf die subjektive Zufriedenheit und Lebensqualität der Patienten aufgezeigt werden. Hierzu werden PROMs (Patient Reported Outcome Measures) analysiert. In der radiologischen Auswertung werden die Arthroseentwicklung (nach Kellgren/Lawrence) und der primäre/sekundäre Korrekturverlust erfasst. Desweiteren soll aufgezeigt werden, welchen Einfluss Maßnahmen der vorübergehenden Behandlung mittels Fixateur externe und die Verwendung von alloplastischen Knochenersatzmaterialien auf das Ergebnis haben. Es wird analysiert, ob ein Vergleich zwischen objektiven und subjektiven Kriterien für das Behandlungsergebnis möglich ist. Die Auswertung dieser Daten wird mit der Literatur vergleichend diskutiert.

3 Material und Methodik

Im Zeitraum vom 01.01.2005 bis 01.04.2012 wurden insgesamt 192 Patienten/innen mit 193 Tibiakopffrakturen im Universitätsklinikum des Saarlandes in Homburg operativ versorgt. Hiervon waren 25 Frakturen dem Typ Moore V (Petersen et al., 2006) zuzuordnen. Am Klinikum in Saarbrücken waren es vom 01.01.2003 bis 01.04.2012 insgesamt 137 operativ versorgte Patienten/innen mit Tibiakopffrakturen, hiervon 10 vom Frakturtyp Moore V. Am Verbundkrankenhaus Bernkastel-Wittlich wurden in der Zeit vom 01.04.2008 bis 01.04.2012 insgesamt 60 Patienten/innen mit 61 Tibiakopffrakturen operativ versorgt, hiervon 11 Frakturen vom Typ Moore V. Ein Antrag bei der Ethik-Kommission der Ärztekammer des Saarlandes wurde gestellt (Kenn-Nummer 136/15), es erfolgte eine positive Bewertung ohne berufsrechtliche oder ethische Bedenken.

Von den 44 Patienten mit 46 Frakturen vom Typ Moore V konnten 36 Patienten mit 38 Frakturen erreicht werden, 2 davon hatten Moore V-Frakturen beidseits. 2 Patienten waren verstorben, 6 Patienten wollten weder per Telefon noch mittels Fragebogen pseudonymisiert an der Studie teilnehmen.

Tabelle 1: Verteilung der eingeschlossenen Frakturen über den Erhebungszeitraum (n=38)

	Zeitraum	Anzahl Tibiakopffrakturen	Anzahl Moore 5 -Frakturen	in Studie eingeschlossen
Homburg	01.01.2005 – 01.04.2012	193	25	20
Saarbrücken	01.01.2003 – 01.04.2012	137	10	8
Wittlich	01.04.2008 – 01.04.2012	61	11	10
Summe		391	46	38

Es wurde zur Datenerfassung ein Fragebogen (siehe Anhang 11.1) konzipiert, der sich an den in der Literatur publizierten patientenorientierten Scores orientiert, um entsprechend die postoperativ aufgetretene Osteoarthritis und die subjektive Patientenzufriedenheit bewerten zu können. Nach Durchsicht der Krankenakten, radiologischen Befunde und Röntgen- und

CT-Bilder wurden aus allen operativ versorgten Tibiakopffrakturen die für diese Studie in Frage kommenden Frakturtypen Moore V herausgesucht. Mit den Patienten/innen wurde telefonisch Kontakt aufgenommen. Entweder wurde der Fragebogen direkt telefonisch beantwortet oder es wurde dieser mit Bitte um Rücksendung postalisch zugestellt. Somit konnten von diesem Patientenkollektiv 36 Patienten mit 38 Moore-V-Luxationsfrakturen in die retrospektive Studie eingeschlossen werden.

Alle vorhandenen radiologischen Bildgebungen vom Unfalltag, postoperative Kontrollen und Verlaufskontrollen, die zugänglich waren, wurden befundet. Bei allen Patienten lagen präoperativ angefertigte Nativ-Röntgenaufnahmen des Kniegelenkes in ap- und seitlicher Ebene sowie zusätzliche Computertomogramme vor. Die Auswertung erfolgte hinsichtlich einer Notfallbehandlung mittels Fixateur externe, der Art des eingebrachten Osteosynthesematerials, des Korrekturverlustes und eine Klassifizierung hinsichtlich des Gonarthrosegrades nach Kellgren/Lawrence anhand des jeweils letzten Röntgenbildes (siehe Anhang 11.2). Zudem wurde anhand der Krankenakten ermittelt, ob sich ein Kompartmentsyndrom entwickelte oder peri-/postoperative Komplikationen auftraten, die eine operative Revision erforderlich machten.

Die langfristige Beeinträchtigung der Lebensqualität bzw. die subjektive Zufriedenheit bei Patienten mit Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V sollten anhand von PROMs (Patient Reported Outcome Measures) analysiert werden, wie dies bereits für Hüftprothesen, Knieprothesen, Leistenhernien- und Varizen-OPs im englischsprachigen Raum praktiziert wird. Anhand des entworfenen Fragebogens fand die Auswertung hinsichtlich der allgemeinen Gesundheit und der PROMs für das Knie statt. Es wurden folgende Parameter erhoben: Schmerzen (NRS), Lebensqualität nach EQ-5D sowie das IKDC-Formblatt (International Knee Documentation Comitee).

3.1 Scores

Anhand des Fragebogens erfolgte die Bewertung und der Vergleich durch eine Darstellung der Ergebnisse anhand verschiedener Scores. Einerseits wurde die numerische Analogskala für Schmerzen (NRS), der IKDC-Score (IKDC-Knee Form 2000) und andererseits die allgemeine Lebensqualität nach EQ-5D erfasst.

3.1.1 IKDC-Score

Der erstellte Fragebogen beinhaltet den subjektiven Anteil zur Untersuchung des Kniegelenkes. Bei dieser Bewertung kann ein maximaler Wert von 100 Punkten für das gesunde Kniegelenk erreicht werden. Ein Wert von 100 Punkten besagt, dass für die sportlichen und täglichen Aktivitäten keinerlei Einschränkungen und Symptome bestehen (siehe Anhang 11.3).

3.1.2 EQ-5D

Der erstellte Fragebogen beinhaltet den Gesundheitsfragebogen EQ-5D (European Quality of Life – 5 Dimensions), der 1987 von der EuroQol Group, einer internationalen interdisziplinären Gruppe bestehend aus Medizinern, Psychologen, Philosophen, Ökonomen, Pflegern und Soziologen mit Sitz in Rotterdam zum Zwecke der Selbstberichterstattung des Patienten entwickelt wurde (Rabin und de Charro, 2001). Er erfasst die Lebensqualität in einer eindimensionalen Maßzahl von 5 (sehr gut) bis 15 (extrem niedrig). Dabei beschreiben 5 Dimensionen den Gesundheitszustand:

- Beweglichkeit, Mobilität,
- die Fähigkeit, für sich selbst zu sorgen,
- alltägliche Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familie, Freizeit),
- Schmerzen, körperliche Beschwerden,
- Angst, Niedergeschlagenheit.

Seit 1998 wird die deutsche Fassung offiziell eingesetzt (siehe Anhang 11.4). In der Onkologie sind diese Fragebögen zur Erfassung der Lebensqualität schon weitgehend verbreitet. In der Traumatologie werden zumeist objektive Kriterien zur Vergleichbarkeit der Befunde und Ergebnisse herangezogen. Die subjektive Lebensqualität durch Fragebögen wie dem EQ-5D gewinnt in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung.

3.1.3 NRS

Der erstellte Fragebogen beinhaltet zwei Fragen mit der numerischen Rating-Scale zur Funktionsfähigkeit des Kniegelenkes von 0 bis 10, wobei 0 die Unfähigkeit, normale alltägliche Aktivitäten durchzuführen, und 10 eine normale ausgezeichnete Funktionsfähigkeit und Sportfähigkeit bezeichnet. NRS sind eindimensionale algesimetrische Skalen. Bezogen auf Schmerzen reicht die Skala von 0 bis 10 Punkten, wobei 0 dabei für keinerlei Schmerzen steht und 10 unerträgliche Schmerzen bedeutet. Analog hierzu wird die visuelle Analogskala benutzt (Price et al., 1983).

3.2 PROMs (Patient Reported Outcome Measures for the knee)

Zentrales Ziel dieser Studie ist es, die Beeinträchtigung der Lebensqualität bzw. subjektive Patientenzufriedenheit nach operativer Versorgung von Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V zu untersuchen und mit objektiven Kriterien zu vergleichen. Bisher wird im deutschsprachigen Raum dieser Frage noch nicht in strukturierter Form nachgegangen. In Großbritannien hingegen ist die Erhebung solcher Scores bereits in einigen Bereichen weit verbreitet bzw. teilweise sogar verbindlich. Dabei sollen die PROMs das Outcome erfassen, wie es vom Patienten selbst bewertet wird und ergänzen somit die von Ärzten, Pflege und Physiotherapie dokumentierten klinischen Befunde. PROMs sollen dazu beitragen, Schwachstellen in der Versorgung zu identifizieren und Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Dabei soll zum einen ermittelt werden, inwieweit Patienten sich der Operationsfolgen im Alltag bewusst sind, etwa beim Treppensteigen, zum anderen wie Patienten ihre Lebensqualität empfinden, ob und wie sie ihr soziales Leben weiterführen können. In den Niederlanden hat die Vereinigung der Orthopäden (NOV) eine Reihe von PROMs-Scores für elektive Operationen in der Endoprothetik festgelegt (<http://www.orthopeden.org/kwaliteit/proms>). In Großbritannien ist bereits seit 2009 die Vergütung ärztlicher Leistungen durch den National Health Service (NHS) an die Erfassung von PROMs gebunden. Beim Hüft- und Kniegelenkersatz, Operationen von Leistenbrüchen und Varizen müssen die subjektive Zufriedenheit der Patienten als Qualitätsparameter erfasst werden (<http://www.hscic.gov.uk/proms>). Es gibt dort bereits Überlegungen, Zahlungen von der Qualität der Ergebnisse abhängig zu machen. Die Ergebnisse sind über die Internetseite des britischen Gesundheitsministeriums abrufbar und für jedermann einsichtig.

In der Auswertung des Fragebogens im Ergebnisteil werden die Resultate der PROMs aus der Patientenbefragung (siehe Anhang 11.1) dargestellt.

3.3 Arthroseentwicklung

Anhand der jeweils jüngsten radiologischen Aufnahmen sollte zunächst eine Klassifikation der Arthrose nach Kellgren und Lawrence (siehe Anhang 11.2) durchgeführt werden (Kellgren und Lawrence, 1957). Dies war jedoch nur für 8 Patienten/innen durch das jeweilige Klinikarchiv möglich, da bei allen anderen nur Bilder mit sehr kurzem zeitlichen Abstand zur Operation in den jeweiligen Kliniken vorlagen. Für diese 8 Patienten/innen wurden die Bilder zur Befundung herangezogen, für die übrigen Bilder wurde mit den zuständigen Hausärzten telefonischer Kontakt aufgenommen und um eine Befundung der jüngsten radiologischen Aufnahme hinsichtlich des Arthrosegrades nach Kellgren und Lawrence gebeten. Durchschnittlich fand eine Erhebung 37 (6-102) Monate nach Traumaereignis statt. Der kleinste zeitliche Abstand betrug 6 Monate, der längste 102 Monate nach Traumaereignis.

3.4 Statistik

Die im Ergebnisteil beschriebenen Variablen werden per Kreuztabelle oder Mittelwertvergleich ausgewertet. Da die für statistische Maßstäbe geringe Fallzahl nicht die Kriterien für eine statistische Signifikanz erfüllt, lässt die Beschreibung von Signifikanzen lediglich eine Vermutung bezüglich des untersuchten Zusammenhanges zu. Auf uni- und bivariate Weise erfolgt die statistische Auswertung diesbezüglich mit dem Wilcoxon-Rang-Test sowie dem t-Test für unabhängige Stichproben. Hierzu wurde das Statistikprogramm SPSS Version 20 (SPSS Inc., Chicago, USA) verwandt. Der p-Wert wurde, wie allgemein üblich, mit 0,05 festgelegt, eine statistische Signifikanz besteht somit ab einem p-Wert von $< 0,05$.

4 Ergebnisse

In der retrospektiven Kohortenstudie wurden die Daten von 36 Patienten/innen mit insgesamt 38 Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V innerhalb eines Beobachtungszeitraumes von 7 Jahren und 3 Monaten ausgewertet.

Die Befragung fand durchschnittlich 5,63 Jahre – frühestens 1,3 Jahre, spätestens 11,6 Jahre - nach der osteosynthetischen Frakturversorgung statt.

4.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Zum Zeitpunkt der operativen Versorgung betrug das Durchschnittsalter der 36 Patienten 50,8 Jahre mit einer Spanne von 24 bis 74 Jahren.

Abbildung 5 zeigt die Verteilung mit einem Altersgipfel bei den 40 bis 49jährigen.

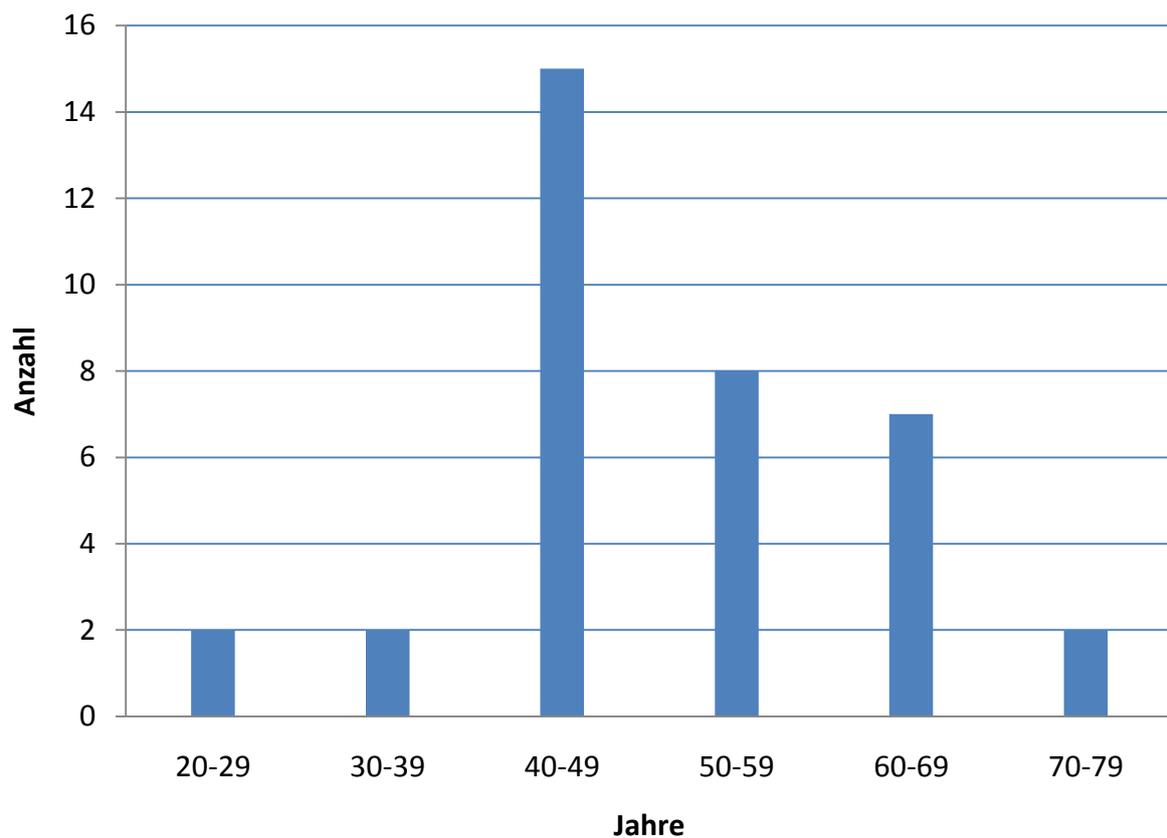


Abbildung 5: Altersverteilung (n=36)

Bei der Geschlechtsverteilung zeigt sich eine deutliche Prävalenz zugunsten des männlichen Geschlechts (27:9). Das Verhältnis beträgt somit 3:1. Abbildung 6 zeigt die Verteilung.

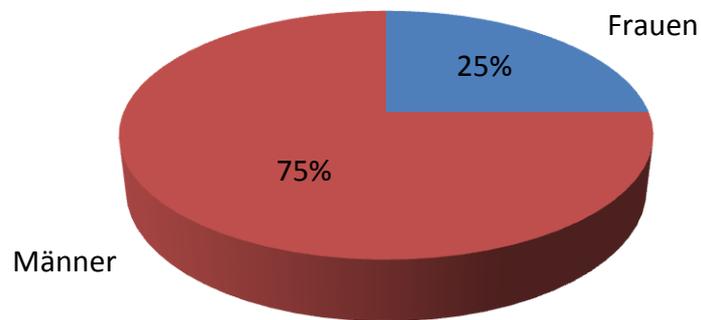


Abbildung 6: Geschlechtsverteilung (n=36)

Abbildung 7 zeigt die Verteilung der Altersstruktur auf die Geschlechter.

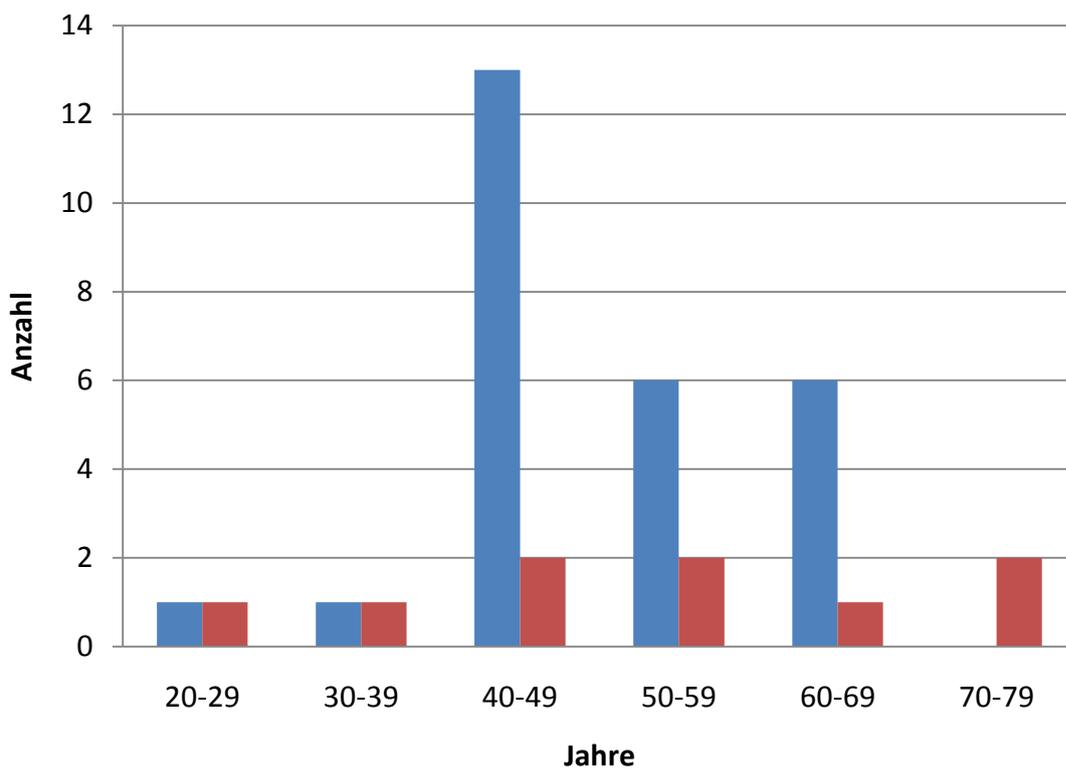


Abbildung 7: Geschlechtsspezifische Altersverteilung (n=36)

Blau: Männer, Rot: Frauen

Frauen waren zum Zeitpunkt der Operation durchschnittlich 52 Jahre, Männer 49,3 Jahre alt.

4.2 Operative Therapie

Für das operative Vorgehen waren zum einen die Art der definitiven osteosynthetischen Versorgung, ob eine primäre oder sogar dauerhafte Versorgung mittels Fixateur externe erfolgte, und zum anderen die durchgeführten Ergänzungsmaßnahmen von Interesse. Bei insgesamt 38 Frakturen kamen unilaterale Plattenosteosynthesen mit zusätzlichen Schraubenosteosynthesen und bilaterale Plattenosteosynthesen mit und ohne zusätzliche Schraubenosteosynthesen zur Anwendung. Ergänzend erfolgten Augmentationen mittels alloplastischen Knochenersatzmaterials (Cerabone®, Endobon® und Actifuse®) bei 4 Frakturversorgungen; zweimal Cerabone®, einmal Actifuse® und einmal Endobon®.

Abbildung 8 zeigt das Patientenkollektiv. In einem Fall wurde bei postoperativer Dislokation eines dorsomedialen Fragmentes nach primärer Versorgung mit einer lateralen Plattenosteosynthese und zwei Schrauben sekundär eine zusätzliche Plattenosteosynthese von mediodorsal durchgeführt. In der Abbildung findet sich dieser Fall in der Rubrik „primäre bilaterale Plattenosteosynthese“ wieder.

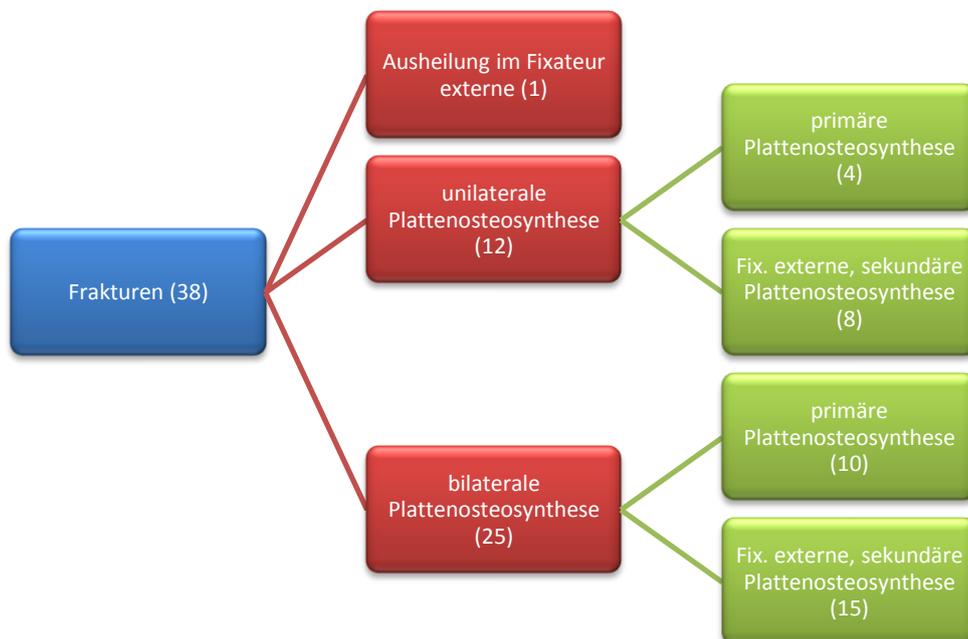


Abbildung 8: Patientenkollektiv (n=38)

Eine primäre Behandlung mittels Fixateur externe musste aufgrund der Weichteilkompromittierung bei 23 Tibiakopffrakturen erfolgen, ein Verfahrenswechsel war innerhalb von maximal 8 Tagen möglich. In einem Fall wurde eine Ausheilung im Fixateur externe nach vorübergehender Vakuumverbandtherapie bei offener Fraktur mit ausgeprägter Weichteilinfektion durchgeführt. In 14 Fällen konnte eine primäre definitive osteosynthetische Versorgung durchgeführt werden.

Als Operationsergänzungen wurden zusätzliche Osteosynthesen und die operative Refixation von Bändern bezeichnet. In einem Fall führte eine Fibulaköpfchenosteotomie zur besseren Erfassung des dorsolateralen Plateaus und zur leichteren Reposition der Tibiakopfluxationsfraktur, die in selber Sitzung mittels Plattenosteosynthese versorgt wurde. Eine knöcherne Refixation des vorderen Kreuzbandes wurde in 3 Fällen durchgeführt. In einem Fall schloss sich eine begleitende Oberschenkel-Marknagelung sowie die Versorgung der Tibiakopffraktur mittels einer Platte und zwei Schrauben in gleicher Sitzung an die primäre Behandlung im Fixateur externe an.

4.3 Komplikationen

In dieser Studie soll das Augenmerk auf die lokalen perioperativen Komplikationen gelegt werden, die einen Revisionseingriff erforderlich machten. Insgesamt traten lokale Komplikationen im Sinne von sekundären Dislokationen, Infektion oder Kompartmentsyndrom bei 8 Patienten mit 8 Frakturen auf. Dies entspricht einer Rate von 21,1%. Bei den 38 operativ versorgten Tibiakopffrakturen trat keine begleitende tiefe Beinvenenthrombose und daraus resultierende Lungenembolie auf. Alle Patienten erhielten eine Thromboseprophylaxe durch niedermolekulares Heparin. Abbildung 9 zeigt das Auftreten lokaler Komplikationen in absoluten Zahlen.

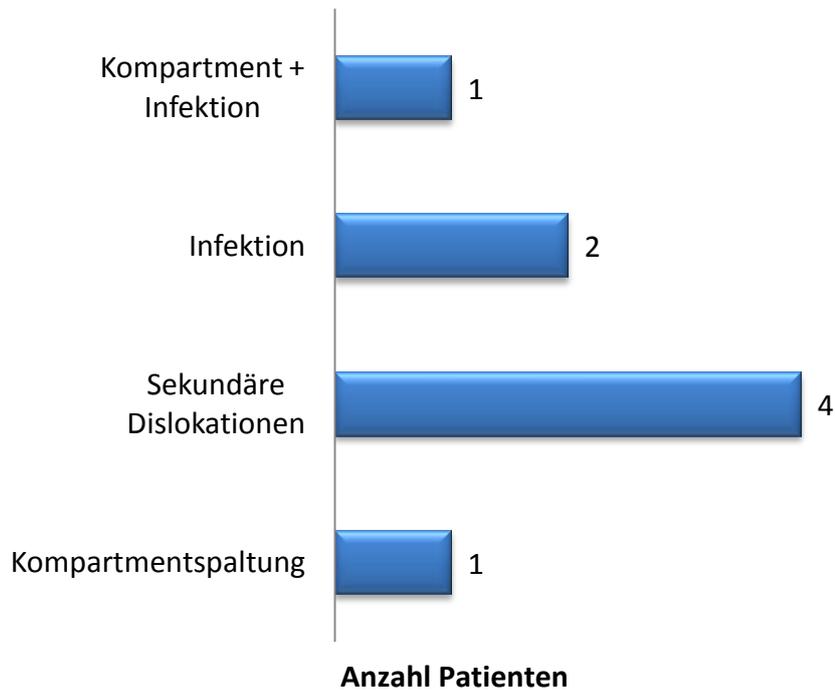


Abbildung 9: Lokale Komplikationen (n=8)

Abbildung 10 zeigt die perioperativen Komplikationen in Abhängigkeit von der Wahl der osteosynthetischen Versorgung. Bei einem Patienten mit bilateraler Plattenosteosynthese kam es zu einem Kompartmentsyndrom. Alle weiter hier genannten Komplikationen traten nach Versorgung mittels unilateraler Plattenosteosynthese auf. 4 Patienten zeigten eine sekundäre Dislokation (Schraubenlockerung, Abrutschen eines dorsalen Fragmentes). Bei 2 Patienten trat eine Infektion auf, die mittels Vakuumtherapie und Fixateur externe behandelt werden musste. Bei einem Patienten entwickelte sich eine Infektion sowie ein Kompartmentsyndrom.

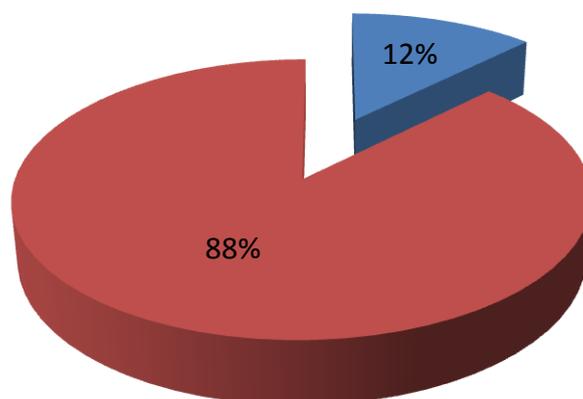


Abbildung 10: Perioperative Komplikationen in Abhängigkeit vom Osteosyntheseverfahren (n=8)

Blau = Bilaterale Plattenosteosynthese (1); Rot = Unilaterale Plattenosteosynthese (7)

4.4 Postoperativer Korrekturverlust und Achsenfehlstellung

Anhand der zuletzt durchgeführten radiologischen Bildgebung im jeweiligen Klinikarchiv fand eine Auswertung des Korrekturverlustes (Absenkung des Tibiaplateaus) statt. Das Patientenkollektiv besteht hierbei aus n=37 Frakturen, da bei einer Tibiakopffraktur eine Ausheilung im Fixateur externe mit anschließender Arthrodeese erfolgte.

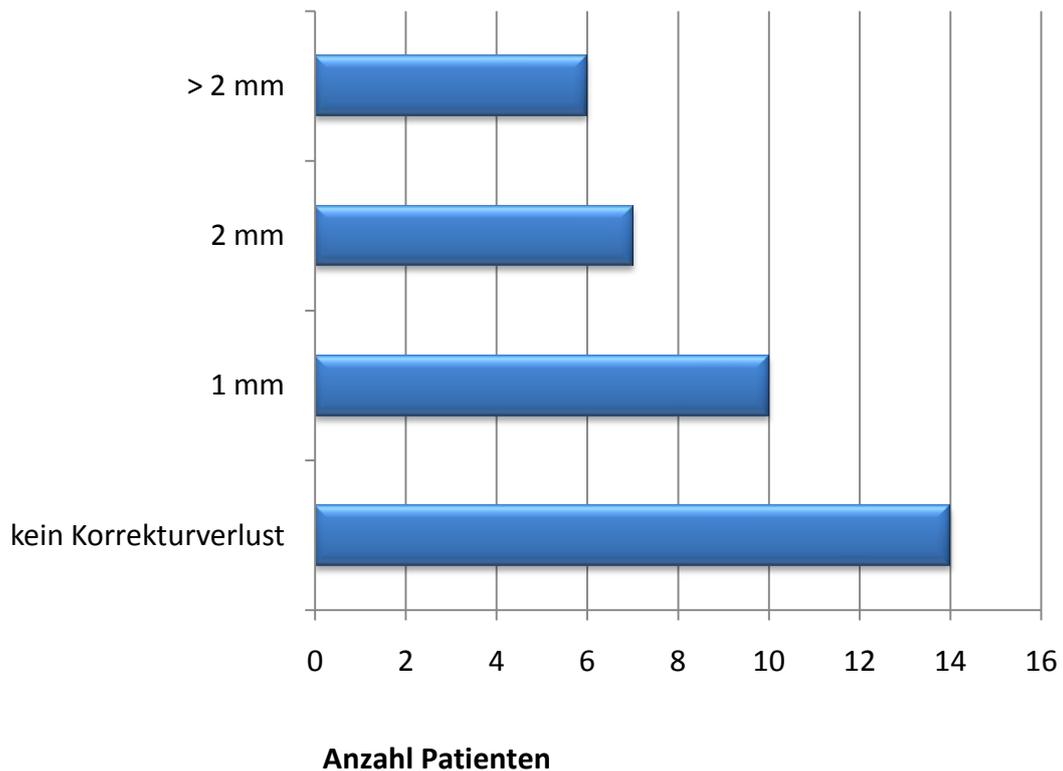


Abbildung 11: Korrekturverlust in Millimeter (n=37)

Bei einem Patienten zeigte sich im postoperativen Verlauf eine Valgusfehlstellung von 10° , die Fraktur wurde mittels einer lateralen Plattenosteosynthese versorgt. Bei einem weiteren Patienten zeigte sich eine Varusfehlstellung von 10° , diese Fraktur ist ebenfalls mit einer unilateralen Plattenosteosynthese und einer zusätzlichen Schraube versorgt worden. Bei einem Patienten, der mit bilateraler Plattenosteosynthese nach Fixateurbehandlung versorgt worden war, zeigte sich eine Valgusfehlstellung von $>20^\circ$. 8 Monate nach osteosynthetischer Plattenversorgung mit nur partieller knöcherner Durchbauung erhielt dieser Patient eine Knieendoprothese. Insgesamt kam es also zu 2 Valgus- und 1 Varusfehlstellung bei 38 operierten Tibiakopffrakturen vom Typ Moore V.

Abbildung 12 zeigt den Korrekturverlust in Abhängigkeit von der Wahl des Osteosyntheseverfahrens. Dabei zu beachten ist, dass die Gesamtanzahl nach bilateraler Plattenosteosynthese 25 Frakturen und die nach unilateraler Plattenosteosynthese 12 beträgt.

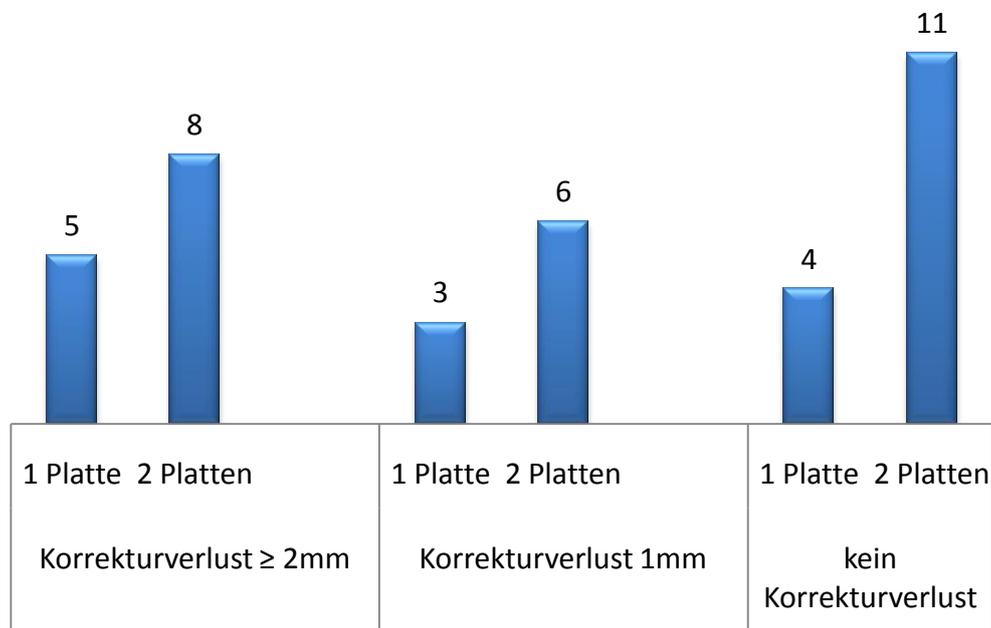


Abbildung 12: Korrekturverlust in Abhängigkeit vom Osteosyntheseverfahren (n=37)

Abbildung 13 zeigt, dass ein Korrekturverlust ≥ 2 mm zu 57% auf Patienten mit Versorgung einer unilateraler Plattenosteosynthese und 43% auf Patienten mit Versorgung einer bilateralen Plattenosteosynthese entfallen.

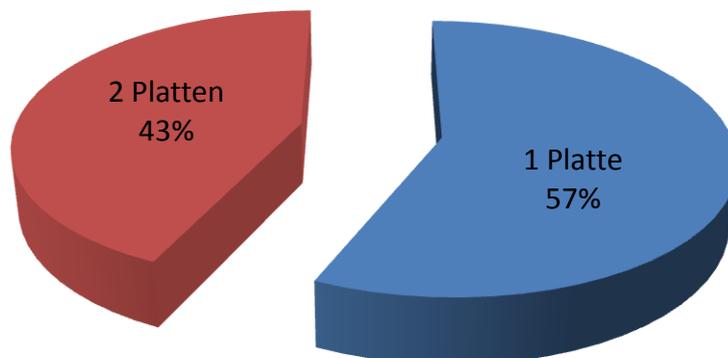


Abbildung 13: Anteil des Korrekturverlustes ≥ 2 mm in Abhängigkeit vom Osteosyntheseverfahren

4.5 Endoprothetischer Kniegelenksersatz

Ein endoprothetischer Kniegelenksersatz wurde bis zum Befragungszeitpunkt in 4 Fällen im Durchschnitt 6 Monate (Minimum 5, Maximum 8 Monate) nach osteosynthetischer Versorgung sekundär durchgeführt. Bei einem Patienten erfolgte dieser nach einer Schraubenlockerung. Ein primärer endoprothetischer Kniegelenksersatz kam bei keinem Patienten zur Anwendung.

4.6 Invaliditätsrente

Von 36 Patienten erhielten zum Befragungszeitpunkt 3 Patienten eine Teilinvaliditätsrente, einer davon nach endoprothetischer Versorgung. Ein weiterer Patient hat zum Zeitpunkt der Befragung einen Antrag auf Teilinvaliditätsrente aufgrund der Knieverletzung gestellt. Dies entspricht einer Rate von 10,5%.

4.7 Auswertung des Fragebogens

Es beantworteten 28 Patienten/innen den Fragebogen auf postalischem Wege selbst, 8 wurden per Telefoninterview befragt.

4.7.1 Schmerzen

Das Schmerzempfinden im Bereich des operierten Kniegelenkes wurde anhand der numerischen Schmerzskala, NRS (Hawker et al., 2011) innerhalb der letzten 4 Wochen und zum aktuellen Zeitpunkt – also während der Beantwortung des Fragebogens – gemessen. Dabei erstreckt sich die Skala von 0 – keine Schmerzen bis 10 – unerträgliche Schmerzen. Zudem wurde nach der Aktivitätsstufe ohne erhebliche Schmerzen gefragt, nach nächtlichen und allgemeinen Schmerzen.

Die Untersuchung im Hinblick auf einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Schmerzen jeglicher Art oder nächtlicher Schmerzen und der primären Behandlung mit Fixateur externe ergab keinen signifikanten Unterschied. 23 Patienten mit 24 Tibiakopffrakturen mit anfänglicher Behandlung im Fixateur externe gaben auf der numerischen Schmerzskala im Mittel einen Wert für die letzten 4 Wochen von 4,96 an, 13 Patienten mit 14 Frakturen ohne Fixateur externe einen Wert von 5 ($p=0,97$).

Der aktuelle Schmerz auf der NRS-Skala betrug bei Patienten mit Behandlung im Fixateur externe 4,46, ohne diese Behandlung 4,21 ($p=0,74$).

Für die Aktivitätsstufe ohne erhebliche Schmerzen (1 entspricht hoher Aktivität, 4 keiner Aktivität) gaben die Patienten mit Fixateur externe einen Wert im Mittel von 3,04 an,

diejenigen ohne von 2,79 ($p=0,25$). Bezüglich des nächtlichen Schmerzes (1 entspricht „nie“, 5 jede Nacht) gaben die Patienten mit Fixateur externe einen Wert im Mittel von 2,04, diejenigen ohne von 2,57 ($p=0,16$) an.

Bezüglich eines Zusammenhanges zwischen sekundärem Korrekturverlust (≥ 2 mm) und dem aktuellen Schmerz auf der numerischen Skala gaben 12 Patienten mit 12 Tibiakopffrakturen mit Korrekturverlust von ≥ 2 mm einen Wert im Mittel von 5,42, 24 Patienten mit 26 Tibiakopffrakturen < 2 mm einen Wert im Mittel von 3,88 an. Mit $p=0,04$ zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang dafür, dass die Gruppe der Patienten ohne Korrekturverlust weniger Schmerzen hat als diejenige mit einem Korrekturverlust ab 2 mm.

Ebenfalls zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines Korrekturverlustes und nächtlichen Schmerzen. Wiederrum 12 Patienten mit 12 Tibiakopffrakturen gaben im Mittel einen Wert von 3 an, diejenigen 24 Patienten mit 26 Tibiakopffrakturen ohne Korrekturverlust einen Wert von 1,88. Bei einem $p=0,003$ ist dieser Zusammenhang ebenfalls signifikant.

Weitere signifikante Zusammenhänge bezüglich des Auftretens von Schmerzen, des Korrekturverlustes und einer Behandlung mit Fixateur externe konnten nicht gezeigt werden. Sowohl ein Patient mit als auch einer ohne Fixateur externe gaben jeweils einen Wert von 0 für Schmerzen auf der numerischen Skala aktuell und innerhalb der letzten 4 Wochen an, beide hatten im postoperativen Röntgen keinen Korrekturverlust. Ein Patient mit 10 für beide Skalen wurde mit Fixateur externe behandelt und hatte einen postoperativen Korrekturverlust von > 2 mm.

Abbildung 14 zeigt die Anzahl der Patienten in Korrelation mit dem angegebenen Wert auf der numerischen Schmerzskala innerhalb der letzten 4 Wochen und zum aktuellen Befragungszeitpunkt.

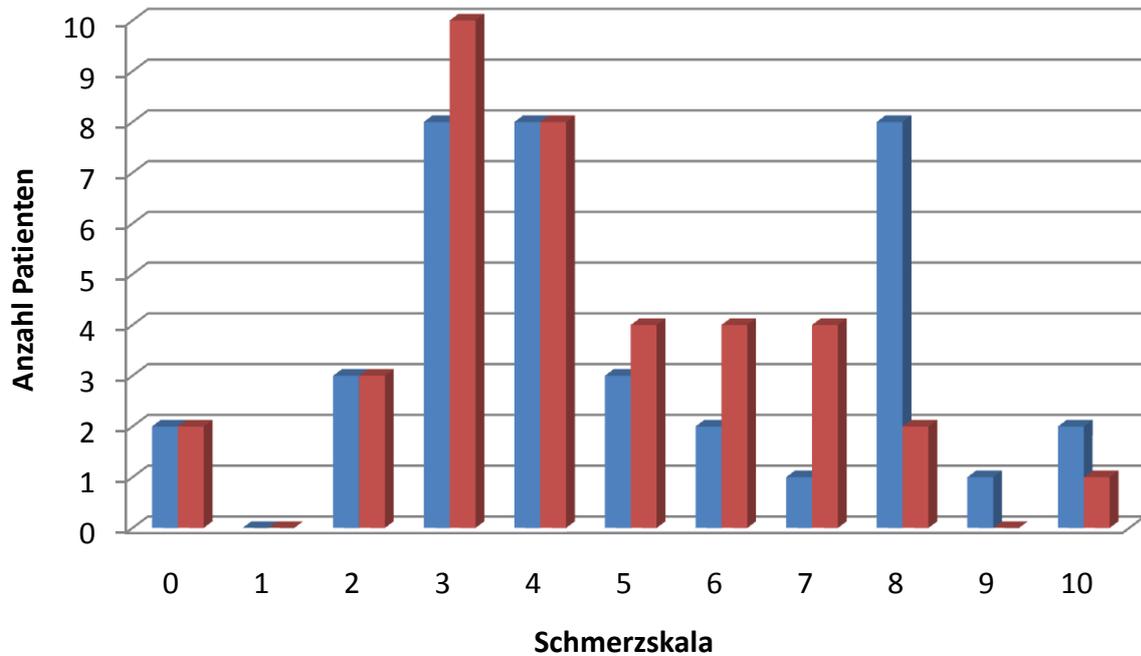


Abbildung 14: Numerische Schmerzskala (n=38)
Blau = Innerhalb der letzten 4 Wochen, Rot = Aktuell

Das Schmerzempfinden wurde in 5 Gruppen eingeteilt. Keine Schmerzen, leichte, mäßige, starke und stärkste Schmerzen. Abbildung 15 zeigt das Schmerzempfinden nach 5 Gruppen in Korrelation mit der Patientenzahl auf der numerischen Schmerzskala (NRS) innerhalb der letzten 4 Wochen und zum aktuellen Befragungszeitpunkt.

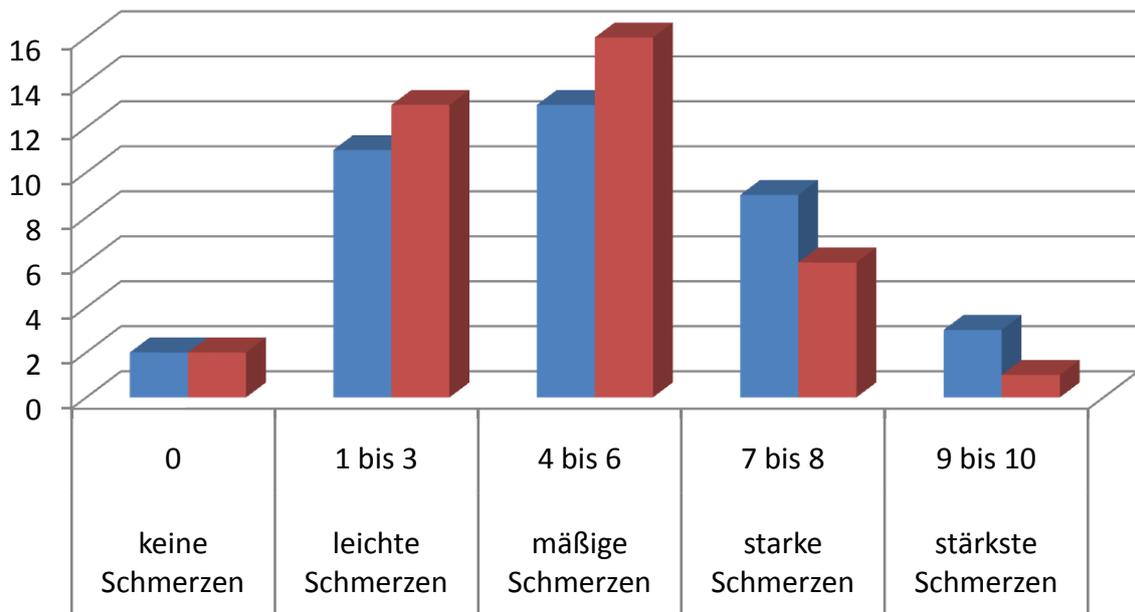


Abbildung 15: Schmerzempfinden nach 5 Gruppen auf der NRS (n=38)
Blau = Innerhalb der letzten 4 Wochen, Rot = Aktuell

Abbildung 16 zeigt die Angabe der Patienten prozentual über nächtliche Schmerzen, wobei 1 nie und 5 Schmerzen in jeder Nacht entspricht.

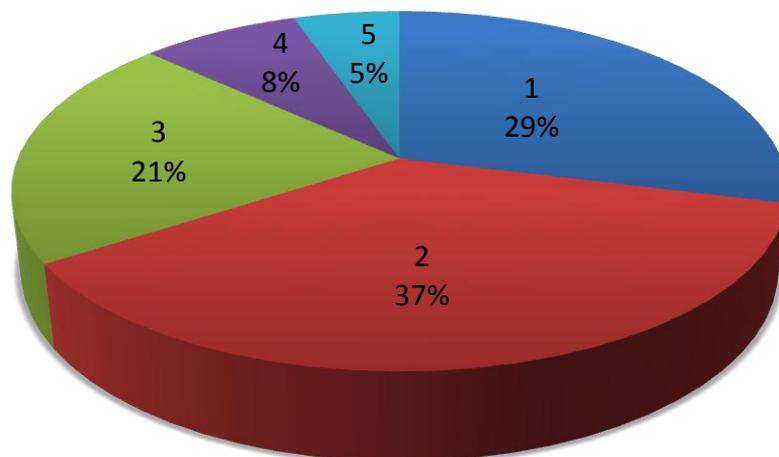


Abbildung 16: Nächtliche Schmerzen

4.7.2 Sportliche Aktivitäten

Aus Patientensicht wurde anhand des Fragebogens in mehreren Multiple-Choice-Verfahren nach den sportlichen Aktivitäten der Patienten gefragt.

Die höchste Aktivitätsstufe ohne erhebliche Schmerzen im Knie konnte mit 1 für eine sehr hohe Aktivität wie Fußball, 2 für anstrengende bis mäßige Aktivitäten wie Tennis oder Laufen, 3 für leichte Aktivitäten wie Gehen und 4 für keine der genannten Aktivitäten aufgrund von Schmerzen im Knie angegeben werden. Nur ein Patient vergab die Zahl 1. Er gab damit an, dass trotz der Knieverletzung eine sehr hohe Aktivität möglich sei.

Abbildung 17 zeigt die prozentuale Verteilung der Aktivitätsstufe ohne Schmerzen.



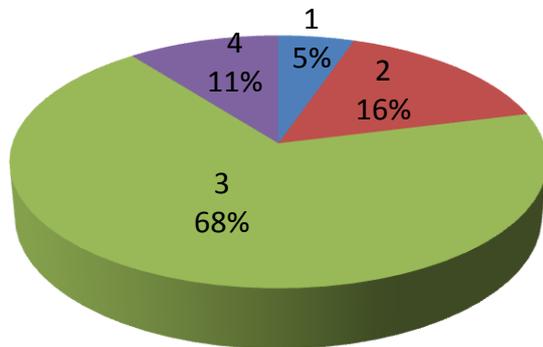
Abbildung 17: Aktivitätsstufe ohne Schmerzen (n=38)

Abbildung 18 zeigt die Verteilung der Angaben über die Aktivitätsstufe ohne Schwellung, hier gab wiederum derselbe Patient wie zuvor als einziger 1 für keine Schwellung an.



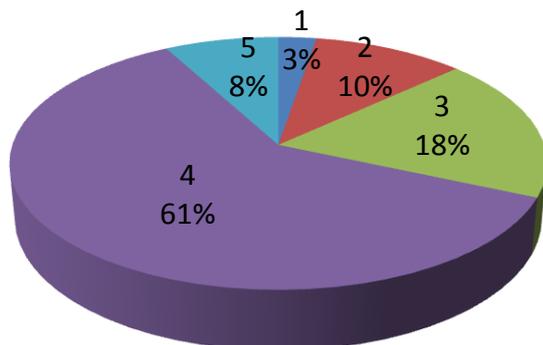
Abbildung 18: Aktivitätsstufe ohne erhebliche Schwellung (n=38)

Abbildung 19 zeigt die Aktivitätsstufe ohne erhebliche durch Knieschwäche verursachte Gangunsicherheit und Abbildung 20 die höchste Aktivitätsstufe mit regelmäßiger Teilnahme. In beiden Fällen beantwortete, wie schon zuvor, derselbe Patient beide Fragen mit dem jeweils höchsten Wert für eine sehr anstrengende Aktivität.



- 1 sehr anstrengende Aktivitäten (2)
- 2 anstrengende Aktivitäten bis mäßig anstrengende Aktivitäten (6)
- 3 leichte Aktivitäten (26)
- 4 keine Aktivitäten (4)

Abbildung 19: Knieschwäche (n=38)



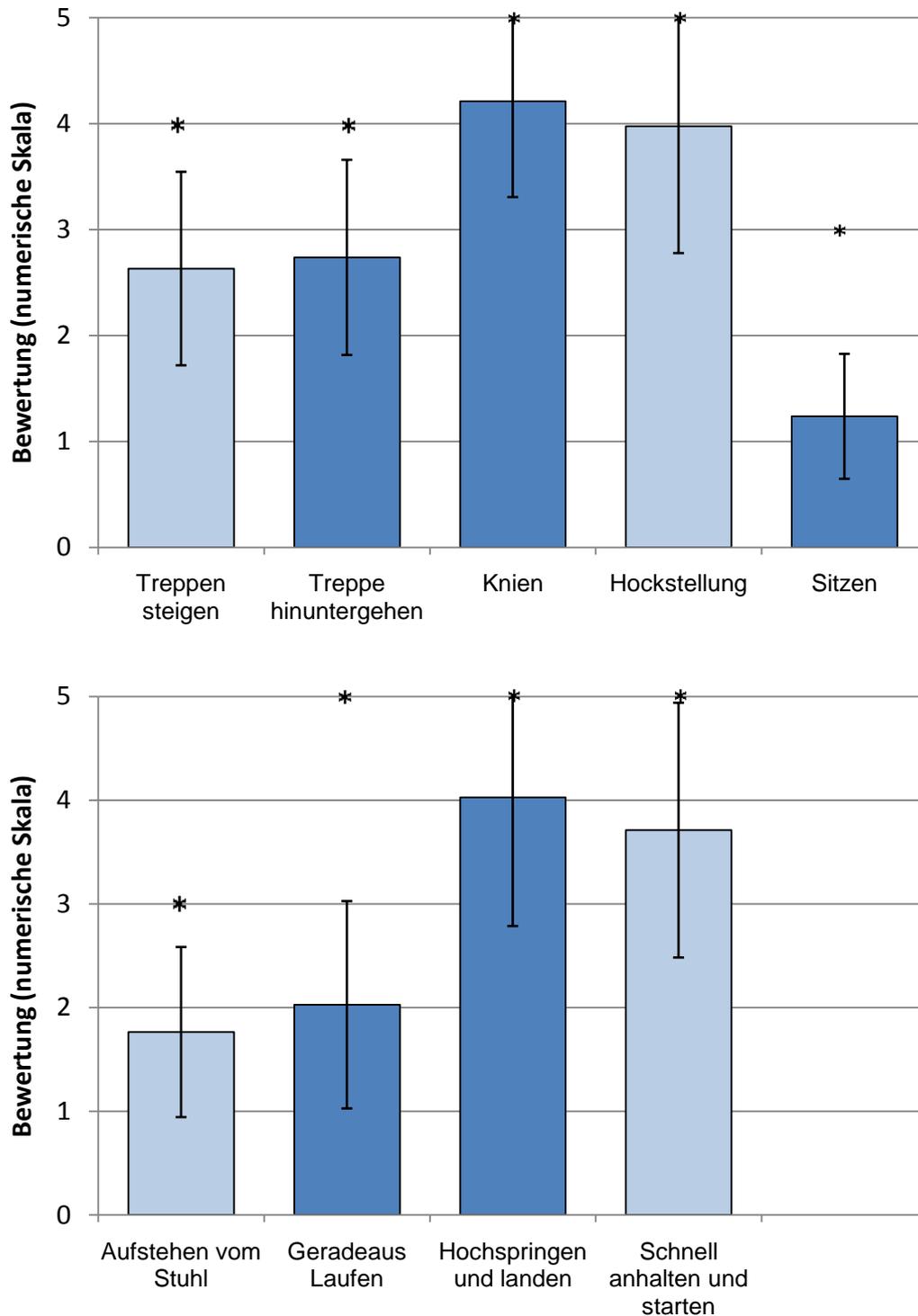
- 1 sehr anstrengende Aktivitäten (1)
- 2 anstrengende Aktivitäten (4)
- 3 mäßig anstrengende Aktivitäten (7)
- 4 leichte Aktivitäten (23)
- 5 keine Aktivitäten (3)

Abbildung 20: Regelmäßige Teilnahme (n=38)

4.7.3 Alltagsaktivitäten

Auf einer numerischen Skala konnten Alltagsaktivitäten wie Treppensteigen, Treppe hinuntergehen, Knien, Hockstellung, Sitzen, vom Stuhl aufstehen, gradeaus laufen, Hochspringen und auf dem operierten Bein landen und beim Gehen bzw. Laufen schnell anhalten und starten von 1 wie „keine Schwierigkeit“ bis 5 wie „Unmöglichkeit“ bewertet werden.

Abbildung 21 zeigt die durchschnittliche Bewertung der Alltagsaktivitäten durch die Patienten auf der numerischen Skala von 1 bis 5.



Mittelwert \pm Standardabweichung

* entspricht dem höchsten angegebenen Wert

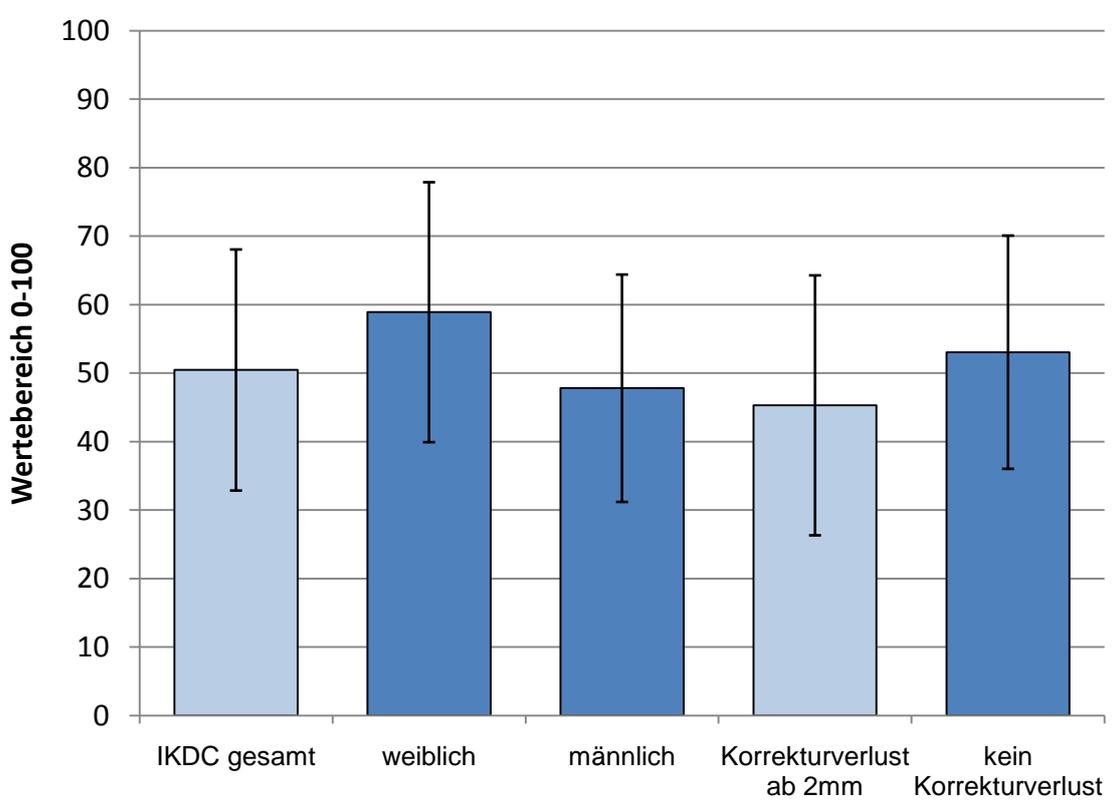
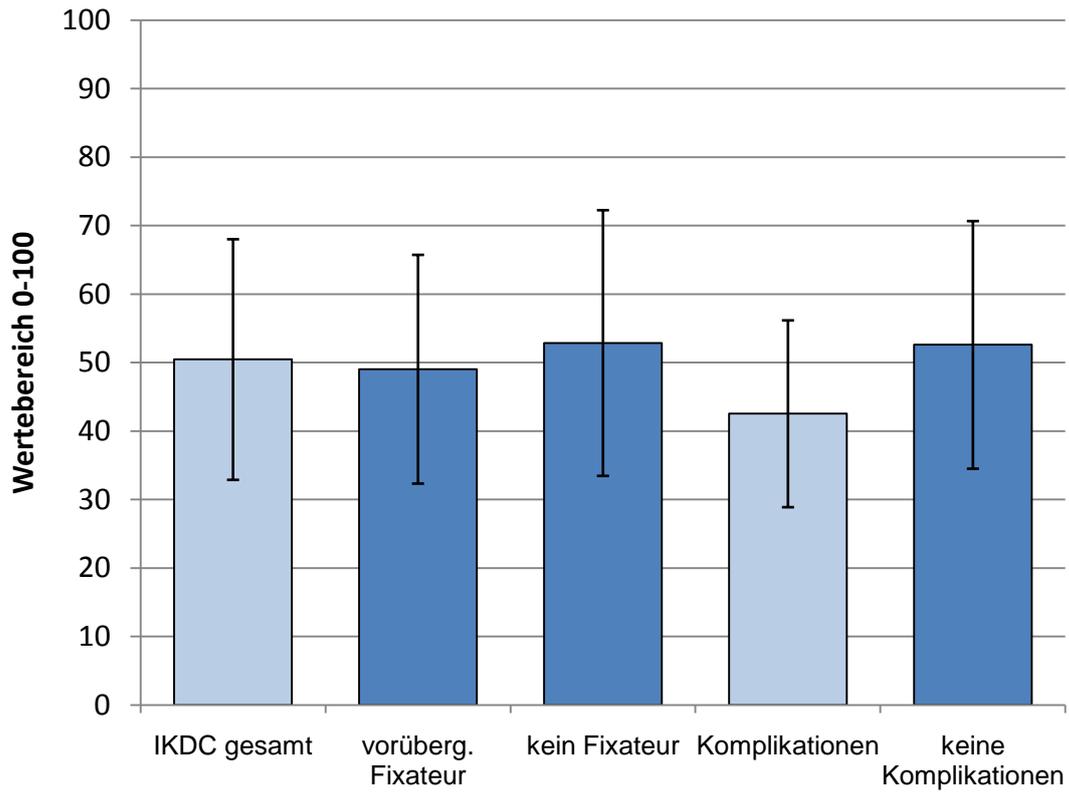
Abbildung 21: Alltagsaktivitäten

4.7.4 IKDC-Score

Der Mittelwert für den IKDC-Score für 36 Patienten mit 38 Frakturen beträgt 50,46, der kleinste Wert lag bei 25,3, der höchste bei 93,1 (Standardabweichung 17,57).

Abbildung 22 zeigt die IKDC-Scores der mit Fixateur externe behandelten Patienten mit einem Mittelwert von 52,87 im Vergleich zu 49,05 ($p=0,525$) bei Patienten ohne Behandlung mit Fixateur externe. Für Patienten mit perioperativen Komplikationen ergibt sich ein mittlerer IKDC von 42,54; ohne Komplikationen von 52,57 ($p=0,154$). Für weibliche Patienten liegt der Mittelwert bei 58,89, für männliche von 47,84 ($p=0,1$). Es ergibt sich ein Mittelwert für den IKDC-Score bei einem Korrekturverlust ≥ 2 mm von 45,31 und für die Gruppe mit einem Korrekturverlust von < 2 mm von 53,06 ($p=0,22$). Anhand der p-Werte ist ersichtlich, dass diese Unterschiede stochastisch nicht signifikant sind.

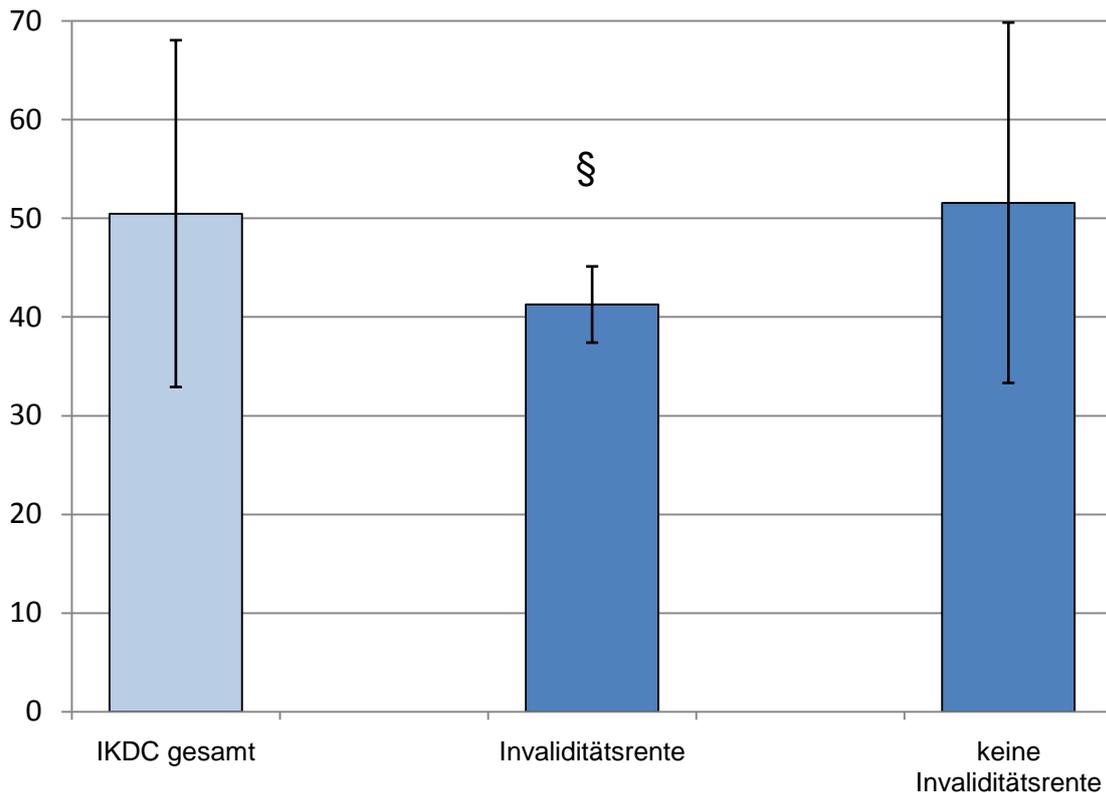
In der reinen Betrachtungsweise ergibt sich kein Unterschied zwischen den IKDC-Scores bei der Behandlung mit oder ohne Fixateur externe. Bezüglich der Komplikationen besteht ein etwas höherer IKDC für die Gruppe der Patienten ohne Komplikationen, ebenso für diejenigen < 2 mm Korrekturverlust. Weibliche Patienten erzielen einen höheren IKDC-Score als männliche Patienten. Diese Unterschiede sind jedoch nicht signifikant.



Mittelwert ± Standardabweichung

Abbildung 22: IKDC-Score

Abbildung 23 zeigt die Darstellung bezüglich der Invaliditätsrente. Für die Patienten, die eine Invaliditätsrente aufgrund der Knieverletzung erhalten oder einen Antrag gestellt haben ergibt sich ein Mittelwert für den IKDC-Score von 41,25, für diejenigen ohne Bezug einer Invaliditätsrente ein Mittelwert von 51,56. Hier liegt der p-Wert bei 0,01. Somit ist der Zusammenhang, dass Bezugsempfänger einer Invaliditätsrente einen geringeren IKDC-Score aufweisen, als solche ohne Rentenzahlung, signifikant.



Mittelwert \pm Standardabweichung

* entspricht dem höchsten angegebenen Wert

§ Signifikanz versus keine Invaliditätsrente (p=0,01)

Abbildung 23: IKDC-Score bezüglich der Invaliditätsrente

Abbildung 24 zeigt die IKDC-Scores für Patienten mit unilateraler Plattenosteosynthese mit einem Mittelwert von 49,14 und für diejenigen mit bilateraler Plattenosteosynthese von 51,22 ($p=0,74$). Ebenfalls ersichtlich ist der Unterschied zwischen den IKDC-Scores für Patienten, die eine endoprothetische Versorgung erhalten haben mit einem Mittelwert von 40,23 und für diejenigen ohne endoprothetische Versorgung mit 51,66 ($p=0,223$). Die Unterschiede sind nicht signifikant.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, kommen aufgrund der niedrigen Fallzahl nur selten mathematisch signifikante Unterschiede zustande, da meistens die Standardabweichung zu groß ist. Es sind jedoch Tendenzen bei nicht signifikanten Unterschieden erkennbar. Patienten mit einer endoprothetischen Versorgung erzielen tendenziell einen schlechteren IKDC-Score als solche mit rein osteosynthetischer Versorgung.

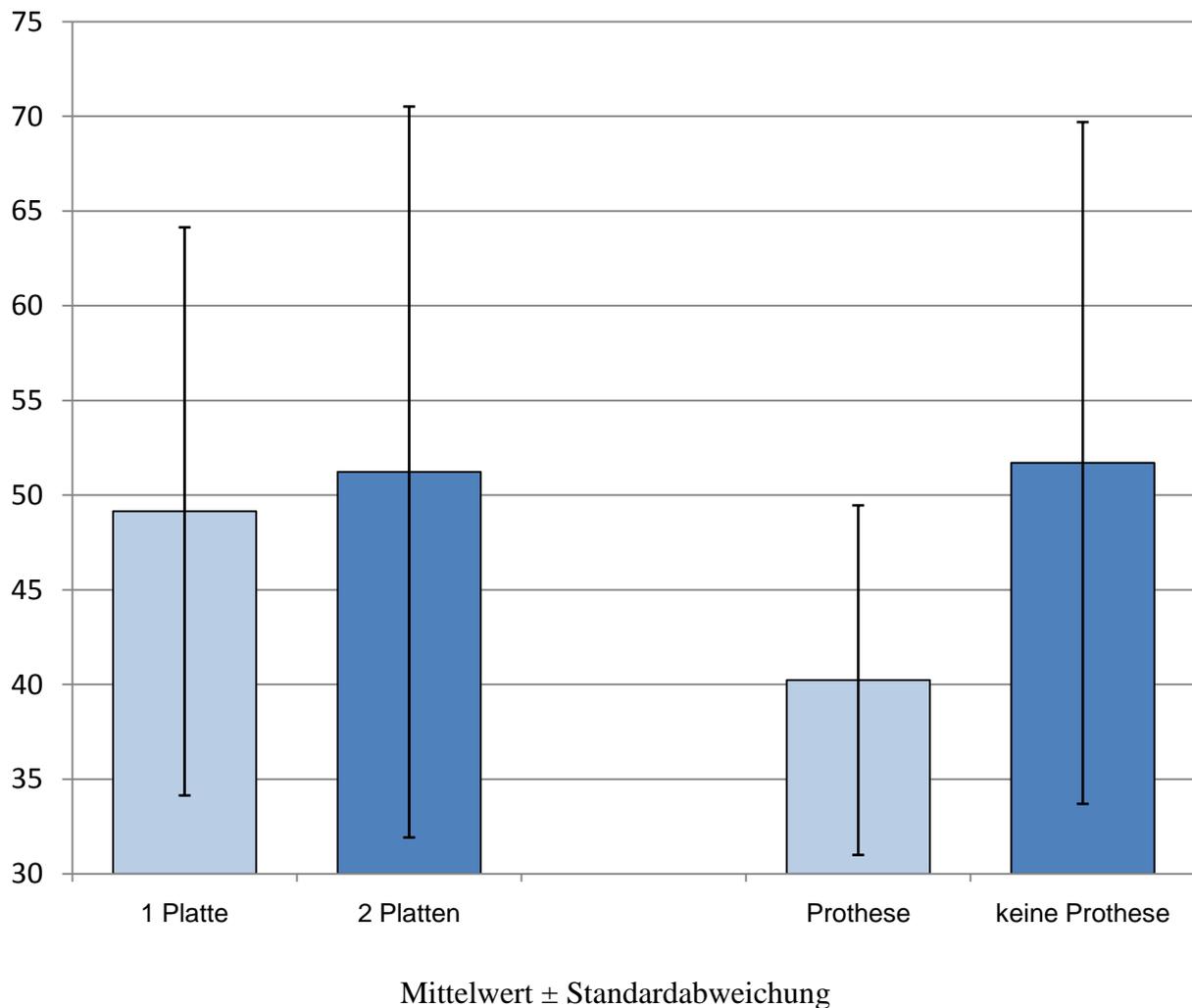


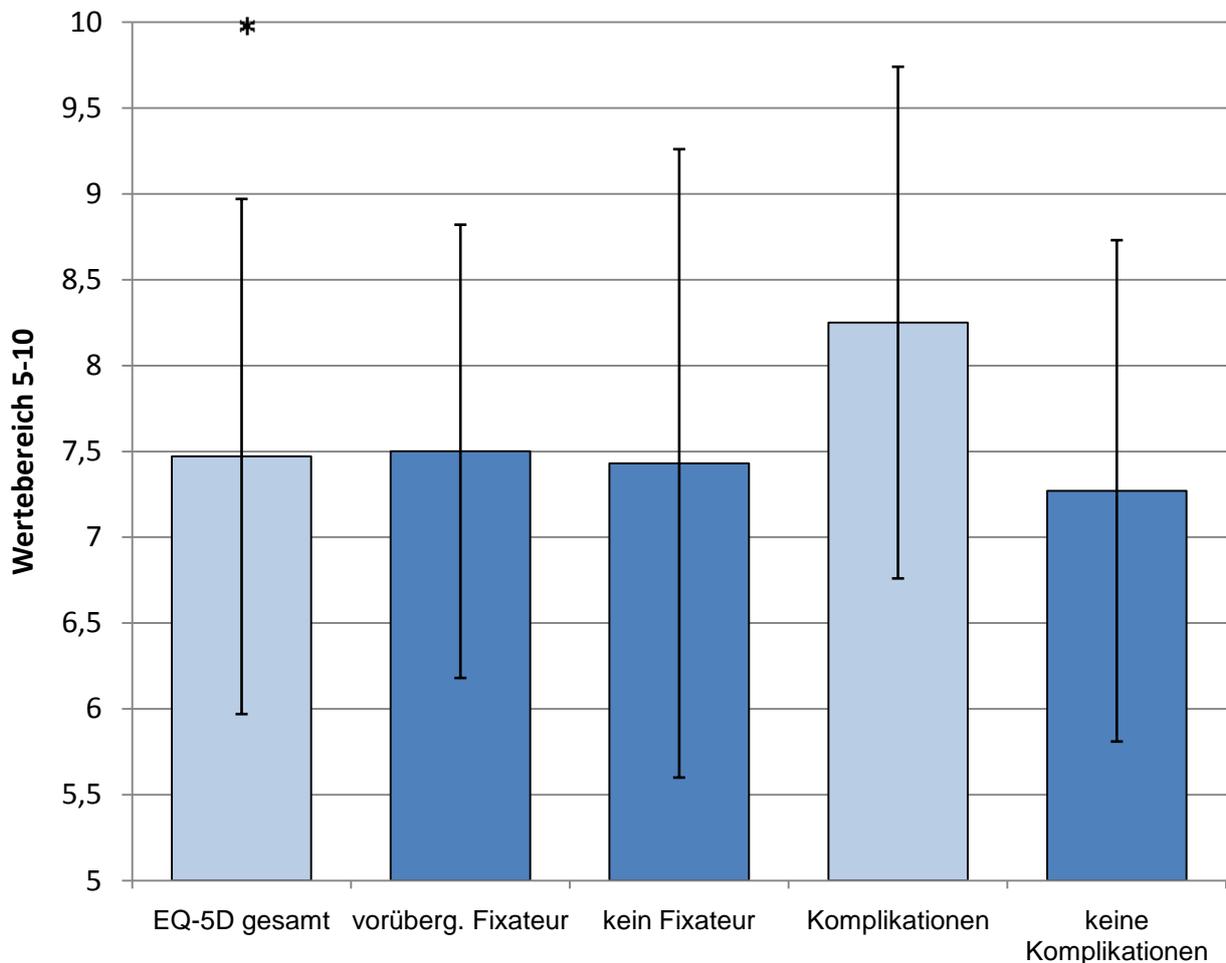
Abbildung 24: IKDC-Scores bezüglich Platten- und Prothesenversorgung

4.7.5 EQ-5D

Der Mittelwert für den EQ-5D-Score beträgt für 36 Patienten mit 38 Tibiakopffrakturen 7,47, der niedrigste Wert beträgt 5, der höchste 10 (Standardabweichung 1,5).

Abbildung 25 zeigt die EQ-5D-Scores für Patienten mit initialer Behandlung im Fixateur externe mit einem Mittelwert von 7,5 im Vergleich zu 7,43 ($p=0,89$) ohne Fixateuranlage. Für Patienten mit perioperativen Komplikationen ergibt sich ein mittlerer EQ-5D von 8,25; ohne Komplikationen von 7,27 ($p=0,1$). Für weibliche Patienten ergibt sich ein Mittelwert von 6,78, für männliche von 7,69 ($p=0,11$). Der Mittelwert für den EQ-5D-Score für einen Korrekturverlust ≥ 2 mm liegt bei 7,75 und für die Gruppe < 2 mm Korrekturverlust bei 7,32 ($p=0,43$). Anhand der p-Werte ist ersichtlich, dass diese Unterschiede nicht signifikant sind.

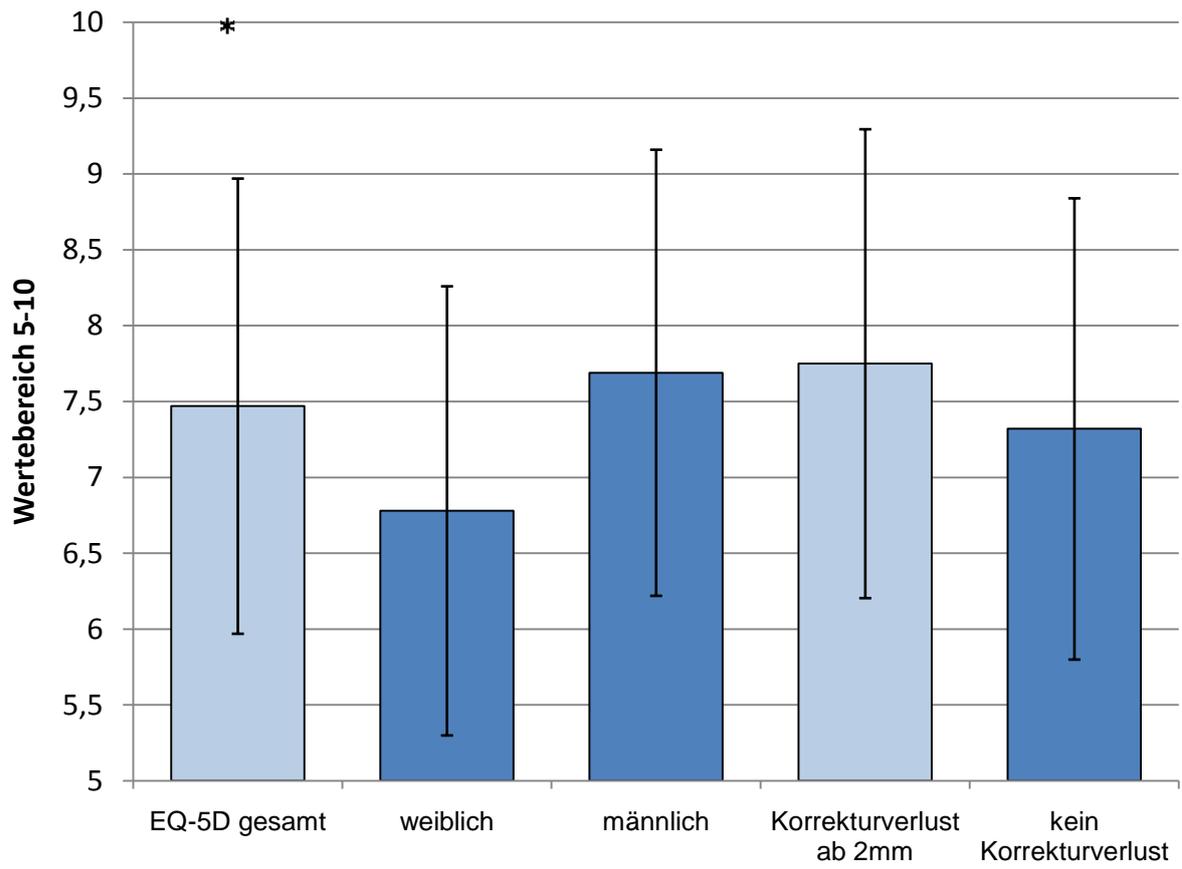
Die Tendenzen sind insgesamt ähnlich dem Vergleich der IKDC-Scores.



Mittelwert \pm Standardabweichung

* entspricht dem höchsten angegebenen Wert

Abbildung 25a: EQ-5D-Score

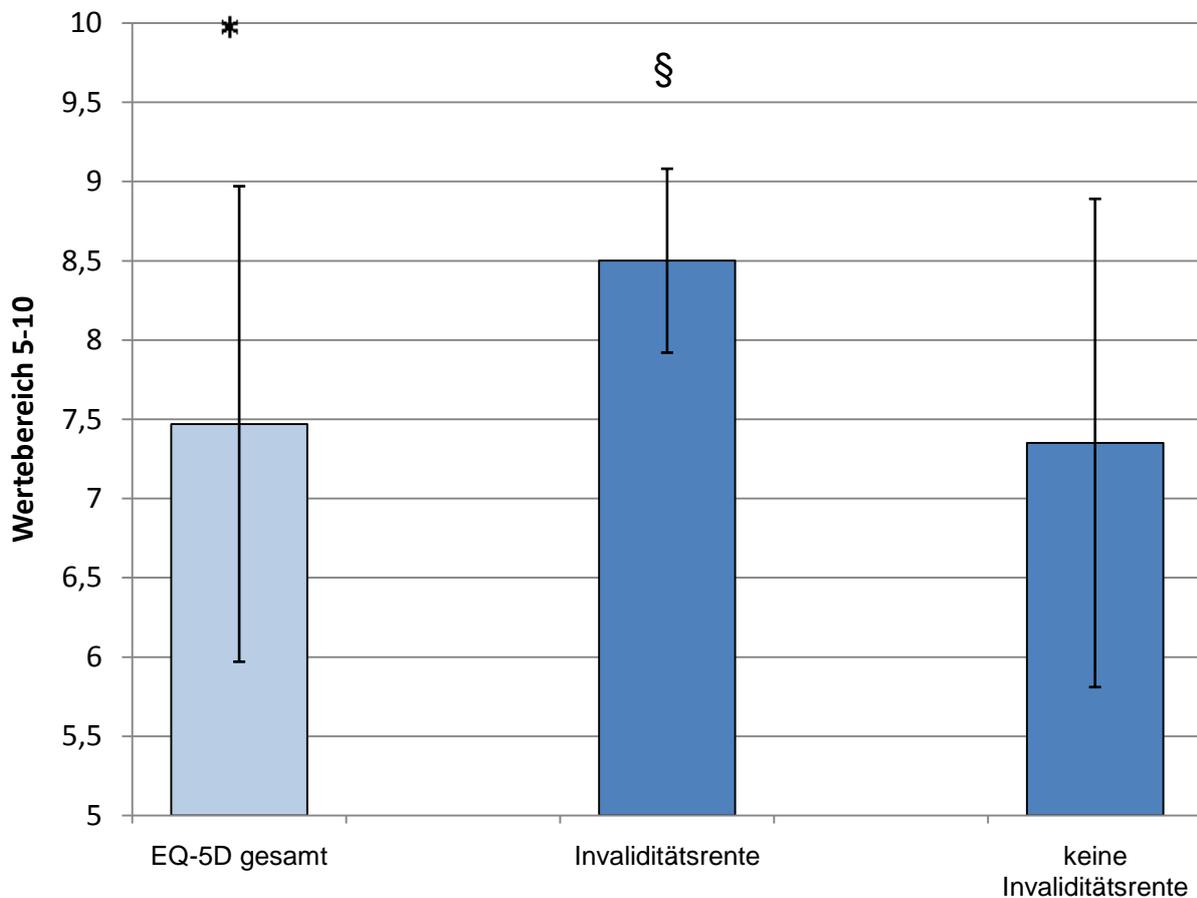


Mittelwert \pm Standardabweichung

* entspricht dem höchsten angegebenen Wert

Abbildung 26b: EQ-5D-Score

Abbildung 26 zeigt die Darstellung bezüglich der Invaliditätsrente. Für die Patienten, die eine Invaliditätsrente aufgrund der Knieverletzung erhalten oder einen Antrag gestellt haben, ergibt sich ein Mittelwert für den EQ-5D-Score von 8,5. Für diejenigen ohne Bezug einer Invaliditätsrente ein Mittelwert von 7,35. Hier liegt der p-Wert bei 0,016. Somit ist dieser Zusammenhang, dass Bezugsempfänger einer Invaliditätsrente einen höheren EQ-5D-Score aufweisen als solche ohne Rentenzahlung, signifikant. Hier ist der gleiche Zusammenhang wie zwischen IKDC-Score und Invaliditätsrentenempfängern festzustellen.



Mittelwert ± Standardabweichung

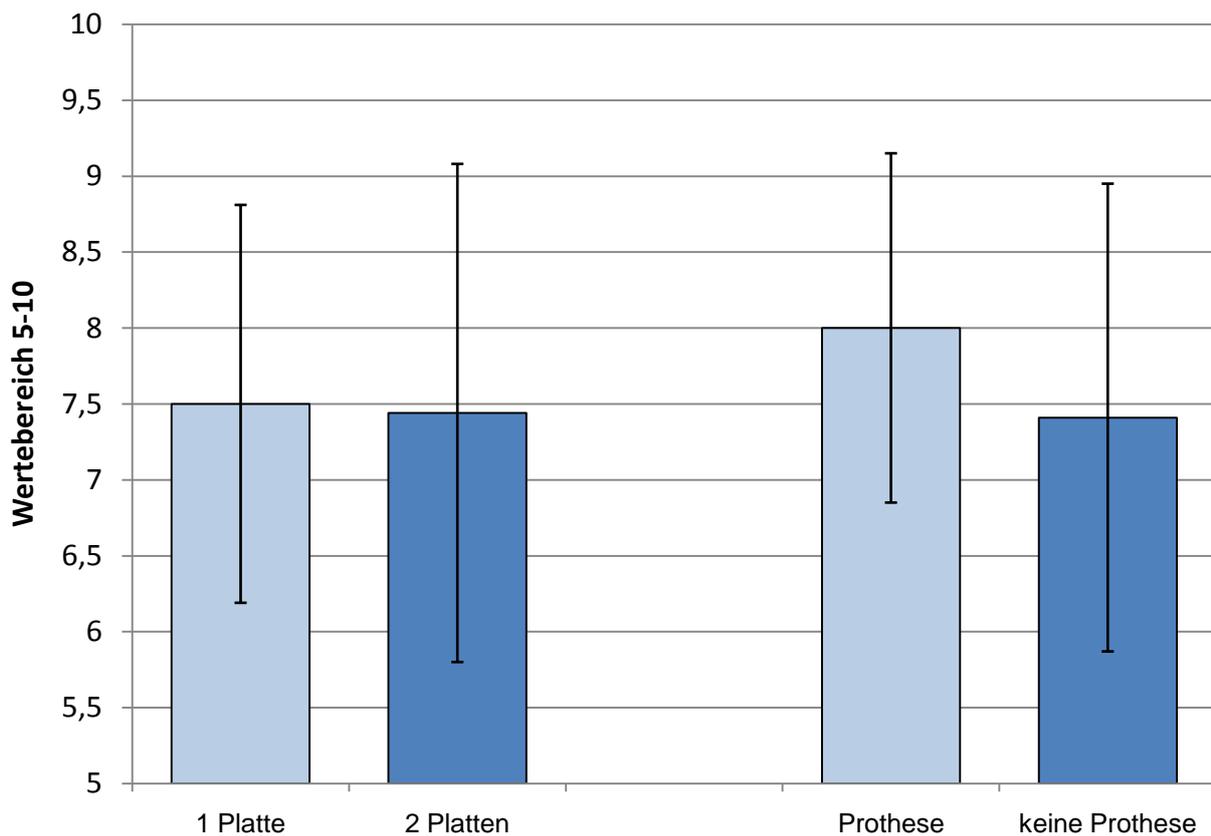
* entspricht dem höchsten angegebenen Wert

§ Signifikanz versus keine Invaliditätsrente (p=0,016)

Abbildung 27: EQ-5D bezüglich Invaliditätsrente

Abbildung 27 zeigt die EQ-5D-Scores für Patienten mit osteosynthetischer Versorgung mit unilateraler Plattenosteosynthese mit einem Mittelwert von 7,5 und für diejenigen mit bilateraler Plattenosteosynthese von 7,44 ($p=0,91$). Ebenfalls ersichtlich ist der Unterschied zwischen den EQ-5D-Scores für Patienten, die eine endoprothetische Versorgung erhalten haben mit einem Mittelwert von 8,0 und für diejenigen ohne endoprothetische Versorgung mit 7,41 ($p=0,47$). Die Unterschiede sind nicht signifikant. Analog zu den IKDC-Scores ist auffällig, dass tendenziell Patienten mit einer endoprothetischen Versorgung einen schlechteren Score erzielen als solche mit einer rein osteosynthetischen Versorgung.

Wie bereits bei den IKDC-Scores kommen aufgrund der niedrigen Fallzahl nur selten mathematisch signifikante Unterschiede zustande, da meistens die Standardabweichung zu groß ist. Bei nicht signifikanten Unterschieden sind Tendenzen erkennbar.



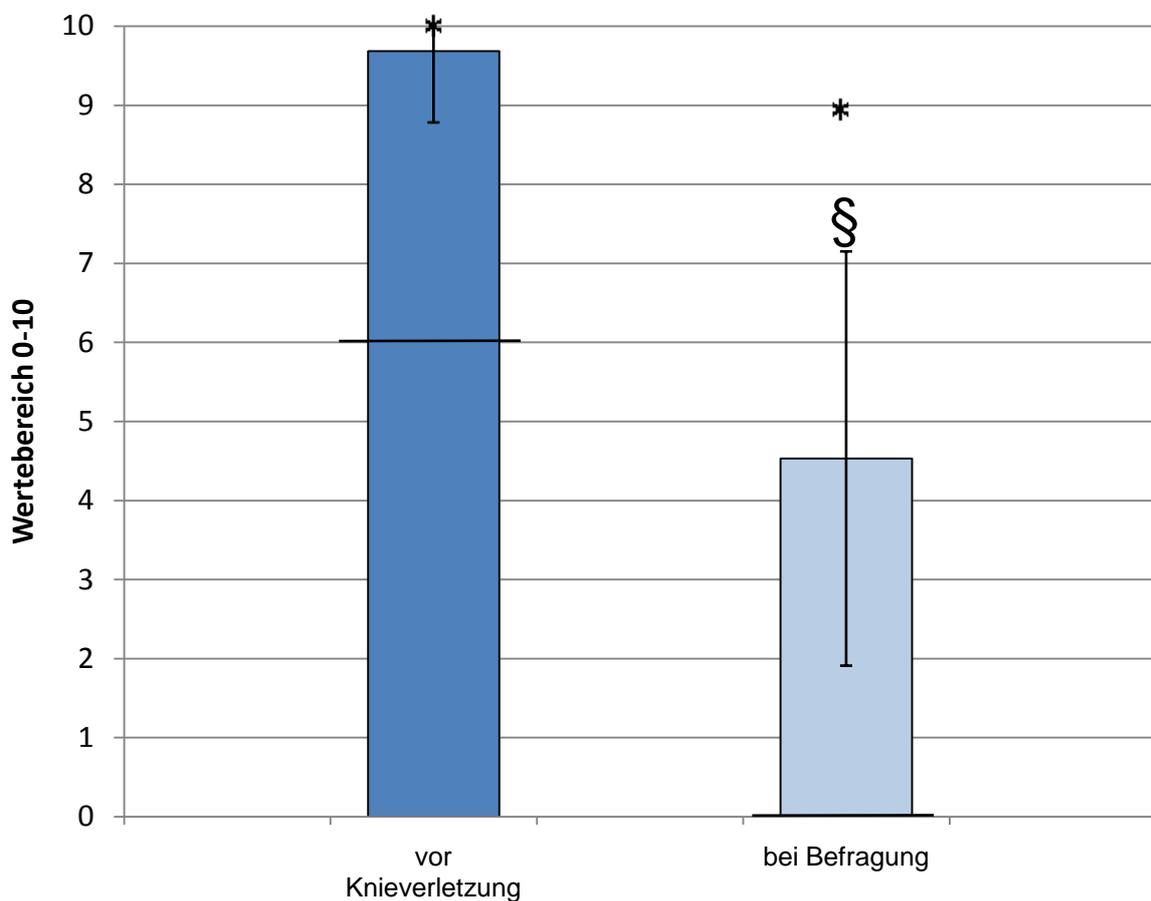
Mittelwert \pm Standardabweichung

Abbildung 28: EQ-5D-Scores bezüglich Platten- und Prothesenversorgung

4.7.6 NRS

Im Fragebogen wird nach der Funktionsfähigkeit des verletzten Kniegelenkes vor der Verletzung und zum aktuellen Zeitpunkt gefragt. Vor der Knieverletzung ergibt sich ein Mittelwert von 9,68 (Minimum 6, Maximum 10, Standardabweichung 0,904), zum aktuellen Zeitpunkt ein Mittelwert von 4,53 (Minimum 0, Maximum 9, Standardabweichung 2,617). Die Funktionsfähigkeit nach der Verletzung unterscheidet sich hochsignifikant ($p < 0,001$) von der Funktion vor der Knieverletzung.

Abbildung 28 zeigt die grafische Darstellung der Funktionsfähigkeit vor und nach der Knieverletzung.



Mittelwert \pm Standardabweichung

* entspricht dem höchsten angegebenen Wert

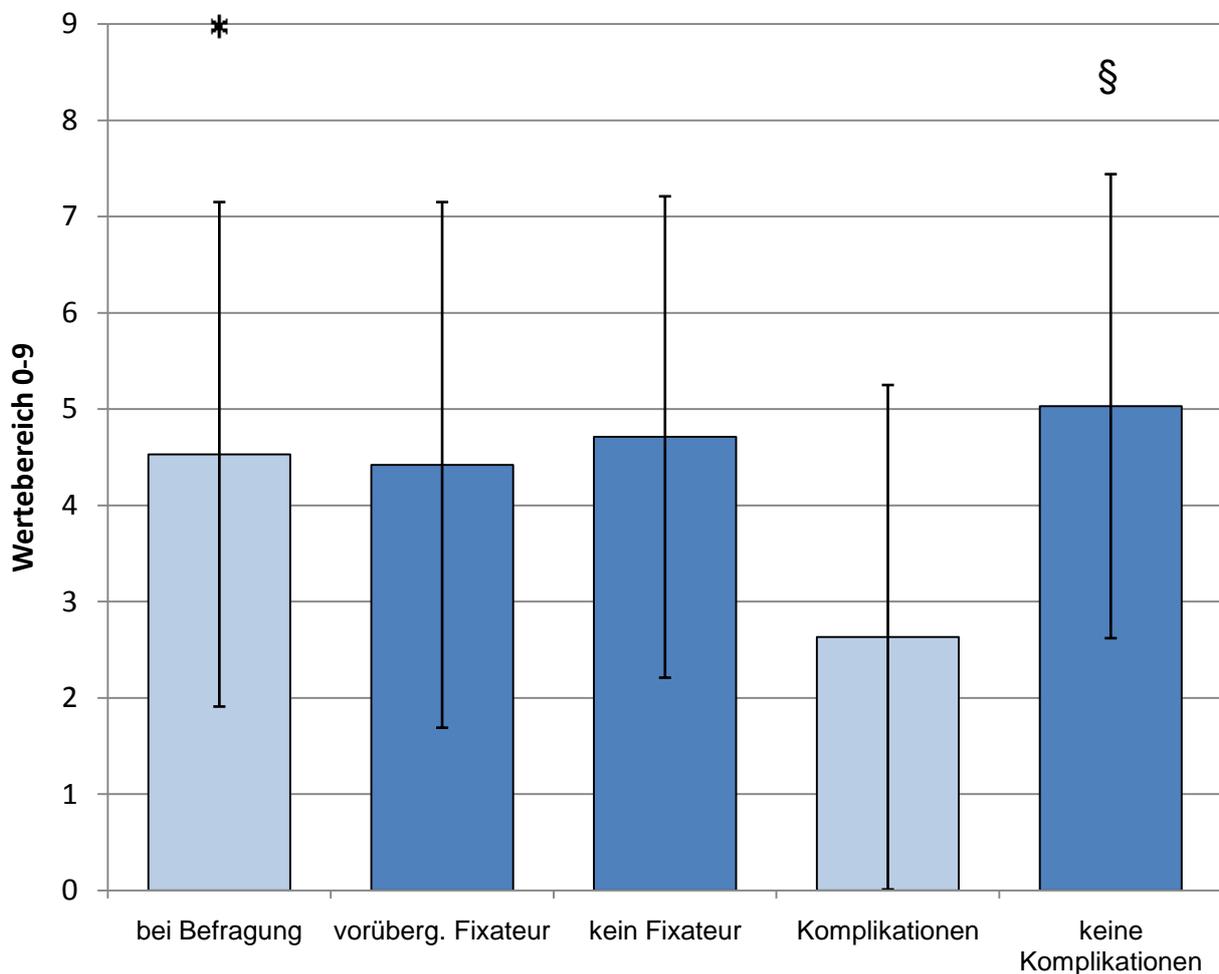
- entspricht dem niedrigsten angegebenen Wert

§ Signifikanz versus vor Knieverletzung ($p < 0,001$)

Abbildung 29: Funktionsfähigkeit des Kniegelenkes auf der NRS

Abbildung 29 zeigt die NRS-Mittelwerte nach Behandlung mittels Fixateur externe mit einem Mittelwert von 4,42 im Vergleich zur Behandlung ohne Fixateur externe 4,71 (p=0,74). Für Patienten mit perioperativen Komplikationen ergibt sich ein mittlerer NRS-Wert von 2,63 und ohne Komplikationen von 5,03 (p=0,019). Hiermit zeigt sich signifikant, dass Patienten ohne Komplikationen einen höheren Wert angeben als solche mit Komplikationen. Die Tendenzen waren sowohl für den IKDC- als auch den EQ-5D-Score äquivalent.

Für weibliche Patienten liegt ein Mittelwert von 5,78 vor, für männliche von 4,14 (p=0,1). Es zeigt sich ein Mittelwert für den NRS-Wert für einen Korrekturverlust ≥ 2 mm von 3,75 und für die Gruppe < 2 mm Korrekturverlust von 5,08 (p=0,14).

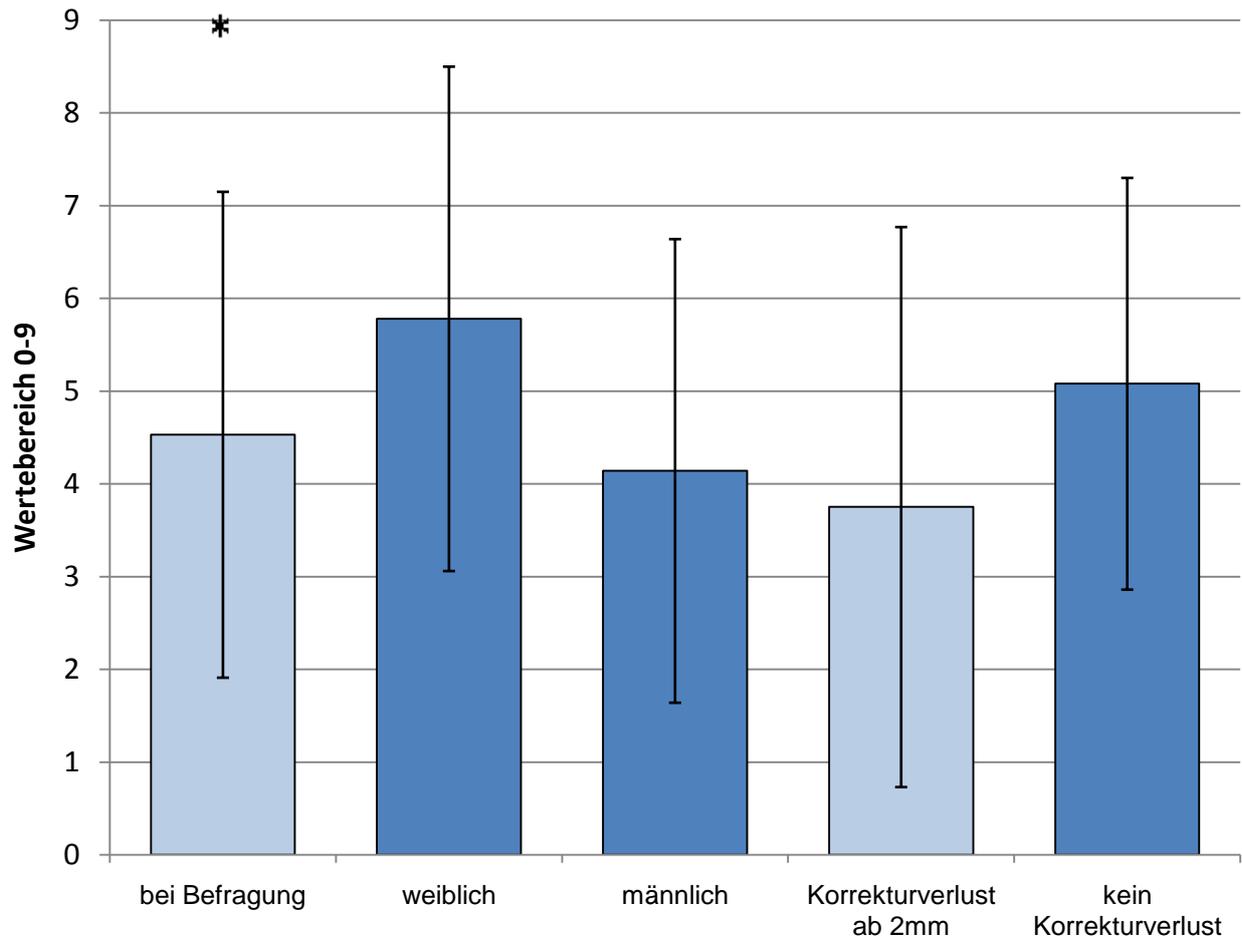


Mittelwert \pm Standardabweichung

* entspricht dem höchsten angegebenen Wert

§ Signifikanz versus Komplikationen (p=0,019)

Abbildung 29a: NRS-Werte

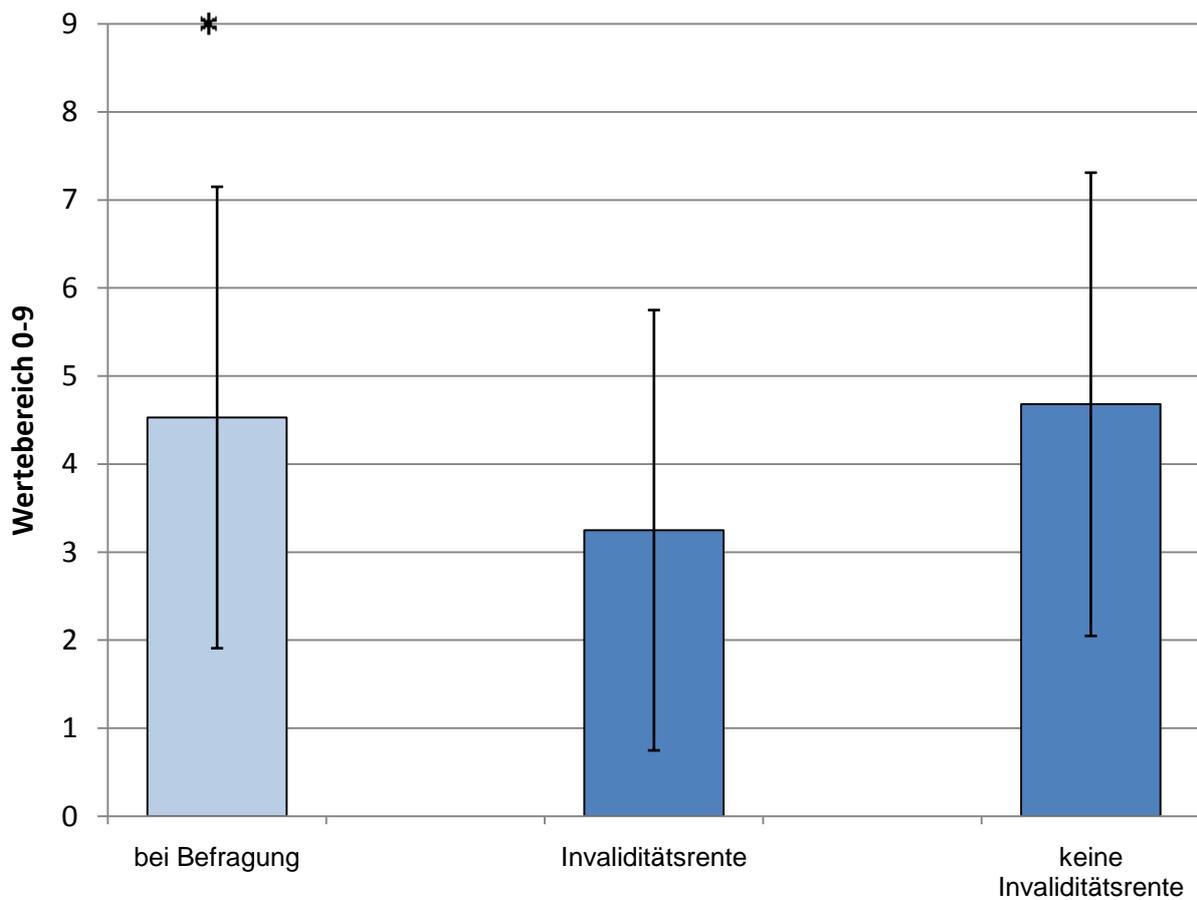


Mittelwert \pm Standardabweichung

* entspricht dem höchsten angegebenen Wert

Abbildung 30b: NRS-Werte

Abbildung 30 zeigt die Darstellung bezüglich der Invaliditätsrente. Für die Patienten, die eine Invaliditätsrente aufgrund der Knieverletzung erhalten oder einen Antrag gestellt haben, ergibt sich ein Mittelwert für den NRS-Wert von 3,25, für diejenigen ohne Bezug einer Invaliditätsrente ein Mittelwert von 4,68 (p=0,31). Hier zeigt sich im Gegensatz zum IKDC-Score und EQ-5D-Score kein signifikanter Zusammenhang, obgleich die Tendenz ebenfalls deutlich zu erkennen ist und den Ergebnissen der IKDC- und EQ-5D-Scores entspricht.

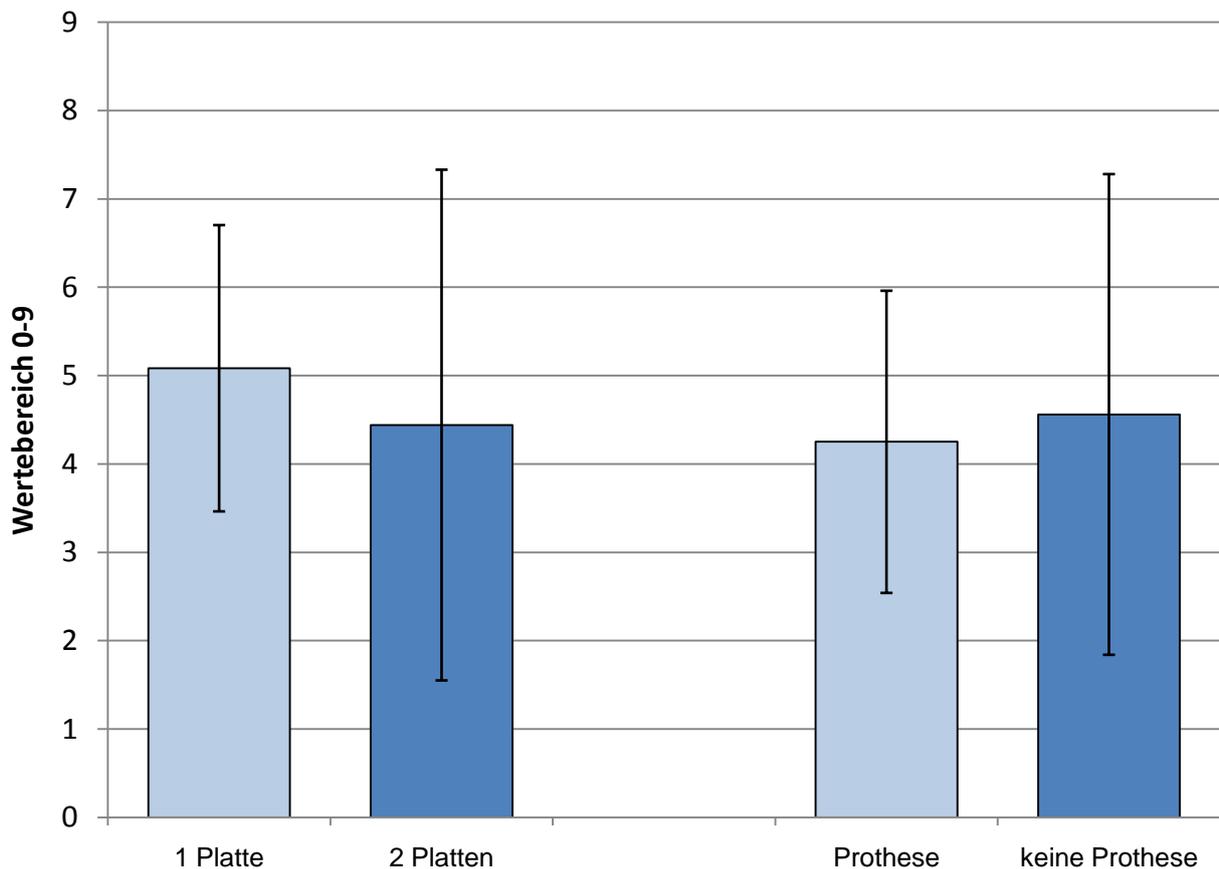


Mittelwert ± Standardabweichung

* entspricht dem höchsten angegebenen Wert

Abbildung 31: NRS-Werte bezüglich Invaliditätsrente

Abbildung 31 zeigt die NRS-Werte für Patienten nach Versorgung mit unilateraler Plattenosteosynthese mit einem Mittelwert von 5,08 und für diejenigen mit bilateraler Plattenosteosynthese von 4,44 ($p=0,48$). Ebenfalls ersichtlich ist der Unterschied zwischen den NRS-Werten für Patienten, die eine endoprothetische Versorgung erhalten haben mit einem Mittelwert von 4,25 und für diejenigen ohne endoprothetische Versorgung mit 4,56 ($p=0,83$). Die Unterschiede sind nicht signifikant. Analog zu den IKDC- und EQ-5D-Scores ist auffällig, dass tendenziell Patienten mit einer sekundären endoprothetischen Versorgung einen schlechteren Score erzielen als solche mit einer rein osteosynthetischen Versorgung. Wiederum sind Tendenzen bei nicht signifikanten Unterschieden erkennbar. Auffallend ist, dass Patienten mit unilateraler Plattenosteosynthese leicht bessere Werte aufweisen als solche mit bilateraler Plattenosteosynthese im Gegensatz zum IKDC- und EQ-5D-Score.



Mittelwert \pm Standardabweichung

Abbildung 32: NRS-Werte bezüglich Platten- und Prothesenversorgung

4.7.7 Schwellungsneigung

Die Patienten sollten eine Frage nach Steifigkeit oder Schwellung des Kniegelenkes innerhalb der letzten vier Wochen beantworten. In 5 Fällen wurde die Frage mit „überhaupt nicht“, in 21 mit „etwas“, in 8 mit „ziemlich“, in 3 mit „sehr“ und in 1 Fall mit „extrem“ beantwortet.

Abbildung 32 zeigt die prozentuale Verteilung der Schwellungsneigung bezogen auf das Patientengut für 38 Frakturen.

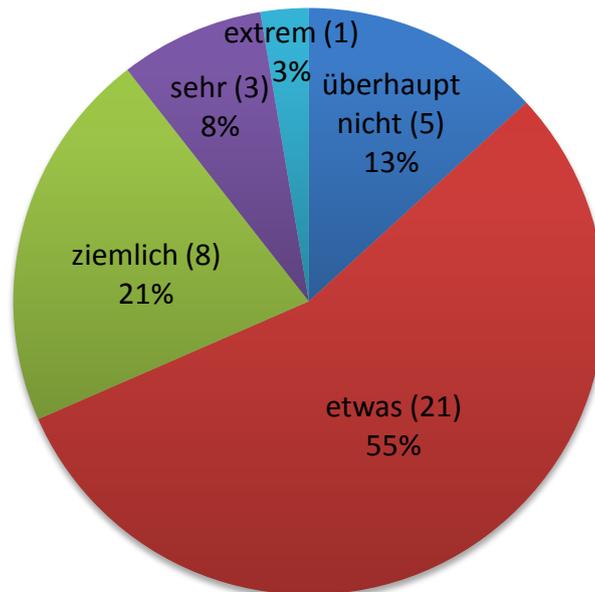


Abbildung 33: Schwellungsneigung in den vergangenen 4 Wochen (n=38)

4.8 Arthroseentwicklung

Bei einem Patienten wurde eine Arthrodese durchgeführt, bei einem weiteren ist es zu einer funktionellen Arthrodese gekommen, 4 erhielten im Verlauf eine Totalendoprothese, bei einem dieser TEP-Patienten konnte eine Arthroseentwicklung im präoperativen Röntgenbild vor TEP-Implantation erfasst werden. Bei 5 von diesen Patienten/innen konnte kein Arthrosegrad erfasst werden. Die Aussagekraft in Bezug auf die Genese der Arthrose durch Unfall bzw. Behandlungsmethode ist stark eingeschränkt, da weder Röntgenaufnahmen des Kniegelenkes direkt vor dem Unfall noch Vergleichsaufnahmen von der Gegenseite vorlagen. Ein Vergleich ist zwischen den subjektiven Patientenaussagen über ihre Beschwerden möglich.

Abbildung 33 zeigt die radiologische Beurteilung des Arthrosegades nach Kellgren und Lawrence bei 33 Kniegelenken im Durchschnitt 37 (6-102) Monate nach Traumaereignis, davon 1 mit Grad 1, 13 mit Grad 2, 16 mit Grad 3 und 3 mit Grad 4.

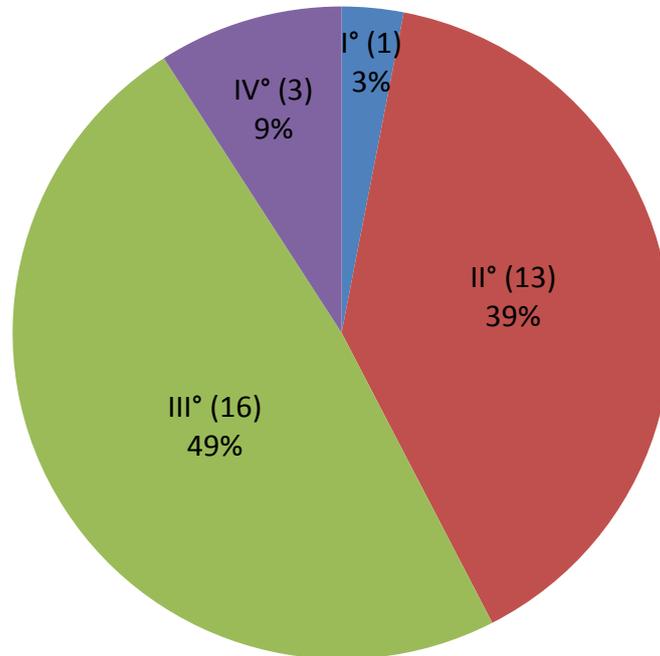


Abbildung 34: Arthrosegade nach Kellgren und Lawrence (n=33)

Auffällig ist, dass es bei Betrachtung der Extreme, also bei Patienten mit Arthrosegade 1 und 4, Korrelationen zum Schmerzempfinden und zur eigenen Beurteilung zu geben scheint. Der Patient ohne Arthrosegadezeichen im Röntgenbild gab Schmerzen auf der NRS von 0 an und beurteilte seine Funktion präoperativ mit 10 und postoperativ mit 8. Sein IKDC-Score beträgt 81,6.

Die 3 Patienten/innen mit dem Arthrosegade 4 haben auf der aktuellen NRS-Skala im Mittel einen Wert von 6,33 und beurteilten ihre Funktion im Mittel mit 3,33. Ihr mittlerer IKDC-Score beträgt 43,66.

Dagegen hat der Patient mit dem höchsten IKDC-Score von 93,1 und der subjektiv besten Bewertung von 8 postoperativ und Schmerzen auf der NRS-Skala von 2 einen Arthrosegade von 3.

Alle übrigen Patienten/innen liegen jeweils im statistischen Mittel. Es ist kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Arthrosegadeentwicklung, der Wahl der Behandlungsmethode und

den Beschwerden der Patienten/innen darstellbar. Vielmehr muss davon ausgegangen werden, dass in der vorliegenden Klientel bei 33 Patienten (87%) eine Arthroseentwicklung stattgefunden hat, die Ausprägung jedoch nicht mit der Funktion, den Schmerzen, dem Alter des Patienten oder der Lebensqualität korreliert.

4.9 Materialentfernung

Insgesamt machten 5 Patienten/innen Angaben zur Materialentfernung oder es konnte die Durchführung anhand der Krankengeschichte innerhalb des Klinikums nachvollzogen werden. Im Durchschnitt lagen zwischen Operation und Entfernung des Osteosynthesematerials 19,8 Monate. Die Spanne erstreckte sich von 2 bis 54 Monate.

4.10 Blockierung und knöcherner Kreuzband-Refixierung

Auf die Frage, innerhalb der letzten vier Wochen eine Blockierung im verletzten Knie gehabt zu haben, antworteten 4 Patienten (10,5%) mit „Ja“. Der durchschnittliche IKDC-Score bei diesen Patienten ist dementsprechend niedrig mit 27,9.

Eine primäre knöcherner vordere Kreuzband-Refixierung wurde in 3 Fällen (7,9%) durchgeführt.

4.11 Anmerkungen

In einem freien Feld des Fragebogens blieb Platz zur Formulierung von Anmerkungen. Hier wurde in den meisten Fällen, wenn Kommentare gemacht wurden, die Tendenz geäußert, dass nach Rehabilitation weniger belastende Sportarten wie Radfahren oder Schwimmen ausgeübt werden. Auch in den Telefoninterviews wurde dieser Trend mehrfach geäußert. Wetterfühligkeit wurde zweimal zum Ausdruck gebracht, einmal wurde eine Taubheit des linken Fußballens angegeben. In 5 Fällen berichteten Patienten davon, dass Schmerzen in Zusammenhang mit bestimmten Bewegungen und Tätigkeiten wie Treppensteigen auftreten.

Bei Betrachtung aller Parameter wird die Lebensqualität durch die Tibiakopfluxationsfraktur auf 44% ihres Ausgangswertes eingeschätzt.

5 Diskussion

Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V gelten auch heute noch als schwer therapierbare Knochenverletzungen des Kniegelenkes mit einer sehr ungünstigen Prognose. Dies liegt begründet in der starken statischen und dynamischen Belastung des Kniegelenkes. Tibiakopffrakturen machen weniger als 1% aller Knochenverletzungen aus (Henkert et al., 1970), Tibiakopfluxationsfrakturen hiervon ca. 15%, die vom Typ Moore V davon wiederum nur einen Bruchteil. In der Literatur sind daher Untersuchungen mit erheblich größerem Patientengut immer multizentrische Studien und beziehen sich meist auf alle Frakturtypen der Tibiakopffrakturen (Hohl und Luck, 1956; Rasmussen, 1973; Tralles et al., 1990). Insgesamt wurden an den drei Zentren innerhalb des für diese Studie maßgeblichen Zeitraumes 389 Patienten/innen mit 391 Tibiakopffrakturen operativ versorgt. Dies entspricht durchschnittlich ca. 18 Patienten/innen pro Jahr und Klinik. Die Fallzahl ist mit der in der Literatur vergleichbar, liegt hier zwischen 7 und 21 Frakturen/Jahr (Blokker et al., 1984; Henkert et al., 1970; Honkonen, 1995). Größere Kliniken weisen eine Fallzahl >30 pro Jahr auf (Friedl et al., 1987; Tscherne und Lobenhoffer, 1993). Von den insgesamt 391 operativ versorgten Tibiakopffrakturen waren 46 Frakturen vom Typ Moore V, dies entspricht einem Anteil von 11,8%.

Es konnten 36 Patienten mit 38 Tibiakopfluxationsfrakturen in die Studie eingeschlossen werden, dies entspricht einer Nachuntersuchungsrate von 82,6%. Ein Vergleich der Nachuntersuchungsrate in der publizierten Literatur ist aufgrund der Inkongruenz der Studien schwierig, da oft nicht ersichtlich ist, ob sich die Angaben auf das gesamte anfängliche Patientengut beziehen. Die Zahlen schwanken zwischen Werten von 40 bis 50% (Friedl et al., 1987; Hohl und Luck, 1956; Tscherne und Lobenhoffer, 1993) und 54% und mehr (Henkert et al., 1970; Prasad et al., 2013; Reichmann und Keitel, 1968). Auch Raten von 95% (Rasmussen, 1973) sind in der Literatur zu finden. Damit liegt die vorgestellte Studie im oberen Bereich und weist somit eine hohe Nachuntersuchungsrate vor. Gründe hierfür können die Anbindung der Patienten/innen an das behandelnde Klinikum sein, da in der ländlichen Region nur eine eingeschränkte Wahlmöglichkeit aufgrund der Entfernung zum nächsten Zentrum besteht. Hieraus resultierte wohl eine gute Erreichbarkeit der behandelten Patienten/innen.

Bei Durchsicht der Literatur liegt der Nachbeobachtungszeitraum in den überwiegend retrospektiven Studien zum Thema Tibiakopffrakturen bei 3 bis 6 Jahren nach dem Unfall (Blokker et al., 1984; Duwelius and Connolly, 1988; Hohl und Luck, 1956; Jansen et al.,

2013; Rohrbeck und Troeger, 1990; Tralles et al., 1990). Die vorliegende Studie liegt somit mit durchschnittlich 5,63 Jahren (frühestens 1,3 Jahre, spätestens 11,6 Jahre) im oberen mittleren Bereich. Da arthrotische Veränderungen und zu erwartende Spätfolgen sich frühestens nach einem Jahr manifestieren (Muggler et al., 1975), halten bis auf wenige Ausnahmen (Blokker et al., 1984; Brown und Sprague, 1976; Prasad et al., 2013) alle Autoren einen Mindestabstand zwischen Unfallgeschehen und Nachuntersuchung von einem Jahr ein. In der Literatur liegt das Durchschnittsalter der Patienten/innen mit 50,8 Jahren zum Zeitpunkt der operativen Versorgung mit einer Spanne von 24 bis 74 Jahren für Tibiakopfluxationsfrakturen relativ hoch (Rasmussen, 1973; Waddell et al., 1981). Aber auch Angaben von über 57 Jahren (Henkert et al., 1970; Prasad et al., 2013; Reichmann and Keitel, 1968; Wehner, 1972) sind zu finden; meistens liegt der Durchschnitt jedoch bei unter 50 Jahren (Blokker et al., 1984; Burri et al., 1979; Duwelius and Connolly, 1988; Glauser et al., 1987; Tscherne et al., 1984; Wagner and Jakob, 1986). In allen Studien liegt der Altersgipfel zwischen 50 und 70 Jahren, in der vorgelegten Studie bei 40 bis 60 Jahren. Dies mag daran liegen, dass ausschließlich Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V eingeschlossen wurden und hierfür meist ein höheres energetisches Trauma verantwortlich ist. Zum einen ist bei jüngeren Menschen eine höhere Unfallenergie nötig, zum anderen sind jüngere Menschen oftmals auch höheren Energien ausgesetzt. Experimentelle Untersuchungen zeigen, dass ältere Menschen leichter eine Fraktur erleiden als jüngere (Kennedy und Bailey, 1968). Verantwortlich dafür ist die senile Osteoporose (Jäger et al., 1970). Die Tibiakopfluxationsfraktur entspricht nicht einer typischen Altersverletzung wie zum Beispiel die distale Radiusfraktur, die subkapitale Humerusfraktur oder Frakturen am proximalen Femurende; sie steht erst an 8. Stelle der Knochenbrüche beim alten Menschen (Wehner, 1972).

Das Geschlechtsverhältnis zeigt in der vorliegenden Studie eine deutliche Prävalenz zugunsten des männlichen Geschlechts (27:9). In der Literatur sind Männer bis in die 70er Jahre ebenfalls häufiger betroffen (Hohl und Luck, 1956; Muggler et al., 1975; Schulitz et al., 1973) aufgrund des damals höheren Anteils der Männer im Berufsleben. Heute wird das Verhältnis meist als ausgewogen angegeben (Blokker et al., 1984; Tralles et al., 1990; Tscherne und Lobenhoffer, 1993). Der gestiegene Frauenanteil erklärt sich durch die gewachsene Beteiligung der Frauen im Berufsleben und im Straßenverkehr sowie im Bereich sportlicher Aktivitäten. Die ausgeprägtere Osteoporose bei Frauen im Alter jenseits der Menopause trägt ebenso zum gestiegenen Anteil bei. Auch in der vorliegenden Untersuchung gab es jenseits des vollendeten 70. Lebensjahres nur Frauen mit Tibiakopfluxationsfrakturen.

Ebenso spiegelt das Alter zum Zeitpunkt der Operation diesen Sachverhalt wieder. Frauen waren zum Zeitpunkt der Operation durchschnittlich 52 Jahre, Männer 49,3 Jahre alt. In anderen Studien betrug die Differenz 9,9 bis 21 Jahre und war somit deutlich höher (Honkonen, 1995; Jensen et al., 1990; Vandenberghe et al., 1990). Der kleinere Unterschied in der vorgestellten Studie kann an der geringen Anzahl an weiblichen Frakturen (Verhältnis 9:27) liegen.

Hinsichtlich der Indikation zur operativen Therapie bestehen bei Betrachtung aller Tibiakopffrakturen kontroverse Ansichten. Bekanntermaßen ist die Therapie einer jeden Fraktur individuell anzupassen und muss in Abstimmung mit dem/der Patienten/in erfolgen (Schulitz et al., 1973). Bei Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V herrscht Einigkeit darüber, dass ein operatives Vorgehen indiziert ist. Hierfür bestehen grundsätzliche abzuklärende Voraussetzungen, die Wilhelm et al. wie folgt zusammenfassen (Wilhelm et al., 1971):

1. auf Grund der Erfahrung lässt der vorliegende Frakturtyp nur durch eine Operation die Wiederherstellung einer ausreichenden Gelenkfunktion erwarten,
2. tolerieren die Hautverhältnisse im vorgesehenen Operationsfeld den Eingriff,
3. lässt der Allgemeinzustand des Verletzten den Eingriff zu,
4. sind die Durchblutungsverhältnisse sowie die Nervenversorgung weitestgehend intakt.

Von entscheidender Bedeutung ist zudem, dass ein Chirurg mit ausreichender Erfahrung hinsichtlich der Versorgung auf dem Gebiet von Tibiakopffrakturen zur Verfügung steht. Es wurde gezeigt, dass die Prognose in direktem Zusammenhang mit der Erfahrung des Operateurs steht (Burri et al., 1979). Diese Voraussetzungen sind unstrittig bei Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V erfüllt (Betz et al., 1989; Duwelius and Connolly, 1988; Friedl et al., 1987; Holz et al., 1985; Rasmussen, 1973; Tralles et al., 1990; Vandenberghe et al., 1990; Wehner, 1972). Im vergangenen Dezennium hat sich gezeigt, dass eine verbesserte Stabilisierung durch winkelstabile Implantate bei bikondylären Plateaufrakturen und Luxationsfrakturen vom Typ Moore I und II zu erzielen ist (Stannard et al., 2004). Beim vorliegenden Patientengut kamen ausschließlich winkelstabile Implantate zur Anwendung. Zudem ist laut Literatur bei den Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V eine alleinige laterale, winkelstabile Osteosynthese bei ca. 15%igem sekundären Repositionsverlust nicht ausreichend (Krettek et al., 2001; Lobenhoffer et al., 1997). Bei der vorliegenden Studie wurde jedoch in 12 Fällen eine solitäre laterale Plattenosteosynthese mit

begleitenden Schraubenosteosynthesen durchgeführt, in 25 Fällen eine bilaterale Plattenosteosynthese.

In einem Fall musste bei sekundärem Repositionsverlust des dorsalen medialen Fragmentes eine zusätzliche dorsomediale Plattenosteosynthese durchgeführt werden. Ein sekundärer Korrekturverlust von ≥ 2 mm trat in 57% der Fälle auf, die mit einer Platte versorgt worden waren und in 43% der Fälle mit 2 Platten. Kein Korrekturverlust trat bei 11 Fällen auf, die 2 Platten erhalten hatten und nur bei 4 Fällen, die 1 Platte erhalten hatten. Ebenfalls zeigte sich bei 2 Patienten eine Valgus- oder Varusfehlstellung $>10^\circ$ bei 1 Platte, bei 2 Platten nur in einem Fall. Insgesamt trat eine sekundäre Dislokation nur bei Fällen mit unilateraler Plattenosteosynthese auf.

In einer Arbeit von Young und Barrack, in der die operative Versorgung von allen Typen von Tibiakopffrakturen mittels uni- und bilateraler Plattenosteosynthese miteinander verglichen wurde, lag die Infektionsrate in der Gruppe der Einzelplattenosteosynthesen bei 32%, in der Gruppe der Doppelplattenosteosynthese sogar bei 87,5% (Young and Barrack, 1994). In der vorliegenden Studie kam es lediglich in 3 Fällen zu einer Infektion, in diesen Fällen ist eine einfache Plattenosteosynthese durchgeführt worden. Andere Autoren sehen die Gründe für eine hohe Infektionsrate in der falschen Wahl des Operationszeitpunktes (Betz et al., 1989; Burri et al., 1979), einer ungünstigen Y- und S-förmigen Schnittführung des Zuganges (Tralles et al., 1990) sowie in wenig gewebeschonenden Operationsverfahren (Muhr und Neumann, 1990; Wagner und Jakob, 1986) und möglicherweise in einer zu umfassend gewählten Versorgung (z.B. gleichzeitige Kniebandverletzung). Aufgrund von uneinheitlichen Angaben sind die Ergebnisse jedoch schlecht vergleichbar. Unter „Infektion“ werden oft verschiedene Befunde subsummiert. Manche Autoren führen Wundrandnekrosen und Dehiszenzen mit an, andere differenzieren zwischen oberflächlichen, tiefen und bis auf den Knochen reichende Infekte. Die Angaben über die Infektionsrate variieren erheblich zwischen 1,2% (Tscherne et al., 1984) und 38,5% (Wagner und Jakob, 1986). Eine neuere Studie beschreibt die Gesamtkomplikationsrate bei operativ versorgten Tibiafrakturen vom AO-Typ C mit 39,1% (Jansen et al., 2013). Für den Anteil der Gesamtkomplikationsrate bezogen auf die Wahl des Osteosyntheseverfahrens entfallen in der vorgestellten Studie auf Fälle mit bilateraler Plattenosteosynthese 12%, auf die mit unilateraler Plattenosteosynthese 88%; die Gesamtkomplikationsrate beträgt 21,1%. Angaben über perioperative Komplikationen umfassen in dieser Studie Infektionen, sekundäre Dislokationen oder Kompartmentsyndrome, die zu einer operativen Revision führten. Elektive Folgeoperationen wie die Implantation einer Kniegelenkprothese zählen nicht hierzu.

Insgesamt ist also zu formulieren, dass sich eine kombiniert anterolaterale und posteromediale Plattenosteosynthese bei Moore V-Frakturen positiv auf das Outcome auswirkt. Dies deckt sich in der vorliegenden Studie mit der Literatur. Die Diskrepanz bezüglich der Infektionsraten mag dadurch zu begründen sein, dass die Operateure am Uniklinikum in Homburg, am Klinikum Saarbrücken und am Verbundkrankenhaus Bernkastel-Wittlich einfache Plattenosteosynthesen mit dem Wissen um ein besseres Outcome bei doppelter Plattenosteosynthese meist nur dann zur Anwendung brachten, wenn die Begleitumstände (Weichteilsituation, Gesamtsituation, Kompartimentgefahr) die Durchführung einer doppelten Plattenosteosynthese erschwert hatten und aus ihrer Sicht ein zu hohes Risiko bürkten.

Resultierend ist festzuhalten, dass die Ergebnisse in der Literatur und der vorliegenden Studie darin übereinstimmen, dass eine bilaterale Plattenosteosynthese bei Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V ein besseres Outcome und eine geringere Komplikationsrate aufweist. Kritisch muss deshalb der relativ hohe Anteil an unilateralen Plattenosteosynthesen am eigenen Patientengut betrachtet werden.

In einigen Fällen ist die Augmentation zur Auffüllung von Spongiosadefekten nach Wiederherstellung der Tibiaplateauflächen notwendig. Die Transplantate sind autolog, homolog oder heterolog. Die biologische Wertigkeit der autologen Spongiosatransplantate zur Behandlung und Sanierung der Knochendefekte sind weitestgehend unumstritten (Börner, 1985; Burri and Wolter, 1977; Schweiberer et al., 1982). Eine aktuellere Studie zeigt, dass Hydroxylapatitkeramiken im Langzeitverlauf mechanisch stabil sind und bei entsprechender Indikation eine gute Alternative zur autologen Spongiosaplastik darstellen (Briem et al., 2002). Eine Untersuchung kommt jedoch zu dem Ergebnis, dass unter der Voraussetzung, dass die Tragpfeiler durch eine Kompressionsschraube stabilisiert werden, die Unterfütterung keine unabdingbare Forderung für aufgerichtete Imprime darstellt (Kramer, 1976). Heutzutage ist zudem alloplastisches Knochenersatzmaterial (Cerabone®, Endobon® und Actifuse®) verfügbar, welches in dieser Studie ausschließlich in 4 Fällen zum Einsatz kam (10,5%). In der Literatur finden sich Angaben über den Gebrauch in 50-70% der Fälle operativ versorgter Tibiakopffrakturen (Henkert et al., 1970; Holz et al., 1985; Tralles et al., 1990; Waddell et al., 1981). Die Diskrepanz erklärt sich am ehesten dadurch, dass in der vorliegenden Arbeit Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V, und nicht wie in anderen Studien sämtliche Tibiakopffrakturen berücksichtigt wurden. Es lassen sich anhand der vorliegenden Ergebnisse keine Unterschiede bezüglich Outcome oder Komplikationen zwischen Patienten/innen mit oder ohne Einsatz von alloplastischem Knochenmaterial treffen.

In der Literatur wird über Sekundäroperationen wie Osteotomien aufgrund von Achsenfehlstellungen berichtet (Glauser et al., 1987; Tscherne und Lobenhoffer, 1993). Über endoprothetische sekundäre Versorgungen lassen sich keine genauen Angaben finden, im vorliegenden Patientengut fand in 4 Fällen eine sekundäre Implantation einer Kniegelenksoberflächenersatzprothese statt. Unserer Meinung nach ist eine primäre endoprothetische Versorgung bei Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V zu vermeiden, da diese meist nur achsgeführt durchführbar ist. Als sinnvoll kann, wie im eigenen Patientengut geschehen, die Implantation einer Oberflächenersatzprothese nach Konsolidierung der Fraktur sein.

Die Angaben bezüglich der Häufigkeit von Achsenfehlstellungen schwanken in der Literatur zwischen 23 und 34% (Brown und Sprague, 1976; Holz et al., 1985; Reichmann und Keitel, 1968) mit Extremwerten von 11,8% (Jäger et al., 1970) und 66,2% (Honkonen, 1995). In der vorgestellten Studie beträgt der Anteil 7,8%, wobei nur Fehlstellungen $>10^\circ$ erfasst sind, davon 1 Varus- und 2 Valgusfehlstellungen. In der Literatur wird einheitlich eine Valgisierung als weniger belastend im Vergleich zur Varusfehlstellung angesehen (Honkonen, 1995; Reichmann und Keitel, 1968).

Ergebnisse anderer Studien ergeben, dass zwischen 10% und 31% der Patienten/innen eine Teilinvaliditätsrente beziehen (Muggler et al., 1975; Reichmann und Keitel, 1968; Tralles et al., 1990; Wehner, 1972). Im eigenen Patientenkollektiv sind es lediglich 10,5%. Der Körperschaden, also die Minderung der Erwerbsfähigkeit, wird auf 25 bis 30% beziffert (Reichmann und Keitel, 1968; Tralles et al., 1990; Wehner, 1972). Eigene Werte hierzu liegen nicht vor.

Der Therapieerfolg muss mehr denn je vom Patient selbst beurteilt werden. Das Schmerzempfinden spielt dabei eine entscheidende Rolle. Jedoch ist das individuelle Schmerzempfinden nicht objektiv vergleichbar. Deshalb ist der Vergleich an sich schwierig, innerhalb der Literatur gestaltet sich dieser Versuch ebenfalls schwer und ist nur begrenzt möglich, da jeder Autor, der sich damit beschäftigt, eine eigene Gewichtung und Einteilung vornimmt. Des Weiteren spielen auch persönliche Interessen oder der sogenannte Krankheitsgewinn eine wichtige Rolle bei der Erhebung der Selbsteinschätzung. Trotz des Wissens der Patienten/innen, dass diese Untersuchung keinen Einfluss auf ein eventuelles Rentenbegehren oder Auswirkungen auf die Zahlungen hat, fiel der subjektive Befund signifikant schlechter aus bei Patienten, die einen Rentenantrag gestellt haben oder

Invaliditätsrente beziehen im Vergleich zu der Gruppe ohne Invaliditätsrente. Nichtsdestotrotz entscheidet in letzter Konsequenz der Patient selbst über den Therapieerfolg, auch wenn die Angaben des Patienten zum Teil erheblich von objektiven Befunden abweichen (Münst et al., 1990). Trotz und gerade deshalb gewinnen patientenbezogene Fragebögen zunehmend an Bedeutung. In den Niederlanden oder Großbritannien wird bereits darüber nachgedacht, Zahlungen im Gesundheitswesen vom patientenbezogenen Outcome abhängig zu machen.

In dieser Studie sollte diesem patientenbezogenen Outcome ein besonderer Stellenwert zukommen. Deshalb hat eine detaillierte Befragung diesbezüglich stattgefunden. Vorteilhaft ist dadurch die Aussagekraft und Vergleichbarkeit. Bemängelt werden könnte die Tatsache, dass Patienten/innen durch Fragen möglicherweise auf Beschwerden hingewiesen worden sein könnten, die sie spontan nicht geäußert hätten. Einige Autoren gebrauchen Begriffe wie Wetterfühligkeit und/oder Anlaufschwierigkeiten für leichte Beschwerden (Muggler et al., 1975; Rohrbeck und Troeger, 1990). Angaben über subjektives Empfinden von Instabilität (Wegknicken) oder Kraftminderung, Gelenkknirschen oder Sensibilitätsstörungen finden sich in der Literatur nicht. Die detaillierte Befragung wird für den hohen Beschwerdegrad im eigenen Patientengut mitverantwortlich gemacht.

Tabelle 2 zeigt das subjektive Schmerzempfinden im Vergleich mit Angaben aus der Literatur, wobei in der Literatur der Begriff „Beschwerden“ verwendet wird.

Tabelle 2: Subjektives Schmerzempfinden im Vergleich mit Angaben aus der Literatur

Autor	keine Schmerzen	leichte Schmerzen	mäßige Schmerzen	starke Schmerzen
Muggler 1975	15%	43%	33%	9%
Holz 1985	keine Angabe	50%	keine Angabe	21,3%
Eigene	5%	32%	38%	25%

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren in dieser Studie 5% völlig schmerzfrei. In der Literatur wird der Anteil von Patienten/innen, die nie Schmerzen haben und beschwerdefrei sind mit um die 20% angegeben (Friedl et al., 1987; Muggler et al., 1975; Tscherne et al., 1984). Die in der eigenen Fallserie eher stärkeren Schmerzangaben sind durch die Auswahl der Tibiakopfluxationsfraktur vom Typ Moore V zu erklären. In der Literatur ist auch der Trend erkennbar, dass komplexere Frakturen mit einem höheren Schmerzempfinden

einherzugehen scheinen (Henkert et al., 1970; Holz et al., 1985; Jansen et al., 2013). Auch Wiedemann et al. fand schlechtere Ergebnisse nach operativer Therapie von Tibiakopfluxationsfrakturen (Wiedemann et al., 1995). Nur bei Rasmussen korreliert das Ausmaß der Beschwerden nicht mit den Frakturformen (Rasmussen, 1973). In der vorliegenden Studie zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang dafür, dass Patienten/innen mit <2 mm Korrekturverlust weniger Schmerzen haben als solche Patienten/innen mit ≥ 2 mm Korrekturverlust. Die Ergebnisse der vorgestellten Studie zeigen, dass die Komplexität und Schwere der Fraktur mit dem Schmerzempfinden korrelieren; ebenso scheint die Repositionsgüte hiermit in Verbindung zu stehen.

Im eigenen Patientengut gaben lediglich 29% der Patienten/innen an, niemals unter nächtlichen Schmerzen zu leiden. Auch hier ist ein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen worden, dass Patienten mit einem Korrekturverlust ≥ 2 mm deutlich mehr unter nächtlichen Schmerzen leiden als solche ohne Korrekturverlust. Somit ist der Anteil deutlich größer als in anderen Studien (Holz et al., 1985; Muggler et al., 1975; Rohrbeck and Troeger, 1990; Vandenberghe et al., 1990), die den Anteil an nächtlichen Schmerzen mit 3 bis 9% angeben. Oftmals wird der nächtliche Schmerz dem Ruhe- oder dem starken Schmerz gleichgesetzt. Wir sehen die Gründe hierfür ebenfalls in der alleinigen Betrachtung der Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V. Zudem sollte die Frage auf einer Skala von 1 nie und 5 jede Nacht beantwortet werden. Tendenziell wird dazu geneigt, immer eine mittlere Zahl auf Skalen anzukreuzen. 37% wählten die Zahl 2, was diese These belegt. Darüber hinaus ist in den vergleichenden Studien oftmals nicht explizit nach Nachtschmerz, sondern nach Ruhe- oder starkem Schmerz die Frage.

Anhand von PROMs (Patient Reported Outcome Measures) soll eine durch die Patienten selbst durchgeführte Evaluierung der Ergebnisse nach operativer Versorgung stattfinden. Hierzu wurde der vorgestellte Fragebogen verwandt (siehe Anhang 11.1). Das subjektive Urteil der Patienten über das Behandlungsergebnis ist in der vorgestellten Studie ein sehr wichtiger Parameter, auch wenn subjektive Kriterien und objektivierbare Befunde häufig im Gegensatz stehen und sich scheinbar widersprechen (Burri et al., 1979). Nur der Patient selbst kann seinen Zustand nach Versorgung mit dem Zustand vor dem Trauma vergleichen. Deshalb kann es nicht zufriedenstellend sein, wenn ein Patient einen Zustand nach Therapie als ungenügend empfindet, selbst wenn klinisch ein gutes Resultat vorliegen sollte (Courvoisier, 1975).

Die Patienten äußerten sich zusammenfassend in der Beurteilung der Funktion vergleichend vor dem Trauma und zum Befragungszeitpunkt auf einer Skala von 0 (maximal schlecht) bis 10 (sehr gut). Erwartungsgemäß zeigen sich deutliche Einbußen; vor Trauma einen mittleren Wert von 9,68, zum Befragungszeitpunkt von 4,53. Dementsprechend kommt eine Studie von Jansen et al. zu ähnlichen Ergebnissen, wo 3 Patienten in Kategorie A und B, 5 in C und 14 in D für den Gesamt-IKDC eingruppiert wurden (Jansen et al., 2013). Untersucht wurden alle Frakturformen vom AO-Typ C. In der übrigen Literatur werden meist nur drei- oder vierfache Abstufungen verwendet, weshalb ein direkter Vergleich schwierig ist. Es erstrecken sich die Angaben in der Literatur meistens auf alle Tibiakopffrakturen, hier wird ein „sehr gutes und gutes“ Ergebnis bzw. „sehr gut und akzeptabel“ mit 66 bis 77% angegeben (Burri et al., 1979; Holz et al., 1985; Muggler et al., 1975; Rohrbeck and Troeger, 1990). Im eigenen Patientengut berichten nur zwei Patienten (5,6%) über sehr gute bis gute Ergebnisse. Erwartungsgemäß ist der Anteil in dieser Studie deutlich geringer, da nur Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V eingeschlossen wurden. Bemerkenswert ist, dass in der Literatur zwar schlechtere Ergebnisse bei komplizierten Frakturtypen vorliegen, wenn operiert wurde. Im Vergleich konservativer zur operativer Therapie hingegen ist die Beurteilung von operierten Patienten besser als die von konservativ behandelten Patienten, obwohl davon auszugehen ist, dass bei konservativ geführten Patienten generell ein leichteres Verletzungsmuster vorgelegen haben muss (Friedl et al., 1987).

Zwei Patienten (5,6%) sind bezüglich ihrer Alltagsaktivitäten nach eigenen Angaben nicht eingeschränkt und haben eine altersentsprechende normale Aktivität nach eigenen Angaben. Wagner et al. sprechen in ihrer Studie von 73% mit einer altersentsprechenden normalen Aktivität (Wagner and Jakob, 1986). Bezüglich sportlicher Aktivitäten waren 34 Patienten (94%) eingeschränkt. Hier bleibt in Zukunft Raum für weitere multizentrische Untersuchungen zur Verbesserung der operativen Therapie von Tibiakopfluxationsfrakturen.

Die Schwellungsneigung wird von Friedl et al. mit 12% der konservativ und 44% der operativ therapierten Patienten (Gesamtzahl Patienten 161) angegeben (Friedl et al., 1987). In der vorgestellten Studie wurde die Frage nach Schwellungsneigung mit 5 Kategorien gestellt. Wenn man die Patienten, die auf die Frage nach Schwellung mit „überhaupt nicht“ und „etwas“ nicht berücksichtigt, verbleiben 32%, die eine Schwellungsneigung mit „ziemlich“ bis „extrem“ beschreiben. Nur 13% berichten über gar keine Schwellung innerhalb der letzten vier Wochen. Somit sind die Ergebnisse vergleichbar. Wie in der Literatur beschrieben tritt die Schwellung wie erwartet besonders in den Abendstunden und nach Belastung auf.

Durch ein Trauma, insbesondere durch eine Tibiakopfluxationsfraktur, wird die regelrechte anatomische Ausformung der Gelenkflächen zerstört und die Knorpelversorgung unterbrochen. Die Funktionsfähigkeit eines Gelenkes ist jedoch maßgeblich von diesen Faktoren abhängig. In der Folge kann es also insbesondere beim Kniegelenk durch hohe Belastungen zur Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose kommen. Hier werden in der Literatur unterschiedliche prädisponierende Faktoren genannt, die ursächlich zur Entstehung einer posttraumatischen Arthrose führen können. Auf der einen Seite werden die enzymatische Schädigung der Knorpelmatrix und die Durchblutungsstörung des Knorpels durch Zerstörung des subchondralen Gefäßnetzes als Ursache gesehen (Schulitz et al., 1973). Auf der anderen Seite ziehen Autoren den Schluss aus umfangreichen Studien, dass die verbleibende Inkongruenz der Gelenkfläche, die Achsfehlstellung und die ligamentäre Instabilität als Hauptursachen für die Entwicklung der posttraumatischen Arthrose verantwortlich zu machen sind (Muggler et al., 1978; Rasmussen, 1973). Trotzdem muss nach Wertung der Ergebnisse aller Publikationen erwähnt werden, dass eine posttraumatische Arthrose auch nach zufriedenstellender Reposition und ausreichender Fixation auftreten kann (Holz et al., 1985).

Die Arthroserate schwankt in der Literatur für Tibiakopffrakturen in Abhängigkeit nach den Beurteilungskriterien und dem Nachuntersuchungszeitraum zwischen 21% (Rasmussen, 1973) und 85,5% (Holz et al., 1985). Für einen Nachuntersuchungszeitraum von 20 Jahren berichten Schulitz et al. über eine Arthroserate bis zu 77,5% (Schulitz et al., 1973). Die unterschiedlichen Angaben resultieren daraus, dass Häufigkeit und Schweregrad der Arthrose jeweils sowohl vom Untersuchungszeitraum als auch von der verwendeten Arthroseklassifikation abhängig sind. Im eigenen Patientengut fanden sich arthrotische Veränderungen bei 89%. Aufgrund des Schweregrades der untersuchten Frakturen erklärt sich die etwas höhere Angabe.

Tabelle 3 zeigt einen Vergleich mit einer Studie von Jansen et al., in der 22 Patienten mit 23 Frakturen vom AO-Typ C nachuntersucht wurden (Jansen et al., 2013).

Tabelle 3: Arthrosezeichen nach Kellgren im Vergleich mit Angaben aus der Literatur

Autor	keine	mild	deutlich	erheblich
Jansen 2013	30,4%	34,8%	26,1%	13%
Eigene	3%	39%	49%	9%

Die Zahlen sind bis auf die Angabe über „keine Arthrosezeichen“ vergleichbar. Die Diskrepanz ist am ehesten durch die unterschiedliche Frakturklassifikation erklärbar. Es ist davon auszugehen, dass Frakturen vom Typ Moore V durchschnittlich einem Frakturtyp höheren Schweregrades entsprechen als alle C-Frakturen nach AO-Klassifikation.

In der Literatur wird ferner darüber berichtet, dass eine signifikante Korrelation zwischen dem Alter des Patienten und der posttraumatischen Arthroseentwicklung besteht (Muggler et al., 1978; Schulitz et al., 1973). In der vorliegenden Studie konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Alter des Patienten und Arthroseentwicklung gefunden werden. Präexistente arthrotische Veränderungen, die im Alter größer sein können, sind als begünstigende Faktoren für eine posttraumatische Arthrose anzusehen.

Die radiologischen Befunde korrelieren nach Literaturangaben nicht zwangsläufig mit den klinischen Befunden und subjektiven Beschwerden des Patienten (Muggler et al., 1978; Schulitz et al., 1973). Auch Müntz et al. bestätigen diesen Sachverhalt und beschreiben, dass der gesamte radiologische objektive Befund deutlich von der subjektiven Beurteilung des Patienten abweicht (Müntz et al., 1990). Die eigenen Ergebnisse decken sich diesbezüglich mit den Angaben aus der Literatur.

Nach Sichtung aller Literaturangaben ist davon auszugehen, dass das Trauma selbst durch die Knorpelzerstörung eine Arthroseentwicklung induziert. Trotzdem ist eine adäquate operative Versorgung unumgänglich, um dadurch das Risiko einer Entstehung arthrosebegünstigender Faktoren wie Beinachsenabweichungen, Bandinstabilitäten und Korrekturverlusten zu minimieren. Die Güte der operativen Versorgung kann demnach die Arthroseentwicklung nicht vermeiden, aber positiv beeinflussen.

6 Bildanhang

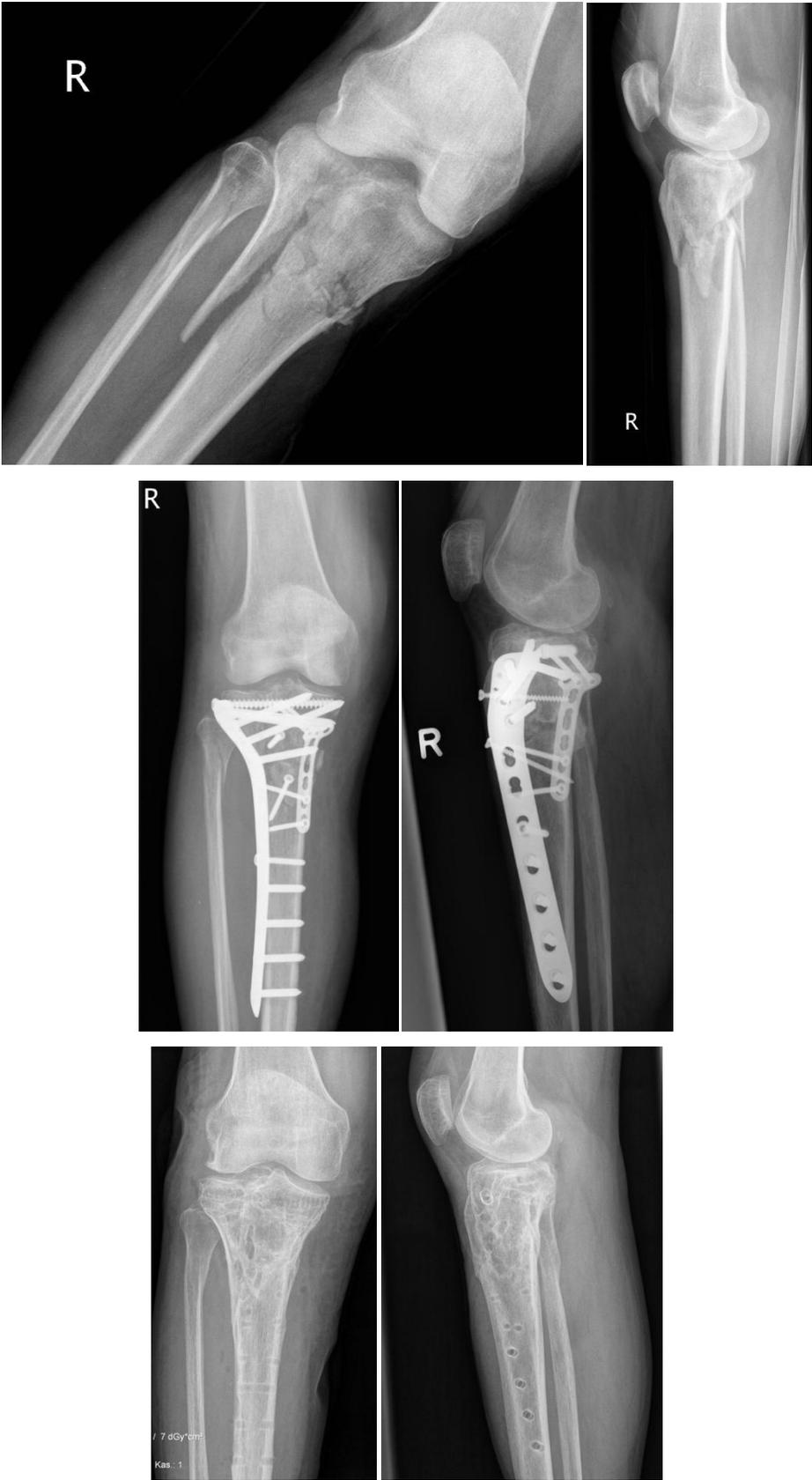
Fall 1:

- 58jährige Patientin
- Sturz von einem Stuhl (20.05.2008)
- Tibiakopfluxationsfraktur Typ Moore V rechts
- Operation 6 Tage nach dem Unfall nach Abschwellung der Weichteile im Gips ohne Fixateur externe-Behandlung mit mediodorsaler winkelstabiler Abstützplatte sowie lateraler winkelstabiler L-Platte und zusätzlichen Zugschrauben
- Stationäre Behandlung 20 Tage, CPM-Behandlung postoperativ
- 6 Wochen postoperative Abrollbelastung
- unkomplizierter postoperativer Verlauf
- Materialentfernung nach 21 Monaten

Nachuntersuchung:

- 62 Monate nach Unfall
- Subjektiver Eindruck: gute Behandlungsergebnisse, Patientin beschwerdefrei
- Sport- und Aktivitätsgrad nahezu identisch im Vergleich zu vor dem Unfall
- IKDC: 81,6
- EQ-5D: 5
- Röntgen-Befund postoperativ und Verlauf: kein Korrekturverlust
- Röntgen-Befund nach ME (24.02.2010): keine Arthrose (Kellgren 1)

Röntgenbilder zum Fall 1:



Fall 2:

- 56jähriger Patient
- Frontalzusammenstoß in einem Pkw (04.02.2009)
- Tibiakopfluxationsfraktur Typ Moore V rechts
- Primäre Anlage eines gelenkübergreifenden Fixateur externe, definitive Osteosynthese mit mediodorsaler winkelstabiler Abstützplatte und lateraler winkelstabiler L-Platte und zusätzlichen Zugschrauben sowie Augmentation mit Endobon® 6 Tage nach dem Unfall, Entfernung des Fixateur externe 3 Wochen nach definitiver Osteosynthese, zur CPM Lösung des Fixateurs ab dem 5. postoperativen Tag nach definitiver Versorgung
- Stationäre Behandlung 23 Tage
- 12 Wochen postoperative Abrollbelastung
- unkomplizierter postoperativer Verlauf
- Materialentfernung nach 8 Monaten

Nachuntersuchung:

- 53 Monate nach Unfall
- Subjektiver Eindruck: schlechte Funktion, Pat. hat Bewegungsschmerz
- Sport- und Aktivitätsgrad aufgrund Knieverletzung stark eingeschränkt
- IKDC: 37,9
- EQ-5D: 8
- Röntgen-Befund postoperativ und Verlauf: Korrekturverlust > 2 mm
- Röntgen-Befund (29.09.2011): deutliche Gonarthrose (Kellgren 4)

Röntgenbilder zum Fall 2:



7 Literaturverzeichnis

1. Betz, A., Sebisch, E., Schweiberer, L. (1989) Die Tibiakopffraktur. Chir. Z. Für Alle Geb. Oper. Medizen 60: 732–738.
2. Betz, A., Witt, S., Sebisch, E., Schweiberer, L. (1993) Diagnostische und therapeutische Arthroskopie beim frischen Kniegelenktrauma. Chir. Z. Für Alle Geb. Oper. Medizen 64: 151–156.
3. Blokker, C.P., Rorabeck, C.H., Bourne, R.B. (1984) Tibial plateau fractures. An analysis of the results of treatment in 60 patients. Clin. Orthop. 182: 193–199.
4. Börner, M. (1985) Experimental principles and clinical experiences in the use of allogeneic spongiosa. Aktuelle Traumatol. 15: 210–218.
5. Briem, D., Linhart, W., Lehmann, W., Meenen, N.M., Rueger, J.M. (2002) Langzeitergebnisse nach Anwendung einer porösen Hydroxylapatitkeramik (Endobon) zur operativen Versorgung von Tibiakopffrakturen. Unfallchirurg 105: 128–133.
6. Brown, G.A., Sprague, B.L. (1976) Cast brace treatment of plateau and bicondylar fractures of the proximal tibia. Clin. Orthop. 119: 184–193.
7. Bucholz, R.W., Carlton, A., Holmes, R. (1989) Interporous hydroxyapatite as a bone graft substitute in tibial plateau fractures. Clin. Orthop. 240: 53–62.
8. Burri, C., Bartzke, G., Coldewey, J., Muggler, E. (1979) Fractures of the tibial plateau. Clin. Orthop. 138: 84–93.
9. Burri, C., Mutschler, W. (1982) Das Knie, Verletzungen, Verletzungsfolgen, Erkrankungen. Hippokrates, Stuttgart.
10. Burri, C., Wolter, D. (1977) The compressed autogenous spongiosis transplant (author's transl). Unfallheilkunde 80: 169–175.
11. Cooper, A., Travers, B. (1821) Chirurgische Abhandlungen und Versuche, 3rd ed. Landes- Industrie- Comptoir.
12. Courvoisier, E. (1975) Die Behandlung der Tibiakopffrakturen. Hefte Unfallheilkd. 120: 137–144.
13. Currey, J.D. (1970) The mechanical properties of bone. Clin. Orthop. 73: 209–231.

14. Dickob, M., Mommsen, U. (1994) Fractures of the proximal tibia and knee ligament injuries. *Unfallchirurgie* 20: 88–93.
15. Duwelius, P.J., Connolly, J.F. (1988) Closed reduction of tibial plateau fractures. A comparison of functional and roentgenographic end results. *Clin. Orthop.* 230: 116–126.
16. Ender, J. (1965) Zur Behandlung schwerer Schienbeinkopfbrüche. *Arch. Für Orthop. Unf.-Chir. Mit Bes. Berücksicht. Frakturenlehre Orthop.-Chir. Tech.* 57: 16–25.
17. Friedl, W., Ruf, W., Krebs, H. (1987) Korrelationsuntersuchung zwischen den Früh- und Spätveränderungen des röntgenologischen und funktionellen Befundes nach konservativer und operativer Tibiakopffrakturbehandlung. *Unfallchirurgie* 13: 192–206.
18. Gicquel, T., Najihi, N., Vendeuvre, T., Teyssedou, S., Gayet, L.-E., Hutten, D. (2013) Tibial plateau fractures: reproducibility of three classifications (Schatzker, AO, Duparc) and a revised Duparc classification. *Orthop. Traumatol. Surg. Res. OTSR* 99: 805–816.
19. Glauser, T., Abdel Baki, G.R., Noesberger, B. (1987) Langzeitresultate operativ behandelte Tibiaplateaufrakturen. *Helv. Chir. Acta* 54: 477–481.
20. Hawker, G.A., Mian, S., Kendzerska, T., French, M. (2011) Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). *Arthritis Care Res.* 63 Suppl 11: 240–252.
21. Hempfling, H. (1995) *Arthroskopie, Diagnostik und Therapie*, 1. Auflage. ed. Ecomed-Verlag Landsberg.
22. Henkert, K., Brewka, N., Winter, H. (1970) Tibiakopffrakturen und ihre Behandlung. *Beitr. Zur Orthop. Traumatol.* 17: 273–291.
23. Hepp, W.R., Debrunner, H.U. (2004) *Orthopädisches Diagnostikum*. Georg Thieme Verlag.
24. Hertel, P. (1997) Tibiakopffrakturen. *Unfallchirurg* 100: 508–523.
25. Hohl, M., Luck, J.V. (1956) Fractures of the tibial condyle; a clinical and experimental study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 5: 1001–1018.
26. Holz, U. (1975) Formen und Einteilung der Tibiakopffrakturen. *Chirurg* 46: 341–344.

27. Holz, U., Weller, S. (1977) Diagnosis and therapy of fresh and neglected ligament injuries in the knee joint. *Chir. Z. Für Alle Geb. Oper. Medizen* 48: 749–755.
28. Holz, U., Welte, G., Märklin, H.M., Weller, S. (1985) Früh- und Spätergebnisse operativ versorgter Tibiakopffrakturen. *Unfallchirurg* 88: 519–527.
29. Honkonen, S.E. (1995) Degenerative arthritis after tibial plateau fractures. *J. Orthop. Trauma* 9: 273–277.
30. Huber, F.-X., Hillmeier, J., Kock, H.-J., McArthur, N., Huber, C., Diwo, M., Baier, M., Meeder, P.J. (2008) Filling of metaphyseal defects with nanocrystalline hydroxyapatite (Ostim) for fractures of the radius. *Zentralblatt Für Chir.* 133: 577–581.
31. Jäger, M., Gasteiger, W., Weseloh, G. (1970) Die Tibiakopffraktur des alten Menschen - Bruchform, Therapie und Nachuntersuchungsergebnisse. *Monatsschrift Für Unfallheilkunde Versicher.- Versorg.- Verkehrsmedizin* 73: 228–236.
32. Jansen, H., Frey, S.P., Doht, S., Fehske, K., Meffert, R.H. (2013) Medium-term results after complex intra-articular fractures of the tibial plateau. *J. Orthop. Sci. Off. J. Jpn. Orthop. Assoc.* 18: 569–577.
33. Jensen, D.B., Johansen, T.P., Bjerg-Nielsen, A., Henriksen, O. (1990) Magnetic resonance imaging in the evaluation of sequelae after tibial plateau fractures. *Skeletal Radiol.* 19: 127–129.
34. Kellgren, J.H., Lawrence, J.S. (1957) Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann. Rheum. Dis.* 16: 494–502.
35. Kennedy, J.C., Bailey, W.H. (1968) Experimental tibial-plateau fractures. Studies of the mechanism and a classification. *J. Bone Joint Surg. Am.* 50: 1522–1534.
36. Kramer, G. (1976) Zur Frage der Unterfütterung aufgerichteter Imprime des Schienbeinkopfes. *Hefte Unfallheilkd, Hefte Unfallheilkunde* 126: 259–61.
37. Krettek, C., Gerich, T., Miclau, T. (2001) A minimally invasive medial approach for proximal tibial fractures. *Injury* 32 Suppl 1: 4–13.
38. Lobenhoffer, P., Gerich, T., Bertram, T., Lattermann, C., Pohlemann, T., Tscheme, H. (1997) Particular posteromedial and posterolateral approaches for the treatment of tibial head fractures. *Unfallchirurg* 100: 957–967.
39. Markhardt, B.K., Gross, J.M., Monu, J.U.V. (2009) Schatzker classification of tibial plateau fractures: use of CT and MR imaging improves assessment. *Radiogr. Rev. Publ. Radiol. Soc. N. Am. Inc* 29: 585–597.

40. Moore, T.M. (1981) Fracture--dislocation of the knee. *Clin. Orthop.* 156: 128–140.
41. Muggler, E., Bartzke, G., Burri, C. (1978) Die Tibiakopffraktur Problematik, operative Therapie und Resultate. *Unfallchirurgie* 4: 157–178.
42. Muggler, E., Hell, K., Huber, D., von Laak, E., Meier-Liehl, T., Müller, C., Müller, K.H., Sauer, K., Schmit-Neuerburg, K.P., Thelen, E., Wahl, H.G., Zech, G. (1975) Spätergebnisse von 160 operativ versorgten Tibiakopffrakturen. *Hefte Unfallheilkd.* 120: 122–131.
43. Muhr, G., Neumann, K. (1990) Konservative Frakturbehandlung des Tibiakopfes. *Chir. Z. Für Alle Geb. Oper. Medizin* 61: 767–771.
44. Müller, M.E., Schneider, R., Willenegger, H., Perren, S.M., Allgöwer, M. (2014) *Manual der Osteosynthese: AO-Technik*, Auflage: 3. Aufl. 1992. Softcover reprint of the original 3rd ed. 1992. ed. Springer, Berlin.
45. Müntz, P., Krämer, C., Kuner, E., Schlickewei, W. (1990) Vergleichende Darstellung von 236 operativ und konservativ behandelten Tibiakopffrakturen - Indikation, Technik, Ergebnisse. *Hefte Unfallheilkunde* 212: 171–172.
46. Nicolet, A. (1953) Die Meniskusverletzung bei Tibiakopffrakturen. *Acta Orthop. Belg.* 19: 281–292.
47. Nyga, W.(1970) Tibiakopffrakturen. *Chir. Prax.* 14: 291–298.
48. Petersen, W., Zantop, T., Raschke, M. (2006) Fracture of the tibial head. *Unfallchirurg* 109: 219–234.
49. Prasad, G.T., Kumar, T.S., Kumar, R.K., Murthy, G.K., Sundaram, N. (2013) Functional outcome of Schatzker type V and VI tibial plateau fractures treated with dual plates. *Indian J. Orthop.* 47: 188–194.
50. Price, D.D., McGrath, P.A., Rafii, A., Buckingham, B. (1983) The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain* 17: 45–56.
51. Rabin, R., de Charro, F. (2001) EQ-5D: a measure of health status from the EuroQol Group. *Ann. Med.* 33: 337–343.
52. Rasmussen, P.S. (1973) Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J. Bone Joint Surg. Am.* 55: 1331–1350.

53. Reichmann, J., Keitel, R. (1968) Die Frakturen des Tibiakopfes. Z. Für Ärztl. Fortbild. 62: 17–26.
54. Rohrbeck, R., Troeger, H. (1990) Tibiakopffrakturen - Indikationen und Ergebnisse operativer und funktionell-konservativer Therapie. Beitr. Zur Orthop. Traumatol. 37: 148–157.
55. Sailer, R., Gabl, M., Lutz, M., Seykora, P., Pechlaner, S. (1999) Integration einer porösen Hydroxylapatitkeramik am distalen Radius älterer Patienten. Unfallchirurg 102: 531–534.
56. Schauwecker, F., Weller, S. (1970) Surgical treatment of tibial head and subcondylar tibial fractures. Monatsschrift Für Unfallheilkunde Versicher.- Versorg.- Verkehrsmedizin 73: 114–126.
57. Schulitz, K.P., Dustmann, H.O., Puhl, W. (1973) Die Entwicklung der posttraumatischen Arthrose am Beispiel des Schienbeinkopfruches. Arch. Für Orthop. Unf.-Chir. 76: 136–148.
58. Schweiberer, L., Eitel, F., Betz, A. (1982) Spongiosatransplantation. Chir. Z. Für Alle Geb. Oper. Medizen 53: 195–200.
59. Schweiberer, L., Hertel, P. (1977) Biomechanik und Pathophysiologie des Kniebandapparates. Hefte Unfallheilkd. 129: 137–143.
60. Stannard, J.P., Wilson, T.C., Volgas, D.A., Alonso, J.E. (2004) The less invasive stabilization system in the treatment of complex fractures of the tibial plateau: short-term results. J. Orthop. Trauma 18: 552–558.
61. Strecker, W., Keppler, P. (2002) Analysis and correction of leg deformities. 2. Correction. Unfallchirurg 105: 901–917.
62. Thiele, K. (1968) Schienbeinkopfrüche: Bruchformen, Behandlung, Spätergebnisse bei 486 Fällen. Hefte Unfallheilkd. 95: 1–126.
63. Tralles, D., Wojczik, H., Hildebrandt, T. (1990) Tibiakopffrakturen. Zentralblatt Für Chir. 115: 635–643.
64. Tscherne, H., Lobenhoffer, P. (1993) Tibial plateau fractures. Management and expected results. Clin. Orthop. 292: 87–100.
65. Tscherne, H., Lobenhoffer, P., Russe, O. (1984) Proximal intra-articular tibial fractures. Unfallheilkunde 87: 277–289.

66. Vandenberghe, D., Cuypers, L., Rombouts, L., Van Dooren, J., Rombouts, J. (1990) Internal fixation of tibial plateau fractures using the AO instrumentation. *Acta Orthop. Belg.* 56: 431–442.
67. Vasanad, G.H., Antin, S.M., Akkimaradi, R.C., Policepatil, P., Naikawadi, G. (2013) Surgical management of tibial plateau fractures - a clinical study. *J. Clin. Diagn. Res. JCDR* 7: 3128–3130.
68. Waddell, J.P., Johnston, D.W., Neidre, A. (1981) Fractures of the tibial plateau: a review of ninety-five patients and comparison of treatment methods. *J. Trauma* 21: 376–381.
69. Wagner, H.E., Jakob, R.P. (1986) Zur Problematik der Plattenosteosynthese bei den bikondylären Tibiakopffrakturen. *Unfallchirurg* 89: 304–311.
70. Weber, W., Weber, E. (1837) Ueber die Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge, nebst der Beschreibung eines Versuchs über das Herausfallen des Schenkelkopfs aus der Pfanne im luftverdünnten Raume. *Ann. Phys.* 116: 1–13.
71. Wehner, W. (1972) Kniegelenkbrüche - Indikationen und Grenzen der konservativen Knochenbruchheilung. *Zentralblatt Für Chir.* 97: 1713–1722.
72. Wiedemann, M. (1995) Die Luxationsfraktur des Tibiakopfes - Therapeutisches Vorgehen. *Unfallchirurgie* 21: 188–197.
73. Wiedemann, M., Bubmann, U., Rüter, A. (1995) Die Luxationsfraktur des Tibiakopfes - Ergebnisse nach operativer Behandlung. *Unfallchirurgie* 21: 175–187.
74. Wilhelm, K., Rueff, F.L., Bedacht, R. (1971) Die operative Versorgung von Tibiakopffrakturen. *Monatsschrift Für Unfallheilkunde Versicher.-Versorg.-Verkehrsmedizin* 74: 153–168.
75. Young, M.J., Barrack, R.L. (1994) Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. *Orthop. Rev.* 23: 149–154.

8. Publikationen

1. A. Weber, J. Heinzmann, C. Meyer, R. Wirbel (2014) Multizenterstudie zur Erfassung der klinischen Langzeitergebnisse nach operativer Versorgung von Tibiakopfluxationsfrakturen vom Typ Moore V, Vortrag Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, Berlin.
2. R. Wirbel, A. Weber, J. Heinzmann, C. Meyer, T. Pohlemann (in Revision) Mittelfristige Ergebnisse zur Lebensqualität nach operativer Versorgung von Tibiakopffrakturen vom Typ Moore V, Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart.

9. Dank

An dieser Stelle ein herzliches Dankeschön an alle Personen, die bei der Erstellung dieser Arbeit behilflich waren:

Herrn Professor Dr. med. T. Pohlemann, Direktor der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie am Universitätsklinikum des Saarlandes Homburg danke ich für die freundliche Überlassung des Themas, die Unterstützung und die Ideen zur Arbeit.

Herrn PD Dr. med. R. Wirbel, Chefarzt der Unfallchirurgie im Verbundkrankenhaus Bernkastel-Wittlich danke ich für die Ideen zur Arbeit, die intensive Betreuung und Hilfe vom ersten Moment an bis zur Fertigstellung der Arbeit.

Herrn PD Dr. med. C. Meyer, Chefarzt der Unfallchirurgie am Klinikum Saarbrücken danke ich für die Hilfe bei der Erstellung der Arbeit.

Frau Dr. med. J. Heinzmann danke ich für die Ratschläge, Hilfe, Unterstützung und ständige Betreuung bei der Erstellung der Arbeit.

10. Lebenslauf

- aus datenschutzrechtlichen Gründen erfolgt in dieser Ansicht keine Darstellung des Lebenslaufes -

11. Anhang

11.1 Fragebogen / Telefoninterview

A) Epidemiologie

Geschlecht männlich weiblich
Alter _____ Jahre
OP-Zeitpunkt _____ Monat/Jahr

B) Gelenkerhalt

Gelenkerhalt: _____ Jahre nach OP
Versteifung (OP oder spontan): _____ Jahre nach OP
Prothese: _____ Jahre nach OP

C) PROMs (Patient-reported outcome measures for the knee):

Wählen Sie zur Beurteilung die höchste Aktivitätsstufe, die Sie Ihrer Meinung nach ohne erhebliche Symptome ausüben könnten, selbst wenn Sie auf dieser Stufe keine Aktivitäten ausüben.

1. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie **ohne erhebliche Schmerzen** im Knie ausüben können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit

Ich kann aufgrund eines geschwollenen Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

6. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung ein blockiertes Knie oder ist Ihr Knie aus- und wieder eingeschnappt?

Ja Nein

7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie **ohne erhebliche durch Knieschwäche** verursachte Gangunsicherheit einhalten können?

Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)

Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis

Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen

Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit

Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

8. Treten nächtliche Schmerzen auf? (1 nie, 5 jede Nacht) 1 2 3 4 5

SPORTLICHE BETÄTIGUNG:

9. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie **regelmäßig teilnehmen** können?

Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)

Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis

Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen

Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit

Ich kann aufgrund meines Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

10. Wie schwierig sind aufgrund Ihrer Knieverletzung die folgenden Aktivitäten für Sie?
Bitte bewerten Sie von 1 bis 5, wobei 1 keine Schwierigkeiten und 5 die Unmöglichkeit
beschreibt, diese Aktivität auszuüben

- | | |
|---|-----------|
| a. Treppensteigen | 1 2 3 4 5 |
| b. Treppe hinuntergehen | 1 2 3 4 5 |
| c. Auf dem vorderen Knie knien | 1 2 3 4 5 |
| d. Hockstellung | 1 2 3 4 5 |
| e. Normal sitzen | 1 2 3 4 5 |
| f. Vom Stuhl aufstehen | 1 2 3 4 5 |
| g. Geradeaus laufen | 1 2 3 4 5 |
| h. Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen | 1 2 3 4 5 |
| i. Beim Gehen (bzw. Laufen, wenn Sie Sportler/in sind) schnell anhalten und starten | 1 2 3 4 5 |

FUNKTION:

11. Wie würden Sie die Funktionsfähigkeit Ihres Knies auf einer Skala von 0 bis 10
beurteilen, wobei 10 eine normale und ausgezeichnete Funktionsfähigkeit bezeichnet und 0
die Unfähigkeit, irgendeine Ihrer normalen täglichen Aktivitäten, darunter möglicherweise
auch Sport, auszuführen?

FUNKTIONSFÄHIGKEIT VOR DER KNIEVERLETZUNG:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

DERZEITIGE FUNKTIONSFÄHIGKEIT IHRES KNIES:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

D) Allgemeine Gesundheit (EQ-5D):

Beweglichkeit/Mobilität:

- ich habe keine Probleme herumzugehen
- ich habe einige Probleme herumzugehen
- ich bin ans Bett gebunden

für sich selbst sorgen

- ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen
- ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen
- ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen

Allgemeine Tätigkeiten
(Hausarbeit, Freizeit)

- ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen

Schmerzen/körperliche
Beschwerden

- ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden
- ich habe mäßige Schmerzen oder Beschwerden
- ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden

Angst/Niedergeschlagenheit

- ich bin nicht ängstlich oder deprimiert
- ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert
- ich bin extrem ängstlich oder deprimiert

F) Bemerkungen:

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for handwritten or typed notes. It occupies the central portion of the page.

11.2 Radiologische Klassifikation der Arthrose nach Kellgren/Lawrence

Grad

- | | |
|---|--|
| 1 | Geringe subchondrale Sklerosierung. Keine Osteophyten. Keine Gelenkspaltverschmälerung. |
| 2 | Geringe Gelenkspaltverschmälerung. Beginnende Osteophytenbildung. Angedeutete Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche. |
| 3 | Ausgeprägte Osteophytenbildung. Gelenkspaltverschmälerung. Deutliche Unregelmäßigkeit der Gelenkfläche. |
| 4 | Ausgeprägte Gelenkspaltverschmälerung bis zur vollständigen Destruktion. Deformierung/Nekrose der Gelenkpartner. |

11.3 IKDC-Score

2000 FORMBLATT ZUR SUBJEKTIVEN BEURTEILUNG DES KNIES

Name _____

Heutiges Datum: ____/____/____

Datum der Verletzung: ____/____/____

SYMPTOME*:

Wählen Sie zur Beurteilung die höchste Aktivitätsstufe, die Sie Ihrer Meinung nach ohne erhebliche Symptome ausüben könnten, selbst wenn Sie auf dieser Stufe keine Aktivitäten ausüben.

1. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie **ohne erhebliche Schmerzen** im Knie ausüben können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund meiner Schmerzen im Knie keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

2. Wie oft hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung Schmerzen?

Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (Nie) und geht mit zunehmender Häufigkeit der Schmerzen bis zu 10 (ständig Schmerzen).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Nie ständig Schmerzen

3. Wie stark sind Ihre Schmerzen?

Kreuzen Sie eines der Kästchen in der nachstehenden Skala an. Die Skala beginnt mit 0 (keine Schmerzen) und geht mit zunehmender Stärke der Schmerzen bis zu 10 (unerträgliche Schmerzen).

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Keine

Schmerzen

unerträgliche Schmerzen

4. Wie steif oder geschwollen war Ihr Knie während der vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung?

überhaupt nicht

etwas

ziemlich

sehr

extrem

5. Was ist das höchste Aktivitätsstufe, die Sie **ohne erhebliches Anschwellen** des Knies ausüben können?

Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)

Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis

Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen

Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit

Ich kann aufgrund eines geschwollenen Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

6. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen oder seit dem Auftreten Ihrer Verletzung ein blockiertes Knie oder ist Ihr Knie aus- und wieder eingeschnappt?

Ja Nein

7. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, die Sie **ohne erhebliche durch Knieschwäche** verursachte Gangunsicherheit einhalten können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund der Knieschwäche keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

8. Treten nächtliche Schmerzen auf? (1 nie, 5 jede Nacht) 1 2 3 4 5

SPORTLICHE BETÄTIGUNG:

9. Was ist die höchste Aktivitätsstufe, an der Sie **regelmäßig teilnehmen** können?

- Sehr anstrengende Aktivitäten wie Springen oder Drehbewegungen bei einseitiger Fußbelastung (Basketball oder Fußball)
- Anstrengende Aktivitäten wie schwere körperliche Arbeit, Skilaufen oder Tennis
- Mäßig anstrengende Aktivitäten wie mäßige körperliche Arbeit, Laufen oder Joggen
- Leichte Aktivitäten wie Gehen, Haus- oder Gartenarbeit
- Ich kann aufgrund meines Knies keine der oben genannten Aktivitäten ausführen.

10. Wie schwierig sind aufgrund Ihrer Knieverletzung die folgenden Aktivitäten für Sie? Bitte bewerten Sie von 1 bis 5, wobei 1 keine Schwierigkeiten und 5 die Unmöglichkeit beschreibt, diese Aktivität auszuüben

- a. Treppensteigen 1 2 3 4 5
- b. Treppe hinuntergehen 1 2 3 4 5
- c. Auf dem vorderen Knie knien 1 2 3 4 5
- d. Hockstellung 1 2 3 4 5
- e. Normal sitzen 1 2 3 4 5
- f. Vom Stuhl aufstehen 1 2 3 4 5

- g. Geradeaus laufen 1 2 3 4 5
- h. Hochspringen und auf dem betroffenen Bein landen 1 2 3 4 5
- i. Beim Gehen (bzw. Laufen, wenn Sie Sportler/in sind) schnell anhalten und starten 1 2 3 4 5

FUNKTION:

11. Wie würden Sie die Funktionsfähigkeit Ihres Knies auf einer Skala von 0 bis 10 beurteilen, wobei 10 eine normale und ausgezeichnete Funktionsfähigkeit bezeichnet und 0 die Unfähigkeit, irgendeine Ihrer normalen täglichen Aktivitäten, darunter möglicherweise auch Sport, auszuführen?

FUNKTIONSFÄHIGKEIT VOR DER KNIEVERLETZUNG:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

DERZEITIGE FUNKTIONSFÄHIGKEIT IHRES KNIES:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

11.4 EQ-5D

Beweglichkeit/Mobilität:

- ich habe keine Probleme herumzugehen
- ich habe einige Probleme herumzugehen
- ich bin ans Bett gebunden

für sich selbst sorgen

- ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen
- ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen
- ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen

Allgemeine Tätigkeiten
(Hausarbeit, Freizeit)

- ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen
- ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen

Schmerzen/körperliche
Beschwerden

- ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden
- ich habe mäßige Schmerzen oder Beschwerden
- ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden

Angst/Niedergeschlagenheit

- ich bin nicht ängstlich oder deprimiert
- ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert
- ich bin extrem ängstlich oder deprimiert