Tibiakopffrakturen

Stand der Versorgung

Tibiakopffrakturen repräsentieren 1–2 % aller Frakturen des Menschen. Als Gelenkfrakturen mit komplexer Beteiligung der tibialen Gelenkfläche sowie Begleitverletzungen des Weichteilmantels und des Kapsel-Band-Apparats stellen sie den Operateur mitunter vor eine besondere Herausforderung. Beim Verletzungsmechanismus wird zwischen Hochenergiestraumata beim jüngeren und Niedrigenergiestraumata beim älteren Patienten mit verminderter Knochenqualität unterschieden. Aufgrund der demographischen Entwicklung gewinnt die 2. Gruppe zunehmend an Bedeutung, die Versorgungsstrategie muss angepasst werden.

Epidemiologie und Verletzungsmechanismen

Tibiakopffrakturen machen 1–2 % aller Frakturen des menschlichen Körpers und 10 % aller Frakturen der Tibia aus. Es zeigt sich eine Häufung ab der 4.–6. Lebensdekade, wobei Männer in jüngerem Alter häufiger betroffen sind als Frauen. Beim über 60-Jährigen ist die Tibiakopffraktur bereits der achthäufigste Bruch; 70 % der Frakturen betreffen isoliert das laterale Tibiaplateau [23].

Am häufigsten treten entsprechend den anatomischen Besonderheiten und Verletzungsmechanismen Impressions-, Spalt- oder Impressions-Spalt-Brüche des lateralen Tibiaplateaus auf. Mit zunehmender Gewalteinwirkung kommt es gehäuft zu bikondylären Frakturen oder Trümmerfrakturen, die sich über die Metaphyse bis in die Diaphyse ausdehnen können. Bei entsprechend hoher Energie

finden sich vermehrt Luxationsfrakturen. Begleitverletzungen von Bändern und Menisken werden in der Literatur mit einer Häufigkeit von bis 63 % beschrieben [8, 10, 31]. Eine Sonderform stellt der knöchernen Kreuzbandausriss dar.

Klassifikationen

Im deutschsprachigen Raum hat sich die Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) nach Müller (1990) durchgesetzt. Die AO-Klassifikation orientiert sich an der radiologischen Frakturmorphologie und gibt einen Überblick über die verschiedenen Frakturformen, aus denen sich die Therapie ableiten lässt. Im angloamerikanischen Raum wird vornehmlich die Klassifikation nach Schatzker (1979) verwendet. Sie orientiert sich ebenfalls an der radiologischen Frakturmorphologie und erlaubt eine Prognoseabschätzung. Die Einteilung der Luxationsfrakturen erfolgt nach Moore (1981) mit besonderem Augenmerk auf ligamentäre Begleitverletzungen.

Zur Klassifikation der Weichteilverletzung hat sich bei geschlossenen Frakturen die Einteilung nach Tscherny u. Oestern (1981), bei offenen Frakturen die Einteilung nach Gustilo u. Anderson (1976) durchgesetzt.

Diagnostik

Anamnese und klinische Untersuchung

Bei der Diagnostik von Tibiakopffrakturen stehen die Anamnese und klinische Untersuchung des Patienten an erster Stelle. Der inspektorischen und palpatorischen Eva-

luation des Weichteilmantels kommt bei den Tibiakopffrakturen eine besondere Bedeutung zu. Es muss zwischen offenen und geschlossenen Verletzungen unterschieden werden, weiterhin sollten Spannungsblasen, Kontusionsmarken und Weichteilgewebeerluste ermittelt werden (Abb. 1). Das Ausmaß des Weichteilschadens ist ein wichtiger Faktor bei der operativen Planung und intraoperativen Entscheidung.

Eine Bewegungsprüfung des Kniegelenks sollte bei Frakturverdacht zunächst unterbleiben, ebenso eine Stabilitätsprüfung des Bandapparats. Dies kann bei Be-

Abb. 1 ▲ Ausgeprägter geschlossener Weichteilschaden bei komplexer Tibiakopffraktur. Temporäre Ruhigstellung der Fraktur mittels gelenkübergreifendem Fixateur externe

Abb. 2 ◀ Tibiakopffraktur C3 nach AO-Klassifikation im Röntgenbild in 2 Ebenen: **a** a.-p., **b** seitlich. Frakturmorphologie in der Computertomographie: **c** a.-p., **d** seitlich, **e** axial

darf im Operationssaal unter Narkosebedingungen nachgeholt werden.

Essenziell ist weiterhin der Ausschluss von Gefäß- oder Nervenschäden. Diese sind v. a. mit Luxationsfrakturen nach Moore und C3-Frakturen nach AO-Klassifikation vergesellschaftet. Bei klinischem Verdacht auf eine arterielle Gefäßverletzung sollte eine Dopplersonographie durchgeführt werden, im Zweifel sollte der (magnetresonanz-)angiographische Ausschluss erfolgen. Ein begleitendes Kompartmentsyndrom muss erkannt und mittels Dermatofasziotomie entlastet werden.

Bildgebung

Goldstandard in der bildgebenden Diagnostik sind die konventionelle Röntgenaufnahme in 2 Ebenen und die Compu-

tertographie (CT) mit 3-D-Rekonstruktion [9].

Röntgenbild und Computertomographie

Mithilfe des Röntgenbilds und der sich daran anschließenden CT-Diagnostik, die bei Vorliegen einer Tibiakopffraktur standardmäßig durchgeführt werden sollte, kann die Frakturmorphologie genau beurteilt (▣ Abb. 2) und eine Behandlungsstrategie abgeleitet werden.

In einer retrospektiven Studie wurde gezeigt, dass die Inter- und Intraobserver-Reproduzierbarkeit bei der Einteilung von 50 Tibiakopffrakturen nach AO-Klassifikation durch 6 Untersucher signifikant durch die zusätzliche Anfertigung eines Computertomogramms gesteigert werden konnte [12].

Magnetresonanztomographie

Zusätzlich kann eine MRT des Kniegelenks durchgeführt werden, um Begleitverletzungen von Bändern und Menisken sowie Knorpel zu detektieren. Die Sensitivität der MRT liegt hierfür bei mehr als 90 % [8].

In mehreren Studien zeigte sich zuletzt eine deutliche Assoziation von Tibiakopffrakturen mit Begleitverletzungen von Bändern und Menisken [4, 25]. Shepherd et al. [31] diagnostizierten bei 20 Patienten mit nichtverschobenen Tibiakopffrakturen anhand der MRT 40 % Bandrupturen und 80 % Meniskusläsionen. Chen et al. [6] fanden in einem systematischen Review mit insgesamt 609 Patienten mit operativ versorgten Tibiakopffrakturen vom Typ B nach AO-Klassifikation bei 21 % vordere Kreuzbandrupturen und bei 42 % Meniskusläsionen.

Die Indikation zur MRT-Diagnostik sollte somit in Anbetracht des gehäufteten Auftretens von Begleitverletzungen von Bändern und Menisken großzügig gestellt werden.

Therapie

Allgemeine Therapieziele

Bei der Versorgung von Tibiakopffrakturen müssen mehrere Therapieziele formuliert werden, um das bestmögliche Outcome für den Patienten zu erzielen (**Tab. 1**).

Es muss versucht werden, möglichst viele der Therapieziele gleichzeitig zu erreichen. Das Vermeiden einer posttraumatischen Arthrose sollte als eines der Hauptziele angestrebt werden. Eine posttraumatische Arthrose entwickelt sich bei 9–44 % der Patienten nach Tibiakopffraktur [23].

Parkkinen et al. [23] konnten im Rahmen der Nachuntersuchung von 73 Patienten mit operativ versorgten lateralen Tibiakopffrakturen (B3 nach AO) mit einem Follow-up von 4,5 Jahren zeigen, dass es bei einem Valgus $> 5^\circ$ und einer Gelenkstufe > 2 mm signifikant schneller zur Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose kam.

Honkonen et al. [18] untersuchten den Einfluss einzelner radioanatomischer Parameter bei 131 Patienten mit Tibiakopffrakturen nach einem Follow-up von 7,6 Jahren auf das klinische Outcome. Folgende Risikoparameter für ein schlechtes Outcome konnten identifiziert werden: Gelenkstufe > 2 –3 mm, Kondylenerweiterung > 5 mm, jeglicher Varus, Valgus $> 5^\circ$ sowie mediolaterale Instabilität.

Eine systematische Literaturanalyse mit 36 Studien aus dem Jahre 2010 [11] ergab, dass das Langzeit-Outcome möglicherweise weniger von der stufenfreien Frakturposition selbst als von dem Erreichen einer adäquaten Kniegelenksstabilität abhängt.

Konservative Behandlung

Patienten mit nichtverschobenen und als stabil eingestuften Frakturen können konservativ frühfunktionell behan-

Trauma Berufskrankh 2016 · [Suppl 1]: 18:S26–S32 DOI 10.1007/s10039-015-0048-y
© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015

D. Rixen · B. Mester

Tibiakopffrakturen. Stand der Versorgung

Zusammenfassung

Hintergrund. Tibiakopffrakturen repräsentieren 1–2 % aller Frakturen des Menschen. Bei komplexer Beteiligung der tibialen Gelenkfläche und Begleitverletzungen des Weichteilmantels stellen sie mitunter eine besondere Herausforderung dar.

Klassifikation. Im deutschsprachigen Raum hat sich die Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) durchgesetzt, sie orientiert sich an der radiologischen Frakturmorphologie. Im angloamerikanischen Raum wird bevorzugt die Einteilung nach Schatzker angewendet.

Diagnostik. Das Ausmaß des Weichteilschadens ist ein wichtiger Faktor bei der operativen Planung und Entscheidungsfindung. Goldstandard in der Bildgebung sind das konventionelle Röntgenbild in 2 Ebenen und die Computertomographie mit 3-D-Rekonstruktion. Für die Beurteilung von Begleitschäden hat die Magnetresonanztomographie eine besondere Aussagekraft.

Behandlung. Eines der wesentlichen therapeutischen Ziele ist die Vermeidung einer

posttraumatischen Gonarthrose. Das Fraktur- und Zeitmanagement hängen von der „Persönlichkeit der Fraktur“ ab. Als Implantate kommen vorwiegend Schrauben und winkelstabile Plattensysteme zum Einsatz. Die Bedeutung der arthroskopischen Versorgung nimmt zu. Zur Defektauffüllung gewinnen künstliche Knochenersatzmaterialien an Bedeutung.

Schlussfolgerung. Bei jüngeren Patienten mit operativer Versorgung und Niedrigenergietraumata sind gute Langzeitergebnisse zu erwarten. Bei Hochenergietraumata und ausgeprägter Gelenkerstörung ist das Outcome schlechter. Durch die fortwährende Weiterentwicklung von Operationstechnik, Implantaten und Knochenersatzmaterial könnten die Ergebnisse verbessert werden.

Schlüsselwörter

Tibiakopffraktur · Weichteilschaden · Osteosynthese · Fixateur externe · Knochenersatzmaterial

Tibial plateau fractures. State of the art treatment

Abstract

Background. Tibial plateau fractures represent 1–2 % of all human fractures. Complex fractures affecting the tibial joint surface and accompanying injuries of the soft tissue covering can be a special challenge for surgeons. This paper provides the current state of treatment options.

Classification. In German-speaking countries the classification of the Working Group for Osteosynthesis (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*, AO) is accepted as the gold standard but in English-speaking countries the classification by Schatzker is preferred.

Diagnostics. The severity of the soft tissue injury is the main factor for determining the time of operation and for perioperative decision making. The gold standards in imaging diagnostics are conventional x-ray photographs in two planes and computed tomography plus 3D reconstruction. Magnetic resonance imaging plays the most important role in evaluating concomitant injuries of ligaments and menisci.

Therapy. One of the main goals is to avoid posttraumatic arthritis of the knee joint. Time and fracture management depend on the so-called personality of the fracture. Screws and locking plates are most commonly used as implants. The importance of arthroscopically assisted surgery is increasing. For filling bone defects artificial bone graft substitutes are inserted more frequently.

Conclusion. The long-term outcome of surgically treated younger patients with low energy trauma seems to be good. Poorer results can be expected in cases with high energy trauma and higher degrees of destruction of the tibial joint surface. The ongoing research on operation techniques, implants and bone graft substitutes aims at improving the results in the future.

Keywords

Tibial fractures · Soft tissue injuries · Osteosynthesis · External fixators · Bone substitutes

delt werden [18]. Für 6 Wochen sollte eine weitgehende Entlastung des betroffenen Beins an Unterarmgehstützen er-

folgen. Der Therapieverlauf muss dabei röntgenologisch überwacht werden. Besonders beim konservativen Therapiere-

Tab. 1 Allgemeine Therapieziele bei der Versorgung von Tibiakopffrakturen

Wiederherstellung von stufenfreien Gelenkflächen
Wiederherstellung einer anatomischen Beinachse
Beseitigung intraartikulärer Schäden
Funktionelle Wiederherstellung des Kniegelenks
Schaffen von stabilen Gelenkverhältnissen
Schmerzfreiheit
Schnellstmögliche Übungs-/Belastungsstabilität
Vermeiden einer posttraumatischen Arthrose

Tab. 2 Indikationen zur operativen Behandlung von Tibiakopffrakturen

Offene Frakturen
Gefäß-/Nervenverletzung, Kompartmentsyndrom
Luxationsfrakturen
Dislozierte und instabile Frakturen
Frakturen mit Gelenkbeteiligung mit Trümmerzone, Impression, Stufe > 2 mm oder Spalt > 5 mm
Schlechte Knochenqualität
Non-Compliance

gime empfiehlt sich zu Beginn die zusätzliche Durchführung einer MRT, um Begleitverletzungen von Bändern und Menisken zu detektieren.

Ergänzende Gründe für die Einleitung einer konservativen Therapie können in bestimmten Fällen eine bereits bestehende Gonarthrose oder ein geringer Patientenanspruch sein. Bei fehlender Operationsfähigkeit müssen ggf. auch dislozierte und instabile Tibiakopffrakturen konservativ behandelt werden.

Operative Behandlung

Operationsindikation und Zeitmanagement

Die Indikationen zur operativen Behandlung von Tibiakopffrakturen zeigt

■ **Tab. 2.**

Das Fraktur- und das Zeitmanagement hängen von der „Persönlichkeit der Fraktur“ ab: Frakturverlauf und -ausmaß, Verletzungsausmaß und Schwellungsgrad der Weichteile, begleitende Band- und Meniskusläsionen sowie begleitende Gefäß- und Nervenläsionen.

Die definitive Versorgung geschlossener Frakturen ohne Begleitverletzungen sollte erst dann erfolgen, wenn der Weichteilmantel einen spannungsfreien Wundverschluss ermöglicht und sie ohne Risiko für postoperative Weichteilkomplikationen stattfinden kann. In der Literatur besteht keine Einigkeit über den idealen Zeitpunkt der operativen Versorgung [14].

Komplexe Tibiakopffrakturen nach Hochenergietraumata sollten im Intervall nach Konsolidierung der Weichteile mit einem geeigneten Team und unter geeigneten logistischen und technischen Voraussetzungen versorgt werden [7]. Bei polytraumatisierten Patienten bestimmt das Gesamtverletzungsmuster die Versorgungsstrategie.

Operationszugänge

Der adäquate Operationszugang muss abhängig vom Frakturtyp und von den präoperativ identifizierten Schlüsselfragmenten gewählt werden. Diese Fragmente tragen aufgrund ihrer Lage und Größe relevant zur Gelenkkonfiguration und -stabilität bei und können gut mittels Osteosynthese fixiert werden.

Abhängig von der Fraktur müssen teilweise 2 Zugänge kombiniert werden. Zudem ist bei der Schnittführung ein später geplanter endoprothetischer Gelenkersatz zu berücksichtigen. Der anterolaterale Zugang ist der am häufigsten angewandte Zugang zur Versorgung von Tibiakopffrakturen, ein Großteil der Frakturen kann hierüber versorgt werden. Der Hautschnitt erfolgt bei 30° gebeugtem Knie als anterolateraler Längsschnitt. Der Zugang kann bedarfsweise durch Verlängerung nach proximal und distal zur lateralen Arthrotomie erweitert werden. Weitere Operationszugänge sind der mediale, der posterolaterale, der posteromediale Zugang und dorsale Zugänge.

Aufgrund der minimal-invasiven Technik hat die arthroskopisch assistierte Versorgung von Tibiakopffrakturen stark zugenommen. Über ein anteromediales und anterolaterales Arthroskopieportal kann die Fraktur unter Sicht reponiert werden. Eine anzuhebende Impressionszone lässt sich über einen transossären, metaphysär medial oder lateral angelegten Arbeitskanal erreichen.

Implantatwahl und differenzierte Frakturversorgung

Je nach Frakturtyp, Weichteilschaden und Therapiekonzept stehen zur Versorgung von Tibiakopffrakturen verschiedene Implantate zur Verfügung.

Der gelenkübergreifende Fixateur externe (■ **Abb. 1**) kommt als temporäres Verfahren bei ausgeprägtem Weichteilschaden, offenen Frakturen oder Gefäß- bzw. Nervenverletzungen sowie bei hoher Instabilität, ausgeprägter Trümmerzone und Dislokation zum Einsatz (C3 nach AO). Bei beruhigter Weichteilsituation sollte zur Vorbeugung einer Bewegungseinschränkung der Verfahrenswechsel zügig durchgeführt werden.

Bei Vorliegen eines kondylären Spaltbruchs (B1 nach AO) kann mit Spongiosazugschrauben eine Kompression auf den Frakturspalt ausgeübt werden. Kondyläre Impressionsbrüche (B2 nach AO) können zur Abstützung ebenfalls mit Spongiosaschrauben versorgt werden. Besonders beim osteoporotischen Knochen bietet sich an, hierbei additiv eine Schraube von anterior einzubringen, um das Risiko einer Sinterung über das Osteosynthesematerial zu verringern („Jail-Technik“, [26]).

Bei der arthroskopisch assistierten Versorgung kommen i.d.R. Schrauben zum Einsatz. Intraartikuläre Begleitschäden können gleichzeitig adressiert werden. Indikationen für eine arthroskopisch assistierte Versorgung sind der knöcherne Kreuzbandausriss (A1 nach AO), der kondyläre Spaltbruch (B1 nach AO) und der kondyläre Impressionsbruch (B2 nach AO). Ein Risiko des arthroskopischen Vorgehens stellt die über die Fraktur in das Gewebe gelaufene Spülflüssigkeit dar. Diese kann bei entsprechend langer Operationsdauer zu einer ausgeprägten Weichteilschwellung bis hin zum Kompartmentsyndrom führen.

Bei Vorliegen eines Impressions-Spalt-Bruchs (B3 nach AO; ■ **Abb. 3**) kann die Fraktur oftmals nicht mit einzelnen Schrauben adäquat stabil versorgt werden. In diesen Fällen kommt die Plattenosteosynthese zum Einsatz (■ **Abb. 4**). Heutzutage werden hier bevorzugt mono- und polyaxiale vorgeformte winkelstabile Implantate angewandt. Diese wirken entsprechend dem Konzept der Winkelstabi-

Abb. 3 ▲ Tibiakopf-Impressions-Spalt-Fraktur B3 nach AO-Klassifikation mit additiver medialer Femurkondylenfraktur

Abb. 4 ◀ Versorgung einer Tibiakopf-Spalt-Impressions-Fraktur B3 nach AO-Klassifikation (Abb. 3) mit winkelstabiler Formplatte. Röntgenaufnahmen: **a** a.-p., **b** seitlich

Abb. 5 ◀ Bilaterale plattenosteosynthetische Versorgung einer Tibiakopffraktur C3 nach AO-Klassifikation. Röntgenaufnahmen: **a** a.-p., **b** seitlich

lität als Fixateur interne. Vorteile sind die Schonung der periostalen Durchblutung und die Möglichkeit zur Überbrückung von knöchernen Defekten.

Extraartikuläre metaphysäre Frakturen mit und ohne Trümmerzone (A2 und A3 nach AO) stellen eine gute Indikation zur winkelstabilen Plattenosteosynthese dar. In der Literatur wird von ausgezeichneten Ergebnissen mit hohen Ausheilungsraten berichtet [3]. Dabei können die winkelstabilen Implantate offen oder je nach Fraktur auch minimal-invasiv über einen Zielbügel geführt eingebracht werden. Bei der Osteosynthese ist auf eine korrekte Platzierung des Implantats zu achten, da die

Platten auftragen und den dünnen Weichteilmantel kompromittieren können.

Bei den vollständig artikulären Frakturen (C nach AO) kommen ebenfalls bevorzugt winkelstabile Plattensysteme zum Einsatz. Durch die erhöhte Stabilität können auch bikondyläre Frakturen mit schwierigen Weichteilverhältnissen ausschließlich von lateral mittels winkelstabiler Platte versorgt werden [15, 22]. Bei einem höhergradigen Weichteilschaden ist die Infektionsrate dadurch nachweislich niedriger als bei bilateraler Versorgung und es wird ein gutes Ausheilungsergebnis erzielt [24]. Bikondyläre Frakturen erfordern abhängig von den Schlüsselfragmenten jedoch auch gelegentlich

eine bilaterale Versorgung mit additiver „Abstützplatte“ (Abb. 5).

Neben den oben aufgeführten Standardverfahren wurden einige Alternativen als Ausweichmöglichkeit beschrieben.

Der Hybridfixateur ist eine Alternative zum konventionellen gelenkübergreifenden Fixateur externe. Hierbei wird der Gelenkblock mit vorgespannten dünnen Olivendrähten über ein Ringelement retiniert und über V-förmig angeordnete Fixateurstangen mit Schanzschrauben im Tibiaschaft verbunden. Vorteil ist die Möglichkeit zur funktionellen Beübung des Gelenks. Frakturen mit ausgeprägter Trümmersituation und schwierigen Weichteilverhältnissen können hiermit grundsätzlich sogar ausbehandelt werden. Komplikationen stellen die Pininfektion im Eintrittsbereich der Olivendrähte und die Gelenkinfektion dar [35]. Bei Anwendung des Hybridfixateurs sollten die Drähte mindestens 15 mm unterhalb des Tibiaplateaus eingebracht werden, um das Risiko einer Gelenkinfektion zu minimieren.

Rommens et al. [27] publizierten die antegrade Marknagelosteosynthese als Versorgungsmöglichkeit von Tibiakopffrakturen. Indikationen in dieser Arbeit waren Tibiakopffrakturen vom Typ A2/A3 nach AO-Klassifikation sowie C2/C3-Frakturen in Kombination mit anderen Implantaten. Langzeitergebnisse hierzu liegen noch nicht vor.

Tab. 3 Peri- und postoperative Komplikationen nach Tibiakopffraktur

Gefäß-/Nervenverletzung
Kompartmentsyndrom
Wundheilungsstörung
Infektion
Sekundäre Dislokation
Implantatversagen
Kondylennekrose
Arthrofibrose
Postoperative Bewegungseinschränkung
Pseudarthrose
Posttraumatische Arthrose

Der primäre Gelenkersatz stellt eine Rarität dar. In Anbetracht der demographischen Entwicklung mit Zunahme von nichtrekonstruierbaren Trümmerfrakturen bei schlechter Knochenqualität und vorbestehender erheblicher Arthrose kann der primäre Gelenkersatz jedoch als sinnvolle Alternative betrachtet werden. Mit diesem Verfahren lassen sich möglicherweise frustrane Rekonstruktionsversuche und eine lange Nachbehandlung mit der Notwendigkeit zur Entlastung vermeiden [30].

Knochen transplantation und -ersatzmaterialien

Im Rahmen der Versorgung der verschiedenen Frakturtypen entstehen häufig unterhalb der tibialen Gelenkfläche und metaphysär knöcherne Defektzonen. In der Regel stehen zur kompressionsstabilen und formschlüssigen Defektaufüllung autologe Spongiosa und diverse Knochenersatzmaterialien zur Verfügung [20]. Die Defektaufüllung mittels autologer Spongiosa stellt aktuell noch das Standardverfahren dar. Vorteile sind die Osteogenität, Osteoinduktivität und Osteokonduktivität des Materials. Als Nachteile sind die Entnahmemorbidität und die verlängerte Operationszeit zu nennen. Alternativ gibt es verschiedene Knochenersatzmaterialien. Dabei wird besonders der injizierbare kalthärtende Kalziumphosphatzement als formschlüssig und mechanisch belastbar eingeschätzt [21]. In einer Metaanalyse aus dem Jahr 2008 [2] konnte eine signifikante Schmerzreduktion durch Applikation von Kalziumphosphat gegenüber dem Unterlassen einer Defektaufüllung nachgewie-

sen werden. Russell et al. [28] zeigten in einer prospektiven randomisierten Multi-centerstudie mit 120 Tibiakopffrakturen, dass es bei Applikation von Kalziumphosphat postoperativ zu einer signifikant geringeren Sinterung des Plateaus kam als bei Defektaufüllung mit Spongiosa. Weitere Studien bestätigen diesen Trend [13, 33]; die Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet dauern an.

Nachbehandlung

Im Rahmen der Nachbehandlung erfolgt eine frühfunktionelle Beübung des Kniegelenks. Es können ein isometrisches Muskeltraining sowie die passive Beübung des Kniegelenks bis 90° Flexion unter physiotherapeutischer Anleitung und unter Zuhilfenahme einer passiven Motorschiene durchgeführt werden. Eine längerfristige Orthesenversorgung wird nicht empfohlen, bei begleitenden Kapsel-Band-Verletzungen kann das Tragen einer Orthese aber sinnvoll sein. In der Regel erfolgt eine Teilbelastung an Gehhilfen für 6 bis 8 Wochen. Unter regelmäßigen Röntgenverlaufskontrollen kann der Heilungsverlauf überwacht werden, eine Belastungsstabilität ist nach 6 bis 12 Wochen postoperativ zu erwarten.

Bei Analyse der vorliegenden Literatur zur Evidenz der Beschränkung der postoperativen Belastung finden sich Hinweise, dass durch den Patienten selbst eine Autoregulierung der Belastung entsprechend dem Konsolidierungsgrad der Fraktur erfolgt [17]. So ergab eine vergleichende Studie mit 32 Patienten mit Tibiakopffrakturen (B nach AO), dass kein Unterschied bezüglich der Häufigkeit einer sekundären Dislokation zwischen Patienten mit postoperativ freigegebener Vollbelastung und Patienten mit der Vorgabe einer vollständigen Entlastung über 6 Wochen festzustellen war [16].

Komplikationen

Ein Großteil der peri- und postoperativ auftretenden Komplikationen ist im Zusammenhang mit der z. T. komplexen Beteiligung der tibialen Gelenkfläche sowie der Kompromittierung des dünnen Weichteilmantels zu sehen ([1, 3], **Tab. 3**). Die Hauptkomplikation einer

Tibiakopffraktur im Langzeitverlauf ist die posttraumatische Gonarthrose.

Je nach Art und Ausprägung der Komplikation sind eine operative Revision und weitere Folgeeingriffe indiziert.

Outcome

Das Outcome nach Tibiakopffrakturen hängt zum einen von der primären knöchernen Verletzung und dem Weichteilschaden, zum anderen auch von der Qualität der Behandlung ab. Wesentlicher Faktor hierbei ist die Wiederherstellung der Gelenkfläche, der Achse und der Gelenkstabilität.

Operativ versorgte Patienten mit Niedrigenergietrauma und Alter unter 40 Jahren zeigen gute Langzeitergebnisse [32]. Ein exzellentes Outcome haben auch Patienten mit B-Frakturen nach AO-Klassifikation und arthroskopisch assistierter minimal-invasiver Versorgung. Laut einer aktuellen Studie von Chen et al. [5] lag hier die Patientenzufriedenheit bei 90,9%, 92% der Studienteilnehmer wiesen ein gutes bis sehr gutes klinisches Ergebnis auf. Das Verfahren wird als verlässlich, effektiv und sicher bewertet.

Im Gegensatz dazu sind bei Frakturen mit Hochenergietrauma und Notwendigkeit zu einem erweiterten operativen Zugang Langzeitprobleme zu erwarten. Nach Schwartzman et al. [29] betrug die Patientenzufriedenheit bei einem Kollektiv von 40 Patienten lediglich 35%.

Offensichtlich erhöhen die Resektion von Menisken, Gelenkinkongruenzen und Fehlreposition die Arthroserate deutlich. So entwickelten in einer Untersuchung von Honkonen et al. [19] 44% von 131 untersuchten Patienten mit Tibiakopffraktur nach 7,6 Jahren eine relevante posttraumatische Arthrose. Bei durchgeführter Menishektomie stieg die Arthroserate drastisch auf 74% [34].

Fazit für die Praxis

- Das Ausmaß des Weichteilschadens ist ein wesentlicher Faktor für die Planung der Behandlung von Tibiakopffrakturen.
- Häufig weisen Patienten mit Tibiakopffrakturen gleichzeitig Band- oder Meniskusverletzungen auf. Diese soll-

ten entweder primär mitversorgt oder zumindest erkannt werden, um sekundär mitbehandelt werden zu können.

- Ziele der Versorgung sind stufenfreie Gelenkflächen, anatomische Beinachsen und ein stabiles Gelenk.
- Guten Ergebnissen nach niederenergetischem Trauma und operativer Versorgung stehen Langzeitprobleme nach hochenergetischem Trauma mit erheblichem Knorpelschaden trotz zufriedenstellenden postoperativen radiologischen Ergebnisses gegenüber.
- Die Weiterentwicklung von minimal-invasiven operativen Verfahren, Implantaten und Knochenersatzmaterialien scheint das Outcome kontinuierlich zu verbessern.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. D. Rixen

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik
Duisburg
Großenbaumer Allee 250
47249 Duisburg
dieter.rixen@bgu-duisburg.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. D. Rixen und B. Mester geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. Ali AM, El-Shafie M, Willett KM (2002) Failure of fixation of tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma* 16:323–329
2. Bajammal SS, Zlowodzki M, Lelwica A, Tornetta P 3rd, Einhorn TA, Buckley R, Leighton R, Russell TA, Larsson S, Bhandari M (2008) The use of calcium phosphate bone cement in fracture treatment. A meta-analysis of randomized trials. *J Bone Joint Surg Am* 90:1186–1196
3. Beck M, Gradl G, Gierer P, Rotter R, Witt M, Mittlmeier T (2008) Treatment of complicated proximal segmental tibia fractures with the less invasive stabilization locking plate system. *Unfallchirurg* 111:493–498
4. Bennett WF, Browner B (1994) Tibial plateau fractures: a study of associated soft tissue injuries. *J Orthop Trauma* 8:183–188
5. Chen XZ, Liu CG, Chen Y, Wang LQ, Zhu QZ, Lin P (2015) Arthroscopy-assisted surgery for tibial plateau fractures. *Arthroscopy* 31:143–153
6. Chen Z, Dai Z, Yang L, Cao S, Liao Y, Fan W (2009) Treatment of Schatzker V/VI tibial plateau fracture involved posteromedial condyle through combined approach. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi* 23:1319–1322
7. Egol KA, Tejwani NC, Capla EL, Wolinsky PL, Koval KJ (2005) Staged management of high-energy proximal tibia fractures (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol. *J Orthop Trauma* 19:448–455
8. Fischbach R, Prokop A, Maintz D, Zähringer M, Landwehr P (2000) Magnetic resonance tomography in the diagnosis of intra-articular tibial plateau fractures: value of fracture classification and spectrum of fracture associated soft tissue injuries. *Rofo* 172:597–603
9. Galla M, Lobenhoffer P (2008) Fractures of the head of the tibia. *Z Orthop Unfall* 146:803–824
10. Gardner MJ, Yacoubian S, Geller D, Pode M, Mintz D, Helfet DL, Lorich DG (2006) Prediction of soft-tissue injuries in Schatzker II tibial plateau fractures based on measurements of plain radiographs. *J Trauma* 60:319–323
11. Giannoudis PV, Tzioupis C, Papatheanassopoulos A, Obakponovwe O, Roberts C (2010) Articular step-off and risk of post-traumatic osteoarthritis. Evidence today. *Injury* 41:986–995
12. Gicquel T, Najihi N, Vendevre T, Teyssedou S, Gayet LE, Hutten D (2013) Tibial plateau fractures: reproducibility of three classifications (Schatzker, AO, Duparc) and a revised Duparc classification. *Orthop Traumatol Surg Res* 99:805–816
13. Goff T, Kanakaris NK, Giannoudis PV (2013) Use of bone graft substitutes in the management of tibial plateau fractures. *Injury* 44(Suppl 1):S86–S94
14. Gruner A, Hockertz T, Reilmann H (2000) Proximal tibial fractures. *Unfallchirurg* 103:668–684
15. Gössling T, Schandelmair P, Müller M, Hankemeier S, Wagner M, Krettek C (2005) Single lateral locked screw plating of bicondylar tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res* 439:207–214
16. Haak KT, Palm H, Holck K, Krashennikoff M, Gebuhr P, Troelsen A. (2012) Immediate weight-bearing after osteosynthesis of proximal tibial fractures may be allowed. *Dan Med J* 59:A4515
17. Haller JM, Potter MQ, Kubiak EN (2013) Weight bearing after a periarticular fracture: what is the evidence? *Orthop Clin North Am* 44:509–519
18. Honkonen SE (1994) Indications for surgical treatment of tibial condyle fractures. *Clin Orthop Relat Res* 302:199–205
19. Honkonen SE (1995) Degenerative arthritis after tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma* 9:273–277
20. Kurien T, Pearson RG, Scammell BE (2013) Bone graft substitutes currently available in orthopaedic practice: the evidence for their use. *Bone Joint J* 95-B:583–597
21. Lobenhoffer P, Gerich T, Witte F, Tschernke H (2002) Use of an injectable calcium phosphate bone cement in the treatment of tibial plateau fractures: a prospective study of twenty-six cases with twenty-month mean follow-up. *J Orthop Trauma* 16:143–149
22. Mueller KL, Karunakar MA, Frankenburg EP, Scott DS (2003) Bicondylar tibial plateau fractures: a biomechanical study. *Clin Orthop Relat Res* 412:189–195
23. Parkkinen M, Madanat R, Mustonen A, Koskinen SK, Paavola M, Lindahl J (2014) Factors predicting the development of early osteoarthritis following lateral tibial plateau fractures: mid-term clinical and radiographic outcomes of 73 operatively treated patients. *Scand J Surg* 103:256–262
24. Partenhimer A, Gössling T, Müller M, Schirmer C, Käb M, Matschke S, Ryf C, Renner N, Wiebking U, Krettek C (2007) Management of bicondylar fractures of the tibial plateau with unilateral fixed-angle plate fixation. *Unfallchirurg* 110:675–683
25. Prokop A, Fischbach R, Burger C, Hahn U, Rehm KE (2001) Diagnosis of intra-articular fracture of the head of the tibia. A prospective comparative study. *Unfallchirurg* 104:131–137
26. Raschke M, Zantop T, Petersen W (2007) Fracture of the tibial head. *Chirurg* 78:1157–1169
27. Rommens PM, El Attar R, Hansen M, Kuhn S (2011) Intramedullary nailing of proximal tibia fractures. *Oper Orthop Traumatol* 23:411–422
28. Russell TA, Leighton RK, Alpha-BSM Tibial Plateau Fracture Study Group (2008) Comparison of autogenous bone graft and endothermic calcium phosphate cement for defect augmentation in tibial plateau fractures. A multicenter, prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* 90:2057–2061
29. Schwartzman R, Brinker MR, Beaver R, Cox DD (1998) Patient self-assessment of tibial plateau fractures in 40 older adults. *Am J Orthop* 27:512–519
30. Schwarz N, Buchinger W, Mähring M, Schedl R, Widhalm HK (2008) Trauma hospital. Knee arthroplasty as primary therapy for proximal tibial fracture. *Unfallchirurg* 111:928–932
31. Shepherd L, Abdollahi K, Lee J, Vangsness CT Jr (2002) The prevalence of soft tissue injuries in non-operative tibial plateau fractures as determined by magnetic resonance imaging. *J Orthop Trauma* 16:628–631
32. Stevens DG, Beharry R, McKee MD, Waddell JP, Schemitsch EH (2001) The long-term functional outcome of operatively treated tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma* 15:312–320
33. Trenholm A, Landry S, McLaughlin K, Deluzio KJ, Leighton J, Trask K, Leighton RK (2005) Comparative fixation of tibial plateau fractures using alpha-BSM, a calcium phosphate cement, versus cancellous bone graft. *J Orthop Trauma* 19:698–702
34. Weigel DP, Marsh JL (2002) High-energy fractures of the tibial plateau. Knee function after longer follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 84-A:1541–1551
35. Weiner LS, Kelley M, Yang E, Steuer J, Watnick N, Evans M, Bergman M (1995) The use of combination internal fixation and hybrid external fixation in severe proximal tibia fractures. *J Orthop Trauma* 9:244–250