

Periprothetische Frakturen

■ Philipp Kobbe, Thomas J. Hockertz, Heinrich Reilmann

Zusammenfassung

Die Inzidenz der periprothetischen Fraktur steigt mit zunehmender prothetischer Versorgung der Bevölkerung an. Ursächlich können ein Trauma oder pathologische Knochenprozesse sein. Das Patientengut weist in der Regel eine Reihe von Nebenerkrankungen auf, wobei biomechanisch die Osteoporose im Vordergrund steht. Die in der Literatur beschriebene hohe perioperative Komplikationsrate fordert eine individuelle Analyse und genaue Therapieplanung mit dem Ziel einer postoperativen Belastungsstabilität. Die zur Verfügung stehenden Implantate sind vielfältig, jedoch nicht alle für jeden Frakturtyp einsetzbar. Anforderungen an das Implantat sind die Notwendigkeit einer frühfunktionellen Nachbehandlung, ein minimalinvasives Applikationsverfahren sowie ein breites Indikationsspektrum.

Periprosthetic Fractures

The incidence of periprosthetic fractures increases with rising numbers of joint replacements. The cause is either trauma or a pathological bone process. Multimorbidity is usually found in this patient population. Biomechanically, the generalized osteoporosis should receive attention. The high complication rate in the treatment of periprosthetic fractures emphasizes the importance of an individual and precise preoperative planning leading to full weight bearing after surgery. There is a wide choice of implants although not all can be used for each fracture type. The requirements placed on the implant are the necessity of early postoperative rehabilitation, minimal invasive surgery and universal application, independent of prosthetic design and fracture type.

jedoch infolge der hohen Komplikationsrate von 14–40% (siehe **Tab. 1**) einen erheblichen Kostenfaktor dar. Im Vordergrund steht die durch Osteoporose und Prothesenlockerung geminderte Knochenqualität. Zusätzlich ist davon auszugehen, dass die Compliance für eine postoperative Teilbelastung nur begrenzt besteht.

Ätiologie

Die Ätiologie der periprothetischen Fraktur lässt sich nach Roffmann und Mendes [11] in zwei Gruppen einteilen.

In der ersten Gruppe zeigt die Prothese eine feste Verankerung im Knochen und anamnestisch besteht ein adäquates traumatisches Ereignis.

Die zweite Gruppe zeigt eine Prothesenlockerung mit fortschreitender oft unmerkter Osteolyse, wobei die periprothetische Fraktur in dieser Gruppe infolge eines Bagatelltraumas auftritt. Daher wird die zweite Gruppe im weiteren Sinne den pathologischen Frakturen zugeordnet. Ursächlicher Mechanismus der Lockerung ist zum einen die durch den Knochenzement bedingte Minderdurchblutung des Knochens und zum anderen die Ausbildung einer periprothetischen Membran, die sich im Rahmen einer durch Abriebpartikel der Prothese induzierten Entzündungsreaktion ausbildet [1]. Ein nachgewiesener Risikofaktor ist die fehlende Primärstabilität der Prothese mit mangelnder Osteointegration. Die hierdurch möglichen Mikrobewegungen resultieren in einer hohen Konzentration an Abriebpartikeln, die eine kaskadische

Einleitung

Die Endoprothesenimplantation ist ein großer Erfolg der jüngeren Medizingeschichte und hat zur Verbesserung der Lebensqualität der betroffenen Patienten beigetragen. In Deutschland werden zurzeit jährlich etwa 135 000 Hüftendoprothesen implantiert [3]. Mit zunehmender Lebenserwartung und steigenden Ansprüchen an die Mobilität werden diese Zahlen unter Berücksichtigung der demografischen Entwicklung weiter ansteigen. Dennoch sind die einmal implantierten Prothesen nicht von lebenslanger Dauer. Die Hauptkomplikation einer implantierten Prothese ist die vorzeitige aseptische Lockerung.

Eine seltene, jedoch für den Patienten umso schwerwiegendere Komplikation ist die periprothetische Fraktur.

Hauptteil

Epidemiologie

Die periprothetische Fraktur ist mit einer Inzidenz von 0,1–2,5% selten [2, 9], stellt

Tab. 1 Komplikationsraten im Vergleich

Autor	n	Komplikationsrate	Mortalitätsrate
Beals und Tower [2]	93	41%	k. A.
Neubauer et al. [10]	45	22,7% (38,6%)	15,9%
UCH Braunschweig	28	14,2%	0%

Freisetzung von knochenresorbierenden Faktoren zur Folge haben. Durch die zunehmende Prothesenlockerung verlässt die Prothese ihre biomechanisch optimale Lokalisation, wodurch frakturbegünstigende Biegemomente auftreten.

Eine Sonderstellung nimmt die periprothetische Fraktur bei festem Prothesensitz infolge von Knochenmetastasen oder primären Knochentumoren ein, die keiner der beiden o.g. Gruppen zuzuordnen ist. Selbstverständlich ist diese seltene Ätiologie der periprothetischen Fraktur als pathologische Fraktur zu klassifizieren. In der mit Prothesen versorgten Altersklasse sind maligne, primäre Knochentumoren, mit Ausnahme des Chondrosarkoms, äußerst selten. Maligne Tumoren, die knöchern metastasieren, sind v.a. das Mamma-, das Bronchial-, das Schilddrüsen-, das Prostata-, das Nierenzell- und das Hodenkarzinom sowie das Plasmozytom.

Diagnostik

Anamnestisch muss zum einen das Unfallgeschehen rekonstruiert werden, um zwischen adäquatem und inadäquatem Trauma zu unterscheiden, und zum anderen muss der prätraumatische Funktionszustand der betroffenen Extremität bestimmt werden.

Die radiologische Standarddiagnostik beinhaltet eine konventionelle Aufnahme in zwei Ebenen.

Als radiologische Lockerungszeichen werden Säume breiter als 2 mm in den Last tragenden Zonen sowie eine Migration der Prothese von mehr als 5 mm angesehen.

Malignitätsverdächtig sind umschriebene Osteolysen, insbesondere bei bekanntem Tumorleiden.

Die Aussagekraft von CT- oder MRT-Untersuchungen ist infolge der Metallartefakte bei liegender Prothese limitiert. Eine Knochenszintigraphie führt im Bereich der Prothese aufgrund einer chronischen Entzündungsreaktion zu einer Mehranreicherung, sollte jedoch bei Verdacht auf einen malignen Prozess durchgeführt werden. Ebenso sollte bei Metastasenverdacht ein Staging veranlasst werden, wobei o.g. knöchern metastasierende Primärtumoren auszuschließen sind.

Klassifikation

Die Klassifikation der diagnostizierten periprothetischen Fraktur ist für die Auswahl des Therapieverfahrens von großer Bedeutung.

Aus der Fülle der einzelnen Klassifikationen sollte sich der Operateur mit einer therapiegerichteten Klassifikation vertraut machen.

Klassifikation bei liegender Hüftprothese

Die Klassifikation nach Johansson [8] ist die am weitesten verbreitete, richtet sich aber lediglich nach der Frakturlokalisierung im Bezug zur Prothese (Typ-I-Fraktur: die Fraktur liegt proximal der Prothesenspitzen; Typ-II-Fraktur: die Frak-

tur befindet sich im Bereich der Prothesenspitze; Typ-III-Fraktur: die Fraktur liegt distal der Prothese) (siehe **Abb. 1**). Sie berücksichtigt weder Prothesentyp noch Prothesenstatus.

Die Klassifikation nach Duncan [4], die sog. Vancouver-Klassifikation, richtet sich nach der Frakturlokalisierung und dem Prothesenstatus (siehe **Abb. 2**).

Die in unserer Klinik entwickelte Klassifikation der periprothetischen Fraktur bei liegender Hüftprothese nach Hockertz (siehe **Abb. 3**) berücksichtigt neben der Frakturlokalisierung und dem Prothesenstatus zusätzlich den Prothesentyp (Primärprothese, Langschaftprothese). Diese Klassifikation ermöglicht eine gute präoperative Therapieplanung.

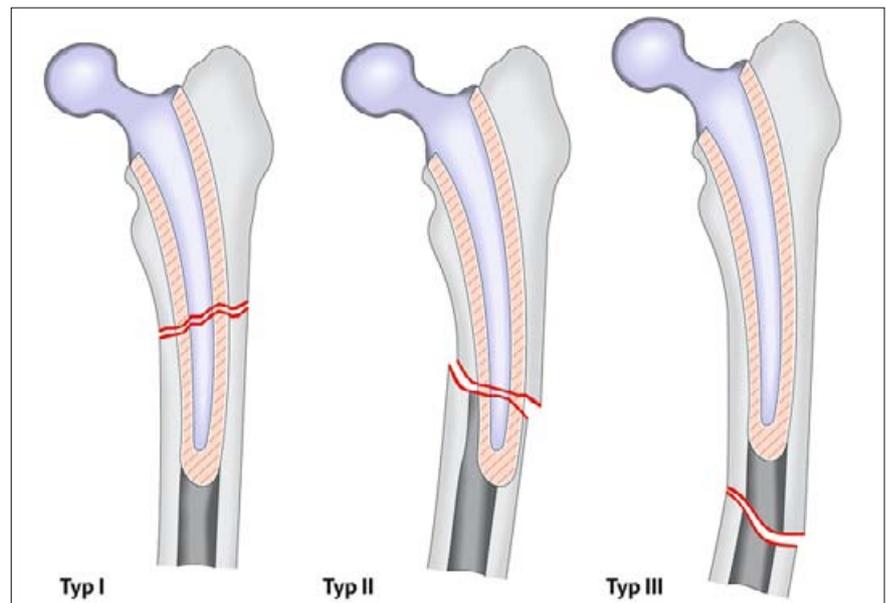


Abb. 1 Klassifikation nach Johansson.

Typ	Frakturlokalisierung	Subtyp
A	Regio trochanterica	A _G : Trochanter major A _L : Trochanter minor
B	Distal des Trochanter major bis zur Region der Prothesenspitze	B ₁ : stabile Prothese B ₂ : lockere Prothese B ₃ : schlechte Knochenqualität
C	Weit unterhalb des Prothesenschaftes	

Abb. 2 Klassifikation nach Duncan.

Klassifikation bei liegender Knieprothese

Die Klassifikation nach Rorabeck [12] beschreibt eine Femurfraktur bei liegender Knieprothese und orientiert sich zum einen an dem Dislokalisationsgrad und zum anderen an der Prothesenstabilität (siehe **Abb.4**). Felix [5] klassifiziert die Tibiafraktur bei liegender Knieprothese und richtet sich nach der Frakturlokalisation sowie dem Prothesenstatus.

Die Patellafraktur bei liegender Knieprothese kann nach Goldberg [6] eingeteilt werden.

Therapie

Der Allgemeinzustand und die Bedürfnisse des Patienten, die Knochenqualität, die Art der Fraktur, die Stabilität der implantierten Prothese sowie die zur Verfügung stehenden Stabilisierungsverfahren müssen in der präoperativen Planung berücksichtigt werden.

Deshalb sind eine genaue Diagnosestellung und die Abwägung der einzelnen Therapieverfahren gegeneinander notwendig (siehe **Abb.5** und **Tab.2**).

Eine konservative Therapie der periprothetischen Fraktur ist aufgrund der hohen

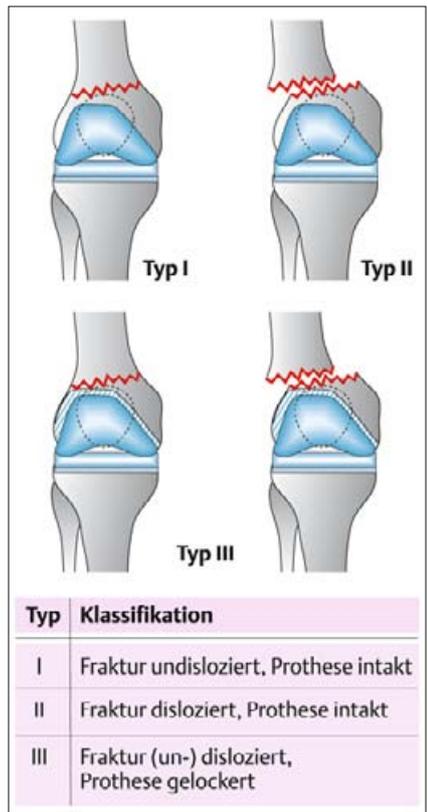


Abb.4 Klassifikation nach Rorabeck.

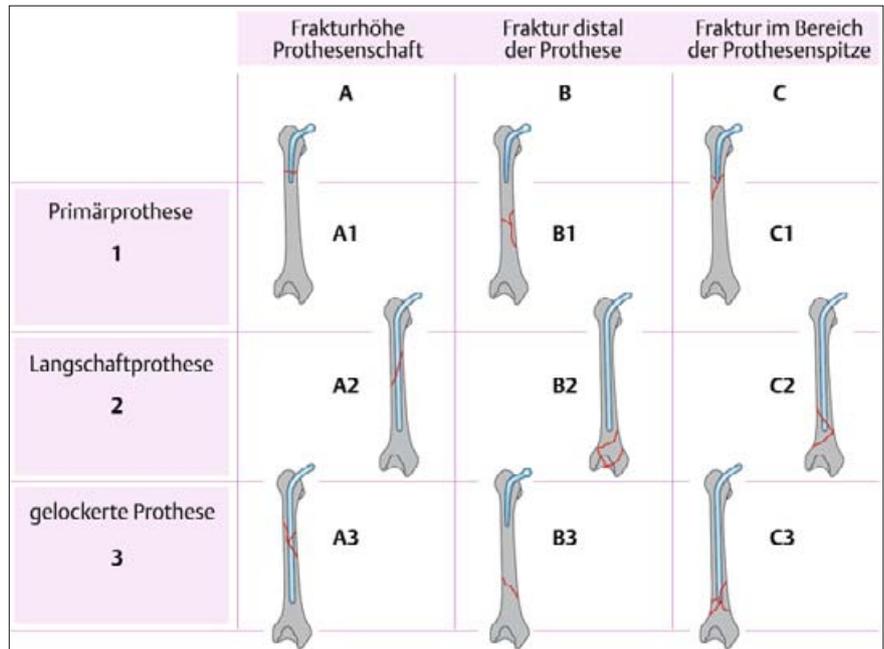


Abb.3 Klassifikation der periprothetischen Fraktur bei liegender Hüftprothese nach Hockertz; der Klassifikation wird bei vorliegendem Knochenzement ein Z angefügt.

hen Komplikationsrate nur bei stabilen Frakturen (undislozierte Frakturen in der Trochanter-major-Region oder Fissuren im Schaftbereich) oder bei nicht operablen Patienten indiziert. Mobilitätsverlust, Varusfehlstellung, Pseudarthrosen und eine hohe Morbidität [9] werden bei konservativer Behandlung beobachtet.

Bei festem Prothesensitz ist eine weichteilschonende, frühfunktionell belastungsstabile Osteosynthese anzustreben, die auch unter Berücksichtigung osteoporotischer Knochenverhältnisse einzusetzen ist.

Während die Revisionsprothetik in den meisten Fällen zu weiteren Knochenverlusten führt und dadurch limitiert ist, besteht das zentrale Problem der Osteosynthese in der Fixation im Bereich der Prothesenteile.

Prothesenwechsel

Eine radiologisch und anamnestisch gelockerte Prothese bedarf des Prothesenwechsels (siehe **Abb.6**). Das Verfahren der Wahl ist die Entfernung der alten Prothese und Implantation einer Langschaftprothese. Bei Verwendung des Wagner-Schafts (Firma Zimmer) wird der konische Schaft (Konuswinkel 2°) durch scharfe konische Längsrippen rotationsstabil im Knochen verankert. Durch die grobgestrahlte Titanlegierung kommt es zur Osteointegration.

Bei multimorbiden Patienten ist die Indikationsstellung zum Prothesenwechsel kritisch zu überprüfen und häufig die osteosynthetische Versorgung zu bevorzugen, um die Invasivität der Operation möglichst gering zu halten.

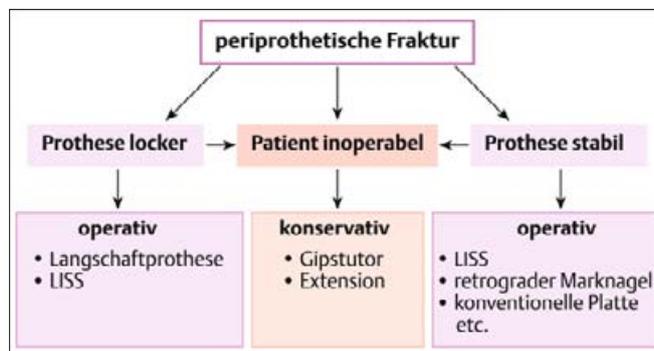


Abb.5 Flussdiagramm der Therapieverfahren.

Tab.2 Zusammenfassung der möglichen Therapieverfahren	
Versorgung	Vor-/Nachteile
Gipstutor	mangelnde Retention häufig Pseudarthrosen und Achsfehlstellungen
Fixateur externe	geringes operatives Trauma lange Tragezeit geringe Stabilität: Übungsstabilität häufig Transfixation des Kniegelenkes nötig Pinstellen als möglicher Infektionsherd
konventionelle Plattenosteosynthese (z. B. Burri- oder AO-Platte)	großer Zugangsweg geringe Stabilität: Übungsstabilität verminderte Periostdurchblutung mit erhöhter Infektgefahr keine universelle Einsetzbarkeit
DCS, Klingenplatte	großer Zugangsweg geringe Stabilität: Übungsstabilität Verwendung wegen Prothesendesign häufig nicht möglich keine universelle Einsetzbarkeit
retrograder Marknagel	Belastungsstabilität keine Beeinträchtigung der Periostdurchblutung erfordert Arthrotomie keine universelle Einsetzbarkeit
Langschaftprothese	Belastungsstabilität keine Beeinträchtigung der Periostdurchblutung Austausch ist mit weiterem Verlust von Knochensubstanz verbunden erschwerter Fixierung
LISS-Platte	Belastungsstabilität keine Beeinträchtigung der Periostdurchblutung minimalinvasives Verfahren universelle Einsetzbarkeit



Abb.6 Johansson-II-Fraktur mit gelockterter Prothese (Hockertz C3 Z); Implantation einer Langschaftprothese mit Cerclagen.

Plattenosteosynthese, DCS, Kondylenplatte

Die Stabilisierung der periprothetischen Fraktur durch Plattenosteosynthese ist problematisch. Die offene Reposition der Fraktur und konventionelle Fixation der Platte ist mit einer zusätzlichen Weich-

teilschädigung assoziiert. Um eine ausreichende Stabilisierung der Fraktur zu gewährleisten, bedürfen die Schrauben einer bikortikalen Verankerung, die bei intramedullärem Prothesenanteil nur durch eine tangentiale Ausrichtung der Bohrkanäle zu erreichen ist. Dies bedarf häufig einer Erweiterung des Zugangs. Des Weiteren ist ein hoher Anpressdruck sowie eine rigide Verankerung der Platte am Knochen notwendig, wodurch die Periostdurchblutung beeinträchtigt wird. Dies induziert Osteonekrosen, die einerseits einen möglichen Infektionsherd darstellen und andererseits eine progrediente Schraubenlockerung induzieren, die in einem Ausriss der Platte enden kann. Bereits geringfügige Lockerungen der Platte führen zu punktuell konzentrierten Biegekräften mit der Gefahr des Implantatversagens. Postoperativ besteht Übungs-, jedoch nicht immer Belastungsstabilität.

Die klassische Kondylenplatte sowie die dynamische Kondylenschraube werden als partiell winkelstabile Implantate mit der Klinge bzw. Schraube in der proximalen oder distalen Metaphyse des Femurs

verankert und anschließend am Femurschaft bikortikal fixiert. Beide Verfahren sind bei periprothetischer Fraktur bei liegender Hüftprothese oder Knieprothese einsetzbar, jedoch nicht bei gleichzeitigem Vorliegen beider Komponenten (interprothetische Fraktur). Bei Frakturen im Bereich eines intramedullären Kraftträgers müssen, analog zur konventionellen Plattenosteosynthese, die Bohrkanäle tangential angelegt werden, um eine bikortikale Verankerung zu erzielen. Auch beim Einsatz der Kondylenplatte bzw. dynamischen Kondylenschraube sind die rigide Fixierung sowie der hohe Anpressdruck der Platte am Knochen problematisch. Additiv eingebrachte Cerclagen führen zu einer weiteren Limitierung der Periostdurchblutung. Für beide Verfahren besteht postoperativ Übungsstabilität, jedoch meist keine Belastungsstabilität.

Retrograde Marknagelung

Die retrograde Marknagelung ist ein Verfahren, das zur Versorgung bestimmter periprothetischer Frakturen eingesetzt werden kann. Kniegelenksarthrotomie und Flexionsfähigkeit des Kniegelenkes von 90° sind erforderlich. Postoperativ besteht zumeist Belastungsstabilität.

Für periprothetische Frakturen bei liegender Hüftprothese besteht die Indikation zur retrograden Marknagelung nur bei der Typ-III-Fraktur nach Johansson. Ein Nachteil dieser Versorgung ist das Auftreten von Biegekräften (Stress-Raiser) zwischen Prothesen- und Nagelspitze, die sekundär zu Frakturen führen können.

Die Möglichkeit einer retrograden Marknagelung bei liegender Knieprothese ist vom Prothesendesign abhängig. Eine Verwendung bei gestielter oder gekoppelter Knieprothese ist nicht möglich, da der Zugang zum Markraum „verbaut“ ist. Prinzipiell ist die Verwendung bei reinem Oberflächenersatz möglich, jedoch bedarf dies einer genauen präoperativen Planung, da die Größe der Notch durch das liegende Implantat verändert und die distale Verriegelung des retrograden Marknagels durch Prothesenanteile oder Knochenzement erschwert sein kann.

LISS

Das LISS fungiert als Fixateur interne und kann minimalinvasiv ante- oder retrograd implantiert werden.

Es überzeugt durch seine universelle Einsetzbarkeit bei der Versorgung von periprothetischen Frakturen unabhängig vom Prothesendesign [7]. (siehe Abb. 7, 8 und 9).

Die Schrauben werden perkutan über einen Zielbügel monokortikal eingebracht, sind winkelstabil im Kraftträger fixiert und bewirken eine Kraftumleitung aus dem Knochen in das Implantat. Der Kraftträger liegt dem Knochen dabei nicht fest auf, wodurch eine Traumatisierung des Periostes vermieden wird. Im Bereich der Prothese kommen entsprechend kürzere Schrauben zur Anwendung, um ein Auflaufen auf die intramedullären Prothesenteile zu verhindern. Die winkelstabilen Schrauben gewährleisten eine postoperative Belastungsstabilität, die auch bei osteoporotischem Knochen erreicht wird. Die im Rahmen der sekundären Frakturheilung entstehende Kallusformation stellt einen Gewinn an Knochensubstanz dar und gewährleistet eine vollständige Frakturheilung. Technisch anspruchsvoll ist die geschlossene Präparation des Implantatlagers, das häufig im Rahmen der Voroperation narbig verändert ist.

Von essenzieller Bedeutung ist die Wiederherstellung der Beinachse, wobei Mehrfragment- oder Trümmerfrakturen überbrückt werden können (no touch-Technik).

Schlussfolgerung

Die Versorgung der periprothetischen Fraktur ist abhängig von der Frakturlokalisation und dem Prothesenstatus.

Ein konservatives Vorgehen ist nur in Ausnahmefällen indiziert. Angestrebt wird eine operative Versorgung mit frühfunktioneller Nachbehandlung. Die Auswahl des operativen Verfahrens ist schwierig und wird von vielen Faktoren (Prothesentyp, Frakturklassifikation, Prothesenstatus und Komorbidität) beeinflusst. Das LISS imponiert durch seine universelle Einsetzbarkeit und wird von uns zur Versorgung der periprothetischen Fraktur bei stabiler Prothese favorisiert. Auch die retrograde Marknagelung stellt ein solides Verfahren zur operativen Versorgung dar, ist jedoch nicht bei jeder periprothetischen Fraktur sowie jedem Prothesendesign einsetzbar. Die konventionelle Plattenosteosynthese ist sowohl dem LISS als auch der retrograden



Abb. 7 Interprothetische Fraktur; LISS Versorgung mit Cerclagen.

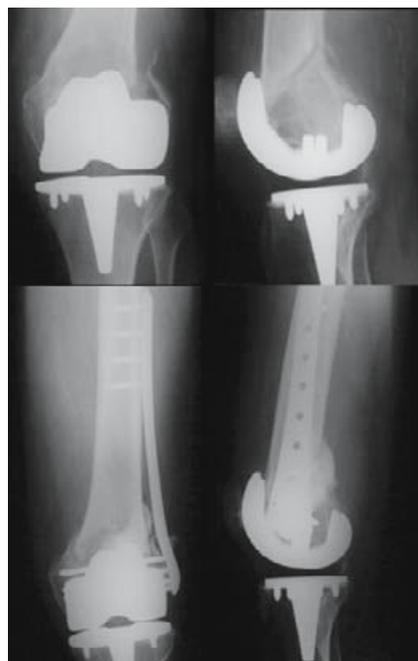


Abb. 8 Rorabeck-I-Fraktur; LISS Versorgung.



Abb. 9 Johansson-III-Fraktur (Hockertz B1 Z); LISS-Versorgung.

Marknagelung hinsichtlich der postoperativen Belastungsstabilität, der postoperativen Komplikationen sowie der operativen Invasivität unterlegen. Ein Prothesenwechsel sollte immer dann erfolgen, wenn die Prothese gelockert ist und dem Patienten diese invasive Operation zugemutet werden kann. Insbesondere bei multimorbiden Patienten und Patienten mit finaler Karzinomerkrankung sollte die Indikation zum Prothesenwechsel kritisch gestellt werden.

Literatur

- 1 Bauer TW. Particles and periimplant bone resorption. Clin Orthop Relat Res 2002; (405):138-143.
- 2 Beals RK, Tower SS. Periprosthetic fractures of the femur. An analysis of 93 fractures. Clin Orthop Relat Res 1996;(327):238-246.
- 3 Breusch SJ, Aldinger PR, Thomsen M, Ewerbeck V, Lukoschek M. Verankerungsprinzipien in der Hüftendoprothetik. Unfallchirurg 2000; 103(11):918-931.
- 4 Duncan CP, Masri BA. Fractures of the femur after hip replacement. Instr Course Lect 1995; 44:293-304.
- 5 Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD. Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1997;(345):113-124.
- 6 Goldberg VM, Figgie HE, III, Inglis AE, Figgie MP, Sobel M, Kelly M et al. Patellar fracture type and prognosis in condylar total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1 988; (236):115-122.
- 7 Hockertz T, Gruner A, Reilmann H. Versorgung peri- und interprothetischer Frakturen des Femur - Bei festem Prothesensitz eine Indikation für das LISS. Eur J Trauma 2002; 28:112-113.
- 8 Johansson JE, McBroom R, Barrington TW, Hunter GA. Fracture of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement. J Bone Joint Surg Am 1981; 63(9):1435-1442.
- 9 Mont MA, Maar DC. Fractures of the ipsilateral femur after hip arthroplasty. A statistical analysis of outcome based on 487 patients. J Arthroplasty 1994; 9(5):511-519.
- 10 Neubauer T, Wahler G, Kohlmann J, Osarovsky M, Wagner M. Periprosthetic femoral fractures after hip arthroplasty. Eur J Trauma 2001; Suppl 1.
- 11 Roffman M, Mendes DG. Fracture of the femur after total hip arthroplasty. Orthopedics 1989; 12(8):1067-1070.
- 12 Rorabeck CH, Angliss RD, Lewis PL. Fractures of the femur, tibia, and patella after total knee arthroplasty: decision making and principles of management. Instr Course Lect 1998; 47:449-458

Dr. med. Philipp Kobbe

Assistenzarzt

Dr. med. Thomas Johannes Hockertz

Leitender Abteilungsarzt

Prof. Dr. med. Heinrich Reilmann

Chefarzt

Unfallchirurgische Klinik
 Städtisches Klinikum Braunschweig
 Holwedestr. 16
 38118 Braunschweig