

Interprothetische Frakturen

■ Lukas Weiser, Johannes M. Rueger, Wolfgang Lehmann

Zusammenfassung

Als interprothetische Fraktur bezeichnet man eine Fraktur zwischen 2 im selben Knochen einliegenden Prothesen. Aufgrund des demografischen Wandels und der zunehmenden Anzahl implantierter Endoprothesen wird die Inzidenz dieser Frakturen in Zukunft deutlich ansteigen. Primäres Ziel bei der Versorgung dieser Verletzungen ist die schnelle Wiederherstellung der Mobilität der häufig komorbiden Patienten. Die Art der Versorgung hängt in wesentlichem Ausmaß davon ab, ob die beteiligten Prothesen noch fest im Knochen verankert oder gelockert sind. Unabhängig davon ist die Behandlung kompliziert und komplikationsträchtig. Da die Biologie des Knochens häufig bereits durch die implantierten Prothesen stark beeinträchtigt ist, ist ein weichteil- sowie knochenschonendes Vorgehen essenziell. Auch aus diesem Grund ist die winkelstabile Plattenosteosynthese aktuell der Goldstandard in der Versorgung. Additive Verfahren wie die Anlagerung von autologem oder allogenen Knochen können bei schlechter Qualität des umgebenden Knochens sinnvoll sein. Sollte eine Osteosynthese aufgrund von gelockerten Prothesen oder schlechter Knochenqualität nicht möglich sein, kann ein vollständiger Femurersatz die letzte Therapieoption sein.

Definition: Bei interprothetischen Frakturen handelt es sich um Knochenbrüche zwischen 2 im selben Knochen einliegenden Implantaten/Prothesen (**Abb. 1**). Am häufigsten treten diese Frakturen zwischen Hüft- und Knieprothesen auf.

Interprosthetic Fractures

Fractures occurring between two prostheses implanted in the same bone are called interprosthetic fractures. Due to the demographic trend and the rising number of implanted hip and knee prostheses, the incidence of these fractures is going to increase in the future. One of the main goals during treatment of these fractures is the early mobilisation of the multimorbid patients. The mode of treatment mainly depends on the fixation status of the involved prosthesis. Independently, the treatment of these fractures is demanding and subject to many complications. Since the biology of the bone has already been changed due to implantation of the prostheses in most patients, it is very important to treat bone and soft tissue thoughtfully. The angular stable osteosynthesis is the gold standard for the treatment of these fractures at the moment. Additional procedures such as transplantation of autologous or allogeneous bone are useful in cases with poor bone quality. If an osteosynthesis is impossible due to loosening of the prosthesis or poor bone quality, a total femur replacement may be the last possibility for treatment.

Hintergrund

Die Anzahl der Patientin, die sich einem Gelenkersatz unterziehen, nimmt stetig zu. Sowohl der demografische Wandel als auch die zunehmende Aktivität dieser Altersgruppe stellen die Gründe für diese Entwicklung dar. Insbesondere im Bereich der Hüft- und Knieendoprothetik zeigen die Registerdaten einen weiteren Anstieg der durchgeführten Ope-

rationen an [1]. Aufgrund dieser Entwicklung nehmen implantatassoziierte Komplikationen ebenfalls deutlich zu [2]. Infolgedessen sehen wir in der unfallchirurgisch-orthopädischen Praxis, neben den bereits häufig diskutierten periprothetischen Frakturen, immer mehr sog. interprothetische Frakturen. Aufgrund der Komplexität dieser Frakturen wie auch der damit einhergehenden komplizierten operativen Behandlung stellen diese Verletzungen eine große Herausforderung im Bereich der Unfallchirurgie/Orthopädie dar (**Abb. 2**).

Die exakte Inzidenz interprothetischer Frakturen ist in der aktuellen Literatur bisher nur unzureichend beschrieben. Kenny et al. beschreiben eine Inzidenz von 1,25% mit 4 Fällen unter 320 Patienten mit Hüft- und Knieprothesen im Bereich des ipsilateralen Femurs [3]. Hingegen haben Sah et al. 22 Patienten in einem Studienzeitraum von 4 Jahren an 2 unterschiedlichen Institutionen beobachtet [4]. Andere Autoren beschreiben 13 Fälle innerhalb eines Zeitraums von 6 Jahren oder 24 Fälle innerhalb von 16 Jahren [5,6]. Ein erhöhtes Risiko für eine interprothetische Fraktur ist bei Patienten mit Revisionseingriffen sowie bei schwerer Osteoporose beschrieben.

Aufgrund der bereits erwähnten demografischen Entwicklung ist in der Zukunft mit einem deutlichem Anstieg der Inzidenz dieser Frakturen zu rechnen.

Klassifikation

Bisher gibt es keine eigenständige Klassifikation für die Beschreibung von interprothetischen Frakturen. Aus diesem Grund werden sie i.d.R. anhand der Klassifikationen für periprothetische Frakturen des Knie- oder Hüftgelenks beschrieben. Die bekannteste Einteilung für periprothetische Frakturen im Bereich des Hüftgelenks ist die sog. Vancouver-Klassifikation. Sie unterteilt die Frakturen in insgesamt 3 Typen [7]:



Abb. 1 Röntgenbild einer interprothetischen Femurfraktur.

- Typ-A-Frakturen im Bereich der Trochanterregion
- Typ-B-Frakturen im Bereich und direkt unterhalb des Prothesenstiels
- Typ-C-Frakturen unterhalb der Prothese

Hingegen werden periprothetische Frakturen des Kniegelenks anhand der Rora-beck-, Su- oder SoFCOT-Klassifikation eingeteilt. Letztendlich basieren alle diese Klassifikationen auf der Frakturlokalisation, dem Fixationsgrad der implantierten Prothesen (nicht gelockert/gelockert) wie auch der umgebenden Knochenqualität. Fink et al. beschrieben eine Erweiterung der Vancouver-Klassifikation für interprothetische Frakturen um die folgenden Typen [8]:

- Typ-IA-Fraktur zwischen einer primären Hüft- und Knieprothese
 - IA1: beide Implantate nicht gelockert
 - IA2: beide Implantate gelockert
- Typ-IB-Fraktur zwischen einer Revisionshüft- und Revisionsknieprothese
 - IB1: beide Implantate nicht gelockert
 - IB2: beide Implantate gelockert

Eine weitere Modifikation der Vancouver-Klassifikation wurde von Platzer et al. beschrieben [6]. Sie unterteilten die Frakturen anhand der Frakturlokalisation sowie dem Angrenzen an die einzelnen Prothesen in 3 Typen:



Abb. 2 Fallbeispiel: Patientin mit Hüft- und Knieprothesen beidseits sowie erneuter Fraktur Femur rechts bei Z. n. Plattenosteosynthese bei interprothetischer Fraktur (oben); Revisionsplattenosteosynthese (unten).

- Typ-I-Fraktur distal der Hüft- und proximal der Knieprothese ohne Angrenzen an eine der Prothesen
- Typ-II-Fraktur, die entweder direkt an die Hüft- oder Knieprothese angrenzt
- Typ-III-Fraktur, die direkt an die Hüft- und die Knieprothese angrenzt

Zusätzlich wurden die Frakturen entsprechend der Verankerungsstabilität der betroffenen Prothesen in 3 Subtypen unterteilt:

- Subtyp A: beide Prothesen stabil
- Subtyp B1: gelockerte Hüftprothese
- Subtyp B2: gelockerte Knieprothese
- Subtyp C: beide Prothesen gelockert

Biomechanik

Die Implantation einer Endoprothese verändert die biomechanischen Eigenschaften im Bereich des betroffenen Knochens deutlich.

So konnten biomechanische Untersuchungen am Leichenknochen zeigen, dass die Implantation einer Hüftendoprothese die Steifigkeiten im Bereich des Femurs so verändert, dass im Falle eines Sturzes auf die betroffene Seite ein um 30% erhöhtes Risiko für eine Fraktur im Vergleich zum nativen Knochen besteht [9,10]. Nach Implantation eines

weiteren intramedullären Kraftträgers in Form eines retrograden Nagels steigt dieses Risiko weiter, sodass im Vergleich zum nativen Femur nur noch die Hälfte der Kraft erforderlich ist, um eine Fraktur herbeizuführen. Hingegen zeigt sich bei der Implantation von 2 zementierten Prothesen kein erhöhtes Risiko für eine Fraktur [11].

Welchen Einfluss der interprothetische Abstand, also der Abstand zwischen dem distalen Ende der Hüftprothese sowie dem proximalen Ende der Knieprothese, bei der Entstehung von interprothetischen Frakturen hat, ist ebenfalls Thema biomechanischer Forschung. In der klinischen Praxis besteht häufig Sorge, dass zu kleine interprothetische Abstände eine Sollbruchstelle darstellen könnten und somit wurde über die Notwendigkeit einer additiven Schutzosteosynthese bei Implantation von Knie- bzw. Hüftprothesen mit kleinen interprothetischen Abständen diskutiert [12]. Diesbezüglich wurden Abstände von weniger als 6 cm oder weniger als 2 Durchmesser der Diaphysen als kritisch angesehen. Eigene biomechanische Studien haben hingegen gezeigt, dass der interprothetische Abstand keine Rolle bei der Entstehung interprothetischer Frakturen spielt, sondern dass die kortikale Dicke



Abb. 3 Röntgenbild einer mittels Plattenosteosynthese versorgten interprothetischen Femurfraktur.

im Bereich der Prothesenspitzen den entscheidenden Parameter darstellt [13]. Ein anderer Faktor, der einen wichtigen Einfluss bei der Entstehung interprothetischer Frakturen hat, ist die Lockerung einer betroffenen Prothese. Hier führt die gelockerte Prothese zu erhöhten Biegemomenten an der Prothesenspitze, einer Ausdünnung des kortikalen Knochens und somit zu einer Schwachstelle, die im Anschluss zu einem erhöhten Risiko für eine Fraktur führen kann.

Versorgungsstrategien

Bezüglich der Versorgung interprothetischer Frakturen werden in der Literatur zahlreiche Arbeiten publiziert. Die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten reichen von der Osteosynthese mittels winkelstabiler oder nicht winkelstabiler Platten, Cerclagen, Anlage von allogenem Knochen, Prothesenwechseln bis hin zum totalen Femurersatz (**Abb. 3**). Welches dieser Verfahren zum Einsatz kommt, hängt wesentlich von der individuellen Situation ab. Entscheidend sind diesbezüglich der Fixationsstatus der einliegenden Prothesen, die Frakturlokalisation, der interprothetische Abstand sowie die umgebende Knochenqualität und der umgebende Weichteilstatus. Ochs et al. haben einen Algorithmus publiziert, der anhand der modifizierten Klassifikation nach Platzer et al. eine Hilfestellung bei der Auswahl des richtigen Verfahrens gibt (**Abb. 4**) [14].

Die Vorbereitung der operativen Versorgung sollte gewissenhaft durchgeführt

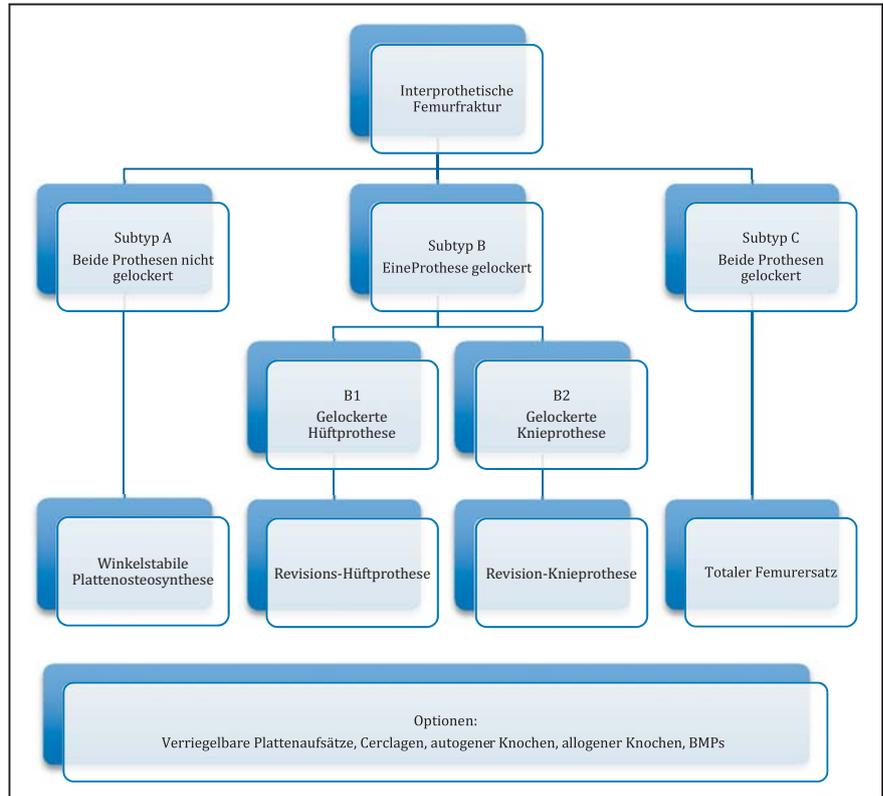


Abb. 4 Versorgungsstrategien bei interprothetischen Femurfrakturen nach Ochs et al. [14].

werden. Auch bei Planung einer osteosynthetischen Versorgung sollten Revisionsimplantate als Rückzugsmöglichkeit zur Verfügung stehen. Aufgrund der implantierten Prothesen ist die Blutversorgung des betroffenen Knochens häufig eingeschränkt. Aus diesem Grund sind verzögerte Heilungsverläufe und Pseudarthrosen keine Seltenheit. Moderne Plattensysteme wie das LISS (Less Invasive Stabilisation System, Synthes) oder die NCB-Platte (Non-Contact Bridging Plate, Zimmer) bieten dem Operateur die Möglichkeit einer minimalinvasiven Osteosynthese bzw. multiple Möglichkeiten, die Schrauben zu setzen. Hier sind insbesondere Plattensysteme von Vorteil, bei denen die Schrauben versetzt eingebracht werden können. So kann es gelingen, auch bei wenig Knochen im Bereich der Prothese noch eine Schraube zu platzieren. Wenn dies nicht möglich ist, müssen Cerclagen eingebracht werden. Plattensysteme, bei denen die Cerclagen über Schrauben fest mit der Platte verbunden werden können, sind dabei vorteilhaft. Eine mögliche geschlossene Reposition der Fraktur trägt entscheidend zur Schonung der Weichteile bei.

Um Sollbruchstellen zu vermeiden, sollte die verwendete Platte die jeweiligen Prothesenspitzen deutlich überragen.

Dabei ist es biomechanisch letztlich nicht geklärt, wie weit die Platten über den Prothesenenden liegen sollen. Einzelne Autoren geben an, dass die Platte die Prothesenspitze um mindestens 2 Durchmesser der Femurdiaphyse überragen sollen, ohne dass dies biomechanisch nachgewiesen ist [15]. Die Verwendung von Cerclagen wird kontrovers diskutiert. In manchen Situationen scheinen sie unumgänglich zu sein, jedoch können sie die ohnehin häufig kritische Durchblutung des Knochens weiter beeinträchtigen. Idealerweise sollten sie lediglich additiv zur Verwendung von winkelstabilen Platten angewendet werden [6].

In Fällen, in denen die umgebende Knochenmasse von besonders schlechter Qualität ist, kann über die Anlage eines zusätzlichen Knochentransplantats nachgedacht werden. In Situationen, in denen eine Osteosynthese aufgrund der schlechten Knochenqualität nicht möglich ist, bleiben als Ausweichmöglichkeiten die Implantation eines totalen Femurersatzes oder die Implantation eines individuell gefertigten Interpositions-nagels. Solche Interpositions-nägel bieten eine hohe Stabilität und werden in unterschiedlichen Größen für die entsprechende Situation bereitgestellt (**Abb. 5**).

Tab. 1 Übersicht klinischer Studien zu interprothetischen Femurfrakturen.

Autoren	n	operative Versorgung	Frakturheilung			Komplikationen
			%	Dauer (Monate)		
Soenen et al. [17]	14	Plattenosteosynthese Prothesenwechsel retrograde Nagelung Cerclage	10 1 2 1	42,85		28,57% Pseudarthrosen
Hou et al. [5]	13	Plattenosteosynthese Prothesenwechsel	9 4	100	4,7	
Platzer et al. [6]	23	Plattenosteosynthese Plattenosteosynthese mit Prothesenwechsel Prothesenwechsel	19 2 2	82	<6	11% verzögerte Frakturheilung, 5% Pseudarthrosen
Michla et al. [18]	8	Plattenosteosynthese Retrograde Nagelung Prothesenwechsel	3 2 2	100 100	3 4	
Mamczak et al. [16]	20	Plattenosteosynthese	20	100	3,3	15% Ausheilung in Fehlstellung
Sah et al. [4]	22	Plattenosteosynthese	22	100	3,5	
Fink et al. [8]	11	Plattenosteosynthese Plattenosteosynthese mit Cerclage	10 1	100		
Kenny et al. [3]	4	Plattenosteosynthese	4	0		100% Versagen der Osteosynthese

Sollte auch dies nicht möglich sein, bspw. bei einer chronischen Infektion im Bereich einer der Prothesen, so kann die Amputation der Extremität die einzige Möglichkeit bleiben, um diese Verletzung zu therapieren.

Resultate

Das am häufigsten verwendete Verfahren bei der Versorgung von interprothetischen Femurfrakturen stellt die Plattenosteosynthese dar.

Mehrere Autoren (**Tab. 1**) beschreiben diesbez. gute Ergebnisse. Sah et al. berichten von einer sehr erfolgreichen Fallserie von 22 interprothetischen Frakturen in einem Zeitraum von 4 Jahren [4]. Es wurde bei allen Patienten eine winkelstabile Plattenosteosynthese durchgeführt. Bei 7 Patienten erfolgte eine zusätzliche Anlagerung von Spongiosa und bei 6 Patienten wurden additive Cerclagen verwendet. Es zeigte sich in allen Fällen eine Frakturheilung, welche im Durchschnitt 3,5 Monate in Anspruch nahm. Auch Mamczak et al. beschrieben eine Frakturheilung von 100% in einer Fallserie von 20 Patienten, die mittels Plattenosteosynthese versorgt wurden [16].

Die meisten beschriebenen Frakturen befanden sich im metaphysären Anteil, kranial einer einliegenden Knieendprothese. Hingegen sind diaphysäre Frakturen,



Abb. 5 Interpositions-nagel zur Versorgung interprothetischer Frakturen. Link, Hamburg, Deutschland.

zwischen Hüft- und gestielter Knieprothese, seltener. Der Unterschied zwischen diesen beiden Frakturtypen kann jedoch relevant sein, da für eine erfolgreiche Osteosynthese u. a. der implantatfreie Abstand zwischen den beiden Prothesen von entscheidender Bedeutung ist. Aus diesem Grund schlugen Soenen et al. eine Erweiterung der Vancouver-

Klassifikation um den Typ D vor [17]. Dieser Typ soll Frakturen zwischen Hüft- und gestielter Knieprothese beschreiben. Ist der Abstand zwischen den beiden Prothesen besonders klein, ist die Biologie des Knochens häufig deutlich beeinträchtigt, was im Folgenden die Frakturheilung erheblich beeinflussen kann. So beschrieben Soenen et al. in ihrer Serie mit insgesamt 14 Patienten 6 Fälle mit einer Typ-D-Fraktur. In allen diesen Fällen kam es nach einer primären Versorgung mittels Plattenosteosynthese zu Knochenheilungsstörungen, die eine Revision entweder mit einer zusätzlichen Versorgung mittels Allograft oder einen Femurtotalersatz notwendig machten [17].

In besonderen Situationen, in denen beide Prothesen gelockert sind oder der umgebende Knochenmantel eine Osteosynthese nicht zulässt, ist die Versorgung mittels eines vollständigen Femurersatzes die Ultima Ratio.

Schlussfolgerung

Interprothetische Frakturen des Femurs stellen eine seltene, aber aufgrund des demografischen Wandels immer häufiger werdende Verletzung dar. Die Versorgung dieser Frakturen ist kompliziert und mit einer hohen Komplikationsrate behaftet. In Abhängigkeit der vorliegenden Fraktur stellt die winkelstabile Plattenosteosynthese aktuell die Therapie der

Wahl dar. Oberstes Ziel der Versorgung ist eine möglichst weichteil- und knochenschonende Versorgung, die eine zügige Mobilisation der Patienten erlaubt.

Literatur

- ¹ Kurtz S, Ong K, Lau E et al. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 780–785
- ² Bansal A, Khatib ON, Zuckerman JD. Revision total joint arthroplasty: the epidemiology of 63, 140 cases in New York State. *J Arthroplasty* 2014; 29: 23–27
- ³ Kenny P, Rice J, Quinlan W. Interprosthetic fracture of the femoral shaft. *J Arthroplasty* 1998; 13: 361–364
- ⁴ Sah AP, Marshall A, Virkus WV et al. Interprosthetic fractures of the femur: treatment with a single-locked plate. *J Arthroplasty* 2010; 25: 280–286
- ⁵ Hou Z, Moore B, Bowen TR et al. Treatment of interprosthetic fractures of the femur. *J Trauma* 2011; 71: 1715–1719
- ⁶ Platzer P, Schuster R, Luxl M et al. Management and outcome of interprosthetic femoral fractures. *Injury* 2011; 42: 1219–1225
- ⁷ Duncan CP, Masri BA. Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect* 1995; 44: 293–304
- ⁸ Fink B, Fuerst M, Singer J. Periprosthetic fractures of the femur associated with hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005; 124: 433–442
- ⁹ Lehmann W, Rupprecht M, Hellmers N et al. Biomechanical evaluation of peri- and interprosthetic fractures of the femur. *J Trauma* 2010; 68: 1459–1463
- ¹⁰ Rupprecht M, Sellenschloh K, Grossterlinden L et al. Biomechanical evaluation for mechanisms of periprosthetic femoral fractures. *J Trauma* 2011; 70: E62–E66
- ¹¹ Lehmann W, Rupprecht M, Nuechtern J et al. What is the risk of stress risers for interprosthetic fractures of the femur? A biomechanical analysis. *Int Orthop* 2012; 36: 2441–2446
- ¹² Erhardt JB, Kuster MS. [Periprosthetic fractures of the knee joint]. *Orthopade* 2010; 39: 97–108
- ¹³ Weiser L, Korecki M, Sellenschloh K et al. The role of inter-prosthetic distance, cortical thickness and bone mineral density in the development of inter-prosthetic fractures of the femur: a biomechanical cadaver study. *Bone Joint J* 2014; 96-B: 1378–1384
- ¹⁴ Ochs BG, Stöckle U, Gebhard F. Interprosthetic fractures – a challenge of treatment. *Eur Orthop Traumatol* 2013; 4: 103–109
- ¹⁵ Larson JE, Chao EY, Fitzgerald RH. Bypassing femoral cortical defects with cemented intramedullary stems. *J Orthop Res* 1991; 9: 414–421
- ¹⁶ Mamczak CN, Gardner MJ, Bolhofner B et al. Interprosthetic femoral fractures. *J Orthop Trauma* 2010; 24: 740–744
- ¹⁷ Soenen M, Migaud H, Bonnomet F et al. Interprosthetic femoral fractures: analysis of 14 cases. Proposal for an additional grade in the Vancouver and SoFCOT classifications. *Orthop Traumatol Surg Res* 2011; 97: 693–698
- ¹⁸ Michla Y, Spalding L, Holland JP et al. The complex problem of the interprosthetic femoral fracture in the elderly patient. *Acta Orthop Belg* 2010; 76: 636–643

Dr. med. Lukas Weiser
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Univ.-Prof. Dr. med.
Johannes M. Rueger
Direktor der Klinik
Prof. Dr. med. Wolfgang Lehmann
Ltd. Oberarzt u. stellv. Klinikdirektor

Zentrum für Operative Medizin
Klinik für Unfall-, Hand- und
Wiederherstellungschirurgie
Universitätsklinikum Hamburg-
Eppendorf
Martinistraße 52
20246 Hamburg
wlehmann@uke.de