

B. Buecking<sup>1</sup>, C. Bliemel<sup>1</sup>, S. Ruchholtz<sup>1</sup>

# Periprothetische Femurfrakturen – Inzidenz, Risikofaktoren, Klassifikation und Therapiestrategien

## *Periprosthetic fractures – incidence, risk factors, classification, and therapeutic concepts*

**Zusammenfassung:** Aufgrund der steigenden Lebenserwartung und der hohen Implantatzahlen ist mit einem Anstieg periprothetischer Femurfrakturen zu rechnen. Ursächlich ist zumeist ein Niedrigrasanztrauma in Verbindung mit Risikofaktoren wie Osteoporose oder Implantatlockerung. Es liegen verschiedene Klassifikationssysteme vor. Für Patienten mit Hüft-TEP ist die Vancouver-Klassifikation etabliert, während die Rorabeck-Klassifikation bei einliegender Knie-TEP am meisten verbreitet ist. Beide berücksichtigen die Festigkeit der Prothese, die für die Therapieplanung entscheidend ist. Obwohl die definitive Therapieentscheidung eine individuelle bleibt, gelten daher folgende Therapieprinzipien. Bei fest-sitzenden Prothesen kommen winkelstabile Plattenosteosynthesen in Frage. Diese bieten gegenüber herkömmlichen Platten eine höhere Stabilität und können minimal-invasiv oder mini-offen implantiert werden, wodurch die Weichteile geschont werden. Bei Lockerung der Prothese ist ein Prothesenwechsel indiziert. Dabei müssen bei schlechtem Knochenstock häufig Revisionsprothesen implantiert werden. Zur Vermeidung sekundärer Komplikationen sind eine frühzeitige Mobilisierung der Patienten und eine möglichst funktionelle Behandlung der verletzten Extremität essenziell.

*Schlüsselwörter:* periprothetische Frakturen, Altersfrakturen, Femurfrakturen, minimal-invasiv

**Abstract:** Based on a growing live expectancy as well as a high rate of prosthetic implantation, a raising rate of periprosthetic femoral fractures is expected. Periprosthetic femoral fractures mainly occur due to only moderate trauma, osteoporosis and implant loosening. In this context, different classification systems are in use. Vancouver's classification is used for patients with hip prosthesis, whereas the classification of Rorabeck is most spread in patients with knee prosthesis. Both classifications consider stability of prosthesis, which is essential for the therapeutic regime. Although choice of therapy is individual in every patient, some general therapy concepts should be considered. If prosthesis is stable, angular stable plates can be used. Those plates do offer more stability as compared to conventional plates. Additionally angular stable plates can be implanted minimally invasive or mini-open, respectively, enabling the opportunity for soft tissue protection. If loosening has occurred, prosthesis must be replaced. In case of bad bone stock revision prosthesis are needed in many cases. An early functional mobilisation of patients is essential to avoid secondary complications.

*Keywords:* periprosthetic fractures, geriatric fractures, femoral fractures, minimal invasive

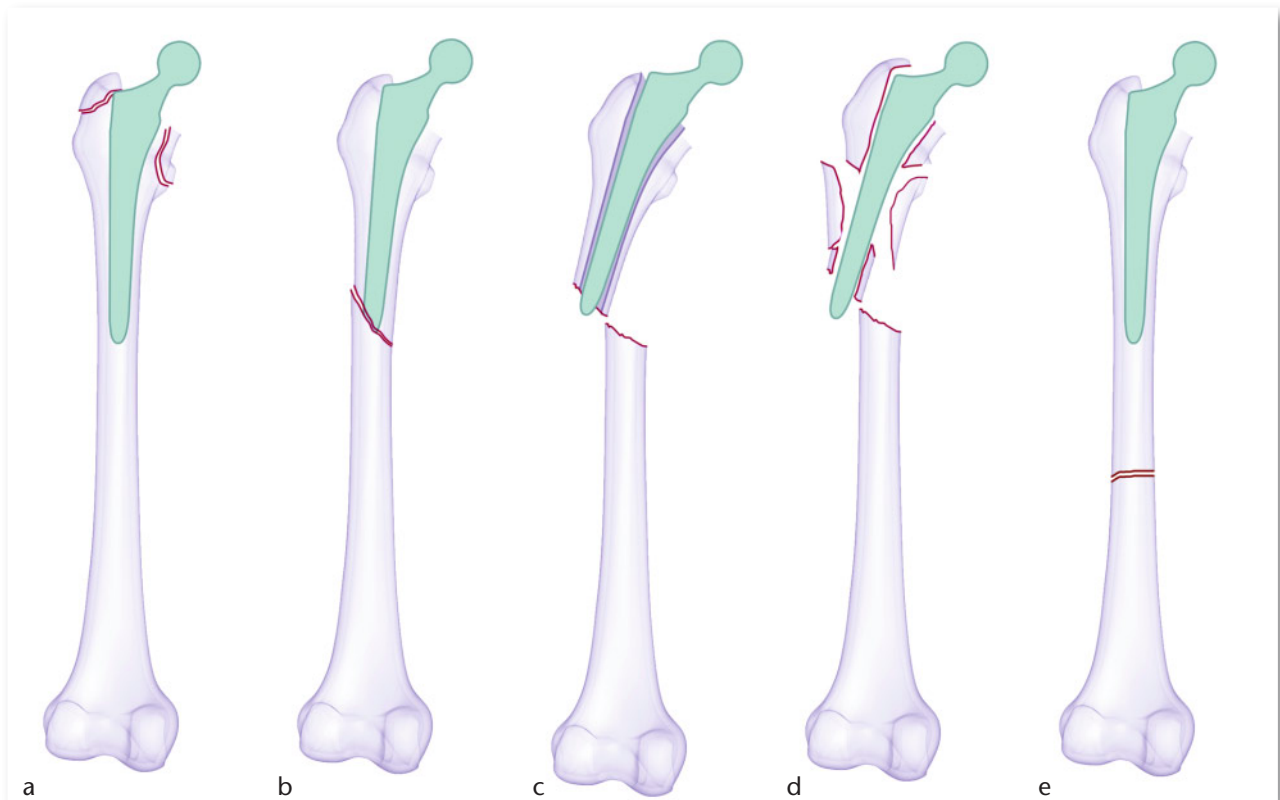
### Einleitung

Die Zahl implantierter Totalendoprothesen (TEP) ist in den letzten Jahren in Deutschland konstant hoch. Im Jahr 2011 wurden allein in Deutschland über 200.000 Hüftprothesen und über 150.000 Knieprothesen implantiert [1]. Bedingt durch den demographischen Wandel, den technischen Fortschritt in der Endoprothetik und die zunehmende

Aktivität auch im hohen Alter ist weiterhin mit einer hohen Zahl prothetischer Eingriffe zu rechnen. Aufgrund anhaltender Aktivität und langer Lebenserwartung der Patienten auch nach prothetischer Versorgung wird voraussichtlich auch die Zahl von Revisionseingriffen durch Verschleiß der Prothesenkomponenten, Lockerung und Infekte, aber auch periprothetische Frakturen steigen. Am häufigsten sind in diesem Zu-

sammenhang periprothetische Frakturen des Femurs bei einliegender Hüft- und/oder Knieprothese. Patienten mit schlechter Knochenqualität, ausgeprägter Komorbidität und Sturzneigung gehören einerseits zu den Risikopatienten, eine periprothetische Fraktur zu erleiden. Aufgrund dieser Begleitumstände ist andererseits aber auch die Therapie von periprothetischen Frakturen eine (interdisziplinäre) Herausforderung.

<sup>1</sup> Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Marburg  
DOI 10.3228/oup.2013.0259-0267



**Abbildung 1** Vancouver Klassifikation periprothetischer Femurfrakturen nach Hüft-TEP Implantation nach [11] © Zimmer GmbH.

- a) Typ A: Trochanter Region
- b) Typ B: Distal des Trochanter minor bis zur Prothesenspitze mit festem Implantat (Typ B1) ...
- c) ... gelockertem Implantat (Typ B2)
- d) ... sowie mit schlechter Knochenqualität. (Typ B3)
- e) Typ C: Distal der Prothese.

Der folgende Artikel soll einen Überblick über die Epidemiologie, Klassifikation und aktuelle Therapiekonzepte periprothetischer Femurfrakturen bieten.

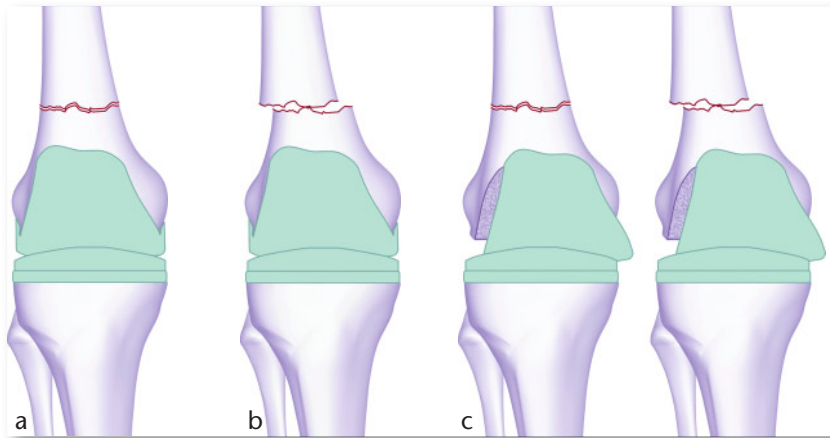
### Epidemiologie und Ätiologie

Genaue Angaben zur Inzidenz periprothetischer Femurfrakturen liegen nicht vor. In einem Kollektiv von über 30.000 Patienten fanden Berry et al. periprothetische Femurfrakturen in 1 % nach primärer Hüftendoprothetik sowie in 4 % nach Revisionsendoprothetik [4]. Interessanterweise ergab eine Analyse aus dem finnischen Prothesenregister, dass die Inzidenz periprothetischer Frakturen nach Hüft-TEP in den Jahren 1995–2000 mit 15,43 pro 100.000 Personengahre gegenüber 20,45 von 1990–1994 abfiel [37]. Eine Erklärungen dafür könnten verbesserte Implantatdesigns und Operationstechniken sein [10]. Aus eingangs erwähnten Gründen wird absolut gesehen allerdings eine eher an-

steigende Fallzahl periprothetischer Frakturen erwartet. Nach Implantatlockerungen und rezidivierenden Luxationen sind periprothetische Frakturen die häufigste Ursache für Revisionen nach Hüftendoprothetik [24]. Periprothetische Femurfrakturen sind nach Implantation einer Hüft-TEP deutlich häufiger als periprothetische Frakturen des Beckens [15]. Die Rate periprothetischer Frakturen nach Knie-TEP Implantation wird zwischen 0,3–5,5 % nach Primärendoprothetik und bis zu 30 % nach Revisionsendoprothetik angegeben [10]. Der Großteil dieser Frakturen entfällt auf das distale Femur, während Tibia- und Patellafrakturen seltener sind [4]. Interprothetische Frakturen, also Femurfrakturen bei liegender Hüft-TEP und Knie-TEP sind selten [16]. Daten zur Inzidenz fehlen. Es wird jedoch von einer steigenden Anzahl dieser speziellen Frakturen ausgegangen [31, 36].

Ursächlich für periprothetische Frakturen ist zumeist ein einfacher Sturz im Sinne eines Niedrigasanztraumas [27,

38]. Nach einer Analyse des schwedischen Hüft-TEP Registers sind Stürze aus dem Sitzen oder Stehen für etwa 75 % der periprothetischen Femurfrakturen verantwortlich [23]. Während in einer älteren Studie nach Primärendoprothetik nur 8 % der periprothetischen Frakturen Spontanfrakturen waren [3], steigt ihr Anteil – wahrscheinlich bedingt durch den schlechteren Knochenstock nach Revisionseingriffen – auf bis zu 37 % [23]. Es konnten verschiedene Risikofaktoren für periprothetische Frakturen nach Hüft-TEP und Knie-TEP identifiziert werden. Allgemeine Risikofaktoren sind Osteoporose, Osteomalazie, rheumatische Erkrankungen, M. Paget, Osteogenesis imperfecta und Steroidtherapie. Spezielle Risikofaktoren sind Implantatlockerungen, ursächliche proximale Femurfrakturen, vorangegangene Revisionsendoprothesen sowie lokale Osteolysen, Perforationen, Achsfehlstellungen und Infektionen [12]. Bezüglich implantierter Knieprothesen stellt biomechanisch auch das femorale Notching einen Risikofaktor



**Abbildung 2** Rorabeck Klassifikation periprothetischer Femurfrakturen nach Knie-TEP Implantation nach [34] © Zimmer GmbH.

- a)** Typ 1: Undislozierte Frakturen mit fester und intakter Prothese.  
**b)** Typ 2: Dislozierte Frakturen mit ebenfalls festem Prothesensitz.  
**c)** Typ 3: Fraktur mit Prothesenlockerung unabhängig vom Dislokationsgrad der Fraktur.

dar [39]. In klinischen Studien führte es allerdings nicht zu einer erhöhten Frakturrate [13, 33].

Streng genommen zählen periostheosynthetische Frakturen nicht zu den periprothetischen Frakturen. Da sie allerdings häufig ein ähnliches Patientengut betreffen und ähnliche Therapieoptionen in Frage kommen, sollen sie hier kurz erwähnt werden. Bei Verwendung der ersten Generationen proximaler Femurnägel zeigte sich mit 6–17 % eine gegenüber extramedullären Implantaten – z.B. Dynamische Hüft-Schraube (DHS) – erhöhte Femurfrakturrate [30]. Zwar führten Verbesserungen der Nägel zu einer Reduktion der Frakturen [5], jedoch birgt die Implantation kurzer Marknägel besonders bei intertrochantären Frakturen die Gefahr einer Fraktur im Bereich der Nagelspitze [7–9]. Daher wird bei diesen sowie auch bei subtrochantären Frakturen empfohlen, primär lange Marknägel zu implantieren [7–9]. Auch nach Osteosynthese von Schenkelhalsfrakturen mittels kanülierter Schrauben kommt es gelegentlich zu periostheosynthetischen Frakturen. So wurden in 2,4 % [18] bzw. 3 % [2] der Fälle subtrochantäre Femurfrakturen beobachtet. Nach DHS-Implantation wird diese Komplikation nicht beschrieben [19]. Eine DHS führt zudem gegenüber einer perkutanen Verschraubung zu einer höheren Primärstabilität [44], sodass sie trotz größerer Invasivität zur osteosynthetischen Versorgung nicht dislozierter Schenkelhalsfrakturen eingesetzt werden sollte.

### Klassifikation periprothetischer Femurfrakturen

Vor Klassifikation der Fraktur sollte geklärt werden ob die Prothese gelockert oder fest ist. Typische Zeichen der Lockerung können sein:

- Beschwerden in der Prothesenregion, die vor dem Sturz bestanden
- Lysesaum um die Prothese in der Röntgenaufnahme
- Einsinken der Prothese in der Röntgenaufnahme
- Zementseparation in der Röntgenaufnahme
- Hohe, bis in die Calcarregion laufende Frakturlinien in der Röntgenaufnahme

Zur Beschreibung periprothetischer Femurfrakturen sind in Abhängigkeit von der Frakturlokalisierung mit einliegender Hüft- oder auch Knieprothese sowie der zugrunde liegenden Frakturmorphologie verschiedene Klassifikationen gebräuchlich. Eine anerkannte Klassifikation von interprothetischen Frakturen und periosteosynthetischen Frakturen ist uns nicht bekannt.

### Periprothetische Femurfrakturen bei implantierter Hüftprothese

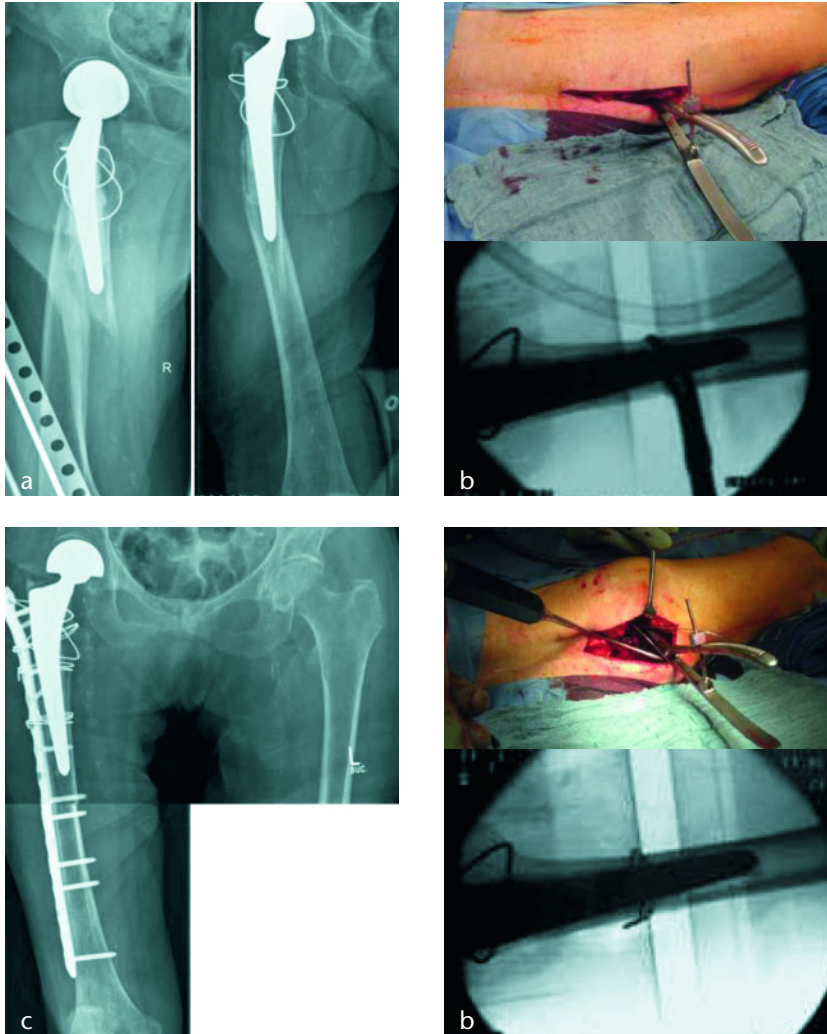
Bei periprothetischen Femurfrakturen mit einliegender Hüftprothese wurde erstmalig von Whittaker et al. eine Einteilung in Abhängigkeit von der Fraktur-

lokalisierung vorgenommen [43]. Whittaker und Mitarbeiter unterschieden hierbei entsprechend der Frakturhöhe, Fissuren bzw. Abrissfrakturen der Trochantären (Typ 1) von Frakturen auf Höhe des Prothesenschaftes (Typ 2) sowie Frakturen an der Prothesenspitze (Typ 3).

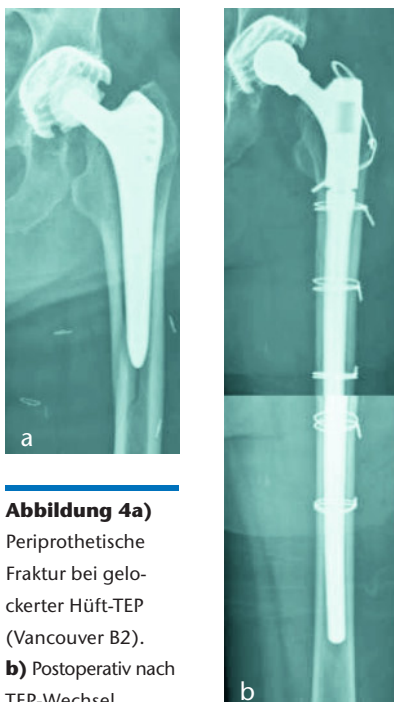
Frakturunterschiede hinsichtlich des Dislokationsgrads, der Morphologie sowie der Stabilität machten eine Fortentwicklung dieser ersten Frakturklassifikation notwendig. Als eine Weiterentwicklung der Whittaker-Klassifikation ist in diesem Zusammenhang die 1981 vorgestellte Klassifikation von Johansson et al. anzusehen [21]. Neben der bereits bekannten Unterteilung in 3 Frakturtypen wurde in diese Klassifikation der Dislokationsgrad des Prothesenschafts integriert. Demzufolge klassifizierten Johansson und Koautoren Frakturen auf Höhe des Prothesenschafts, mit Verbleib des Prothesenschafts im Markraum, als Typ 1. Frakturen im Bereich der Prothesenspitze mit zusätzlicher Dislokation wurden als Typ 2 und distal der Prothese als Typ 3 eingeteilt.

Basierend auf einem Literaturreview publizierten Mont und Maar 1994 eine Einteilung periprothetischer Femurfrakturen bei ipsilateral einliegender Hüftprothese, mit der sie versuchten, konservative bzw. operative Therapiekonzepte zu integrieren [28]. Hierbei wurden 5 Frakturtypen unterschieden. Mont und Maar definierten Frakturen der Trochanterregion (Typ 1), Frakturen entlang des Prothesenschaftes (Typ 2), Frakturen an der Prothesenspitze (Typ 3), Frakturen distal der Prothese (Typ 4) sowie periprothetische Mehrfragmentfrakturen (Typ 5).

Als Klassifikation mit der aktuell weitesten Verbreitung ist in diesem Zusammenhang die 1995 von Duncan und Masri veröffentlichte „Vancouver-Klassifikation“ anzusehen [11]. Sie berücksichtigt neben anatomischen Gegebenheiten den Frakturverlauf, die Stabilität der Prothese sowie die vorliegende Knochenqualität. Mit Hilfe dieser Klassifikation können die zur Verfügung stehenden Therapieoptionen fallspezifisch exakt eruiert werden, was letztlich eine genauere Abschätzung der Prognose ermöglicht. Entsprechend der „Vancouver-Klassifikation“ werden Abrissfrakturen des Trochanter major (Typ A<sub>G</sub>) oder minor (Typ A<sub>L</sub>) mit festem Sitz der Prothese als Typ A bezeichnet. Frakturen vom Typ B sind in 3 Untergruppen un-



**Abbildung 3a)** Periprotetische Fraktur nach Hüft-TEP-Implantation (Vancouver B1).  
**b)** Mini-offene Reposition. **c)** 6 Monate postoperativ nach Plattenosteosynthese.



**Abbildung 4a)** Periprotetische Fraktur bei gelenkerter Hüft-TEP (Vancouver B2).  
**b)** Postoperativ nach TEP-Wechsel.

teilt. Hierbei unterscheidet man periprotetische Frakturen mit festem Implantat (Typ B1) von solchen mit gelenkerter Implantat (Typ B2) sowie Frakturen mit schlechter Knochenqualität (Typ B3). Typ-B-Frakturen sind die häufigsten Frakturen bei einliegender Hüft-TEP. Frakturverläufe distal der Prothese werden als Typ C bezeichnet (Abb. 1).

**Periprotetische Femurfrakturen bei implantierter Knieprothese**

Analog zur Klassifikation suprakondylärer Femurfrakturen findet die hierzu bereits 1967 von Neer et al. vorgeschlagene Fraktуреinteilung [29] auch bei periprotetischen Femurfrakturen mit einliegender Knieprothese Verwendung. Die Einteilung periprotetischer Femurfrak-

turen nach Neer et al. unterscheidet 3 verschiedene Frakturtypen. Als Typ 1 werden nicht dislozierte (Achsabweichung < 5°, Schafftranslation < 5mm) extraartikuläre Frakturen bezeichnet. Extraartikuläre Frakturen mit einer Dislokation > 1cm werden in Abhängig von einer Dislokation nach medial als Typ 2a sowie bei einer Dislokation nach lateral als Typ 2b bezeichnet. Falls eine höhergradige Zertrümmerung oder Dislokation vorliegt, ist von einer Typ-3-Fraktur zu sprechen.

Während die Neer-Klassifikation, welche ursprünglich für suprakondyläre Femurfrakturen ohne prothetischen Kniegelenkersatz konzipiert wurde, im wesentlichen auf den Dislokationsgrad fokussiert, erfolgt bei der Einteilung periprotetischer distaler Femurfrakturen nach Su und Koautoren eine Klassifikation unter anatomischen Gesichtspunkten in Relation zum femoralen Prothesenschild [40]. Dies ermöglicht bereits präoperativ eine exakte Planung hinsichtlich der Wahl des Osteosyntheseverfahrens (Nagel- bzw. Plattenosteosynthese) oder auch einer Revisionsprothese. Su et al. unterscheiden 3 Frakturtypen. Typ-1-Frakturen liegen proximal der femoralen Komponente. Typ-2-Frakturen beginnen auf Höhe der proximalen Grenze der Femurkomponente nahe des Implantats und erstrecken sich nach proximal. Bei Typ-3-Frakturen liegen alle Frakturanteile unterhalb der proximalen Begrenzung des anterioren Prothesenschildes.

Neben dieser Klassifikation von Su et al. aus dem Jahr 2004 findet die bereits im Jahr 1999 von Rorabeck und Taylor publizierte Klassifikation zur Einteilung periprotetischer Femurfrakturen bei implantierter Knieprothese breite Anwendung [34]. Analog zu den beiden erstgenannten Klassifikationen bleibt auch diese Klassifikation mit nur 3 unterschiedlichen Frakturtypen einfach und somit übersichtlich. Darüber hinaus ermöglicht auch sie durch Berücksichtigung der Frakturdislokation sowie der Prothesenstabilität eine bedarfsgerechte Bestimmung des Therapiekonzeptes. Rorabeck und Taylor unterscheiden undislozierte Typ-1-Frakturen mit fester und intakter Prothese von dislozierten Typ-2-Frakturen mit ebenfalls festem Prothesensitz. Kennzeichen einer Typ-3-Fraktur nach Rorabeck und Taylor ist die Prothesenlockerung, wel-



**Abbildung 5a)** Periprothetische Fraktur distal der Prothesenspitze (Vancouver C).  
**b)** Intraoperative Lagerung auf dem Extensionstisch, Durchleuchtungsbild.  
**c)** Postoperativ nach Plattenosteosynthese in minimal-invasiver Technik.

che jedoch unabhängig vom Dislokationsgrad der Fraktur ist (Abb. 2).

### Therapieprinzipien

Ziele der Therapie periprothetischer Frakturen sind zur Vermeidung sekundärer Komplikationen eine frühzeitige schmerzarme Mobilisation sowie ggf. auch die Gewährleistung einer adäquaten Pflege unselbstständiger Patienten. Aus diesen Gesichtspunkten scheint eine konservative Therapie in den meisten Fällen nicht Erfolg versprechend. Entgegen den Ergebnissen aus den 1980er Jahren haben die Weiterentwicklungen der Osteosynthesen zu besseren Ergebnissen insbesondere in Hinblick

auf sekundäre Komplikationen sowie die Funktion geführt. Wenngleich randomisierte Studien zu dieser Thematik fehlen, wird deshalb auch bei nicht dislozierten Frakturen eine operative Therapie empfohlen. Aufgrund der oftmals fragilen Patienten sowie der häufig auch kritischen lokalen Weichteile sollte versucht werden, oben genannte Ziele mit nur einer Operation mit einem möglichst geringen operativen Trauma zu erreichen.

Entscheidend für die Planung des operativen Vorgehens ist die genaue Kenntnis der Fraktursituation. Dies umfasst nicht nur die Frakturlokalisation, sondern auch die Frage nach der Stabilität der einliegenden Prothese [6].

Obwohl die definitive Entscheidung über die Therapie von Patienten mit periprothetischen Frakturen eine individuelle bleibt und auch außergewöhnliche Optionen wie konservative Behandlungen, Sonderanfertigungen von Prothesen und Amputationen umfasst, können folgende prinzipiellen Empfehlungen ausgesprochen werden.

### Femurfrakturen bei einliegenden Hüftprothesen

Zur Therapieentscheidung kann die Vancouver-Klassifikation verwendet werden (Abb. 1).

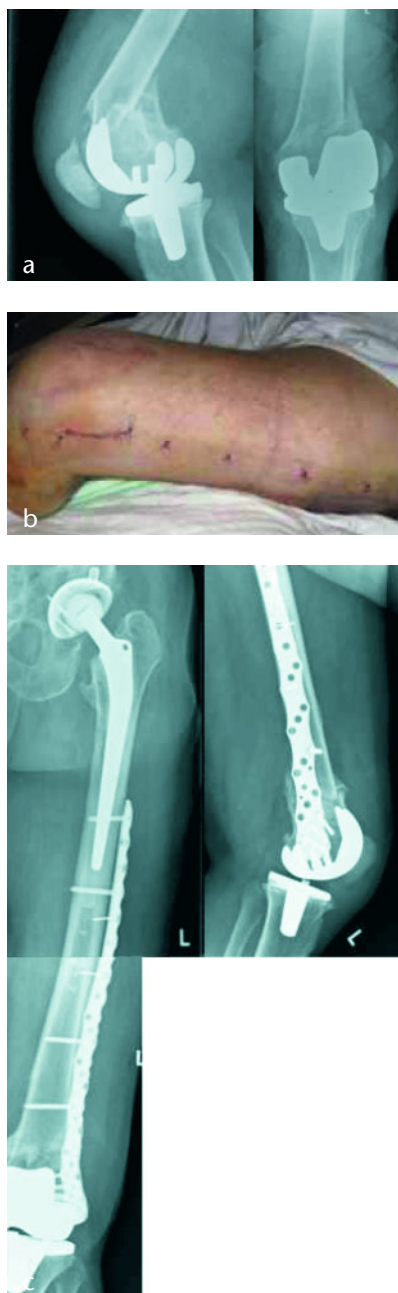
#### Typ-A-Frakturen (trochantäre Region)

Treten intraoperativ Trochanterfrakturen auf, sollten diese zur Prävention von Luxationen und Störungen des Gangbilds mittels Drahtcerclage oder Hakenplatte fixiert werden [42]. Postoperativ treten diese Frakturen selten im Rahmen von direkten Traumen (Sturz auf die Hüfte) auf. Bei postoperativen Abrissfrakturen des Trochanter major mit einer Dehiszenz von über 2 cm sollte zur Vermeidung eines Instabilitätsgefühls und einer Abduktionshemmung eine operative Re-fixation erwogen werden. Unter nicht adäquater Behandlung wurden Komplikationsraten bis zu 66 % beschrieben [3]. Bei geringerer Dislokation konnten gute Ergebnisse mittels konservativer Therapie erzielt werden. Die betreffenden Patienten sollen eine aktive Abduktion vermeiden und eine Teilbelastung der operierten Extremität für 6–12 Wochen einhalten [25, 32]. Im Verlauf zunehmende Osteolysen im Bereich des metaphysären Femurs und Trochantermassivs müssen ggf. mit Wechsel der Prothese auf einen diaphysär zu verankernden Stiel therapiert werden. Frakturen des Trochanter minor sind selten und können in den meisten Fällen auch bei Dislokation konservativ behandelt werden [15].

#### Typ-B-Frakturen (zwischen der Trochanterregion und der Prothesenspitze)

##### Intraoperative Frakturen

Intraoperativ kommen sie z.B. bei Entfernung von Zement im Rahmen von



**Abbildung 6a)** Dislozierte interprothetische Fraktur (Rorabeck 2) bei intakter Knie- und Hüft-TEP.

**b)** Weichteilsituation postoperativ nach ...

**c)** ... Plattenosteosynthese mit der NCB-PP (Peri-Prosthetic, Zimmer, Winterthur, Schweiz).

Revisionsoperationen oder beim forcierten Aufraspeln vor [15]. In solchen Fällen sollte eine modulare Prothese mit einem längeren Prothesenstiel verwendet werden, der distal der Fraktur über eine Strecke von ca. 4 cm im Isthmus des Femurs verankert werden kann. Vor Implantation des Prothesenstiels sollte eine Cerclage unter der Fraktur/Perforati-

on angebracht werden um einer Erweiterung der Fraktur entgegenzuwirken.

#### Postoperative Frakturen

Kommt es postoperativ zu einer Fraktur in dieser Region, ist im Regelfall eine operative Behandlung notwendig. Zunächst müssen die Stabilität des Prothesenstiels und die Qualität des Knochens beurteilt werden. Entscheidend ist dabei die Beantwortung der Frage, ob die Prothese gelockert ist [6].

#### Typ-B1-Frakturen

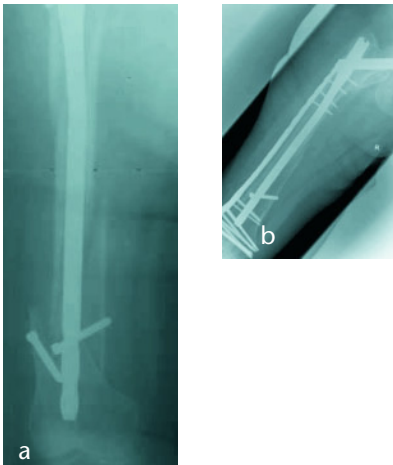
Bei fest sitzendem Prothesenschaft (Typ B1) kann die Prothese im Regelfall belassen werden und eine osteosynthetische Versorgung erfolgen (Abb. 3). In der Literatur wird am häufigsten die Verwendung nicht-winkelstabiler Platten über einen lateralen Zugang beschrieben. Die Stabilisierung erfolgt dabei mit Hilfe einer Zugschraube und einer Neutralisationsplatte oder durch Kompression über die Platte. Diese herkömmlichen Plattensysteme erfordern ein offenes Vorgehen mit einer Denudation der Frakturregion und ausgeprägter Weichteilschädigung. Häufige Komplikationen, insbesondere Implantatlockerungen und Pseudarthrosen, sind die Folge [3, 20]. Neuere winkelstabile Implantate wie die NCB-DF-Platte (Non-Contact-Bridging-Plate-Distal-Femur, Zimmer Inc., Winterthur, Schweiz), die POLYAX-Platte (DePuy, Warsaw, IN, USA) oder das LISS (Less Invasive Stabilisation System, Synthes, Umkirch, Deutschland) bieten bzgl. der Komplikationen entscheidende Vorteile. Mit einer minimal-invasiven Implantationstechnik können die anatomisch vorgeformten Platten gewebeschonend zwischen Knochen und Weichteilen eingeschoben werden. Da diese Plattensysteme ursprünglich für das distale Femur konzipiert wurden, muss bei Einsatz am proximalen Femur die Platte der Gegenseite verwendet und umgekehrt implantiert werden.

Die winkelstabile Verankerung der Schrauben ermöglicht eine Fixierung im Knochen mit geringerer Traumatisierung des Periosts. Dadurch bleibt die Durchblutung des Knochens größtenteils erhalten, sodass die Fraktur besser verheilen kann. Zusätzlich bietet die Winkelstabilität auch bei monokortikaler Verankerung einzelner Schrauben, wie sie im Bereich des Prothesenstiels häufig notwendig ist, eine verbesserte Stabilität. Diese ist jedoch bei ausgeprägter Osteoporose trotz Winkelstabilität

nicht sehr hoch. Daher ist es als Vorteil der NCB-Platte gegenüber dem LISS anzusehen, dass die Schrauben bei der NCB-Platte polyaxial in einem Conus von 30° gesetzt und winkelstabil verriegelt werden können. Somit können die Schrauben häufig am Prothesenstiel vorbei platziert werden. Die Winkelstabilität wird mit einer anschließend eingebrachten Verschlusskappe erzielt. Auch die POLYAX-Platte erlaubt eine polyaxiale Verriegelung. Seit Kurzem steht vom NCB-System der Fa. Zimmer auch ein Plattendesign zur Verfügung (NCB-PP-Peri-Prosthetic), welches speziell für die Versorgung periprothetischer Frakturen konzipiert wurde. Diese Platten sind deutlich dicker und damit stabiler. Zudem sind sie breiter und verfügen über mehrere, diagonal auf der Platte angeordnete Schraubenlöcher, wodurch das bikortikale Einbringen der Schrauben erleichtert werden soll. Zusätzlich besitzt die Platte vorgefertigte Löcher zum Fixieren additiv eingebrachter Cerclagen. Es stehen anatomisch vorgeformte Varianten jeweils für das distale und proximale Femur zur Verfügung.

#### Operationstechnik

Bei der Versorgung von periprothetischen Femurfrakturen können die konventionell offene, die mini-offene und die minimal-invasive Technik unterschieden werden. Die weniger invasiven Techniken haben den Vorteil gegenüber dem konventionellen Verfahren, eine Minimierung des Weichteilschadens ohne Kompromisse bei der Fraktur-reposition zu ermöglichen. Bei der mini-offenen Technik, die bei 2-fragmentären Spiralfrakturen angewendet werden kann, erfolgt zunächst ein kleiner Hautschnitt über der Frakturregion und eine direkte Fraktur-repositionierung (Abb. 3). Diese wird mittels Cerclagen oder ggf. auch Zugschrauben gesichert [35]. Anschließend erfolgt die Plattenosteosynthese, wobei die diaphysären Schrauben perkutan eingebracht werden. Alle anderen Frakturen (z.B. kurze Querfrakturen oder Mehrfragmentfrakturen) können in der minimal-invasiven Technik operiert werden (Abb. 5). Hierbei erfolgt zunächst die Reposition indirekt bzw. geschlossen durch Ligamentotaxis, bevor die Platte eingeschoben wird. Gelingt die Reposition nicht, kann auch durch Heranziehen der Fragmente an die Platte mittels Zugschrauben reponiert werden.



**Abbildung 7a)** Periosteosynthetische Fraktur bei einliegendem langen proximalen Femurnagel, **b)** Nach osteosynthetischer Versorgung in minimal-invasiver Technik.

Unabhängig von der Technik sollte versucht werden, ca. 4–5 Schrauben (8–10 Kortikalis) in die Diaphyse zu setzen. Auch im metaphysären (prothesennahen) Bereich sollten idealerweise möglichst 4–5 Schrauben platziert werden. Gelingt dies nicht (insbesondere bei monoaxial winkelstabilen Systemen) ist die zusätzliche Verwendung von Cerclagen oder „Locking-attachment“-Platten zu erwägen.

### Typ-B2-Frakturen

Ist die Prothese trotz gutem Knochenstock gelockert (Typ B2), sollte die Prothese entfernt und eine modulare Langschaftprothese implantiert werden. Zu bedenken ist hierbei, dass der Eingriff gegenüber der Primärimplantation einen deutlich höheren Umfang aufweist. Häufig muss dabei auch der Zugangsweg deutlich erweitert werden. Bei aller Dringlichkeit des Eingriffes sind somit eine adäquate Vorbereitung der Patienten und eine gute perioperative Überwachung essenziell.

Der Prothesenstiel der modularen Prothese sollte distal der Fraktur über eine Strecke von ca. 4 cm im Isthmus des Femurs verankert werden (Abb. 4). Idealerweise besitzt der Prothesenstiel ein spezielles Oberflächendesign (z.B. scharfe Finnen) um eine Rotationsstabilität zu erreichen. Vor Implantation des Prothesenstiels sollte eine Cerclage unter

der Fraktur/Perforation angebracht werden um einer Erweiterung der Fraktur entgegenzuwirken.

Die Implantation erfolgt prinzipiell zementfrei, da eine Zementierung zu schlechteren Ergebnissen führt [2, 39].

### Typ-B3-Frakturen

Problematischer ist eine Situation mit gelockerter Prothese und gleichzeitig schlechter Knochenqualität im Prothesenbereich (Typ B3). Grundsätzlich unterscheidet sich die Technik zum Vorgehen bei Typ-B2-Frakturen nicht. In manchen Fällen können bei großem ossären Substanzverlust auch Revisions- oder Tumorprothesen verwendet werden. Unabhängig vom Prothesentyp bleibt jedoch das Problem in der Fixierung der Prothese bestehen. Gelegentlich ist aufgrund schlechter Verankerungsmöglichkeit in der Diaphyse eine zusätzliche Verriegelung oder gar distale Zementierung notwendig.

Bei großflächig erhaltener Kortikalis und gleichzeitigem Kniegelenkersatz kann in einigen Fällen auch ein intramedullärer Femurersatz (Durchsteckprothese) in Erwägung gezogen werden [45]. Bei großen Knochendefekten können zudem autologe Spongiosa, Wachstumsfaktoren und verschiedene Allografts verwendet werden [41].

### Typ-C-Frakturen

Diese Frakturen werden unabhängig von der Prothese wie Typ-B1-Frakturen behandelt. Bei der Fixierung ist darauf zu achten, dass die Platte die Prothese nach proximal überlappt, um einen „stress raiser“ in der Region zwischen Prothesen- und proximalem Plattenende zu vermeiden (Abb. 5).

Retrograde Nägel sollten nicht zur Versorgung dieser Frakturen verwendet werden, da zwischen Prothesenspitze und dem proximalen Ende des Marknagels eine Sollbruchstelle entsteht [15].

### Femurfrakturen bei Knieprothesen

Für die Therapieentscheidung bei der Versorgung periprothetischer Frakturen

bei einliegender Knieprothese kann die Roraback-Klassifikation zugrunde gelegt werden (Abb. 2).

### Roraback-I- und -II-Frakturen

Diese Frakturen sollten osteosynthetisch versorgt werden. In Frage kommen retrograde Marknagel- oder Plattenosteosynthesen. Nur in Ausnahmefällen bei sehr distal gelegenen Frakturen und Trümmerfrakturen sollte ein Wechsel der Prothese erwogen werden [27]. Während Marknägel nicht-winkelstabilen Platten überlegen waren [14], scheinen winkelstabile Platten den Marknägeln gleichwertig zu sein [17]. Bei Marknagelosteosynthesen ist es jedoch notwendig, dass die eingebaute Prothese einen Eintritt des Nagels zwischen den Femurkondylen zulässt. Bei Prothesen mit einer geschlossenen femoralen Box oder einem femoralen Stiel ist eine Nagelosteosynthese daher nicht möglich.

### Plattenosteosynthese

Die Implantationstechniken der Platten entsprechen denen bei periprothetischer Fraktur mit einliegender Hüft-TEP. Bei 2-fragmentären Spiralfrakturen kann eine direkte Frakturposition in der mini-offenen Technik mit primärer Fixation durch Drahtcerclagen und anschließender Plattenosteosynthese erfolgen. Alle übrigen Frakturen werden vorzugsweise in der minimal-invasiven Technik mit indirekter Frakturposition und anschließender Plattenosteosynthese versorgt (Abb. 6).

### Marknagelosteosynthese

Falls die oben genannten Voraussetzungen für die Implantation eines retrograden Marknagels erfüllt sind, kann dieser minimal-invasiv oder mini-offen eingebracht werden. Um eine ausreichende proximale Verankerung zu erreichen, ist es wichtig, dass der Nagel proximal über den Isthmus des Femurs reicht. Distal kann eine winkelstabile Verriegelung (z.B. mit twisted plate eines DFN ((=Distal Femoral Nail)), Synthes, Umkirch, Deutschland) die Stabilität erhöhen.

### Rorabeck-III-Frakturen

Bei diesen Frakturen wird ein Wechsel der Prothese empfohlen. Zumeist ist die Implantation einer geführten und langstielligen Prothese notwendig, um eine ausreichende Stabilität zu erreichen [22]. Bei größeren Defekten kommen Spongiosaplastiken und/oder Wachstumsfaktoren zum Einsatz. Manchmal ist auch ein distaler Femurersatz notwendig.

### Interprothetische Frakturen

Frakturen zwischen 2 festen Prothesen können mittels Plattenosteosynthese behandelt werden. Diese sollte sich bis über die Stiele der Prothesen erstrecken, falls solche vorhanden sind [26]. Ist eine Komponente gelockert, sollte diese analog zur Behandlung bei alleiniger Knie- oder Hüftprothese ersetzt werden. Dabei können allerdings Schwierigkeiten auftreten. So können bei einliegender Knie-TEP mit femoralen Stiel nicht beliebig lange Hüftprothesen implantiert werden, sodass zusätzlich eine Plattenosteosynthese notwendig sein kann [31].

In besonderen Fällen, z.B. wenn beide Prothesen gelockert sind, kann auch ein totaler Femurersatz notwendig sein.

### Periosteosynthetische Frakturen

Subtrochantäre Femurfrakturen mit konsolidierter Schenkelhalsfraktur und einliegenden Zugschrauben, können nach Entfernung der Schrauben wie eine subtrochantäre Fraktur, also mit einem langen Marknagel, versorgt werden [19]. Bei frischen Frakturen sollte die Implantation einer Langschaftprothese erfolgen. Sollte es bei einliegendem proximalen Femurnagel zu einer Fraktur kommen, kann analog zur B1-Fraktur bei einliegender Hüft-TEP eine Plattenosteosynthese erfolgen [35] (Abb. 7).

### Nachbehandlung periprothetischer Femurfrakturen

Für die häufig alten und multimorbiden Patienten ist eine frühe postoperative

Mobilisation zur Vermeidung sekundärer Komplikationen essenziell. Gerade mit einer osteosynthetischen Versorgung ist häufig jedoch eine volle Belastungsstabilität nicht unmittelbar postoperativ gegeben. Ein Osteosyntheseveragen oder eine lokale Komplikation nach prothetischer Versorgung einer periprothetischen Fraktur sollten aufgrund der unkalkulierbaren Folgen unbedingt vermieden werden. Daher ist in einigen Fällen eine Mobilisation mit Beschränkung auf einen Bett-Rollstuhl-Transfer für 6 Wochen nötig. Ziel ist in diesen Fällen, zumindest eine zügige Übungsstabilität (z.B. mit der Motorschiene) zu erreichen. OUP

#### Korrespondenzadresse

Dr. med. Benjamin Buecking  
Klinik für Unfall- Hand- und  
Wiederherstellungschirurgie  
Universitätsklinikum Giessen und  
Marburg,  
Standort Marburg  
Baldingerstraße,  
35043 Marburg  
buecking@med.uni-marburg.de

### Literatur

1. Statistisches Bundesamt (2012); Fallpauschalen 2011; [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Krankenhaeuser/FallpauschalenKrankenhaus2120640117004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Krankenhaeuser/FallpauschalenKrankenhaus2120640117004.pdf?__blob=publicationFile); Download 20.03.2013.
2. Andrew TA, Thorogood M (1984) Subtrochanteric fracture after Garden screw fixation: a review of predisposing factors and management in nine cases. *Injury* 16: 169–177
3. Beals RK, Tower SS (1996) Periprotetische fractures of the femur. An analysis of 93 fractures. *Clin Orthop Relat Res*: 238–246
4. Berry DJ (1999) Epidemiology: hip and knee. *Orthop Clin North Am* 30:183–190
5. Bhandari M, Schemitsch E, Jönsson A, Zlowodzki M, Haidukewych GJ (2009) Gamma nails revisited: gamma nails versus compression hip screws in the management of intertrochanteric fractures of the hip: a meta-analysis. *J Orthop Trauma* 23:460–464
6. Biggi F, Di Fabio S, D'Antimo C, Trevisani S (2010) Periprotetische fractures of the femur: the stability of the implant dictates the type of treatment. *J Orthop Traumatol* 11:1–5
7. Bojan AJ, Beigel C, Speitling A, Taglang G, Ekholm C, Jönsson A (2010) 3066 consecutive Gamma Nails. 12 years experience at a single centre. *BMC Musculoskelet Disord* 11:133
8. Buecking B, Bliemel C, Struwer J, Eschbach D, Ruchholtz S, Müller T (2012) Use of the gamma3™ nail in a teaching hospital for trochanteric fractures: mechanical complications, functional outcomes, and quality of life. *BMC Res Notes* 5:651
9. Cheng MT, Chiu FY, Chuang TY, Chen CM, Chen TH (2006) Experience in the use of the long Gamma nail for 16 femoral shaft fracture that have occurred following initial Asian Pacific Gamma nail fixation for pertrochanteric fractures. *Injury* 37:994–999
10. Della Rocca GJ, Leung KS, Pape HC (2011) Periprotetische fractures: epidemiology and future projections. *J Orthop Trauma* 25 Suppl 2:S66–70
11. Duncan CP, Masri BA (1995) Fractures of the femur after hip replacement. *Instr Course Lect* 44:293–304
12. Franklin J, Malchau H (2007) Risk factors for periprotetische femoral fracture. *Injury* 38:655–660
13. Gujarathi N, Putti AB, Abboud RJ, MacLean JG, Espley AJ, Kellett CF (2009) Risk of periprotetische fracture after anterior femoral notching. *Acta Orthop* 80:553–556
14. Herrera DA, Kregor PJ, Cole PA, Levy BA, Jönsson A, Zlowodzki M (2008) Treatment of acute distal femur fractures above a total knee arthroplasty: systematic review of 415 cases (1981–2006). *Acta Orthop* 79:22–27
15. Holzapfel BM, Prodinge PM, Hoberg M, Meffert R, Rudert M, Gradinge R (2010) [Periprotetische fractures after total hip arthroplasty : classification, diagnosis and therapy strategies]. *Orthopade* 39:519–535
16. Hou Z, Moore B, Bowen TR, Irgit K, Matzko ME, Strohecker KA, Smith WR (2011) Treatment of interprothetische fractures of the femur. *J Trauma* 71:1715–1719
17. Hou Z, Bowen TR, Irgit K, Strohecker K, Matzko ME, Widmaier J, Smith WR (2012) Locked plating of periprotetische femur fractures above total knee arthroplasty. *J Orthop Trauma* 26:427–432
18. Howard CB, Davies RM (1982) Subtrochanteric fracture after Garden screw fixation of subcapital fractures. *J Bone Joint Surg Br* 64:565–567
19. Jansen H, Frey SP, Meffert RH (2011) [Percutaneous screw osteosynthesis of femoral neck fractures in the elderly. Subtrochanteric fractures as severe complications]. *Unfallchirurg* 114:445–451



20. Jensen JS, Barfod G, Hansen D, Larsen E, Linde F, Menck H, Olsen B (1988) Femoral shaft fracture after hip arthroplasty. *Acta Orthop Scand* 59:9–13
21. Johansson JE, McBroom R, Barrington TW, Hunter GA (1981) Fracture of the ipsilateral femur in patients with total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 63:1435–1442
22. Johnston AT, Tsiridis E, Eyres KS, Toms AD (2012) Periprosthetic fractures in the distal femur following total knee replacement: A review and guide to management. *Knee* 19:156–162
23. Lindahl H, Malchau H, Herberts P, Garellick G (2005) Periprosthetic femoral fractures classification and demographics of 1049 periprosthetic femoral fractures from the Swedish National Hip Arthroplasty Register. *J Arthroplasty* 20:857–865
24. Lindahl H, Garellick G, Regnér H, Herberts P, Malchau H (2006) Three hundred and twenty-one periprosthetic femoral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 88:1215–1222
25. Liu HC, Liu G (2012) [Treatment of greater trochanter fracture after total hip replacement]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 92:1349–1351
26. Mamczak CN, Gardner MJ, Bolhofner B, Borrelli J, Streubel PN, Ricci WM (2010) Interprosthetic femoral fractures. *J Orthop Trauma* 24:740–744
27. McGraw P, Kumar A (2010) Periprosthetic fractures of the femur after total knee arthroplasty. *J Orthop Traumatol* 11:135–141
28. Mont MA, Maar DC (1994) Fractures of the ipsilateral femur after hip arthroplasty. A statistical analysis of outcome based on 487 patients. *J Arthroplasty* 9:511–519
29. Neer CS, Grantham SA, Shelton ML (1967) Supracondylar fracture of the adult femur. A study of one hundred and ten cases. *J Bone Joint Surg Am* 49:591–613
30. Parker MJ, Handoll HH (2010) Gamma and other cephalocondylic intramedullary nails versus extramedullary implants for extracapsular hip fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*:CD000093
31. Platzer P, Schuster R, Luxl M, Widhalm HK, Eipeldauer S, Krusche-Mandl I, Ostermann R, Blutsch B, Vécsei V (2011) Management and outcome of interprosthetic femoral fractures. *Injury* 42:1219–1225
32. Pritchett JW (2001) Fracture of the greater trochanter after hip replacement. *Clin Orthop Relat Res*:221–226
33. Ritter MA, Thong AE, Keating EM, Faris PM, Meding JB, Berend ME, Pierson JL, Davis KE (2005) The effect of femoral notching during total knee arthroplasty on the prevalence of postoperative femoral fractures and on clinical outcome. *J Bone Joint Surg Am* 87:2411–2414
34. Rorabeck CH, Taylor JW (1999) Classification of periprosthetic fractures complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 30:209–214
35. Ruchholtz S, El-Zayat B, Kreslo D, Buecking B, Lewan U, Krüger A, Zettl R (2013) Less invasive polyaxial locking plate fixation in periprosthetic and peri-implant fractures of the femur—A prospective study of 41 patients. *Injury* 44:239–248
36. Sah AP, Marshall A, Virkus WV, Estok DM, Della Valle CJ (2010) Interprosthetic fractures of the femur: treatment with a single-locked plate. *J Arthroplasty* 25:280–286
37. Sarvilinna R, Huhtala HS, Puolakka TJ, Nevalainen JK, Pajamäki KJ (2003) Periprosthetic fractures in total hip arthroplasty: an epidemiologic study. *Int Orthop* 27:359–361
38. Sarvilinna R, Huhtala HS, Sovelius RT, Halonen PJ, Nevalainen JK, Pajamäki KJ (2004) Factors predisposing to periprosthetic fracture after hip arthroplasty: a case (n = 31)-control study. *Acta Orthop Scand* 75:16–20
39. Shawen SB, Belmont PJ, Klemme WR, Topoleski LD, Xenos JS, Orchowski JR (2003) Osteoporosis and anterior femoral notching in periprosthetic supracondylar femoral fractures: a biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 85-A:115–121
40. Su ET, DeWal H, Di Cesare PE (2004) Periprosthetic femoral fractures above total knee replacements. *J Am Acad Orthop Surg* 12:12–20
41. Tsiridis E, Spence G, Gamie Z, El Masry MA, Giannoudis PV (2007) Grafting for periprosthetic femoral fractures: strut, impaction or femoral replacement. *Injury* 38:688–697
42. Wagner M, Knorr-Held F, Hohmann D (1996) Measuring stability of wire cerclage in femoral fractures when performing total hip replacement. In vitro study on a standardized bone model. *Arch Orthop Trauma Surg* 115:33–37
43. Whittaker RP, Sotos LN, Ralston EL (1974) Fractures of the femur about femoral endoprostheses. *J Trauma* 14:675–694
44. Yih-Shiunn L, Chien-Rae H, Wen-Yun L (2007) Surgical treatment of undisplaced femoral neck fractures in the elderly. *Int Orthop* 31:677–682
45. Zuurmond RG, Pilot P, Verburg AD (2007) Retrograde bridging nailing of periprosthetic femoral fractures. *Injury* 38:958–964