

# Die periprothetische Patellafraktur

■ Michael Wagner, Michael Bayer

## Zusammenfassung

Die periprothetische Patellafraktur zählt zu den seltenen Komplikationen nach endoprothetischem Ersatz des Kniegelenks. Ohne Patellaersatz wird diese Fraktur kaum beobachtet. Den meisten Frakturen geht kein eigentliches Trauma voraus. Patellanekrosen, Malalignment und Malrotation sind hier als wichtige Ursachen zu nennen. Die periprothetische Patellafraktur sollte konservativ behandelt werden. Die Behandlungsergebnisse sind in den meisten Fällen gut bis sehr gut. Die operative Behandlung ist nur bei erheblicher Dislokation der Fragmente und insuffizientem Streckapparat indiziert. Diese Behandlung ist außerordentlich komplikationsträchtig, die Ergebnisse sind schlecht.

## Periprosthetic Patellar Fractures

Periprosthetic patellafractures are rare complications after total knee replacements. They are even rarer without patellaesurfacing. Most fractures are observed without a real trauma, avascular necrosis, malalignment and malrotation are important factors. The periprosthetic patellafracture should be treated conservatively whenever possible. The published results are good to excellent in most cases. The operative treatment is only indicated in cases with severe dislocation and inefficiency of the extensor mechanism. These procedures have a very high complication rate, the results are poor.



**Abb. 1** 77-jährige Patientin, vor 6 Jahren Implantation einer Knieendoprothese links, seit 8 Wochen Schmerzen am operierten Kniegelenk ohne Trauma. Es kommt eine gering verschobene Patellafraktur zur Darstellung.

## Einleitung

Die Patella ist das größte Sesambein des menschlichen Körpers und ein wichtiger Bestandteil des Kniestreckapparats. Probleme des Streckapparats und der Patella führen oft zu einem schlechten funktionellen Resultat nach Implantation einer Knieendoprothese und sind ein häufiger Grund für eine Revision [6, 8, 15]. Die periprothetische Patellafraktur (**Abb. 1**) ist eine seltene Komplikation des Kniegelenkersatzes [1, 13]. Überwiegend tritt sie nach Ersatz der Kniescheibenrückfläche und nach Revisionsoperationen auf [5, 28]. Die Behandlungsergebnisse sind problematisch, es werden hohe Komplikationsraten v.a. nach der operativen Behandlung beschrieben [5, 7, 8, 14, 17, 23]. Viele Frakturen werden von den Patienten kaum bemerkt,

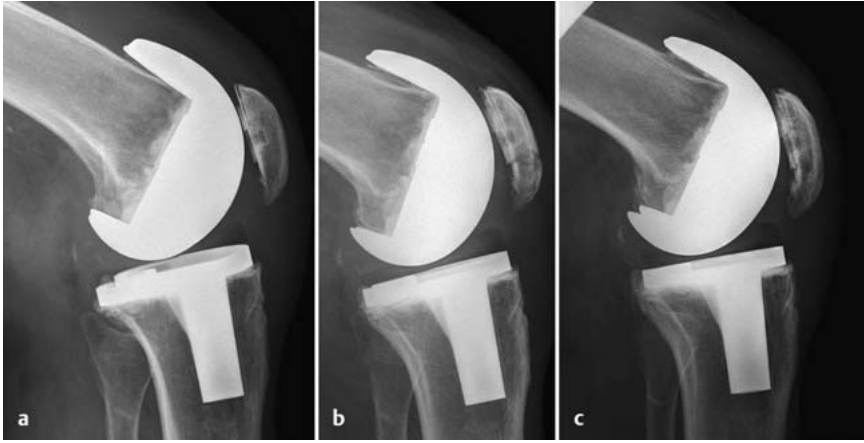
bei anderen kommt es durch die Dislokation der Fragmente zur völligen Insuffizienz des Streckapparats [10, 21]. Die traumatische Patellafraktur ohne Knieendoprothese führt im Gegensatz zur periprothetischen Fraktur meistens zu guten Behandlungsergebnissen. Die periprothetische Fraktur unterscheidet sich hinsichtlich Pathologie, Biomechanik und Verlauf wesentlich von der normalen Patellafraktur, daher sind teilweise andere Therapiekonzepte als in der klassischen Frakturversorgung anzuwenden.

## Epidemiologie

Intraoperative Patellafrakturen sind außerordentlich selten, sie wurden nach einer übermäßigen Resektion mit zu dünner Restpatella und zu tiefen Bohrungen für die Aufnahme des Patellaimplantats beobachtet. Nach der maßgeblichen Literatur erleiden etwa 0,6–7% der Patienten nach Implantation einer Knieprothese postoperativ diese Komplikation [3, 9, 10, 16].

Die periprothetische Patellafraktur ist selten. Ohne Patellarückflächenersatz ist die Fraktur 6× seltener als nach Rückflächenersatz. Bei vielen Frakturen ist kein Trauma erinnerlich.

In einer großen retrospektiven Analyse der Mayo-Klinik wurde bei 12 464 Knieendoprothesen in 0,68% der Fälle eine periprothetische Patellafraktur diagnostiziert [22]. 44% der Frakturen waren asymptomatisch oder die Patienten hatten nur geringe Beschwerden, zwei Drittel der Frakturen wurden innerhalb der ersten beiden postoperativen Jahre beobachtet (**Abb. 2** und **3**). Bei über der Hälfte der Frakturen mit einem Rückflächenersatz war das Implantat gelockert [8]. Einige Frakturen sind zweifellos Spontanfrakturen. Nach Revisionseingriffen sind Frakturen wesentlich häufiger. Ohne Ersatz der Kniescheibenrückfläche ist diese Fraktur eine Rarität, so berichten Grace und Sim im Jahr 1988



**Abb. 2 a bis c** 75-jähriger Patient, Implantation einer Knieendoprothese links wegen Gonarthrose. **a** Röntgenbild postoperativ. **b** 2 Jahre postoperativ Schmerzen im Kniegelenk ohne Trauma. **c** Nach konservativer Frakturbehandlung, Ruhigstellung in Schiene für 6 Wochen und Physiotherapie ist der Patient nach einem weiteren Jahr beschwerdefrei, die Fraktur ist geheilt.



**Abb. 3 a und b** 76-jährige Patientin, Implantation einer gekoppelten Knieendoprothese links bei instabilem Genu valgum. **a** Röntgenbild postoperativ. **b** 2 Jahre postoperativ Schmerzen im Kniegelenk mit aktivem Streckdefizit von etwa 15°, die Patientin ist am Rollator sicher mobilisiert und wünscht keinen operativen Eingriff. Die Röntgenaufnahmen zeigen eine Patellanekrose mit Fraktur und deutlicher Diastase der Fragmente.

über eine Frakturnrate von 0,05% [13]. Bei einem großen Teil der Frakturen können die Patienten kein eigentliches Unfallereignis beschreiben [22]. Es findet sich eine Zahl von Risikofaktoren [6] (**Tab. 1**).

Bei den Männern ist die deutlich größere Kraft des M. quadriceps femoris als wahrscheinliche Ursache für die größere Häufung von Frakturen anzusehen [5]. Einige Frakturen sind mit einer aseptischen Nekrose der Patella verknüpft. In der Literatur finden sich widersprüchliche Angaben über den Zusammenhang zwischen einem lateralen Release und der periprothetischen Patellafraktur. Scuderi [27] führte zahlreiche Patellafrakturen in seinem Krankengut auf ein laterales Release zurück. In einer Analyse von 2008 wird diese Annahme von Meding et al. untermauert [19], andere Autoren konnten keinen Zusammenhang

zwischen einem lateralen Release und der periprothetischen Fraktur nachweisen [5, 17, 26]. Unstrittig ist der Zusammenhang zwischen dem Malalignment und der periprothetischen Patellafraktur. Besonders die Malrotation der Komponenten muss als wesentliche Ursache angesehen werden [2, 9].

#### Einteilung der periprothetischen Patellafrakturen

Eine einheitliche Klassifikation konnte sich bisher nicht durchsetzen (**Tab. 2**). Verbreitet sind die Einteilung von Goldberg et al. [12], Keating et al. [16] sowie von Ortiguera und Berry [22]. Daneben gibt es noch die Einteilung von Rorabeck und Taylor [25]. Diese orientiert sich an dem Frakturverlauf, der Stabilität der Fraktur und dem Streckapparat. Für den klinischen Alltag dürfte das Schema von

**Tab. 1** Risikofaktoren für eine periprothetische Patellafraktur.

Ersatz der Knie Scheibenrückfläche
Osteoporose
Adipositas
Osteolyse
männliches Geschlecht
hohe körperliche Aktivität
Überbeweglichkeit des Kniegelenks
zentraler Verankerungszapfen des Patella-implantats
zementfreie Komponente
Revisionseingriff
Malalignment der Patella
Patellanekrose

Ortiguera und Berry am besten geeignet sein.

#### Diagnostik

Die klinische Untersuchung soll Klarheit über die Funktion des Streckapparats und der Seitenbänder, sowie die Stabilität der Knieprothese und die Kraft der Oberschenkelmuskulatur liefern. Üblicherweise wird die periprothetische Patellafraktur im konventionellen Röntgenbild in 2 Ebenen und einer Tangentialaufnahme der Patella diagnostiziert. Sehr hilfreich sind ältere Röntgenaufnahmen, um eine Patellanekrose oder Implantatlockerung zu beurteilen (**Abb. 3**). Besonderes Augenmerk sollte auf ein Malalignment und eine Malrotation gerichtet werden, Klarheit kann hier eine Computertomografie schaffen, ggf. muss dann ein ausgedehnter Revisionseingriff erfolgen. Eine weiterführende Diagnostik mittels Magnetresonanztomografie oder Szintigrafie wird nur in sehr seltenen Fällen notwendig werden. Besonders wichtig ist ein Infektausschluss. Nach erfolgter Diagnostik sollte die Fraktur klassifiziert werden, um die adäquate Therapie festzulegen.

#### Therapie

Ziel der konservativen wie operativen Behandlung der periprothetischen Fraktur ist es, die Funktion des Streckapparats zu erhalten bzw. zu rekonstruieren [4, 5, 9, 14, 20, 21, 23]. Nach dem Schema von Ortiguera und Berry werden Typ-1-Frakturen konservativ behandelt. Diese nicht oder kaum (> 5 mm) verschobenen

**Tab. 2** Verschiedene Klassifikationen der periprothetischen Patellafraktur.

**Ortiguera and Berry [22]**

Grad	Beschreibung
1	Streckapparat intakt, Patellaimplantat nicht gelockert
2	Streckapparat rupturiert, Patellaimplantat nicht gelockert
3A	Implantat gelockert, Restknochen erlaubt Revision
3B	Implantat gelockert, Restknochen erlaubt keine Revision

**Goldberg et al. [12]**

Grad	Beschreibung
1	Fraktur in der Mitte oder am oberen Patellapol ohne Beteiligung des Implantat-Knochen-Interfaces, des Zements oder des Streckapparats
2	Fraktur mit Ruptur des Streckapparats oder Beteiligung des Implantat-Knochen-Interfaces oder Zements
3A	Fraktur des unteren Patellapols mit Ruptur des Lig. patellae
3B	Fraktur des unteren Patellapols ohne Ruptur des Lig. patellae
4	Fraktur mit Dislokation

**Keating et al. [16]**

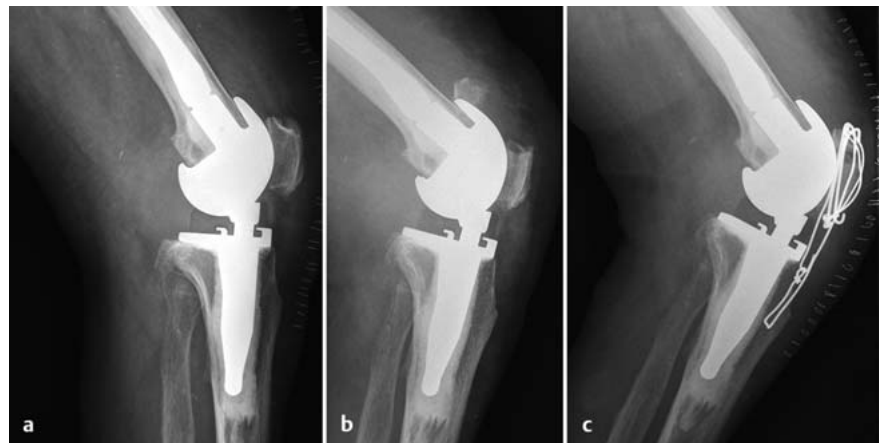
Grad	Beschreibung
1	vertikale Fraktur, Streckapparat intakt, Patellaimplantat nicht gelockert
2A	Streckapparat rupturiert, Lücke < 1 cm
2B	Streckapparat rupturiert, Lücke > 1 cm
3	Streckapparat intakt, Patellaimplantat gelockert

Frakturen sollten für 6 Wochen mit einer Orthese in Streckung ruhig gestellt werden [5,21], (**Abb. 2**). Durch die konservative Behandlung soll die Dislokation der Fragmente verhindert werden. Asymptomatische Frakturen mit intaktem Patellaimplantat bedürfen einer regelmäßigen Befundkontrolle bei eingeschränkter Beugung des Gelenks. Ortiguera und Berry berichteten, dass 37 von 38 Typ-1-Frakturen nach einer konservativen Behandlung mit guter Funktion ausheilten (**Abb. 4**).

Typ-2-Frakturen werden meistens operiert (**Abb. 5**). In der Literatur wird entweder eine partielle oder vollständige Patellectomie [20,21] oder eine Osteosynthese empfohlen. Es ist eine Vielzahl



**Abb. 4 a bis d** 83-jährige Patientin, Implantation einer Knie totalendoprothese rechts bei Gonarthrose. **a** Röntgenbild postoperativ. **b** 1 Jahr postoperativ ist die Patientin beschwerdefrei. **c** 2 Jahre postoperativ findet sich eine unverschobene Patellafraktur, die Patientin ist asymptomatisch. **d** Nach einem weiteren Jahr ist die Patientin weiterhin beschwerdefrei, eine Diastase ist nicht zu beobachten, die Frakturheilung ist fraglich.



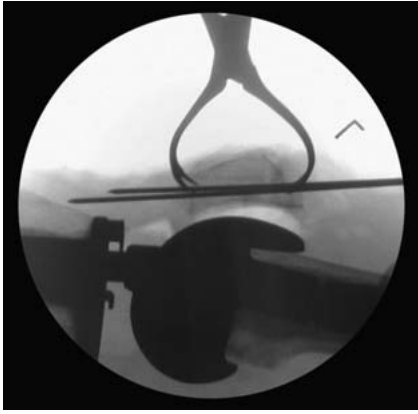
**Abb. 5 a bis c** 86-jährige Patientin, Implantation einer gekoppelten Knie totalendoprothese links bei instabilem Genu valgum. **a** Röntgenbild postoperativ. **b** nach Sturz in der Reha zeigt sich eine dislozierte Patellafraktur mit völliger Insuffizienz des Streckapparats. Es besteht die Indikation zur Osteosynthese. **c** Röntgenbild nach Anlage einer Zuggurtung und zusätzlicher McLaughlin-Cerclage zum Schutz der Osteosynthese und des Lig. patellae.

von Operationstechniken beschrieben, hierbei handelt es sich aber nur um Fallbeschreibungen [1,18]. Bei gutem Knochen können die aus der Frakturbehandlung erprobten Konzepte, wie eine Zuggurtung oder kanülierte Schrauben, zum Einsatz kommen [4,11,23,24]. Diese Behandlungskonzepte sind komplikationsträchtig, die Durchblutung der Patella ist herabgesetzt, nach Implantation eines Retropatellarersatzes steht nur wenig Knochen zur Verankerung des Osteosynthesematerials zur Verfügung. Die Osteosynthese der periprothetischen Patellafraktur ist ein technisch anspruchsvoller Eingriff, der in die Hände des erfahrenen Operateurs gehört. Die klinische Erfahrung zeigt außerdem, dass auch bei deutlicher Dislokation der Fragmente noch eine mittelmäßige aktive Streckfähigkeit verbleibt, da die medialen und lateralen Retinakula noch eine

Kraftübertragung ermöglichen. Der betagte, wenig anspruchsvolle Patient kommt mit dieser verbleibenden Funktion oft gut zurecht. Nach einer Osteosynthese ist eine vorsichtige Nachbehandlung mit konsequenter Ruhigstellung in einer Schiene erforderlich. Das Bein kann dabei in Streckung voll belastet werden.

Viele Frakturen lassen sich bei gutem funktionellem Ergebnis konservativ behandeln. Bei einer erheblichen Diastase der Fragmente, einer Lockerung der Patellakomponente oder einem insuffizienten Streckapparat besteht die Indikation zur Operation.

Alle Frakturen mit einem rupturierten Streckapparat oder einer Fragmentdislokation über 5 mm stellen üblicherweise eine Indikation zur operativen Revi-



**Abb. 6** Reposition und intraoperative Bildwandlerkontrolle der Fraktur von **Abb. 5**.

sion dar. Diese Eingriffe sind komplikationsträchtig. Die Behandlungskonzepte der Typ-3-Frakturen richten sich nach der Knochenqualität und dem Ausmaß der Dislokation. Bei geringer Dislokation des Types 3A ist es sinnvoll, die Frakturheilung durch Ruhigstellung in Streckung abzuwarten und nach sicherer Konsolidierung die Patellakomponente zu revidieren. Bei erheblicher Diastase mit rupturiertem Streckapparat wird eine Osteosynthese und die spätere Revision des Rückflächenersatzes oder die Patellektomie mit Rekonstruktion des Streckapparats notwendig werden [5, 23]. Die gleichzeitige Osteosynthese mit Austausch der Patellakomponente wird nicht empfohlen [7]. Die 3B-Frakturen sind v.a. bei Osteonekrosen oder nach Revisionseingriffen der Patella zu beobachten. In der Regel ist bei diesen Frakturen kaum noch Knochen vorhanden, sodass eine Osteosynthese nur selten erfolgreich sein wird. Die Entfernung des Rückflächenersatzes und eine Modellierung der verbleibenden Patella bei gleichzeitiger Rekonstruktion des Streckapparats ist empfehlenswert. Die Patellektomie sollte wegen der weiteren Schwächung des Streckapparats mit Zurückhaltung erfolgen. Bei vollständiger Nekrose der Patella mit weitgehender Fragmentation des Knochens kann die frühe Patellektomie erwogen werden. Sollte der Streckapparat nicht primär zu rekonstruieren sein, muss über den Einsatz eines Allografts nachgedacht werden [5, 21].

### Vorbereitung zur Operation

Präoperativ sollte eine ausführliche Aufklärung des Patienten über die hohen Komplikationsraten erfolgen. Auch bei scheinbar festem Patellarückflächenersatz sollte ein neues Implantat zur Ver-

fügung stehen, da möglicherweise ein beschädigtes Polyäthylen gewechselt werden muss. Außerdem sollte die Möglichkeit eines Prothesenwechsels bei fehlpositionierten Implantaten besprochen werden. Patient und Operateur sollten nicht nur für eine Osteosynthese, sondern auch für einen Revisoneingriff bis hin zum Prothesenausbau oder -wechsel vorbereitet sein.

### Operation

Für die Hautinzision sollte möglichst je nach Ausmaß und Beschaffenheit der Fraktur der alte Zugang für Knieendoprothese genutzt werden. Neue Inzisionen am Knie bergen immer die Gefahr der Hautnekrose in sich. Die Fraktur kann über die Lücke im Streckapparat dargestellt werden. Ansonsten kann der klassische anteromediale Zugang wie für die Knieendoprothesenimplantation verwendet werden. Alle Komponenten der Knieprothese werden auf Verschleiß und Lockerung überprüft, davor sollte eine Biopsie zur mikrobiologischen Untersuchung entnommen werden. Die Reposition der Fraktur sollte im Bildwandler kontrolliert werden (**Abb. 6**). Bei der klassischen Zuggurtung [24] ist darauf zu achten, dass die beiden längsverlaufenden Kirschner-Drähte ventral des Patellaimplantats platziert werden und nicht das Implantat oder den Zement beschädigen. Kleine, nicht anatomisch zu fixierende Fragmente sollten entfernt und der Streckapparat genäht werden. In ausgewählten Fällen kann eine McLaughlin-Cerclage zusätzlich den Streckapparat schützen (**Abb. 5**). Ausgebroschene Zementfragmente müssen sorgfältig entfernt werden, um einen 3-Körper-Verschleiß zu vermeiden. Erscheint der Erhalt der Patella nicht sinnvoll, wird man sich zur Patellektomie entschließen. Die verbleibenden Sehnenreste lassen sich i. d. R. nicht mehr zu einem funktionsfähigen Streckapparat rekonstruieren, sodass ein Allograft notwendig sein kann. Mit Allografts werden zumindest kurzfristig gute klinische Resultate erzielt [21].

### Nachbehandlung

Die Nachbehandlung muss individuell gestaltet werden, feste Schemata können nicht empfohlen werden. In den meisten Fällen ist es sinnvoll, das Knie für 6 Wochen in einer Schiene in Streckstellung zu fixieren und nur für eine passive Übungsbehandlung bis maximal 60° aus der Schiene zu nehmen [5, 21]. Der Pa-

tient kann mit in Streckung angelegter Schiene unter Teilbelastung laufen. Größere Rekonstruktionen, wie ein transplantiertes Streckapparat, verlangen im Einzelfall nach sorgfältig abgestimmten Rehabilitationsplänen.

### Resultate

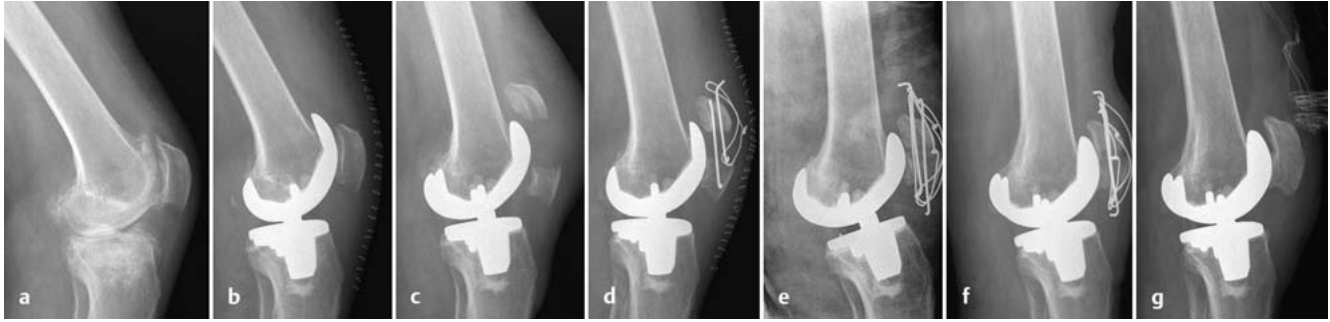
Die periprothetische Patellafraktur ist ein seltenes Ereignis. In der Literatur finden sich nur wenige publizierte Serien mit größeren Fallzahlen, Keating et al. [16] haben über eine Serie von 177 periprothetischen Patellafrakturen berichtet und dabei eine besonders hohe Rate an schlechten Ergebnissen nach operativer Behandlung gefunden (**Abb. 7**). Es fanden sich relativ viele Pseudarthrosen und Infektionen bei den operierten Patienten. Auch andere Publikationen beschreiben diese Beobachtung [15, 17, 22], so werden nach Osteosynthesen bis zu 90% Pseudarthrosen gesehen [8].

Die operative Behandlung der periprothetischen Patellafraktur ist komplikationsträchtig und erfordert große operative Erfahrung.

Die Resultate der konservativen Behandlung, die allerdings nur bei unverschobenen oder kaum dislozierten Frakturen und intaktem Streckapparat indiziert ist, führen zu wesentlich besseren funktionellen Ergebnissen [23, 27]. Ortiguera [22] berichtet über 97% gute Ergebnisse nach konservativer Behandlung. Keating et al. [16] beschreiben, dass sie nach konservativer Behandlung der periprothetischen Patellafraktur nur in seltenen Fällen ein Streckdefizit sahen. Besonders problematisch waren die Resultate, wenn gleichzeitig die Patellarsehne rekonstruiert werden musste, Goldberg et al. [12] räumen dann ein, 71% schlechte Ergebnisse beobachtet zu haben. In allen Arbeiten wird, wann immer möglich, daher die konservative Frakturbehandlung empfohlen.

### Diskussion

Die periprothetische Patellafraktur ist in den meisten Fällen nicht die Folge eines echten Traumas, nur wenige Patienten geben an, dass sie auf das gebeugte Knie gefallen seien. Viele Frakturen sind Zufallsbeobachtungen und bedürfen meist keiner operativen Behandlung. Die konservative Behandlung führt bei geringer Dislokation der Fragmente und erhaltenem Streckapparat zu guten funktionellen Ergebnissen. Die operative Be-



**Abb. 7 a bis g** 70-jährige Patientin mit schwerer Gonarthrose rechts. **a** Präoperativ. **b** 1 Woche postoperativ. **c** 19 Monate postoperativ stürzt die Patientin auf das gebeugte Kniegelenk. **d** Frühversagen der Zuggurtung nach 10 Tagen. **e** Erneute Reposition und Zuggurtung der periprothetischen Patellafraktur mit anschließender Gipsruhigstellung für 6 Wochen. **f** 1 Jahr nach der Reosteosynthese. **g** 2 Jahre nach der Reosteosynthese Implantatentfernung. Gute Funktion der Knie totalendoprothese bei voller aktiver Streckfähigkeit.

**Tab. 3** Kontraindikationen für eine Operation modifiziert nach Nelson [21].

unverschobene Fraktur
asymptomatische Fraktur
vertikale Frakturen
Frakturen mit intaktem Streckapparat, festem Patellaimplantat und guter Funktion
Frakturen mit intaktem Streckapparat und gelockertem Patellaimplantat bei noch guter Funktion, die Revision der Patella sollte nach der Frakturheilung erfolgen

handlung ist außerordentlich komplikationsträchtig und sollte nur mit großer Zurückhaltung durchgeführt werden (Tab. 3). Die schlechten Ergebnisse vieler operativ versorgter Patellafrakturen dürften u.a. die Folge der schlechten Vaskularisation der operierten Knie-scheibe sein. Malalignment und Malrotation als wichtige Teilursachen der Patellafraktur können meistens bei der Frakturversorgung nicht korrigiert werden, was die Patella zusätzlich gefährdet. In jüngster Zeit wurden Formplatten für die Patella für winkelstabile Osteosynthesen entwickelt. Ob diese neuen Implantate die Ergebnisse verbessern bleibt abzuwarten. Bisher wurden noch keine Resultate publiziert.

**Literatur**

1 Agarwal S, Sharma RK, Jain JK. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 2014; 22: 24–29  
 2 Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ et al. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1998; 356: 144–153  
 3 Berry DJ. Epidemiology: hip and knee. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 183–190  
 4 Berry DJ. Patellar fracture following total knee arthroplasty. *J Knee Surg* 2003; 16: 236–241

5 Berry DJ. Patellar fractures in total knee arthroplasty. In: Scott WN, ed. *Insall & Scott Surgery of the Knee*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier – Churchill Livingstone; 2012: 236–241  
 6 Bourne RB. Fractures of the patella after total knee replacement. *Orthop Clin N Am* 1999; 30: 287–291  
 7 Burnett RS, Bourne RB. Periprosthetic fractures of the tibia and patella in total knee arthroplasty. *Instr Course Lect* 2004; 53: 217–235  
 8 Chalidis BE, Tsiridis E, Tragas AA et al. Management of periprosthetic patellar fractures: a systematic review of literature. *Injury* 2007; 38: 714–724  
 9 Chimutengwende-Gordon M, Khan W, Johnstone D. Recent advances and developments in knee surgery: principles of periprosthetic knee fracture management. *Open Orthop J* 2012; 6: 301–304  
 10 Chun KA, Ohashi K, Bennett DL et al. Patellar fractures after total knee replacement. *Am J Roentgenol* 2005; 185: 655–660  
 11 Engh GA, Ammeen DJ. Periprosthetic fractures adjacent to total knee implants: treatment and clinical results. *Instr Course Lect* 1998; 47: 437–448  
 12 Goldberg VM, Figgie HE 3rd, Inglis AE et al. Patellar fracture type and prognosis in condylar knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1988; 236: 115–122  
 13 Grace JN, Sim FH. Fracture of the patella after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1988; 230: 168–175  
 14 Hozack WJ, Goll SR, Lotke PA et al. The treatment of patellar fractures after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1988; 236: 123–127  
 15 James DSS, Scott RD. Extensor Mechanism Complications. In: Rand JA, ed. *Total Knee Arthroplasty*. New York: Raven Press; 1993: 397–398  
 16 Keating M, Haas G, Meding JB. Patella fracture after total knee replacements. *Clin Orthop Relat Res* 2003; 416: 93–97  
 17 Le AX, Cameron HU, Otsuka NY et al. Fracture of the patella following total knee arthroplasty. *Orthopedics* 1999; 22: 395–398  
 18 Maniar RN, Nayak RM, Vatchha S et al. Periprosthetic patellar fracture fixation using suture anchors. *Orthopedics* 2013; 36: 1470–1473  
 19 Meding JB, Fisch MD, Berend ME et al. Predicting patellar failure after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2008; 466: 3769–3774

20 Mittlmeier T, Stöckle U, Perka C et al. Periprosthetic Fracturen nach Knie totalendoprothetik. *Unfallchirurg* 2005; 108, 481–496  
 21 Nelson CL. Management of Patella Fractures after total Knee Arthroplasty. In: Lottke PA, Lonner JH, eds. *Knee Arthroplasty*. Baltimore: Lippincott; 2009: 403–412  
 22 Ortiguera CJ, Berry DJ. Patellar fracture after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 532–540  
 23 Parvizi J, Kim KI, Oliashirazi A et al. Periprosthetic patellar fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2006; 446: 161–166  
 24 Rüedi T, Buckley RE, Moran CG. *AO-Prinzipien des Frakturmanagements*. Stuttgart: Thieme; 2008  
 25 Rorabeck CH, Taylor JW. Classification of periprosthetic fractures complicating total knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 209–214  
 26 Scuderi G, Scharf SC, Meltzer LP et al. The relationship of lateral releases to patella viability in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 1987; 2: 209–214  
 27 Sheth NP, Pedowitz DI, Lonner JH. Periprosthetic patellar fractures. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 2285–2296  
 28 Tharani R, Nakasone C, Vince KG. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2005; 20: 27–32

**Prof. Dr. med. Michael Wagner**  
 Direktor

Klinik für Orthopädie, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
 Zeisigwaldkliniken Bethanien  
 Chemnitz  
 Zeisigwaldstraße 101  
 09130 Chemnitz  
 miachael.wagner@ediacon.de

**Dr. Michael Bayer**  
 Oberarzt

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie  
 Katholisches Klinikum Mainz  
 An der Goldgrube 11  
 55131 Mainz

Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.