



Knieendoprothetik nach Trauma

Auf was kommt es an?

Hintergrund

Die demografische Entwicklung in den Industrienationen und die zunehmenden schweren Unfälle im Rahmen von Freizeitaktivitäten mit hoher Gewalteinwirkung erklären die in den gängigen Registern gefundene stete Zunahme an endoprothetischen Versorgungen am Knie bei sekundärer posttraumatischer Gonarthrose in den letzten 4 Dekaden [1–3].

Durch verbesserte Operationstechniken und Implantate insbesondere der Osteosynthesematerialien ist eine Rekonstruktion traumatisch bedingter Schädigungen an den Extremitäten häufiger zu gewährleisten als noch vor wenigen Jahrzehnten. Das Ziel der Wiederherstellung der anatomischen Strukturen sowie der physiologischen und biomechanischen Verhältnisse unter Schonung der Weichteile und damit der Funktion der Extremität kann kurzfristig häufig erreicht werden.

Nichtsdestotrotz kommt es im weiteren Verlauf häufig zur Ausbildung von sekundären posttraumatischen Arthrosen am Kniegelenk. Die Entwicklung einer Gonarthrose kann von verbliebenen ligamentären Schäden über extraartikuläre Fehlstellungen mit entsprechender Fehlstatik bis hin zu direkten Gelenkschäden nach intraartikulären Frakturen und ggf. Komplikationen im Verlauf der Primärversorgung, wie z. B. Infektverläufe, herrühren. Auch ist die Zeitspanne bis zur Ausbildung der Gonarthrose variabel und hängt von diesen Ursachen ab, die auch häufig in Kombination auftreten können.

Die endoprothetische Versorgung dieser Patienten stellt oftmals eine Herausforderung dar und muss sorgfältig geplant werden. Neben verbliebenen Implantaten, weichteiligen und mus-

kulären sowie ligamentären Schäden sind Fehlstellungen und Knochendefekte einschließlich Pseudoarthrosen zu berücksichtigen. Im Weiteren werden die einzelnen Gesichtspunkte erläutert und deren therapeutische Optionen dargestellt.

Methoden und Diskussion

Infektdiagnostik

Im Vorfeld einer endoprothetischen Versorgung des Kniegelenkes nach osteosynthetisch versorgter, kniegelenknaher Fraktur spielt die Infektdiagnostik eine übergeordnete Rolle. Nicht nur nach einer bekannten, initialen Infektion nach Frakturosteosynthese, die implantaterhaltend ausgeheilt werden konnte, sondern auch bei asymptomatischem postoperativem Verlauf nach Osteosynthese muss mit einer hohen Anzahl an bakterieller Kontamination des Situs gerechnet werden [4–6]. Die Infektdiagnostik mittels Ultraschall-Sonifikation und/oder „polymerase chain reaction“ (PCR) von explantiertem Osteosynthesematerial zeigen beängstigende Raten an Kontamination. Die mikrobiologische Untersuchung des Gelenkpunktes bei noch einliegendem, gelenknahem Osteosynthesematerial hat im Vergleich zu einer Gewebeuntersuchung eine geringere Spezifität und Sensitivität. Insbesondere Problemkeime, die für sog. Low-grade-Infektionen verantwortlich sind, wie z. B. Propionibakterien, können mittels Punktat im Vergleich zu einer Gewebeprobe auch nach hinreichend langer Bebrütung über wenigstens 10, besser 14 Tage weniger sicher nachgewiesen werden. Insofern sollte bei noch vorhandenem, gelenknahem Osteosynthesematerial eine zweizeiti-

ge Endoprothesenimplantation nach Metallentfernung und hinreichender Infektdiagnostik anhand von Gewebeproben mit histopathologischer und mikrobiologischer Aufarbeitung erfolgen. Zusätzlich kann im Rahmen der Metallentfernung bei makroskopisch auffälligem Situs eine lokale Infektbehandlung gleichzeitig vorgenommen werden. Bei positivem Infektnachweis wird im Weiteren nach septischen, chirurgischen Gesichtspunkten verfahren (ggf. weitere Revisionen mit lokaler und systemischer Infekttherapie nach Antibiogramm; zweizeitige Reimplantation im Intervall). Im Falle eines sterilen Befundes erfolgt die frühelektive Knieprothesenimplantation.

Weichteile und Zugangswahl

Prinzipiell sollte aufgrund der Nekrosegefahr keine zusätzliche Inzision im Sinne eines Wechsels des Zuganges zum Gelenk erfolgen, falls ein Zugang existiert, der ausreichende Exposition für die Implantation bietet bzw. eine Erweiterung für eine zureichende Exposition zulässt (Abb. 1). Weiterhin gilt grundsätzlich, dass die zuletzt verwendete Inzision oder die lateralste die geringste Nekroserate besitzt und deshalb zu bevorzugen ist [7]. Sicherlich spielen auch das Alter der Narbe mit entsprechend besserer Reperfusion und der Abstand zwischen den Inzisionen hinsichtlich des Nekroserisikos eine Rolle. Grundsätzlich sollte aber ein Wechsel des Zuganges im Vorfeld sorgfältig abgewogen werden. Ein lateraler Zugang kann beliebig nach proximal erweitert werden und ist insbesondere für die Versorgung mittels Tumorerersatzprothesen besser geeignet als ein medialer, parapatellarer Zugang, der aufgrund der Anatomie des Streckapparates nach pro-



Abb. 1 ▲ 56 Jahre alte Patientin: **a** Vollhautnekrose nach Implantation einer bikondylären Oberflächenersatzprothese über einen parapatellaren Zugang bei vorhandenem lateralem Zugang nach osteosynthetisch versorgter distaler Femurfraktur. **b** Lappenversorgung 14 Tage nach Implantation der Endoprothese und Nekrosektomie mittels freiem, vaskularisiertem Paraskapularlappen (Situs 1,5 Jahre postoperativ)



Abb. 2 ▲ 60 Jahre alter Patient: **b** Die tangentielle Aufnahme der Patella vor der Endoprothesenimplantation zeigt eine unikompartimentelle femoropatellare Arthrose nach osteosynthetischer Versorgung einer Patellafraktur. Die **a** a.-p.-Aufnahme, **c** laterale Aufnahme und **d** tangentielle Aufnahme der Patella des rechten Kniegelenkes zeigen den Situs nach isoliertem femoropatellarem Ersatz 1,5 Jahre postoperativ

ximal nur eine limitierte Erweiterung ermöglicht. Auch dieses muss im Vorfeld ggf. gegeneinander abgewogen werden. Im Falle von Erweiterungen nach distal für Ersatzoperationen der Tibia sind beide Zugänge verwend- und erweiterbar.

Eine weitere Schädigung der Weichteile bei vorhandenen (multiplen) Inzisionen ist zu vermeiden. Gleiches gilt für die Schädigung der Muskulatur und dabei insbesondere des Streckapparates, der schlussendlich hauptsächlich über die Funktion der Endoprothese entscheidet.

Bei hohem Nekroserisiko ist frühzeitig die Lappenplastik zu planen. Eine lokale (mediale oder laterale Gastrocnemius-)Lappenplastik kann in Abhängigkeit der Defektgröße und Lokalisation ausreichend sein. Eine interdisziplinäre Operation (direkte Lappenplastik; Anlage arteriovenöse Schlinge, sogenannter a.-v. Loop für eine zweizeitige Versorgung im Rahmen der prothetischen Versorgung) ist im Falle einer Versorgung mittels freiem Lappen einschließlich der im Vorfeld notwendigen Diagnostik (Gefäßdarstellung, MRT-Angio) zu planen.

Streckapparat und Funktionsdefizit

Bei Vorliegen einer Insuffizienz des Streckapparates muss eine neurogene von einer strukturellen Schädigung unterschieden werden. Im Falle einer neurogenen Ursache mit Schädigung des N. femoralis sind in der Regel Rekonstruktionen nicht Erfolg versprechend, und eine Arthrodesis ist angezeigt. Strukturelle Schädigungen und Residualzustände müssen unterteilt werden in Schädigungen der Weichteile bzw. Sehnen (Quadrizeps- oder Patellasehne) und knöcherne Verletzungen wie die Fraktur der Patella oder im Bereich der Tuberositas tibiae. Häufige Folgezustände nach obigen Verletzungen sind entsprechende Insuffizienzen des Streckapparates oder Fehlstellungen der Patella (Patella alta oder baja).

Diese strukturellen Schäden sind in der Regel zum Zeitpunkt der Indikationsstellung zur Endoprothese schon älterer Genese. Entsprechend sind die Rekonstruktionen im Bereich der Quadrizepssehne mittels Umkehrplastik oder durch Sehnentransposition der Hamstrings mit oder ohne zusätzliche Materialien (Trevira-Band, Prolenemesh etc.) realisierbar. Bei einliegender Prothese sind diese Techniken zur Rekonstruktio-

on der Patellasehne meist nicht Erfolg versprechend. Zur Rekonstruktion einer Patellasehne sind bei intaktem restlichem Streckapparat Techniken aus der Tumorchirurgie, wie sie nach extraartikulärer Resektion von primären Malignomen angewendet werden, Erfolg versprechend (Gastrocnemius-Flap mit oder ohne Anbindung mittels Trevira-Band o. ä.). Mit einem funktionellen Defizit ist allerdings zu rechnen, eine ausreichende Stabilisierung für die Mobilisierung ohne zusätzliche Hilfsmittel aber prinzipiell erreichbar [8]. Eine derartige Operation sollte bei älteren Patienten jenseits der 5. Dekade sowie bei mangelnder Compliance oder anderweitigen Risikofaktoren nicht mehr durchgeführt werden.

Die kraniale Versetzung der Tuberositas tibiae bei Patella baja oder mangelnder Expositionsoption im Rahmen von Revisionseingriffen bei liegender Knieendoprothese ist ein etabliertes Verfahren mit allerdings hoher Komplikationsrate von bis zu 10 % im Sinne von Frakturen oder Weichteilschäden [9, 10].

Im Zweifelsfall stellt die Arthrodesis die therapeutische Option der Wahl dar.

O. E. Bischel · A. J. Suda · M. Tinelli

Knieendoprothetik nach Trauma. Auf was kommt es an?

Zusammenfassung

Hintergrund. Die demografische Entwicklung und die Zunahme an Unfällen mit Gelenkbe- teiligung im Rahmen von Freizeitaktivitäten bei Jüngeren spiegeln sich in der stetig zunehmenden Anzahl an Implantationen von Knieendoprothesen auf dem Boden einer sekundären, posttraumatischen Gonarthrose wider.

Material und Methoden. Die prinzipiellen Probleme und deren Lösungen, die im Rahmen der endoprothetischen Versorgung des Kniegelenkes von posttraumatischen Patienten häufig auftreten, werden in diesem Beitrag wiedergegeben. Prinzipielle Aspekte der Operationstechnik und Implantatwahl sowie Prognosefaktoren sollen vorgestellt werden.

Ergebnis und Diskussion. Die Wahl des Implantates und insbesondere der Kopp- lungsgrad der Prothese ist bedingt durch die vorliegenden ligamentären Schäden, die verbliebenen Knochendefekte und die vorhandenen Statikfehler der Extremität. Die Wahl des Zuganges muss in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden, um Hautnekrosen zu verhindern. Gegebenenfalls ist eine gleichzeitige Lappenversorgung lokal und/oder als freier Lappen angezeigt. Auch eine verbliebene Schädigung des Streckapparates oder Fehlstatik mit nötiger primärer Umstellung muss im Vorfeld avisiert werden.

Schlussfolgerung. Die endoprothetische Versorgung posttraumatischer Gonarthrosen stellt eine Herausforderung dar. Neben einer

Implantatpalette, die von einem unikompar- timentellen Ersatz bis hin zur Tumorprothese reicht, müssen zusätzliche Operationsschritte wie Umstellungsosteotomien und Rekon- struktionen des Streckapparates einschließlich interdisziplinärer Lappendeckungen in Betracht gezogen und im Vorfeld geplant wer- den. Die Ergebnisse hinsichtlich Haltbarkeit und Funktion sind grundsätzlich abhängig von den präoperativen Verhältnissen, aber im Vergleich insgesamt schlechter als entsprechende Versorgungen von primären Arthrosen.

Schlüsselwörter

Posttraumatische Arthrose · Gonarthrose · Implantat · Prognose · Operation

Posttraumatic knee arthroplasty. What are the important factors?

Abstract

Background. The demographic development and the increase of accidental trauma of the knee during recreational activities in young people are reflected in the continuously increasing number of implantations of knee endoprosthesis due to secondary posttraumatic arthritis of the knee.

Material and methods. This article describes the principal problems that can occur during endoprosthesis replacement in patients after trauma and their solutions. The fundamental aspects of operative techniques and choice of suitable implants are presented and prognostic factors are discussed.

Results and discussion. The choice of a suitable implant and especially the

use of constrained, semiconstrained or unconstrained implants is dependent on existing ligamentous damage, bony defects and structural alignment due to deformities. Selection of the surgical approach has to be considered to minimize the risk of soft tissue necrosis. Simultaneous local or vascularized flap surgery is sometimes necessary. Additional surgical steps due to residual damage to the extensor mechanism of the knee as well as malalignment of the lower leg have to be planned preoperatively. **Conclusion.** Endoprosthesis reconstruction of the knee joint due to posttraumatic arthritis is challenging. Apart from the wide range of implants, ranging from unicompartmen-

tal arthroplasty to modular tumor prosthetic systems, additional surgical steps, such as osteotomy and reconstruction of the extensor mechanism including interdisciplinary flap surgery have to be taken into account. The results of functional outcome and implant survival are basically dependent on the preoperative status but are generally poorer in comparison to arthroplasty of primary osteoarthritis.

Keywords

Posttraumatic arthritis · Osteoarthritis, knee · Implant · Prognosis · Operation

Prothesenwahl, knöcherne Defekte und Fehlstellungen

Für den Grad der benötigten Kopp- lung des Implantates sind einerseits die Stabilität des Gelenkes nach Ver- letzung des Kapsel-/Bandapparates und andererseits das Ausmaß und die Lo- kalisation vorliegender Knochendefekte und Fehlstatiken ausschlaggebend. Eine isolierte Patellafraktur oder auch eine reine Impressionsfraktur der Tibia (AO 41.B2) kann mit einem alleinigen Femo- ropatellarersatz, einem medialen oder

lateralen Schlitten adäquat adressiert werden (▣ **Abb. 2**). Zur Augmentation von kleineren Defekten kann ggf. der autologe Knochen, der bei der Präparati- on der Prothese anfällt, zur biologischen Rekonstruktion verwendet werden.

Durch Verwendung von semi- oder „constrained“ Gelenken können mittels Augmenten und sog. Sleeves größere Defekte aufgebaut werden. Für knöcher- ne Defekte, die die Statik gefährden, müssen ggf. auch Tumorsysteme im Sinne von partiellen Knochenrekon-

struktionen eingesetzt werden (▣ **Abb. 3 und 4**).

Im Falle von extraartikulären Fehlstel- lungen können diese nur bedingt mit- tels intraartikulärer Anpassung allein im Rahmen der Endoprothesenimplantati- on ausgeglichen werden. Eine verbliebe- ne Fehlstatik in der a.-p.-Richtung von bis zu 3° Valgus und maximal 3° Va- rus sind ohne relevante Auswirkung der Haltbarkeit von z. B. ungekoppelten Pro- thesensystemen [11]. Anderenfalls muss ggf. ein zweizeitiges Vorgehen mit pri- märem Ausgleich der Fehlstellung mittels



Abb. 3 ▲ 54 Jahre alter Patient **a** Seitliche Aufnahme des linken Kniegelenkes und **b** a.-p.-Aufnahme ganzes Bein links: Die Aufnahmen zeigen eine Pseudarthrose nach offener Reposition und interner Fixation (ORIF) mittels lateraler Platte bei Hoffa-Fraktur (AO 33-B3). Im Verlauf bildete sich aufgrund der Dislokation des Kondylenfragmentes eine Valgusfehlstellung aus



Abb. 4 ▲ **a** Seitliches Bild des linken Kniegelenkes und **b** ganzes Bein a.-p.: Die Bilder zeigen einen teilgekoppelte Endoprothese mit femoraler Defektüberbrückung mittels dorsalem, lateralem Augment, metaphysärem Sleeve und zementfreiem Schaft in Hybridverankerungstechnik (2,5 Jahre postoperativ)



Abb. 5 ▲ 54 Jahre alte Patientin: **a** Seitliches Bild des linken Kniegelenkes und **b** ganzes Bein a.-p.: Die Bilder zeigen eine verbliebene deutliche Valgusfehlstellung und metaphysäre, statikgefährdende Defektsituation nach osteosynthetisch versorgter mehrfragmentärer Femurfraktur mit Pseudarthrosenverlauf und konsekutiven mehrfachen Revisionen



Abb. 6 ▲ **a** Seitliche Bilder des linken Kniegelenkes und **b** ganzes Bein a.-p.: Situation nach Verwendung eines modularen Tumorsystems (femoral: zementfrei, tibial: Hybridverankerung) für die Überbrückung des Defektes und Neutralisierung der Fehlstellung

Umstellung in Betracht gezogen werden. Ein einzeitiges Vorgehen stellt aufgrund des hohen Komplikationsrisikos und der längerfristigen Einschränkung der Nachbehandlung nur im Einzelfall eine Option dar (▣ **Abb. 5 und 6**). Hingegen muss abgewogen werden, ob die deutlich längere Vorlaufzeit bis zur definitiven endoprothetischen Versorgung dem Patienten zugemutet werden kann. Die Einschränkungen hinsichtlich der Haltbarkeit der Prothese im Falle einer deutlich verbliebenen Fehlstellung müssen dem Patienten mitgeteilt und die Vor- und Nachteile gegeneinander abgewogen werden. Auch für ein zweizeitiges Vorgehen müssen ggf. weitere Aspekte und deren mögliche Konsequenzen berücksichtigt werden, wie z. B. das potenzielle Risiko einer Weichteilnekrose durch die Umstellung, da die Fehlstellungen und damit die Lokalisation der Umstellung nicht selten multiple Voroperationen aufzeigen.

Funktionelles und implantat-spezifisches Ergebnis

Prinzipiell gelten die gleichen Voraussetzungen wie bei primären Arthrosen. Das postoperative Ergebnis ist abhängig vom präoperativen Zustand. Erhebliche, langzeitige Beweglichkeitseinschränkungen sind muskulär häufig auch durch massive Nachbehandlung nicht wieder komplett rekompensierbar. Schädigungen am Streckapparat hinterlassen in der Regel ein eingeschränktes postoperatives Ergebnis allein aufgrund der Krafteinschränkung. Auch Anschlussdegenerationen spielen nicht selten eine Rolle, da auf dem Boden einer Fehlstellung auch die weiteren Gelenke häufig geschädigt sind (Koxarthrose, Arthrose des unteren und/oder oberen Sprunggelenkes).

Auch seitens der Haltbarkeit der Kunstgelenke ergeben sich erhöhte Risiken. Das Versagen auf dem Boden einer Infektion ist im Vergleich zu primären Arthrosen höher [12]. In Abhängigkeit der verschiedenen Kopplungsgrade haben sicherlich die partiellen Gelenkersätze, also proximaler Tibia- und distaler

Femurersatz, die schlechtesten Überlebensraten für das Worst-Case-Kriterium als Versagensgrund. Insgesamt sind die Revisionsraten höher, auch ohne den Prothesenausbau als Endpunkt anzusetzen. Hämatomrevisionen und Wundheilungsstörungen sind signifikant höher [12–14].

Schlussfolgerung

Bei der Versorgung von posttraumatischen Arthrosen am Kniegelenk mittels Endoprothese muss mit einer höheren Komplikationsrate gerechnet werden. Die Zugangswahl ist in Abhängigkeit der ggf. schon kompromittierten Weichteile, des Defektes und der entsprechend notwendigen Art der Prothese sorgfältig zu wählen, um einerseits Komplikationen wie Nekrosen zu verhindern und andererseits eine ausreichende Exposition für eine korrekte Ausrichtung zu erhalten. Eine potenziell notwendige plastische Deckung ist im Vorfeld zu planen und ggf. interdisziplinär anzugehen. Eine Rekonstruktion des Streckapparates macht unter bestimmten Bedingungen Sinn, es stehen u. a. die in dem Text beschriebenen Techniken zur Verfügung. Im Zweifelsfall sollte der Arthrodese der Vorzug gegeben werden. Vonseiten der knöchernen Situation sind Deformitäten von Defekten zu unterscheiden. Knochendefekte können ggf. biologisch mittels autologer und/oder allogener Transplantate, mit metallischen Augmenten und Sleeves rekonstruiert werden. Durch die Verwendung von Tumorprothesen im Sinne von partiellen Knochenersätzen können große Defekte überbrückt werden. Verbliebene, extraartikuläre Fehlstellungen sollten ggf. zweizeitig nach durchgeführter und konsolidierter Umstellungsosteotomie endoprothetisch versorgt werden. Die Haltbarkeit der Endoprothese ist von der verbliebenen Fehlstellung abhängig und z. B. bei mehr als 3° Abweichung in der a.-p.-Richtung mutmaßlich reduziert.

Korrespondenzadresse

Dr. med. O. E. Bischel
 BG Unfallklinik Ludwigshafen
 Ludwig-Guttman-Str. 13, 67071 Ludwigshafen, Deutschland
 oliver.bischel@bgu-ludwigshafen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. O.E. Bischel, A.J. Suda und M. Tinnell geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren. Alle Patienten, die über Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts zu identifizieren sind, haben hierzu ihre schriftliche Einwilligung gegeben.

The supplement containing this article is not sponsored by industry.

Literatur

1. http://www.eprd.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/Berichte/EPRD_Statusbericht_2014_FINAL_Online_Version.pdf
2. http://www.eprd.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Publikationen/Berichte/EPRD-Jahresbericht_2015_FINAL_Web.pdf. Zugegriffen: 1.12.2016
3. http://www.myknee.se/pdf/SVK_2015_Eng_1.0.pdf. Zugegriffen: 1.12.2016
4. Klattke TO, Sabihi R, Guenther D, Kamath AF, Rueger JM, Gehrke T, Kendoff D (2015) High rates of occult infection after shoulder fracture fixation: considerations for conversion shoulder arthroplasty. *HSS J* 11(3):198–203. doi:10.1007/s11420-015-9450-z
5. Klattke TO, Schneider MM, Citak M, O'loughlin P, Gebauer M, Rueger M, Gehrke T, Kendoff D (2013) Infection rates in patients undergoing primary knee arthroplasty with pre-existing orthopaedic fixation-devices. *Knee* 20(3):177–180. doi:10.1016/j.knee.2013.02.004
6. ter Boo GJ, Grijpma DW, Moriarty TF, Richards RG, Eglon D (2015) Antimicrobial delivery systems for local infection prophylaxis in orthopedic- and trauma surgery. *Biomaterials* 52:113–125. doi:10.1016/j.biomaterials.2015.02.020
7. Jentzsch T, Erschbamer M, Seeli F, Fuchs B (2013) Extensor function after medial gastrocnemius flap reconstruction of the proximal tibia. *Clin Orthop Relat Res* 471(7):2333–2339. doi:10.1007/s11999-013-2851-8
8. Vince KG, Abdeen A (2006) Wound problems in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 452:88–90
9. Zonnenberg CB, Lisowski LA, van den Bekerom MP, Nolte PA (2010) Tuberositas osteotomy for total knee arthroplasty: a review of the literature. *J Knee Surg* 23(3):121–129
10. Piedade SR, Pinaroli A, Servien E, Neyret P (2008) Tibial tubercle osteotomy in primary total knee arthroplasty: a safe procedure or not? *Knee* 15(6):439–446. doi:10.1016/j.knee.2008.06.006
11. Vandekerckhove PJ, Lanting B, Bellemans J, Victor J, MacDonald S (2016) The current role of coronal plane alignment in total knee arthroplasty in a preoperative varus aligned population: an evidence based review. *Acta Orthop Belg* 82(1):129–142
12. Bala A, Penrose CT, Seyler TM, Mather RC 3rd, Wellman SS, Bolognesi MP (2015) Outcomes after total knee arthroplasty for post-traumatic arthritis. *Knee* 22(6):630–639. doi:10.1016/j.knee.2015.10.004
13. Weiss NG, Parvizi J, Trousdale RT, Bryce RD, Lewallen DG (2003) Total knee arthroplasty in patients with a prior fracture of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg Am* 85-A(2):218–221
14. Houdek MT, Watts CD, Shannon SF, Wagner ER, Sems SA, Sierra RJ (2016) Posttraumatic total knee arthroplasty continues to have worse outcome than total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Arthroplasty* 31(1):118–123. doi:10.1016/j.arth.2015.07.022