Oper Orthop Traumatol 2012 · 24:215–226
DOI 10.1007/s00064-011-0061-7
Online publiziert: 30. Juni 2012
© Springer-Verlag 2012

Redaktion
M. Rudert, Würzburg
Zeichner
R. Himmelhan, Heidelberg

P.H. Pennekamp[1] · D.C. Wirtz[1] · H.R. Dürr[2]
[1] Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Rheinische Friedrich-Wilhems-Universität Bonn
[2] Orthopädische Klinik und Poliklinik, Schwerpunkt Tumororthopädie, LMU München

Der proximale und komplette Femurersatz

Vorbemerkungen

Das Femur ist eine häufige Lokalisation für das Auftreten primär maligner Knochentumoren [26]. So treten im proximalen Anteil ca. 13% der Chondrosarkome [31], 16% der Ewing-Sarkome [32] und 10% der Osteosarkome auf [33]. Knochenmetastasen stellen aber die häufigsten malignen Läsionen des Femur dar, überwiegend jene von Karzinomen der Brust, der Lunge, der Niere und der Prostata [7].

Die Dignität eines femoralen Knochentumors ist durch eine Biopsie zu sichern. Die Biopsiestelle sollte so geplant und angelegt sein, dass sie im Falle einer späteren weiten Tumorresektion im Schnittverlauf liegt und bei Inzisionsbiopsien mit ausreichendem Sicherheitsabstand reseziert werden kann. Der Biopsiekanal sollte möglichst auf dem kürzesten Wege zum Tumor liegen und nicht mehr als ein Kompartiment einbeziehen [4]. Am proximalen Femur hat sich die Probeentnahme von anterolateral auf Höhe des Trochanter-major-Unterrands im Ansatzbereich des M. vastus lateralis bewährt. Läsionen des epi- und metaphysären Bereichs können minimal-invasiv durch den Schenkelhals biopsiert werden [35].

In der Vergangenheit waren maligne Knochentumore im Bereich des Femurknochens in den meisten Fällen nur durch Amputationen oder Hüftexartikulationen beherrschbar und bedeuteten für den Patienten zumeist den vollständigen Funktionsverlust der betroffenen Extremität [24]. Heutzutage ist durch Fortschritte der Bildgebung, verbesserten Operationstechniken sowie durch den Einsatz (neo)adjuvanter Verfahren wie der Radio- oder Chemotherapie in mehr als 90% der Fälle eine lokale Beherrschung der Tumorerkrankung unter Erhalt der Extremität möglich [6].

Ziel der operativen Therapie primär maligner Knochentumoren im Bereich des proximalen Femur ist die weite Resektion nach Enneking [10]. Die (akzidentelle) Darstellung des Tumors bzw. seiner Kapsel ist als marginale, tumorchirurgisch inadäquate Resektion zu betrachten und zu vermeiden.

Zu unterscheiden ist die intraartikuläre Resektion des proximalen Femur in den häufigeren Fällen von malignen Knochentumoren ohne Hüftgelenkbeteiligung von der extraartikulären Femurresektion bei eher seltenem Mitbefall des Hüftgelenks. Dies muss bereits im Rahmen der präoperativen Planung entschieden werden, da eine extraartikuläre Resektion des Hüftgelenks neben der femoralen auch die azetabuläre Defektrekonstruktion notwendig macht.

Die Indikation zur totalen Femurresektion ergibt sich bei multiplen Läsionen im Femur (z. B. bei Vorliegen von extensiven Skipmetastasen) oder bei primär diaphysär gelegenen Tumoren, die sich proximal und distal bis jenseits des epimetaphysären Übergangs ausbreiten und einen sinnvollen Gelenkerhalt nicht mehr ermöglichen [28]. Bei frakturierten oder frakturgefährdeten Femurmetastasen können stabilisierende Verfahren wie die Marknagelosteosynthese eine intramedulläre Tumordissemination verursachen, was im Falle einer späteren Revision – z. B. bei Implantatversagen oder lokaler Metastasenprogression – den totalen Femurersatz notwendig machen kann.

Oberstes Ziel in der Metastasenchirurgie im Bereich des Femur ist die möglichst rasche Wiederherstellung der Mobilität des Patienten unter Vermeidung eines Lokalrezidivs [25]. Die Indikation zur Resektion einer Knochenmetastase im proximalen Femur besteht bei solitären Läsionen sowie bei großen destruierenden Prozessen wie z. B. den Nierenzellkarzinommetastasen. Aufgrund ihres lokal aggressiven Wachstums bei geringem Ansprechen auf eine adjuvante Radiochemotherapie wird in der Literatur eine Versagensrate intraläsionaler Stabilisierungsverfahren (Marknagelung, Verbundosteosynthese) von 24% angegeben [23]. Bei verhältnismäßig guter Prognose mit 50% Gesamtüberleben nach 2 Jahren [9] und 39% nach 10 Jahren [1, 12] sind resezierende Verfahren bei diesem Patientengut gerechtfertigt und zu bevorzugen.

Als Rekonstruktionsoption nach proximaler bzw. totaler Femurresektion hat sich in Europa der endoprothetische Ersatz durch modulare Megaprothesensysteme durchgesetzt. Im Gegensatz zu individuell angefertigten Monoblock-Prothesen („custom made megaprosthesis“) sind die modularen Systeme rasch verfügbar, kostengünstig und flexibel an die intraoperative Situation anpassbar [19]. Die Verwendung osteoartikulärer Allografts oder Composite-Allografts als „biologische“ Alternative zum künstlichen Femurersatz ist aufgrund von Problemen in Bezug auf Verfügbarkeit, ossärer Integration, Infektion und Fraktur zumindest in

Europa zunehmend in den Hintergrund gerückt. Gleichwohl stellen sie gerade in funktioneller Hinsicht eine gute Alternative dar [5, 13, 14, 36].

Alle modularen Megaendoprothesensysteme besitzen ein ähnliches Komplikationsspektrum, wobei die Komplikationsrate im Vergleich zu konventionellen Endoprothesensystemen bei nichtonkologischen, immunkompetenten Patienten signifikant höher ist.

Hervorzuheben sind insbesondere die aseptische Lockerung, der tiefe Prothesenifekt und die Luxation [15, 20, 22]. Die Prothesenluxation rückt anscheinend durch die Verwendung bipolarer Köpfe (Duokopf) bei der hemiprothetischen Versorgung oder durch Implantation tripolarer Pfannensysteme bei der Totalprothese in den Hintergrund.

Zusätzliche Stabilität gewinnt die Tumorendoprothese durch Erhalt der Hüftgelenkskapsel sowie durch Fixierungsmöglichkeiten von Muskeln und Sehnen direkt an der Prothese, z. B. durch Ösen oder Öffnungen, oder durch Verwendung synthetischer Anbindungsschläuche, z. B. aus Polyethylenterephtalat (PET, Trevira®) [17].

Die Rate aseptischer Lockerungen von Megaimplantaten bei Tumorpatienten wird in der Literatur mit einer Inzidenz von 3–27% angegeben [15, 19, 30]. Dabei besitzen Megaprothesen zur Rekonstruktion von Defekten im Bereich des distalen Femur und der proximalen Tibia das höchste Lockerungsrisiko [21]. Der Einfluss der intramedullären Schaftverankerung (zementiert vs. zementfrei) auf die Inzidenz der aseptischen Lockerung ist aufgrund der sehr heterogenen Patientenkollektive und der überwiegend retrospektiv erhobenen Datenlage weiterhin unklar [27, 30].

Trotzdem ist bei jüngeren Patienten mit primär malignen Knochentumoren ohne Notwendigkeit der lokalen Bestrahlung die zementfreie Schaftverankerung (press-fit) zu bevorzugen [34]. Liegt die Resektionsebene allerdings sehr distal, so erlaubt die Geometrie des Femur meist nur die zementierte Versorgung, evtl. sogar mit zusätzlicher Verschraubung.

Beim älteren Patienten mit sekundären Läsionen wie den Knochenmetastasen ist aufgrund der Möglichkeit der sofortigen postoperativen Vollbelastbarkeit die zementierte Schaftverankerung zu favorisieren. Das optimale Verankerungskonzept einer Megaprothese bleibt abhängig von unterschiedlichsten Faktoren und muss individuell im Rahmen der präoperativen Planung festgelegt werden [29].

Die tiefe Infektion stellt eine der gravierendsten Komplikationen in der Tumorendoprothetik dar. Die Infektionsrate nach Implantation von Tumorendoprothesen an der unteren Extremität liegt zwischen 3% und 13% [2]. Das Erregerspektrum umfasst neben den am häufigsten nachgewiesenen Staphylokokken zunehmend multiresistente Subspezies wie MRSA oder MRSE [18]. Risikofaktoren für das Auftreten einer periprothetischen Infektion sind lange Operationszeiten, ausgedehnte Resektionen mit schlechter Weichteildeckung der Endoprothese, reduzierte Immunabwehr durch adjuvante Radio-/Chemotherapie sowie die onkologische Grunderkrankung selbst [3, 20, 25]. Die antibakterielle Wirkung silberbeschichteter Oberflächen modularer Tumorendoprothesen kann das Infektionsrisiko senken [15, 16].

Analog zu den Empfehlungen zur Vermeidung hämatogener Infektionen in der konventionellen Endoprothetik sollten Patienten mit Megaimplantaten bei Infektgefährdung – z. B. bei operativen Eingriffen, Zahnbehandlungen oder bakteriellen Entzündungen – konsequent antibiotisch abgedeckt werden.

Operationsprinzip und -ziel

Rekonstruktion segmentaler Knochensubstanzverluste des proximalen Femur nach Tumorresektion oder nach Revisionseingriffen in der Hüftendoprothetik.

Vorteile

- Modularität mit frei wählbarer Rekonstruktionslänge
- Einstellung der Ante-/Retroversion des Prothesenhalses
- Rotationsstabile Schaftgeometrie mit zementfreier oder zementierter Verankerungsmöglichkeit
- Antimikrobielle Silberbeschichtung erhältlich
- Zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten mit Hüft- und Knierevisionssystemen sowie Ausbau zum totalen Femurersatz möglich
- Schnelle Verfügbarkeit und geringerer Kostenaufwand im Vergleich zu Individualanfertigungen

Nachteile

- Im Vergleich zur konventionellen Hüftendoprothetik erhöhtes Luxations- und Infektionsrisiko
- Im Vergleich zur konventionellen Hüftendoprothetik schlechte Funktionalität durch Verlust von Muskel- und Sehnengewebe
- Langwieriger Verlauf und begrenzte Rückzugsmöglichkeiten bei periprothetischem Infekt

Indikationen

- Aggressive benigne und primär maligne Knochentumoren des proximalen Femur
- Stabilitätsgefährdende Knochenmetastasen des proximalen Femur mit ausgedehnten Osteolysen oder bei kurativem Resektionswunsch
- Ausgeprägter segmentaler Knochensubstanzverlust des proximalen Femur (Typ Paprosky IV) nach fehlgeschlagener Hüftendoprothetik oder Osteosynthese [8]
- Periprothetische Frakturen, bei denen eine osteosynthetische Versorgung oder eine endoprothetische Rekonstruktion mit herkömmlichen Revisionsimplantaten nicht möglich ist oder bei multimorbiden Patienten eine weniger belastende Operationstechnik erfordert

Kontraindikationen

- Allgemeine medizinische Kontraindikationen für einen operativen Eingriff
- Lokale floride Infektionen
- Relative Kontraindikationen: Sehr kurze Lebenserwartung (<3 Monate); nicht vorhandenes azetabuläres Lager

Zusammenfassung · Abstract

Oper Orthop Traumatol 2012 · 24:215–226 DOI 10.1007/s00064-011-0061-7
© Springer-Verlag 2012

P.H. Pennekamp · D.C. Wirtz · H.R. Dürr

Der proximale und komplette Femurersatz

Zusammenfassung

Operationsziel. Ziel der Operation ist die Rekonstruktion segmentaler Knochensubstanzverluste des proximalen Femur nach weiter Tumorresektion oder nach Revisionseingriffen in der Hüftendoprothetik.
Indikationen. Aggressive benigne und primär maligne Knochentumoren des proximalen Femur, stabilitätsgefährdende Knochenmetastasen, ausgeprägter segmentaler Knochensubstanzverlust des proximalen Femur oder periprothetische Frakturen.
Kontraindikationen. Lokale floride Infektionen. Relative Kontraindikationen: Sehr kurze Lebenserwartung (<3 Monate) und nicht vorhandenes azetabuläres Lager.
Operationstechnik. Anterolateraler Zugang, Darstellung und Ablösung des M. iliopsoas und des M. gluteus medius mit Sicherheitsabstand zum Knochen. Armierung der Sehnenstümpfe mit nichtresorbierbarem Nahtmaterial. Distale Durchtrennung von M. vastus lateralis, M. vastus intermedius und M. rectus femoris in Abhängigkeit der extraossären Tumorausdehnung. Distale Femurosteotomie mit Sicherheitsabstand von mindestens 3 cm zum Tumor. Bei totalem Femurersatz zusätzliche laterale Arthrotomie mit Resektion der Bänder und Menisken. Präparation des Markraums unter Schutz mit Verbrügge-Zange. Nach Probereposition mit Probekomponenten Implantation der definitiven Komponenten unter Einstellung der Antetorsion in 5°-Schritten. Vor Reposition Überstülpen und Fixieren eines Anbindungsschlauchs. Refixierung der Muskulatur am Anbindungsschlauch. Bei totalem Femurersatz Präparation des Tibiaschafts, Montage der Femurkomponenten und Kopplung mit der distalen Femurkomponente.
Weiterbehandlung. Infektionsprophylaxe, 20 kg Teilbelastung, Bewegungsschiene.
Ergebnisse. Von Juni 2007 bis Dezember 2011 erfolgte bei 20 Patienten die Implantation eines proximalen MUTARS®-Femurersatzes und bei 2 Patientinnen die Implantation eines totalen MUTARS®-Femurs. Das mittlere Alter zum Operationszeitpunkt betrug 62,0±18,1 Jahre (18–82 Jahre). Die Operationsindikationen waren 3 primär maligne Knochentumore und 19 Femurmetastasen. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung konnten 15 Patienten mit einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 20,3±17,2 Monaten (4–51 Monate) nachuntersucht werden. Bezogen auf alle 22 Fälle traten 3 tiefe Protheseninfektionen (13,6%) und 2 Luxationen (9,1%) auf. Von den 15 nachuntersuchten Patienten hatten 3 ein sehr gutes (20%), 4 ein gutes (26,7%), 6 ein zufriedenstellendes (40%) und 2 (13,3%) ein schlechtes funktionelles Ergebnis im MSTS-Score nach Enneking.

Schlüsselwörter

Ersatzarthroplastik · MUTARS · Megaprothese · Knochenneoplasien · Knochenmetastase

Proximal and total femur replacement

Abstract

Objective. Reconstruction of segmental bone defects of the proximal femur following wide tumor resection or revision arthroplasty.
Indications. Aggressive benign or primary malignant bone tumors of the proximal femur; destructive metastases; massive segmental bone defects of the proximal femur; periprosthetic fractures.
Contraindications. Local infection; very short life expectancy (<3 months); massive deficiency of acetabular bone stock.
Operative technique. Anterolateral approach. Exposure and detachment of the iliopsoas and gluteus medius muscle from the proximal femur with a sufficient safety margin to the bone; distal transsection of the vastus lateralis/intermedius and rectus femoris muscle according to the extraosseous tumor extension; distal femur osteotomy at least 3 cm beyond the farthest point of tumor extension; in case of total femur replacement, additional lateral arthrotomy of the knee with resection of the ligaments and menisci; reaming of the medullary canal after securing the shaft with a Verbrugge clamp; trial assembly and reduction followed by the definitive implantation of the prosthesis with adjustment of the femoral neck anteversion in 5° increments; soft tissue reconstruction and fixation to an attachment tube covering the prosthesis; in case of total femur replacement, the preparation of the tibia is followed by the coupling of the tibial and femoral components.
Postoperative management. Infection prophylaxis, 20 kg partial weight bearing, continuous passive motion.
Results. A total of 20 patients with proximal femur replacement and 2 patients with total femur replacement implanted between June 2007 and December 2011 were retrospectively reviewed. Three patients had primary malignant bone tumors, while 19 patients underwent resection for metastatic disease. The mean age at surgery was 62.0±18.1 years (18–82 years). Fifteen patients with a mean follow-up of 20.3±17.2 months (4–51 months) were studied. Among the 22 cases, periprosthetic infection occurred in 3 patients (13.6%), dislocation in 2 patients (9.1%). Evaluation of the functional outcome in 15 patients using the MSTS score by Enneking revealed 3 very good (20%), 4 good (26.7%), 6 fair (40%), and 2 poor (13.3%) results.

Keywords

Arthroplasty replacement · MUTARS · Megaprosthesis · Bone neoplasms · Bone metastasis

Patientenaufklärung

- Allgemeine Operationsrisiken
- Perioperative Transfusion von Erythrozytenkonzentraten
- Thrombose, Embolie
- Gabe von Fremdblut
- Wundheilungsstörung
- Verletzung von Nerven- und Gefäßstrukturen (N. ischiadicus, N. femoralis, A./V. femoralis)
- Tiefer Protheseninfekt (Früh-/Spätinfekt)
- Luxation
- Diskonnektion, Materialbruch
- Funktionseinschränkung (Glutealinsuffizienz, Quadrizeps- und Psoasschwäche)
- Beinlängendifferenz
- Postoperative Radio-/Chemotherapie
- Tumorrezidiv

Abb. 1 ◀ Das proximale MUTARS®-Femur (**a**) und das totale MUTARS®-Femur (**b**) mit silberbeschichteter Oberfläche. Einstellung der Ante-/Retroversion des Prothesenhalses über die Stirnverzahnung in 5°-Schritten (**c**). (Mit freundlicher Genehmigung der Firma implantcast.)

- Höhere aseptische Lockerungsrate im Vergleich zur Standardprothese

Operationsvorbereitung

- Komplettierung des Tumorstagings (Röntgen, MRT, CT-Thorax/-Abdomen, 3-Phasenskelettszintigraphie, ggf. (CT-)Angiographie)
- Präoperative Planung der knöchernen und weichteiligen Tumorresektionsgrenzen
- Bestimmung der knöchernen Rekonstruktionslänge
- Präoperative Tumorembolisation bei gut vaskularisierten Tumoren
- Interdisziplinäre Koordination der onkologischen Therapie (Chemotherapie, Radiatio)
- Überprüfen der Vollständigkeit des Prothesensystems durch den Operateur

Instrumentarium

Hier beispielhaft dargestellt am proximalen/totalen Femurersatz des MUTARS®(Modular Universal Tumor And Revision)-Systems, Fa. Implantcast, Buxtehude, Deutschland (◘ **Abb. 1a, b**):

- Komponenten ($TiAl_6V_4$): Proximales Femur (50 und 80 mm), Verlängerungshülse (40, 60, 80 und 100 mm), Verbindungsstück (100 mm), Reduzierstück (20 oder 30 mm), M10-Schrauben (25–225 mm).
- Alle Komponenten des Systems, die nicht mit Knochen in Kontakt kommen oder an der Artikulation der Endoprothese beteiligt sind, können in silberbeschichteter Ausführung hergestellt werden.
- Die maximale Rekonstruktionslänge beträgt 340 mm (proximales Femur) bzw. 540 mm (totales Femur).
- Stirnverzahnung zur Einstellung der Ante-/Retroversion des Prothesenhalses in 5°-Schritten (◘ **Abb. 1c**)
- Zementfreie Schäfte ($TiAl_6V_4$, HA-beschichtet, hexagonale Geometrie): Länge 120 mm, Schaftdurchmesser von 12–18 mm in 1-mm-Schritten
- Zementierte Schäfte (CoCrMo, hexagonale Geometrie): Länge 120 mm, Schaftdurchmesser von 11–17 mm in 2-mm-Schritten
- Individualisierte Schäfte/Bohrungen möglich
- Trevira®-Anbindungsschlauch (Polyethylenterephtalat)
- Distales Femur (CoCrMo): 110 mm rechts/links
- Tibiaplateau zementpflichtig (CoCrMo): S, M, L; PE-Gleitfläche: S, M, L
- Zementfreie Tibiaschäfte ($TiAl_6V_4$): Längen 120, 160 und 200 mm, Durchmesser 12–18 mm in 2-mm-Schritten
- Zementierte Tibiaschäfte (CoCrMo): Längen 120, 160 und 200 mm, Durchmesser 11–15 in 2-mm-Schritten
- Kopplungsmechanismus m-o-m (CoCrMo)
- Patellaersatz (UHMW-PE): zementpflichtig

Anästhesie und Lagerung

- Operation in Allgemeinnarkose, zusätzlich Periduralkatheter
- Rücken- oder Seitenlage
- Einzeichnen der geplanten Schnittführung

Operationstechnik

(■ **Abb. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13**)

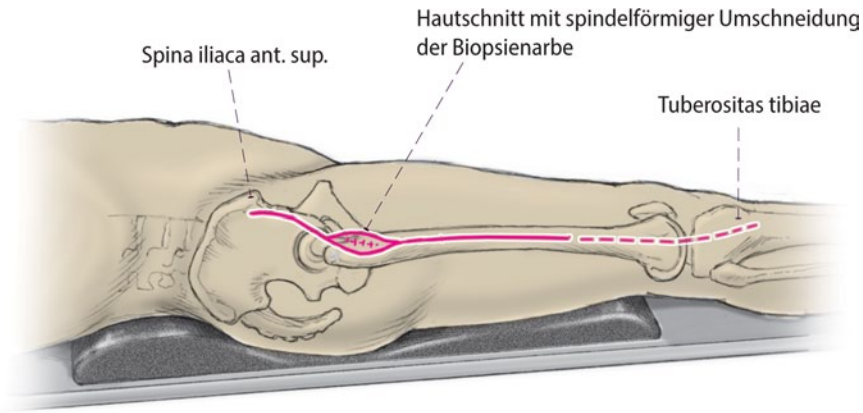

Abb. 2 ▲ Der Hautschnitt verläuft etwas distal der Spina iliaca anterior superior beginnend unter Einschluss der Biopsienarbe bis zum distalen Drittel des Oberschenkels (*durchgezogene Linie*). Für den totalen Femurersatz wird der Schnitt lateral der Patella über das Kniegelenk hinweg nach distal bis zur Tuberositas tibiae erweitert (*gestrichelte Linie*)

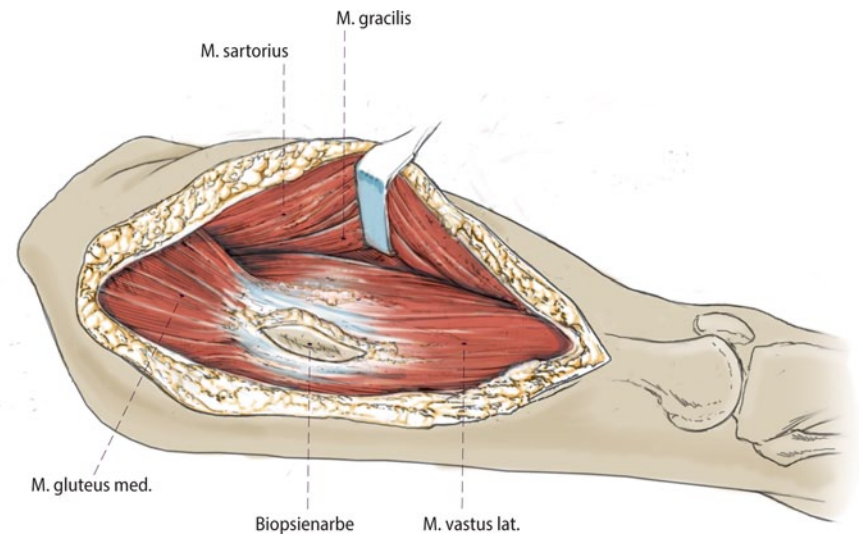

Abb. 3 ▲ Darstellung der Fascia lata und Längsspalten derselben über die gesamte Länge des Zugangs. An der Spina iliaca anterior superior wird der Ansatz des M. tensor fasciae latae teilabgelöst und nach dorsolateral weggehalten. Der M. sartorius wird nach ventral weggehalten. Darstellung des M. gluteus medius und des M. vastus lateralis mit ihrer jeweiligen Insertion am Trochanter major

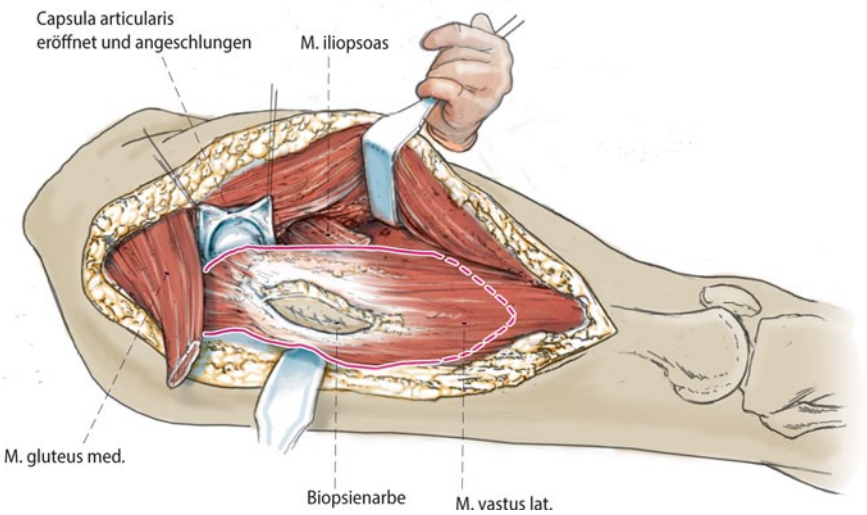

Abb. 4 ▲ Nach Ligatur/Elektrokauterisierung von Ästen der A. circumflexa femoris lateralis Darstellung und Ablösung des M. iliopsoas vom Trochanter minor und Ablösen des M. gluteus medius vom Trochanter major, jeweils mit Sicherheitsabstand zum Knochen. Anschließend werden die Sehnenstümpfe mit nichtresorbierbarem Nahtmaterial zur späteren Refixierung am Anbindungsschlauch armiert. Erlaubt es die Tumorausdehnung, ist es zweckmäßig, ein Teilstück des Trochanter major mit daran belassener Glutealmuskulatur vom Femur zu osteotomieren. Kann der Verbund aus M. vastus lateralis und M. gluteus medius erhalten werden, sollte dies immer erfolgen

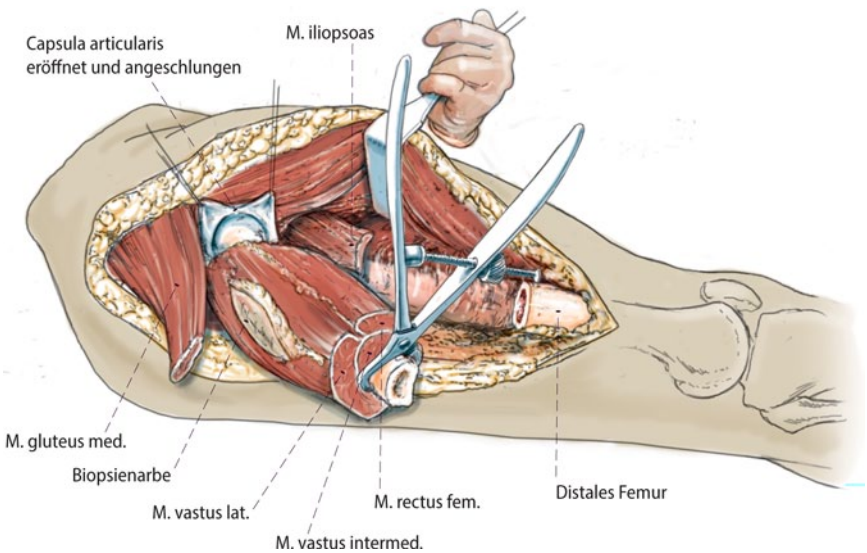

Abb. 5 ▲ Darstellung der ventralen Hüftgelenkskapsel. Die Höhe der sich anschließenden distalen queren Durchtrennung von M. vastus lateralis, M. vastus intermedius und M. rectus femoris richtet sich nach der extraossären Tumorausdehnung. Die Hüftgelenkskapsel wird erhalten, wenn der Tumor dies zulässt. Sie kann um den Schenkelhals der Prothese als sehr guter Luxationsschutz verschlossen werden. Femurosteotomie mit mind. 3 cm Sicherheitsabstand zum Tumor gemäß präoperativer Planung. Entnahme einer Markraumbiopsie aus dem distalen Femur und Einsenden zur histopathologischen Schnellschnittdiagnostik mit der Frage nach Tumorzellfreiheit des Resektionsrands. Bei totalem Femurersatz erfolgt zusätzlich die laterale Arthotomie mit Resektion von vorderem und hinterem Kreuzband, der Kollateralbänder und der Menisken unter Erhalt des Streckapparats. Fassen des distalen Femurendes mit einer Verbrügge-Zange zur besseren Mobilisation des Resektats. Dann schrittweises Abtrennen der Adduktorengruppe von innenseitig und des M. gluteus maximus von dorsalseitig

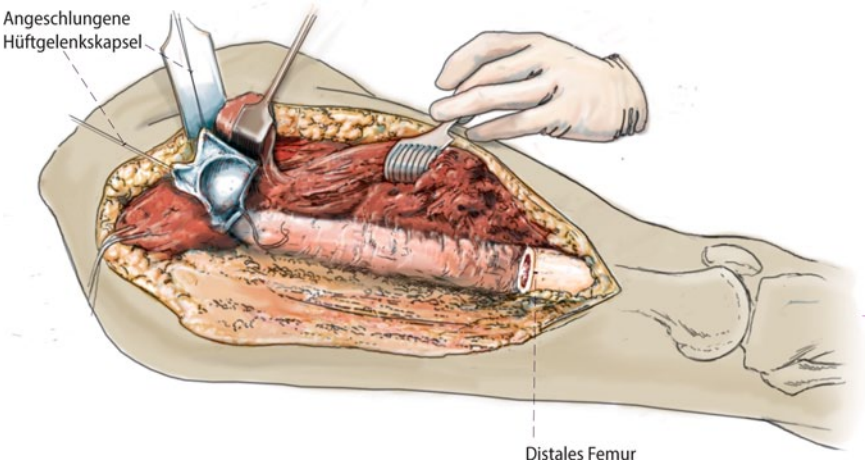

Abb. 6 ▲ Anschlingen der Hüftgelenkskapsel nach Resektion des proximalen Femurs

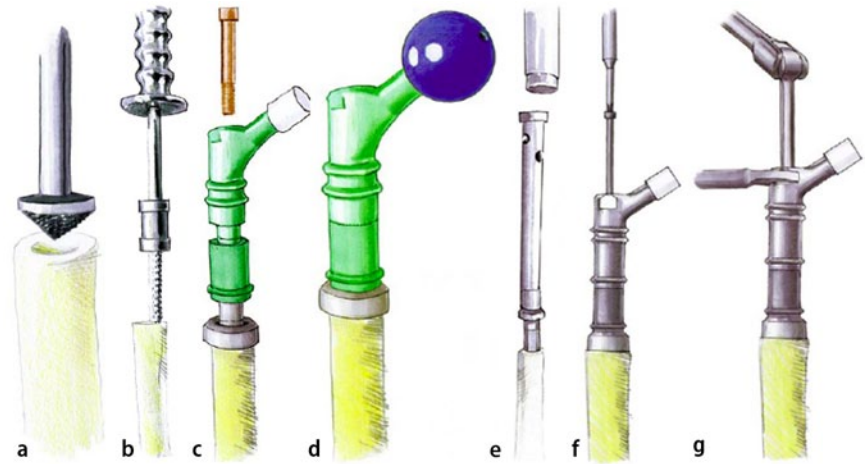

Abb. 7 ▲ Femurpräparation. **a** Planfräsen des distalen Femurschafts mit dem konischen Fräser. **b** Externe Sicherung des Femurs mit einer Verbrügge-Zange, dann schrittweises Aufraspeln des Markraums mit den Femurschafttraspeln unter Berücksichtigung der Antekurvation von Raspel (anteriore Markierung) und Femur bis ein sicheres Press-fit erreicht ist. **c** Aufbau der Probekomponenten auf die einliegende, zuletzt verwendete Raspel. **d** Reposition mit Probekopf. **e** Einbringen des definitiven Schafts (zementfrei: Schaftgröße = letzte Raspelgröße; zementiert: Schaftgröße = letzte Raspelgröße − 2 mm). **f** Montage der definitiven proximalen Femurkomponenten gemäß präoperativer Längenplanung mit den passenden Schrauben (Tabelle beim Hersteller) auf den implantierten Schaft. Einstellen der gewünschten Anteversion des proximalen Femur in 5°-Schritten. **g** Festziehen der Schraube(n) und der proximalen Konterschraube unter Sicherung des Aufbaus mit dem Gabelschlüssel. (Mit freundlicher Genehmigung der Firma implantcast.)

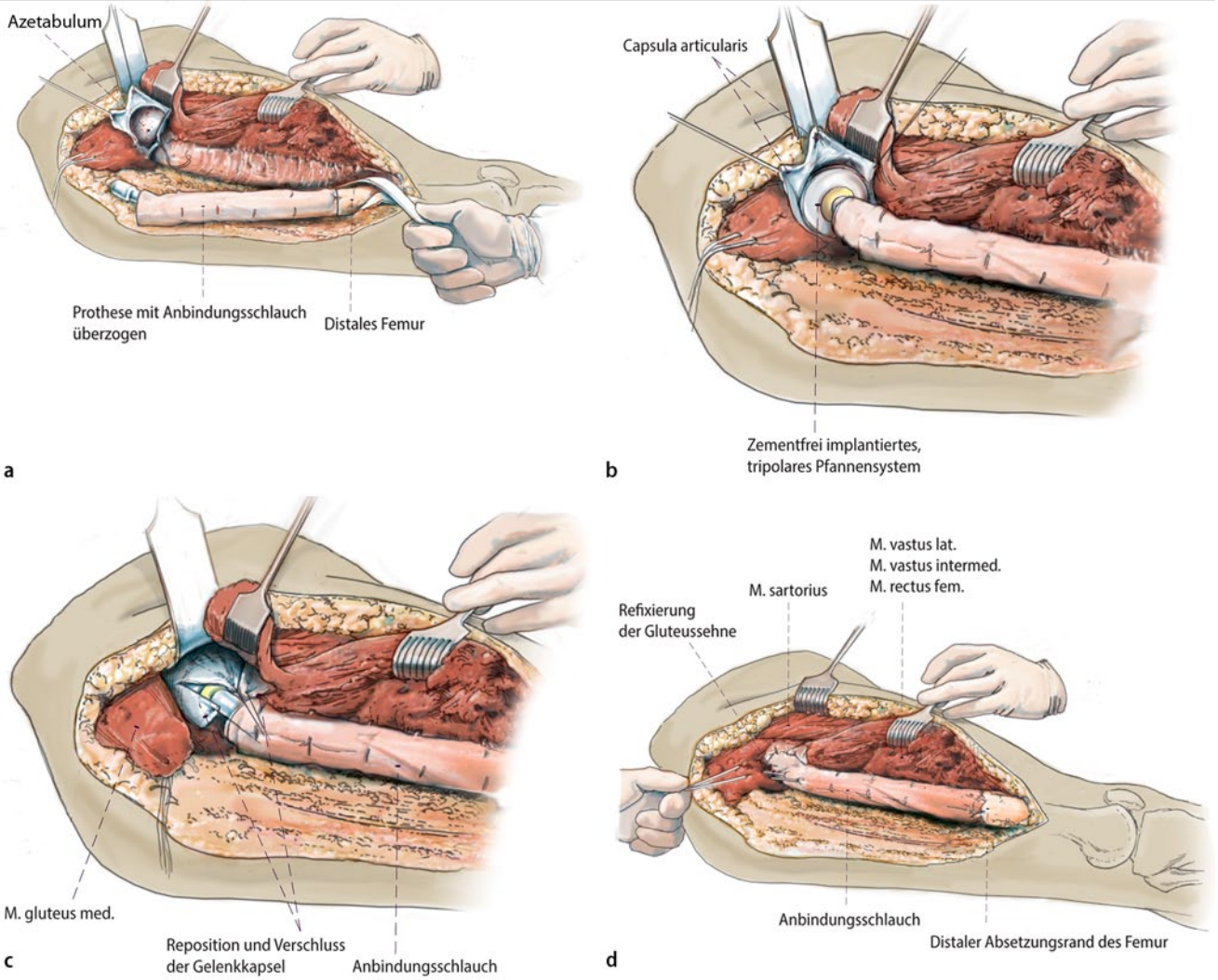

Abb. 8 ▲ Überziehen der Tumorprothese mit dem Anbindungsschlauch vor Aufstecken des Kopfs (**a**). Die Fixierung erfolgt mit nichtresorbierbaren Fäden (z. B. Ethibond®) an den Retentionsringen der Prothese und an den distalen Muskelresektionsrändern. Proximal kann der Anbindungsschlauch an Resten der Hüftgelenkskapsel oder bei Fehlen derselben mit Fadenankern fixiert werden. Reposition und Verschluss der Kapsel über dem Prothesenhals zur Luxationssicherung (**b**, **c**). Azetabulumseitig erfolgte zuvor die zementfreie Implantation eines tripolaren Pfannensystems (Polarcup® Duales Mobilitätssystem, Fa. Smith and Nephew, Memphis, TN, USA). Dann Vernähen des Anbindungsschlauchs an der Kapsel und Refixation der Muskulatur am Anbindungsschlauch (**d**)

Abb. 9 ◀ Totaler Femurersatz. Nach Resektion des gesamten Femur über den erweiterten lateralen Zugang (◘ **Abb. 2**) erfolgt die Längenbestimmung der Tumorprothese anhand des Resektats auf dem Seittisch oder entsprechend der präoperativen Planung. Anschließende Montage der Probekomponenten (Hier am Beispiel einer pathologischen Fraktur distal einer einliegenden Hüftendoprothese)

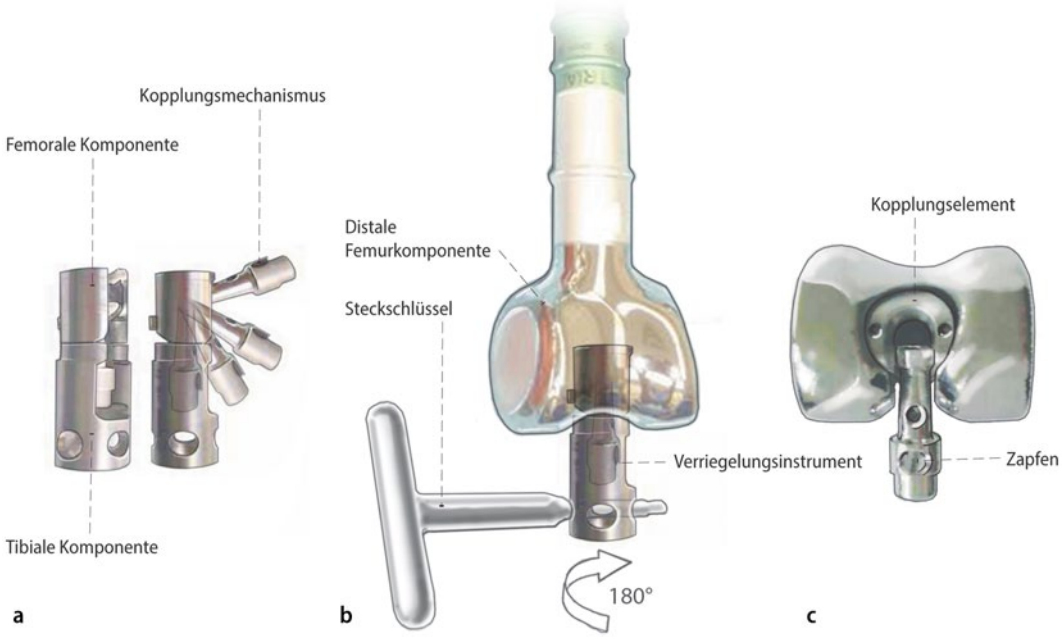

Abb. 10 ▲ **a–c** Tibiapräparation**.** Die Tibiapräparation für den totalen Femurersatz erfolgt nach Vorgabe des verwendeten Prothesensystems und entspricht im Wesentlichen der Implantationstechnik einer konventionellen Knieendoprothese. Beim totalen MUTARS®-Femurersatz wird zur Kopplung der femoralen und tibialen Komponenten zunächst der Kopplungsmechanismus zusammengesetzt. Dazu wird der Kopplungsmechanismus des Schlosses um ca. 100° gedreht, bis er in der Hülse des Verriegelungsinstruments einrastet. Anschließend wird das Verriegelungsinstrument samt Kopplungsmechanismus in die Aussparung der distalen Femurkomponente gesteckt und mit Hilfe des Steckschlüssels um 180° im Uhrzeigersinn gedreht. Dass Kopplungselement ist korrekt platziert, wenn der Zapfen aus der Hülse des Instruments fällt. Danach wird das Verriegelungsinstrument entfernt

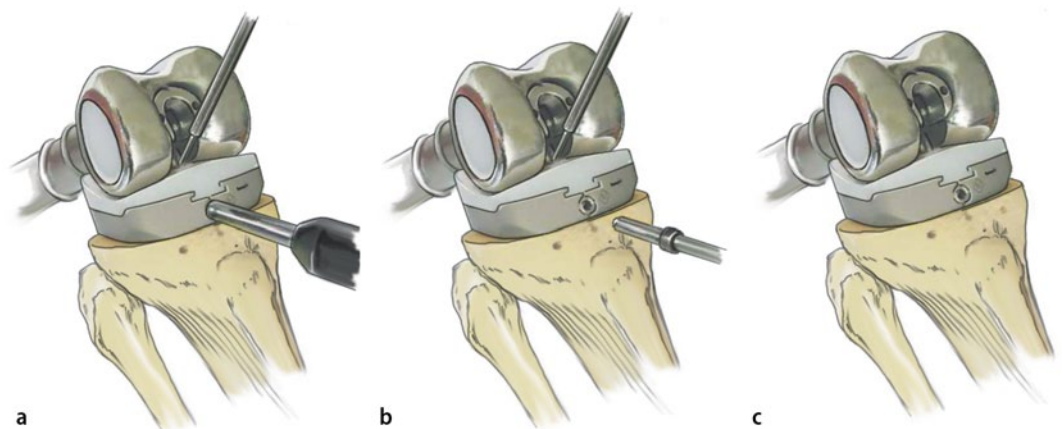

Abb. 11 ◀ **a–c** Nach Einführen des Setzinstruments in die Bohrung wird das Kopplungselement in die Aussparung des Tibiaplateaus eingebracht. Der Positionierer wird von ventral in die Bohrung des Zapfens eingeführt und nach korrekter Ausrichtung des Zapfens wieder entfernt. Abschließend werden der Verriegelungsbolzen und die Konterschraube mit dem Drehmomentbegrenzer eingeschraubt

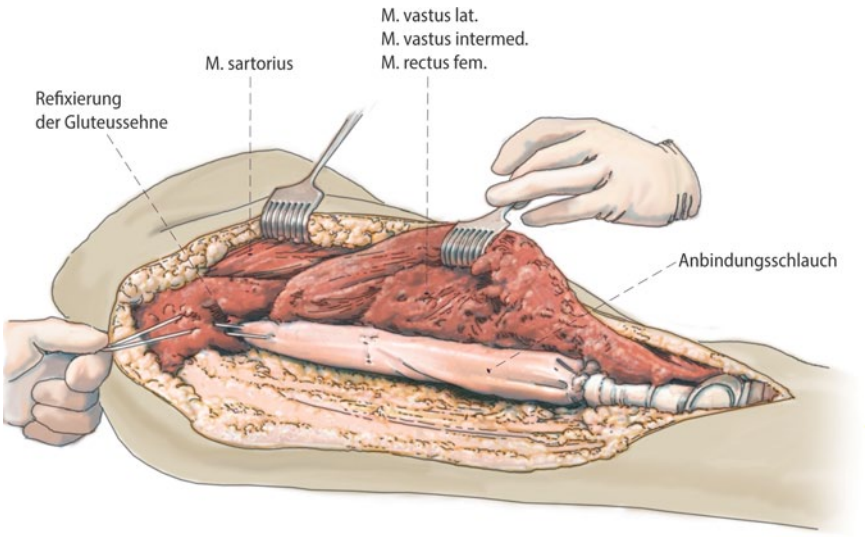

Abb. 12 ◀ Intraoperativer Situs nach Implantation eines totalen Femurersatzes mit Refixierung der Gluteussehne am Anbindungsschlauch

Abb. 13 ◀ Prä- und postoperative Röntgenaufnahmen nach Implantation eines zementfreien proximalen Femurersatzes mit zementfreier tripolarer Pfanne bei Ewing-Sarkom (**a**) und eines totalen Femurersatzes mit azetabulärem Rekonstruktionsring und einzementierter tripolarer Pfanne bei pathologischer Fraktur distal einer einliegenden Hüft-TEP bei Chondrosarkom (**b**)

Postoperative Behandlung

- Peri- und postoperative Infektionsprophylaxe, z. B. mit einem Cephalosporin der 3. Generation
- Elastisches Wickeln des operierten Beins mit Spicaverband
- Medikamentöse und physiotherapeutische Thromboseprophylaxe bis zum Erreichen der Vollbelastung
- Belassen der Redondrainagen für 3–5 Tage postoperativ
- Frühestmögliche Remobilisation mit 20 kg Teilbelastung
- Vermeiden von tiefem Sitzen und Hüftadduktion für 6 Wochen postoperativ
- Bei totalem Femurersatz oder ausgedehnter Präparation des Streckapparats empfiehlt sich der frühzeitige Einsatz einer Bewegungsschiene (CPM)

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Beim schrittweisen Aufraspeln des Markraums und Einschlagen des Prothesenschafts ohne Schutz mit einer Knochenhaltezange (Verbrügge-Zange) kann es zu einer Femurschaftfraktur kommen. In diesem Fall sollten die anatomische Reposition der Fragmente und die Osteosynthese mit Drahtcerclagen erfolgen. Zur Erhöhung der Primärstabilität sollte die Möglichkeit der distalen Querverriegelung des Schafts genutzt werden.
- Infektionen, die innerhalb von 4 Wochen nach Implantation auftreten (Frühinfekte), können zumeist prothesenerhaltend mit Austausch aller modularen Komponenten, kompromisslosem Debridement und keimadaptierter Antibiose behandelt werden [37].
- Tritt die Infektion später als 4 Wochen nach Primärimplantation auf (Spätinfekt), sind ein zwei- oder mehrzeitiger Wechsel wiederum mit Debridement von infiziertem Knochen- und Weichteilgewebe und eine antibiogrammgerechter Antibiose zu

favorisieren. Das gleiche Vorgehen gilt unabhängig vom Zeitpunkt des Auftretens des Infekts bei Vorliegen multiresistenter Bakterien oder von Problemkeimen [2].

- Kommt es trotz Verwendung eines tripolaren Pfannensystems zur Prothesenluxation, sollte zunächst eine geschlossene Reposition versucht werden. Diese gestaltet sich bei tripolaren Pfannensystemen häufig schwieriger als bei konventionellen Pfannen in der Hüfttotalendoprothetik. Auch kann es zu einer Interposition von Teilen des Anbindungsschlauchs kommen, wodurch eine geschlossene Reposition unmöglich wird.
- Gelingt die geschlossene Reposition, ist eine externe Stabilisierung der Hüfte mit einer Orthese für 6 Wochen zu empfehlen. Bei geschlossen nichtreponierbarer Situation sowie rezidivierenden Luxationsereignissen ist eine offene Revision mit Überprüfung möglicher Ursachen für die Instabilität (Malposition der Pfanne, fehlerhafte Antetorsion des Prothesenhalses, insuffiziente Weichteilfixation an der Prothese) vorzunehmen.

Ergebnisse

Im Zeitraum von Juni 2007 bis Dezember 2011 erfolgte bei 20 Patienten (16 Frauen, 4 Männer) die Implantation eines proximalen MUTARS®-Femurersatzes und bei 2 Patientinnen die Implantation eines totalen MUTARS®-Femur in der oben erläuterten Technik. Das mittlere Alter zum Operationszeitpunkt betrug 62,0±18,1 Jahre (18–82 Jahre).

Die Operationsindikationen waren 3 primär maligne Knochentumore (1 Ewing-Sarkom, 1 Osteosarkom und 1 Chondrosarkom) und 19 Femurmetastasen (9 Mammakarzinome, 4 Bronchialkarzinome, 3 Nierenzellkarzinome, 3 andere maligne Tumoren). Von den 19 Femurmetastasen waren 9 zum Zeitpunkt der Erstvorstellung pathologisch frakturiert. Bei allen Patienten wurde eine intraartikuläre Femurresektion durchgeführt. Die femorale Rekonstruktionslänge betrug durchschnittlich 170±94,3 mm (80–430 mm), in 19 Fällen wurde ein Anbindungsschlauch verwendet.

Zum Zeitpunkt der Datenerhebung konnten 15 Patienten mit einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 20,3±17,2 Monaten (4–51 Monate) nachuntersucht werden. Fünf Patienten mit Femurmetastasen waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung an ihrer Grunderkrankung verstorben, 2 Patienten waren nicht erreichbar.

Alle 3 Patienten mit primär malignen Knochentumoren waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ohne Hinweis auf ein Lokalrezidiv. Bei einer Patientin mit proximalem Femurersatz nach weiter Resektion einer Nierenzellkarzinommetastase kam es nach ca. 1 Jahr zu einem weichteiligen Lokalrezidiv, das eine Nachresektion erforderlich machte.

Bezogen auf alle 22 Patienten traten 3 tiefe Protheseninfektionen (13,6%) und 2 Luxationen (9,1%) auf. Aseptische Lockerungen oder Implantatbrüche wurden nicht beobachtet. Eine Frühinfektion konnte durch chirurgisches Debridement, Wechsel aller modularen Komponenten und keimgerechte Antibiose beherrscht werden. Bei einem Patienten erforderte eine Enterokokkeninfektion den Prothesenausbau, wobei der Patient im weiteren Verlauf an seiner Grunderkrankung (Bronchialkarzinom) verstarb.

Zwei postoperativ aufgetretene Prothesenluxationen wurden in Kurznarkose geschlossen reponiert und für 6 Wochen mit einer stabilisierenden Orthese versorgt. Eine chronische Protheseninstabilität trat nicht auf.

Das postoperative funktionelle Ergebnis wurde mit dem MSTS-Score („Musculoskeletal Tumour Society“) nach Enneking [11] bewertet. Der Score beinhaltet die Faktoren Schmerz, Funktion, Gehstrecke, Benötigen von Hilfsmitteln, emotionale Akzeptanz des Behandlungsergebnisses und Gangbild. Jedem Faktor werden nach festgelegten Kriterien 0–5 Punkte zugeteilt, die Maximalpunktzahl beträgt 30 (100%). Prozentzahlen von 0–25% werden als schlecht, von 26–50% als zufriedenstellend, von 51–75% als gut und von 76–100% als sehr gut bewertet.

Von den 15 nachuntersuchten Patienten hatten 3 ein sehr gutes, 4 ein gutes, 6 ein zufriedenstellendes und 2 ein schlechtes funktionelles Ergebnis.

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen die Daten anderer Studien hinsichtlich der im Vergleich zur konventionellen Hüftendoprothetik erhöhten Komplikationsrate bei jedoch überwiegend akzeptablem funktionellem Ergebnis nach proximalem und totalem Femurersatz [29].

Korrespondenzadresse

PD Dr. P.H. Pennekamp
Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Rheinische Friedrich-Wilhems-Universität Bonn
Sigmund-Freud-Str. 25, 53127 Bonn
peter.pennekamp@ukb.uni-bonn.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Althausen P, Althausen A, Jennings LC et al (1997) Prognostic factors and surgical treatment of osseous metastases secondary to renal cell carcinoma. Cancer 80:1103–1109
2. Ascherl R (2010) Infection management of megaimplants. Orthopade 39:980–993
3. Berbari EF, Hanssen AD, Duffy MC et al (1998) Risk factors for prosthetic joint infection: case-control study. Clin Infect Dis 27:1247–1254
4. Bickels J, Jelinek JS, Shmookler BM et al (1999) Biopsy of musculoskeletal tumors. Current concepts. Clin Orthop Relat Res 368:212–219
5. Bickels J, Meller I, Henshaw RM et al (2000) Reconstruction of hip stability after proximal and total femur resections. Clin Orthop Relat Res 375:218–230
6. Bielack SS, Kempf-Bielack B, Delling G et al (2002) Prognostic factors in high-grade osteosarcoma of the extremities or trunk: an analysis of 1,702 patients treated on neoadjuvant cooperative osteosarcoma study group protocols. J Clin Oncol 20:776–790
7. Chandrasekar CR, Grimer RJ, Carter SR et al (2008) Modular endoprosthetic replacement for metastatic tumours of the proximal femur. J Orthop Surg Res 3:50
8. Della Valle CJ, Paprosky WG (2003) Classification and an algorithmic approach to the reconstruction of femoral deficiency in revision total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 85-A(Suppl 4):1–6
9. Dürr HR, Refior HJ (1998) Prognosis of skeletal metastases. Orthopade 27:294–300
10. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt M et al (1990) A system for the classification of skeletal resections. Chir Organi Mov 75:217–240
11. Enneking WF, Dunham W, Gebhardt M et al (1993) A system for the functional evaluation of reconstructive procedures after surgical treatment of tumors of the musculoskeletal system. Clin Orthop 286:241–246
12. Fottner A, Szalantzy M, Wirthmann L et al (2010) Bone metastases from renal cell carcinoma: patient survival after surgical treatment. BMC Musculoskelet Disord 11:145

13. Fox EJ, Hau MA, Gebhardt MC et al (2002) Long-term follow-up of proximal femoral allografts. Clin Orthop Relat Res 397:106–113
14. Gebhardt MC, Flugstad DI, Springfield DS et al (1991) The use of bone allografts for limb salvage in high-grade extremity osteosarcoma. Clin Orthop Relat Res 270:181–196
15. Gosheger G, Gebert C, Ahrens H et al (2006) Endoprosthetic reconstruction in 250 patients with sarcoma. Clin Orthop Relat Res 450:164–171
16. Gosheger G, Goetze C, Hardes J et al (2008) The influence of the alloy of megaprostheses on infection rate. J Arthroplasty 23:916–920
17. Gosheger G, Hillmann A, Lindner N et al (2001) Soft tissue reconstruction of megaprostheses using a trevira tube. Clin Orthop Relat Res 393:264–271
18. Grimer RJ, Belthur M, Chandrasekar C et al (2002) Two-stage revision for infected endoprostheses used in tumor surgery. Clin Orthop Relat Res 395:193–203
19. Heisel C, Kinkel S, Bernd L et al (2006) Megaprostheses for the treatment of malignant bone tumours of the lower limbs. Int Orthop 30:452–457
20. Jeys LM, Grimer RJ, Carter SR et al (2005) Periprosthetic infection in patients treated for an orthopaedic oncological condition. J Bone Joint Surg Am 87:842–849
21. Jeys LM, Kulkarni A, Grimer RJ et al (2008) Endoprosthetic reconstruction for the treatment of musculoskeletal tumors of the appendicular skeleton and pelvis. J Bone Joint Surg Am 90:1265–1271
22. Kabukcuoglu Y, Grimer RJ, Tillman RM et al (1999) Endoprosthetic replacement for primary malignant tumors of the proximal femur. Clin Orthop Relat Res 358:8–14
23. Lin PP, Mirza AN, Lewis VO et al (2007) Patient survival after surgery for osseous metastases from renal cell carcinoma. J Bone Joint Surg Am 89:1794–1801
24. Mankin HJ (2003) The changes in major limb reconstruction as a result of the development of allografts. Chir Organi Mov 88:101–113
25. McDonald DJ, Capanna R, Gherlinzoni F et al (1990) Influence of chemotherapy on perioperative complications in limb salvage surgery for bone tumors. Cancer 65:1509–1516
26. Menendez LR, Ahlmann ER, Kermani C et al (2006) Endoprosthetic reconstruction for neoplasms of the proximal femur. Clin Orthop Relat Res 450:46–51
27. Mittermayer F, Windhager R, Dominkus M et al (2002) Revision of the Kotz type of tumour endoprosthesis for the lower limb. J Bone Joint Surg Br 84:401–406
28. Morris HG, Capanna R, Campanacci D et al (1994) Modular endoprosthetic replacement after total resection of the femur for malignant tumour. Int Orthop 18:90–95
29. Palumbo BT, Henderson ER, Groundland JS et al (2011) Advances in segmental endoprosthetic reconstruction for extremity tumors: a review of contemporary designs and techniques. Cancer Control 18:160–170
30. Sharma S, Turcotte RE, Isler MH et al (2007) Experience with cemented large segment endoprostheses for tumors. Clin Orthop Relat Res 459:54–59
31. Unni K (1996a) Chondrosarcoma primary, secondary, dedifferentiated, and clear cell. In: Unni K (Hrsg) Dahlin's bone tumor. General aspects and data on 11,987 cases. JB Lippincott, Philadelphia S 71–108
32. Unni K (1996b) Ewing-Tumor. In: Unni K (Hrsg) Dahlin's bone tumor. General aspects and data on 11,987 cases. JB Lippincott, Philadelphia, S 249–261
33. Unni K (1996c) Osteosarcoma. In: Unni K (Hrsg) Dahlin's bone tumor. General aspects and data on 11,987 Cases. JB Lippincott, Philadelpia, S 143–183
34. Unwin PS, Cannon SR, Grimer RJ et al (1996) Aseptic loosening in cemented custom-made prosthetic replacements for bone tumours of the lower limb. J Bone Joint Surg Br 78:5–13
35. Winkelmann W (2010) Reconstruction of the proximal femur with the MUTARS(R) system. Orthopade 39:942–948
36. Zeegen EN, Aponte-Tinao LA, Hornicek FJ et al (2004) Survivorship analysis of 141 modular metallic endoprostheses at early follow-up. Clin Orthop Relat Res 420:239–250
37. Zimmerli W, Trampuz A, Ochsner PE (2004) Prosthetic-joint infections. N Engl J Med 351:1645–1654

9. AOTrauma-Seminar Göttingen Frakturversorgung beim Schwerverletzten Wo? Wann? Wie?

Freitag, 21. September 2012

Das diesjährige 9. Göttinger AO-Seminar legt seinen Schwerpunkt auf die Besonderheiten der Frakturversorgung beim schwerverletzten Patienten. Hier soll es ganz konkret praxisnah
darum gehen, für jede einzelne Fraktur und Weichteilverletzung ein stufenweises Behandlungskonzept im Rahmen der Gesamtverletzung so früh wie möglich festzulegen. Ein großes Thema ist dabei die Frage der Primärversorgung. Früher wurden sicherlich zu viele Frakturen und Gelenkverletzungen primär versorgt, heute vielleicht zu wenige? Ein wichtiger Punkt ist auch ein klares Konzept für die Weichteildeckung.

Wissenschaftliche Leitung:
Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer
Direktor der Klinik für Unfallchirurgie,
Plastische und Wiederherstellungschirurgie
mit BG-Abteilung des BUKH
Universitätsmedizin Göttingen
Georg-August-Universität
Robert-Koch-Straße 40, 37075 Göttingen
E-Mail: ms.unfallchirurgie@
med.uni-goettingen.de

Veranstaltungsort:
Sartorius College Göttingen
Otto-Brenner-Straße 20, 37079 Göttingen
Phone +49 551 3082101

Weitere Informationen:
Katja Rudolph
Phone +49 551 39-6114
E-Mail unfallchirurgie@
med.uni-goettingen.de

Anmeldung:
http://goettingen1209_sem.aotrauma.org