

OP-JOURNAL

mitbegründet von

Prof. Dr. med. Günther Hierholzer
Prof. Dr. med. h.c. mult. Siegfried Weller

Herausgeber

AO Deutschland
Präsident: Prof. Dr. med. Hans-Jörg Oestern, Celle
Synthes GmbH, Umkirch
Geschäftsführer: Ulrich Biermann, Umkirch

Schriftleiter

Prof. Dr. med. Hans-Jörg Oestern, Celle
Prof. Dr. med. Karl Heinrich Winker, Erfurt

Beirat

Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Michael Ehrenfeld,
München
Priv.-Doz. Dr. med. Marcel Jakob, Basel
Prof. Dr. med. Carsten Perka, Berlin
Prof. Dr. med. Michael Wagner, Mainz
Susanne Bäuerle, Davos
Regina Dries, Freiburg
Angelika Kracke, Umkirch

Vertreter der AO Education

Prof. Dr. med. Thomas Ruedi, Davos

Vertreter der Alumni

Prof. Dr. med. Klaus Dresing, Göttingen

Redaktionssekretariat

Synthes GmbH

Ansprechpartner:

Organisation: Gabriela Atzorn

E-Mail: atzorn.gabriela@synthes.com

Technische Abwicklung: Michael Konrath

E-Mail: konrath.michael@synthes.com

Herstellung

Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart
Ansprechpartner: Franz-Josef Hombach
franz-josef.hombach@thieme.de

Abo-Service

Georg Thieme Verlag KG
Bereich Fachzeitschriften
Postfach 30 11 20
70451 Stuttgart
Tel.: 07 11/89 31-321
Fax: 07 11/89 31-422
E-Mail: ilona.kammerer@thieme.de

Auflage

8 000 Exemplare

Erscheinungsweise

jährlich drei Ausgaben

Verbreitung in

A, B, CH, D, NL

ISSN

0178-1715

Aseptische Revisionsendoprothetik am Hüftgelenk

Rüdiger Volkmann

Revisionen in der Kniegelenksendoprothetik

Steffen Oehme

Sonderdruck

Verlag und Copyright:

© 2010 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 0178-1715

Nachdruck nur mit
Genehmigung des Verlages



telos

Herstellung und Vertrieb
med. technischer Geräte GmbH

Aseptische Revisionsendoprothetik am Hüftgelenk

■ Rüdiger Volkmann

Zusammenfassung

Aseptische Lockerungen von Hüftgelenken sind bei großzügiger Indikation zu deren Primäreinsatz und geänderter Altersstruktur der Bevölkerung im Zunehmen begriffen. Es überwiegen die Pfannenlockerungen, die oftmals mit ausgeprägten azetabulären Knochendefekten einhergehen. Femoral hingegen spielen neben den Substanzdefekten der knöchernen Strukturen v. a. die metaphysären Sehnenansätze und die Gefährdung des angrenzenden Kniegelenks eine bedeutende Rolle in der Therapie. Um für weitere Austauschoperationen gerüstet zu sein, muss der fortschreitende Knochenverlust mit allen Mitteln aufgehalten werden. Zielführend sind dabei operative Strategien, die den entstandenen Defekt mit potenziell revitalisierbarem Material ausfüllen und Belastungsstabilität durch den Einsatz überbrückender Abstützschalen am Becken oder langstieliger, häufig modularer und überwiegend zementfrei verankernder Prothesenschäfte am Femur erreichen. Damit ist gewährleistet, dass es zu einer Verkleinerung der Defekte in den Hauptverankerungszonen der Implantate kommt und die Ausgangsbedingungen für im Erlebensfall eventuelle Folgeoperationen gestalten sich deutlich günstiger (sog. „Downgrading“).

Einleitung

Revisionseingriffe am Hüftgelenk nehmen im Rahmen der immer größeren Durchdringung der Bevölkerung mit Gelenkersatzmaterialien zu und werden

Aseptic Revision Surgery in Total Hip Arthroplasty

Due to a dramatic rise in the use of total hip arthroplasty (THA) as the intervention of choice in a rapidly ageing patient population, aseptic loosening is now a common phenomenon in orthopaedic care. In most cases, incidences of aseptic loosening occur in conjunction with extensive acetabular bone damage. In the femoral area, substantial defects in bone structure, the metaphyseal ligaments, and the potentially vulnerable knee joint demand special attention in the post-operative management. Limiting the progressive loss of bone tissue to an absolute minimum is of paramount importance in order to establish a sound preparatory foundation for possible future operative interventions. Thus, operative strategies should aim to fill the resulting defect with material that may be revitalised, thus seeking to improve tensile strength by using bridging reconstruction rings in the pelvis and long-stem revision implants, alternatively modular and uncemented units, in the femur. Such procedures can achieve a reduction in damage to the main anchoring points of the implant and create a beneficial environment for future consecutive interventions (so-called “downgrading”).

durch die verbesserten Möglichkeiten der Endoprothetik immer komplexer [13,20]. So ist der einfache Komponenten- oder Teilwechsel bei geringen Knochensubstanzdefekten mehr oder weniger ein Routineeingriff, nicht zuletzt wegen der immer mehr verbreiteten Modularbauweise der Implantate. Das Wechseln eines PE-Inlays aus einer fest am Knochen verankerten Metallschale bei fortgeschrittenem Abrieb mit gleich-

zeitigem Kopfaustausch bei festsitzender Schaftprothese zählt dabei zu den wenig komplizierten Operationen, ist aber andererseits mit einer aufwendigen präoperativen Logistik vergesellschaftet. Es ist desaströs, Kopf- und Konuspaarung zu verwechseln, nicht zu wissen, ob das Prothesenmodell einen abnehmbaren Kopf aufweist oder ob der Kopfdurchmesser mit dem Pfannenradius harmonisiert. Gerade die Tatsache, dass Hüftprothesen zunehmend längere Standzeiten erzielen, führt zu der Situation, dass Herstellerfirmen nicht mehr am Markt existieren und eine Nachlieferung von Ersatzteilen unmöglich wird. Bei unvollständigen Operationsaufzeichnungen (OP-Bericht) gelingt oftmals die Identifikation und Größe der Implantate nur über spekulative Röntgenbildanalyse und Erfahrung des Operateurs. Noch komplizierter wird die Situation bei Teilimplantatlockerungen (z. B. Pfanne gelockert, Schaft fest), wenn der nicht abnehmbare Prothesenkopf den Zugang zur Pfanne erschwert.

Bei höhergradigen Knochensubstanzdefekten kommt zu den genannten Schwierigkeiten das Problem der Prothesenwiederverankerung hinzu, das insbesondere bei jüngeren Patienten für den Langzeiterfolg verantwortlich ist. Unter den momentanen Gegebenheiten möglicher Mehrfachwechseloperationen hat sich die unzementierte Revisionsstrategie mit der Chance, verloren gegangenen Knochen wieder zurückzugewinnen (sog. „Downgrading“) international durchgesetzt. Der „zementierte Wechsel“, d. h. Ausfüllen der Knochendefektzonen mit PMMA-Zement und/oder der Einsatz von „Jumbo“-Implantaten, erzielt zwar zunächst eine deutlich höhere Primärstabilität, führt aber zur Vergrößerung der Substanzverluste und bleibt deshalb den älteren und ganz alten Menschen vorbehalten [2, 15, 17].

Wenn auch valide Nachweise für ein besseres Langzeitergebnis beim unzemen-

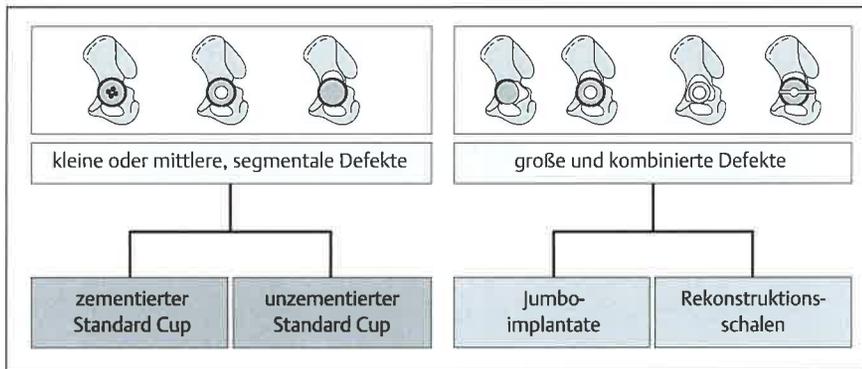


Abb. 1 Defektklassifikation und Implantatauswahl am Azetabulum.

tierten Prothesenwechsel nicht zuletzt wegen oft unvergleichbarer Ausgangssituationen und dem Fehlen von flächendeckenden Endoprothesenregistern noch auf sich warten lassen, erscheint die „a-priori-Wahrscheinlichkeit“ [1, 7, 12] hinreichend, den Knochenzement in der Revisionschirurgie zu verlassen.

Im Folgenden wird eine konzeptionelle Revisionsstrategie für Austauschoperationen an Becken und Femur mit niedrigen und höchstgradigen Knochensubstanzdefekten vorgestellt, wie sie sich in der Hand des Autors seit mehr als 20 Jahren bewährt hat.

Azetabuläre Revision

Pfannenlockerungen sind nach Literaturangaben häufiger als Schaftlockerungen [3, 14, 18] und wegen der oft grotesken Knochensubstanzdefekte therapeutisch schwieriger zu lösen. Ursächlich für diesen Verlust sind mechanische Überbelastung, abriebinduzierte Osteolysen sowie Implantatmigrationen bei pathologisch verändertem Knochenstoffwechsel.

Neben der Wiederherstellung des anatomischen Hüftzentrums mit Rekonstruktion der physiologischen Gelenkmechanik sowie der möglichst primärstabilen Verankerung des Revisionsimplantats am vitalen Beckenknochen („host bone“) ist demzufolge die Rekonstruktion von azetabulären Knochendefekten mit Wiederherstellung eines tragfähigen Pfannenbodens entscheidend für den Langzeiterfolg [11]. Dabei hat der biologische Wiederaufbau des Pfannenbodens ein sog. „Downgrading“ der Defektsituation vor dem Hintergrund eines erneuten Reversionseingriffs zum Ziel.

■ Nach dem Wechsel ist vor dem Wechsel!

Klassifikation und Implantate

Zur Beurteilung der azetabulären Defektsituationen wurden zahlreiche Klassifikationen vorgeschlagen, die das jeweils passende Rekonstruktionsverfahren individuell auszuwählen helfen. Die in Deutschland gebräuchliche Klassifikation der DGOT (Bettin, Katthagen) ist zwar international nicht weitverbreitet, wird aber mit Vorzug gegenüber der Papprosky-Klassifikation wegen der einleuchtenden Grundlogik praktiziert.

Für die Rekonstruktion azetabulärer Defekte stehen heutzutage eine Vielzahl von Implantaten und Operationsverfahren zur Verfügung. In der Literatur herrscht Konsens darüber, dass die Implantatfixationen mit Knochenzement aufgrund der mangelnden Vernetzung im sklerosierten und glattwandigen Implantatlager zu schlechteren Langzeitergebnissen führt. Demgegenüber ermöglichen „Jumbo“-Implantate und/oder modulare Metallaugmentate einen ebenfalls direkten Kontakt zum Restknochen, jedoch kommt es bei einer erneuten Pfannenlockerung zu einer – auch im Wortsinn – Vergrößerung des grundsätzlichen Problems („Upgrading“).

Will man hingegen die knöchernen Defekte reduzieren, so wird die Wahl des Verfahrens durch die Tragfähigkeit des verbliebenen Azetabulums limitiert. Insbesondere bei verlorener Pfannenzirkumferenz („non contained“) ist die Verankerung einer neuen Prothese mit herkömmlichen Mitteln (Pressfit-Implantat oder Schraubring) nicht möglich und Pfannenstützschalen müssen eingesetzt werden. Die mit solchen Implantaten überbrückten Defektzonen werden im Idealfall mit vitalisierbarem Knochenersatzmaterial ausgefüllt, um im Rahmen eines sekundären Umbaus („creeping

substitution“) einen tragbaren Pfannenboden entstehen zu lassen (Abb. 1)

Operationsprinzipien

Kleine oder mittlere, segmentale Defekte (Katthagen 1–3)

Bei diesen, in den meisten Fällen umschlossenen („contained“) Defekten ist ausreichendes Knochenmaterial zur Wiederverankerung der Implantate vorhanden, sodass – je nach Ausgangssituation und auch Lebensalter des Patienten – nach einem sorgfältigen Débridement des Azetabulums eine Primärpfanne reimplantiert werden kann [3]. Dabei wird im eigenen Vorgehen ein zementfreies Pressfit-Implantat mit rauer Oberfläche favorisiert (Abb. 2). In geeigneten Fällen ist auch eine Polyäthylenpfanne unter Verwendung geringer Mengen antibiotikahaltigen Knochenzements einsetzbar.

Große und/oder kombinierte Defekte (Katthagen 4–7)

Bei den Fällen mit verloren gegangenen vorderen oder hinteren Pfeilerstrukturen des Azetabulums, nicht selten auch mit zentralen Defekten und v.a. nicht mehr erhaltener Pfannenzirkumferenz, sind Primärimplantate in aller Regel nicht mehr zu verwenden. Die vorwiegend in den nordamerikanischen Staaten propagierten Massivknochen transplantate (sog. „bulk graft“) zur Ausfüllung der Defekte und zur Lagerung von dort hinein eingepassten Endoprothesen wurden mangels ordentlicher Langzeitergebnisse nicht favorisiert. Nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, dass eine erfolgreiche Verankerung eines Implantats auf einem Transplantat bekanntermaßen zum frühen Scheitern verurteilt ist [17].

■ Niemals ein Implantat auf einem Transplantat verankern!

Aus den genannten Gründen hat sich die Überbrückungsstrategie der Defektzonen mit Pfannenstützschalen bewährt, wobei der Langzeiterfolg direkt von der Vitalisierung des eingebrachten Knochenersatzmaterials abhängt.

Strategie der Defektfüllung

Die im Folgenden aufgeführten Möglichkeiten zur Implantatneuverankerung sind nur anwendbar bei geringen und mittleren Knochendefekten und bei er-

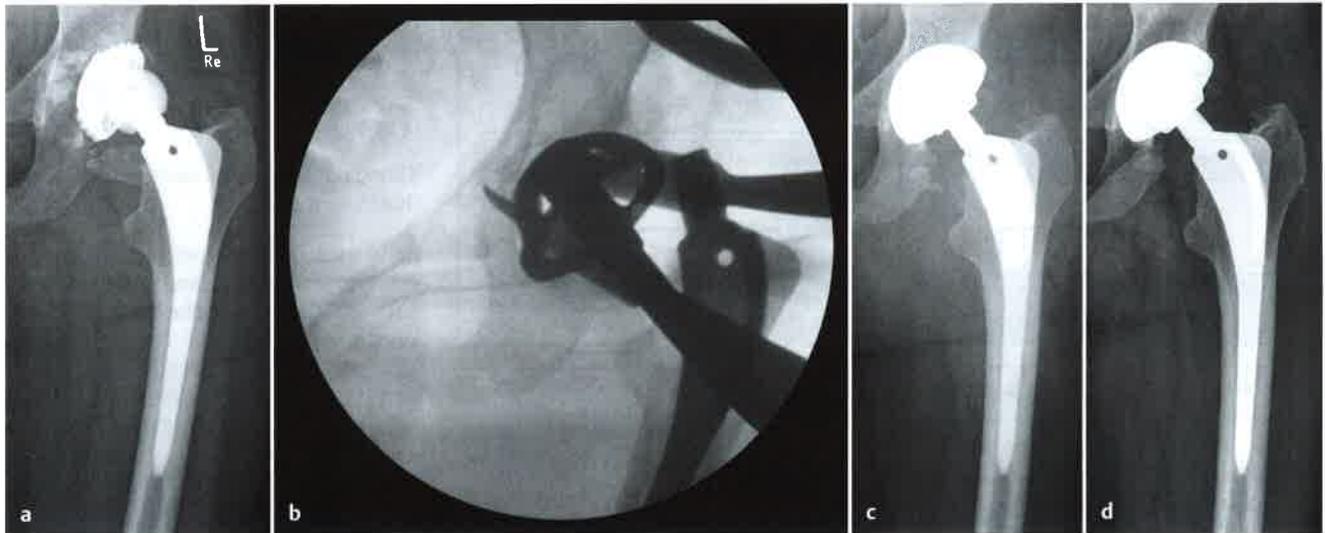


Abb. 2 a bis d MW, * 18.03.1941, w.: Erstimplantation HTP li. 1987 wegen Koxarthrose. **a** Seit etwa 1 Jahr Beschwerden, präoperatives Röntgenbild 6/2009 mit Nachweis der Pfannenlockerung (Katthagen 1–2). **b** Intraoperative BV-Aufnahme (6/2009) mit Probepfanne und gut erkennbarem Knochendefekt. **c** Postoperatives Röntgenbild (6/2009) nach Unterfütterung der Pressfit-Pfanne mit Knochenchips vom eigenen Beckenkamm. **d** Unverändert stabiler Sitz des Schaftes nach 23 Jahren, stabile Pressfit-Pfanne nach 1 Jahr (5/2010).

haltener Zirkumferenz des azetabulären Ringes:

- Zementfixation
- Massivknochentransplantat („strutgraft“)
- Impaction Grafting („Exeter-Technik“)
- Jumbo-Implantate
- metallische Augmentate

Die in der Literatur publizierten [2, 5, 8, 10] mehr oder weniger erfolgreichen Verfahren führen über einen mittleren Nachbeobachtungszeitraum von 4–6 Jahren zu ordentlichen Erfolgen, hinterlassen aber im erneuten Lockerungsfall einen deutlich größeren Defekt als in der Ausgangssituation vorgelegen hat. Damit ist ein regelhaftes „Downgrading“ nicht möglich und diese Strategien sollten besonders bei jüngeren Patienten (unterhalb 60. Lebensjahr) vermieden werden.

Defektüberbrückende Strategie

Gelingt es, einen azetabulären Maximaldefekt mit einer geeigneten Pfannenrekonstruktionsschale stabil zu überbrücken und den verloren gegangenen Knochen mit vitalisierbarem Ersatzmaterial aufzufüllen (s.a. Kapitel: Knochenersatzmaterial), kann es im Heilverlauf zu einem „Downgrading“ kommen und im Rahmen einer erneuten Prothesenlockerung ist unter Umständen sogar wieder die Implantation eines Primärimplantats möglich (**Abb. 3**).

Hauptaugenmerk bei dieser Vorgehensweise muss auf eine hohe Primärstabilität der Pfannenstützschale gelegt werden, die dadurch erreicht wird, dass zwischen den kaudalen Sitzbeinstrukturen und dem proximalen Beckenschaukelrest eine bestmögliche Überbrückung erfolgt (s.a. Operationsprinzip Pfannenstützschale und **Abb. 4**).

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Verfügbarkeit des vitalisierbaren Knochenersatzmaterials (autolog als Goldstandard!) und die Vitalität des Implantatlagers nach sorgfältigem Débridement von abgestorbenem Knochengewebe und vollständigem Entfernen von etwaigen Zementresten.

Bei unzureichender Vitalisierung des biologisch wenig potenten Knochenersatzmaterials auf z.B. xenogener Basis kommt es nach 6–8 Jahren zum Materialermüdungsbruch und damit zu einer notwendigen neuerlichen Austauschoperation.

■ Das einzig verlässliche Material, das ein Gelenkimplantat dauerhaft und zuverlässig tragen kann, ist der vitale Knochen!

Knochenersatzmaterial

Autogen

Zweifelsohne ist bei Knochendefiziten die autologe Spongiosaplastik der „Goldstandard“ in der rekonstruktiven Chirurgie [18]. Allerdings steht er insbesondere

im höheren Lebensalter nur im begrenzten Ausmaß und sogar in verminderter Qualität zur Verfügung. Bei sehr jungen Patienten empfiehlt sich aber in jedem Fall die autogene Entnahme, die bei aufwendigen Pfannenrekonstruktionen wegen der anatomischen Lagebeziehung zum Hüftgelenk mit Vorteil vom hinteren Beckenkamm gewonnen werden sollte.

Allogen

Allogene Knochentransplantate sind zwar aufgrund des in Europa neu geregelten Arzneimittelgesetzes und der damit geänderten Empfehlungen zum Führen einer Knochenbank nicht einfach zu akquirieren, aber in Revisionszentren nach wie vor unverzichtbar. In der Regel finden hierbei die im Rahmen von Primärimplantationen von Hüfttotalendoprothesen entnommenen Hüftköpfe nach deren Entknorpelung Eingang.

Die nicht zusätzlich behandelten, kryokonservierten Hüftköpfe müssen darüber hinaus wegen der potenziellen Gefahr der Übertragung ansteckender Krankheiten (HIV, Hepatitis, Lues) mindestens 6 Monate nach Entnahme mit entsprechenden Blutuntersuchungen vom Spender neu evaluiert werden.

Eine Alternative bietet der unmittelbar nach Entnahme thermodesinfizierte (sterilisierte) Knochen mit dem Telos-System [11], der bereits 14 Tage nach Entnahme transplantationsfähig ist. Natur-

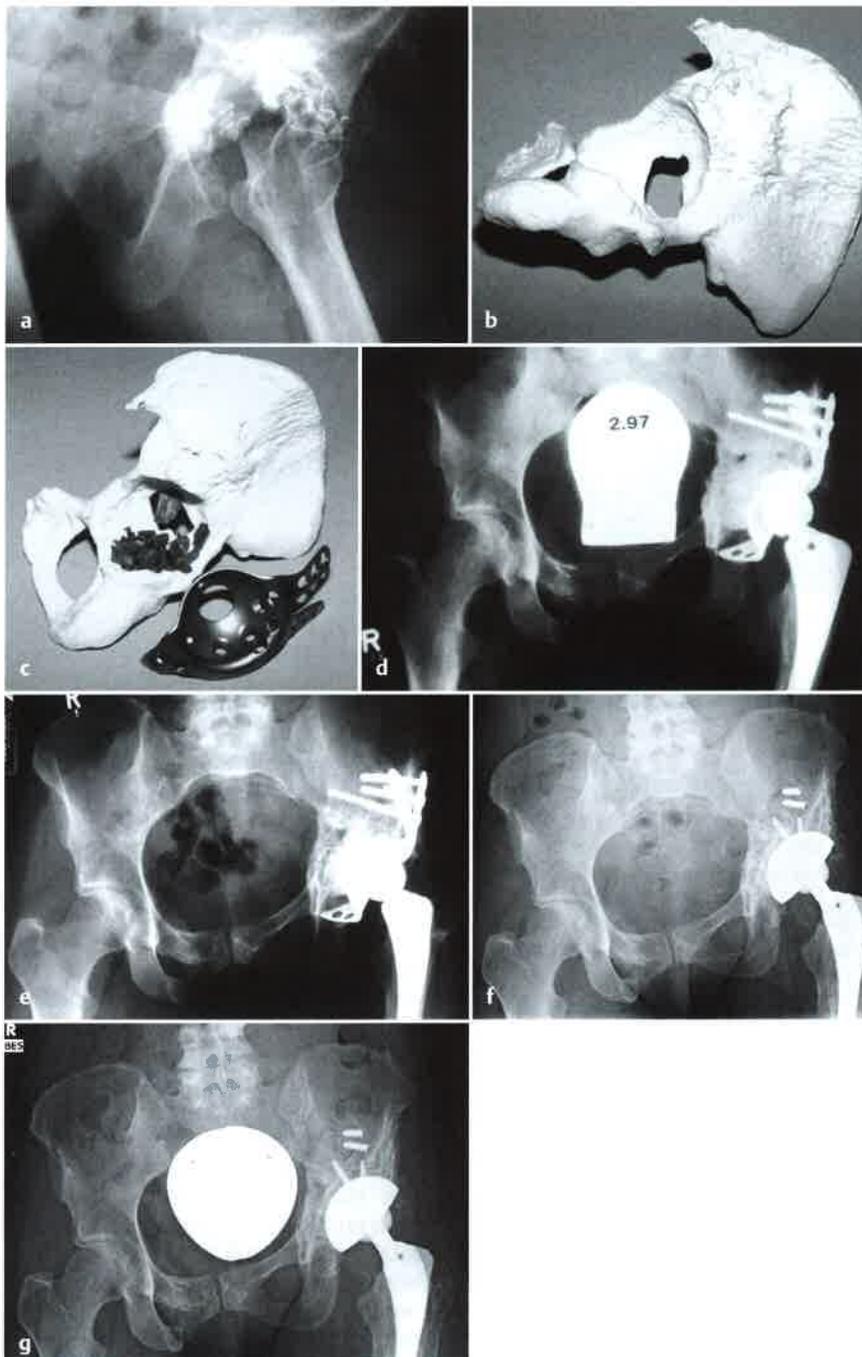


Abb. 3a bis g DS, * 18.02.1964, w.: Erstimplantation HTP li. 1995 mit primärer Pfannenaufbau-
plastik nach fehlgeschlagener Osteosynthese einer Azetabulumfraktur (1994) mit Gelenkempy-
em. **a** Girdlestone-Hüfte nach posttraumatischer Koxitis. Nach vollständiger Entfernung allen
Osteosynthesematerials und Hüftkopfresektion Einlage von Refobacin-PMMA-Ketten. **b** Auf der
Basis von CT-Daten angefertigtes Beckenmodell aus Kunststoff zur präoperativen Planung. Der
hochgradige azetabuläre Defekt (Katthagen 5) ist gut zu erkennen. **c** Beckenmodell mit Pfannen-
rekonstruktionsschale mittlerer Größe (Fa. Aesculap, Tuttlingen, Außendurchmesser 58 mm) und
angedeuterter Spongiosaplastik. **d** Röntgenverlaufsbild 2 Jahre postoperativ. Patientin ist
schmerz- und infektfrei, läuft mit 1 Handstock bei ausgeprägtem Trendelenburg-Hinken aufgrund
narbiger Glutealinsuffizienz. **e** Röntgenbild des Beckens vom Mai 2003 (8 Jahre nach HTP bei
Girdlestone). Zu diesem Zeitpunkt ist radiologisch der Pfannenboden konsolidiert, in den Weich-
teilen des Oberschenkels Abszessbildung mit CRP-Erhöhung (> 200 mg/l) und Leistenschmerzen.
Diagnose: periprothetischer Infekt. Ursache: abszedierendes Nasen-Piercing (gleicher Keimnach-
weis). Therapie: Erneute Girdlestone-Hüfte (5/2003). **f** Nach Infektanierung Reimplantation
einer Pressfit-Pfanne in den inzwischen vollständig restaurierten Pfannengrund mit zusätzlich
stabilitätsverbessernden Verankerungsschrauben (9/2003). **g** Letzte Röntgenaufnahme im Follow-
up (9/2009) bei zufriedener, beschwerdefreier Patientin. Der Pfannenboden ist voll tragfähig,
der ehemalige Defekt von Grad 5 auf Grad 0 zurückgegangen („Downgrading“).

Rüdiger Volkmann: Aseptische Revisionsendoprothetik am Hüftgelenk

gemäß reduziert sich die biologische Wertigkeit des entnommenen Materials aber mit jedem Schritt der Prozessierung.

Xenogen

Xenogene Knochenersatzmaterialien, vollprozessiert und damit krankheits-
erregerefrei, liegen auf der untersten Stufe der biologischen Wertigkeit und sind
aufgrund zahlreicher klinischer Erfahrungen nur bei kleineren bzw. mittel-
großen Defekten zu empfehlen.

Metallische Augmentate

In der letzten Zeit sind von der Industrie
metallische Augmentate aus Spezial-
werkstoffen (Tantal) zur Verfügung ge-
stellt worden, die vor dem Hintergrund
der begrenzten Verfügbarkeit körper-
eigenen Knochenmaterials, der aufwen-
digen und kostenintensiven Allograftge-
winnung von einigen Autoren als viel-
versprechende Alternative propagiert
werden [20].

Operationsprinzip Pfannenstützschale

Verantwortlich für eine dauerhafte Sta-
bilisierung des Revisionsimplantats ist
zweifelsohne die erzielte Vitalität des
den Defekt ausfüllenden Transplantats.
Hierzu ist ein vollständiges Débridement
des Pfannengrunds unumgänglich, um
eine Vaskularisation aus dem Pfannenbo-
den (Ersatzlager) heraus zu ermöglichen.
Die Einheilung des spongösen Allografts
kann unter stabilen Bedingungen durch
„schleichenden Umbau“ („creeping sub-
stitution“) einige Monate in Anspruch
nehmen, weswegen die Stützschale aus
biegebelastungsfähigem Material gefe-
tigt sein sollte und fest im Sitz- und Darm-
bein verankert werden muss (Abb. 5).

Femorale Revision

Unbestrittenes Ziel der Revisionsendo-
prothetik auch nach aseptischen Schaft-
lockerungen ist die Wiederherstellung
eines stabil verankerten, korrekt arti-
kulierenden und gut funktionierenden
Hüftgelenks. Jede Strategie zum Wieder-
aufbau des periprothetischen Knochens,
besonders nach vorangegangenen Mehr-
fachwechseln, aber auch schon nach ze-
mentierten Erstoperationen, schafft hier-
bei die Basis für eine erfolgreiche Be-
handlung [13, 17, 19].

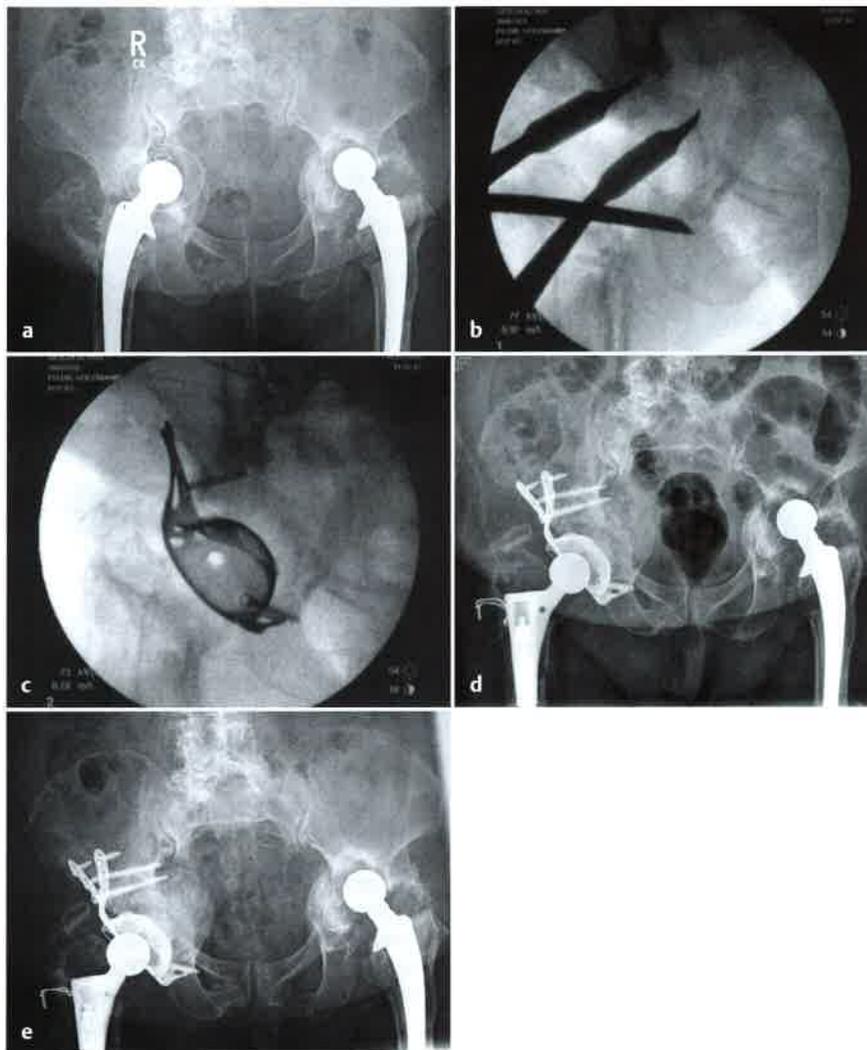


Abb. 4a bis e DJ, * 29. 12. 1933, w.: Erstimplantation HTP li. 1997 wegen Koxarthrose. **a** Wegen „...seit einiger Zeit zunehmender Schmerzen in der rechten Leiste...“ erstmalige Vorstellung am 18. 11. 2009 mit hochgradigen Pfannenlockerungen beidseits. (Katthagen 7 re., Katthagen 6–7 li.). **b** Intraoperative BV-Aufnahme mit Hohmann-Hebeln am Pfannenrand und eingeschlagenem Meißel am aufsteigenden Sitzbein (1/2010). **c** Intraoperative BV-Aufnahme mit gerade eingebrachter Pfannenrekonstruktionsschale. Die umgebogene distale Lasche ist im Sitzbein eingeschlagen und gegen ein sekundäres Ausreißen mit einer Schraube gesichert. Die proximalen Laschen sind gerade mit einer Schraube temporär fixiert. Der riesige azetabuläre Defekt (Beckendiskontinuität!) ist noch nicht mit Spongiosachips aufgefüllt (1/2010). **d** Postoperatives Röntgenbild am 2. Tag (1/2010). **e** Verlaufskontrolle nach 3 Monaten (4/2010). Die Patientin ist mit Stützen nahezu schmerzfrei mobil und wünscht die Gegenseite in einem halben Jahr ausgetauscht. Die eingebrachte homogene Spongiosaplastik ist beginnend konsolidiert, das Implantat unverändert stabil.

Klassifikation und Implantate

Im deutschsprachigen Raum hat sich aus Gründen der Praktikabilität die Defektklassifikation der DGOOT [13] durchgesetzt, die international am besten mit der Paprosky-Einteilung zu vergleichen ist. Es werden dabei ebenso kleine und mittlere Defekte (umschlossen, „contained“) erfasst, die in den meisten Fällen mit Standardimplantaten zu behandeln sind. Bei den großen, kombinierten Defekten und bei den vollständigen Kno-

chenverlusten (offen, „non contained“) lassen sich nur langschäftige Revisionsstiele, in extremen Fällen sogar nur noch komplette Femurersatzprothesen einsetzen (**Abb. 6**).

Kompliziert wird ein Vergleich der präoperativen Defektklassifikation dadurch, dass nicht selten durch unvorhergesehene oder auch geplante Knochenverletzungen (z.B. transfemorale Zugang, s.u.) intraoperativ die Ausgangssituation im Sinne eines iatrogenen „Upgrading“ des

Defekts verschlechtert wird. So kann beispielsweise ein geringgradiger (Grad-1-Defekt) zum hochgradigen (Grad-6-Defekt) werden, wenn Prothese und teilweise fest sitzender Knochenzement über zusätzliche Knochenfenster oder gar einen transfemorale Zugang geborgen werden müssen (**Abb. 7**).

Der anatomische Ausgangsdefekt des Knochens kann durch operative Maßnahmen komplexer werden.

Operationsprinzipien

Kleine oder mittlere segmentale Defekte (Katthagen 1–3)

In den meisten Fällen lässt sich ein ausreichend gelockertes Schaftimplantat über die Implantationsöffnung („endofemoral“) entfernen und zwar unabhängig von der Verankerungsart (unzementiert oder zementiert). In solchen Fällen bleibt das Knochenrohr des Femurs erhalten und nach sorgfältigem Débridement kann eine Standardprothese neu verankert werden. Aufgrund der nach Implantatentfernung zurückbleibenden glatt polierten Kortikalisstrukturen ist allerdings eine knöcherne Reintegration der unzementiert eingebrachten Prothese nicht wahrscheinlich, sodass deshalb besser ein zementiertes Verfahren zur Anwendung kommen sollte.

Als ein kombiniertes Verfahren ist das „Impaction Grafting“ mit proximal verankernden Standardimplantaten für geringgradige und geschlossene femorale Defekte geeignet. Bei der Verwendung von glatten Primärschäften, die nach dem Auffüllen und Impaktieren der Defekthohlräume mit allogenen, spongiosen Knochen einzementiert werden, wird über eine gute knöcherne Transformation und Integration des eingebrachten Materials berichtet [10, 12].

Große, offene und komplette Knochendefekte (Katthagen 4–6)

Bei nicht mehr ausreichend erhaltener Knochenstruktur kommen ausfüllende Operationsstrategien an ihre Grenzen und es muss die mittlere und distale Diaphyse zur Prothesenneuverankerung herangezogen werden. Hierfür eignen sich besonders langschäftige Prothesen, die mit einem ausreichenden Übermaß („press fit“) und ohne Verwendung von Knochenzement fest sitzen. Die Verankerung erfolgt durch eine mehr oder weniger konische Verklemmung mit aus-

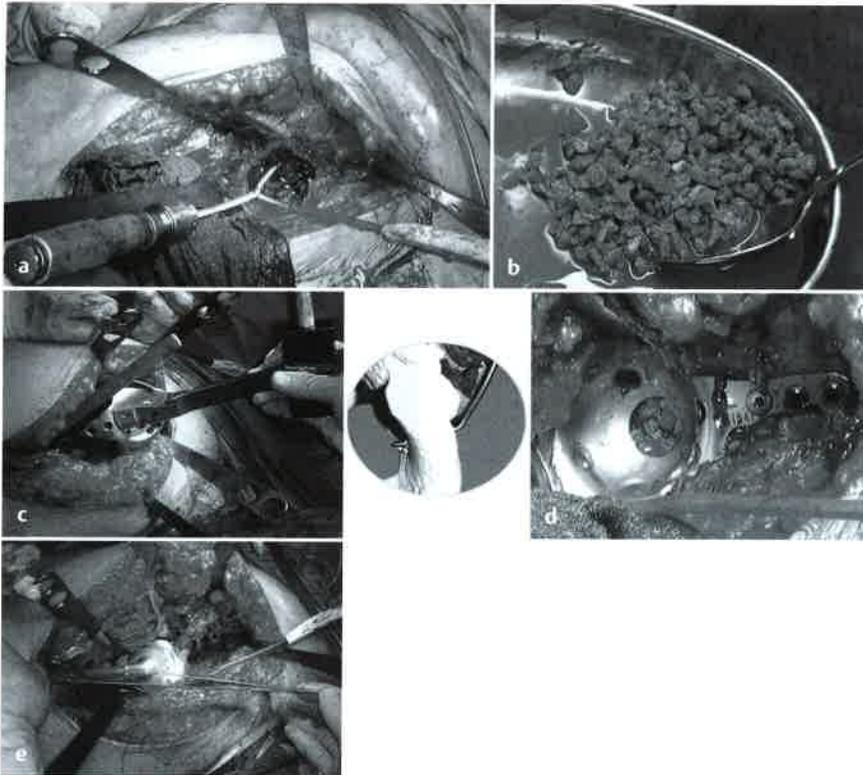


Abb. 5a bis e Operationstechnik in intraoperativen Bildern (Rückenlage des Patienten). **a** Nach Explantation der Pfanne und des Schaftes (hier über transfemorale Zugang zur optimalen Exposition des Pfannenlagers) wird das vollständige Débridement mit einer rotierenden Kunststoffbürste abgeschlossen. **b** Eine ausreichende Menge von Knochenchips (hier homogenes, kryokonserviertes und nicht thermodesinfiziertes Material aus 2 Hüftköpfen) wird in den Defekt tamponiert. **c** Mittels Führungsinstrument wird die gebogene distale Lasche der Rekonstruktionschale am positionierten Meißel (**Abb. 4b**) entlanggeführt und in das Sitzbein eingeschlagen. **d** Die Stützschale in situ. Die an der Beckenschaukel anliegende ventrale Lasche ist mit 3 Schrauben belegt. Durch das zentrale Loch der Titanschale erkennt man die eingebrachten Knochenchips. **e** Unter Verwendung von einer kleinen Menge Knochenzement wird das PE-Inlay in der Rekonstruktionspfanne eingeklebt.

großvolumiger Metallimplantate in jenen Raum, welchen der neu zu bildende Knochen benötigt, quasi „erkaufte“. Die Spirale des zunehmenden Knochenverlusts wird so nicht durchbrochen, die Knochensubstanz nimmt weiter ab [16].

Strategie der Defektfüllung

Am Femurschaft ist das Ausfüllen von Knochendefektzonen ein probates Mittel, um eine primär stabile Belastungssituation zu erzielen. Diese Verfahren erfordern weitgehend geschlossene („contained“) Knochenstrukturen und sind somit v.a. bei Grad-1–3-Defekten anwendbar:

- Zementfixation (**Abb. 8**)
- Impaction Grafting (**Abb. 9**)
- Jumbo-Implantate (**Abb. 10**)

Wie die aufgeführten Beispiele zeigen, ist ein für den Langzeiterfolg insbesondere bei jungen Patienten gewünschtes „Downgrading“ der Defekte nicht zu erreichen, da die eingesetzten Materialien exakt den Platz einnehmen, in den neuer Knochen eigentlich hineinwachsen sollte.

Strategie der Defektüberbrückung

Bekanntermaßen steht bei hochgradigen Defektsituationen der proximale metaphysäre Knochen nicht ausreichend zur Verankerung zur Verfügung und das lange Revisionsimplantat muss den Kraftfluss aus dem Hüftgelenk in die Femurdiaphyse leiten. Gleichzeitig kann jetzt neuer Knochen in der ehemaligen Defektzone entstehen und quasi sekundär die Prothese in der Metaphyse abstützen. Bleibt die Krafteinleitung aber auf Dauer in der Diaphyse des Oberschenkels bestehen und kommt es nicht zu sekundärer Druckbelastung des neu entstandenen Knochens, entsteht eine kortikale Atrophie mit der Folge des neuerlichen Knochenabbaus („stress shielding“). Langfristig wird das Implantat dadurch auch in der Diaphyse gelockert und nachsinken oder bei absoluter Fixation brechen [9, 16].

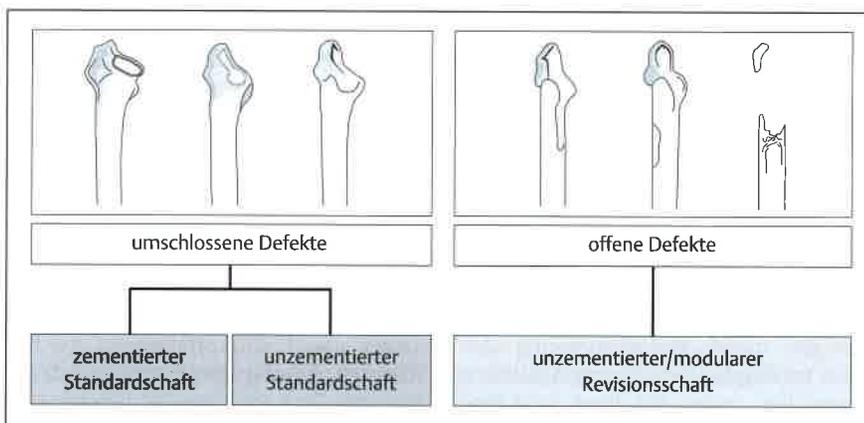


Abb. 6 Defektklassifikation und Implantatauswahl am Femur.

reichend großen Implantatdurchmessern, teilweise unterstützt durch zusätzliche Verriegelungsschrauben („locking screws“).

Um die Nachteile einer dauerhaften distalen Krafteinleitung zu umgehen, be-

vorzugen andere Konzepte eine proximale Verankerung: Die primär stabile Situation wird durch großvolumige Implantate erreicht, welche den ausgeweiteten Markkanal vollständig ausfüllen („fit and fill“). Die proximale Krafteinleitung wird aber durch das Einbringen

Einen Weg aus diesem Dilemma bietet die Verriegelungsoption von Prothesenschäften in Kombination mit einem transfemorale KnochenDébridement, das – ähnlich den Abläufen bei einer Frakturheilung – zur Entstehung von neuen Kortikalisstrukturen beitragen kann.



Abb. 7 a bis c AM, *03.06.1924, w.: Erstimplantation HTP li. 1989 wegen Koxarthrose. **a** Präoperatives Röntgenbild (9/1999) mit „klassischen“ Lockerungszeichen einer zementierten Geradschaftprothese (Katthagen 3–4) und papierdünner Restkortikalis. Teilweise ausgeprägte Osteolysen, teilweise noch fester Knochen-Zement-Kontakt, der ein vollständiges Entfernen von Prothese, Zement und Granulationsgewebe über einen *endofemorale*n Zugang erschwert. **b** Postoperatives Röntgenbild (9/1999) nach *transfemoralem* Bergen der Prothese, Einsatz einer langschäftigen Revisionsprothese mit distaler Verriegelung (Bicontact-Revisionschaft, Fa. Aesculap) zur Überbrückung der iatrogenen „Frakturzone“. Die aufgebrochenen Knochenschalen konnten wegen hochgradiger Knochenweiche nicht mittels Drahtcerclagen refixiert werden, sodass der Prothesenschaft ohne proximale Unterstützung (entspricht Katthagen 6) rein metaphysär verankert ist. Nach einem Jahr geplantes Entfernen des Verriegelungsbolzens zur Dynamisierung. **c** Aktuelles Röntgenbild (9/2009) im Verlauf über 10 Jahre mit radiologisch deutlich erholter Knochenstruktur im prothesentragenden metaphysären Femur: „Downgrading“ des ursprünglichen Defekts von Grad 3–4 auf Grad 1–2 nach Katthagen.



Abb. 8 Beispiel für Zementausfüllung einer hochgradigen (Katthagen 5) femoralen Knochendefektsituation.

Prinzip der zementfreien Revisionsprothese mit distaler Verriegelung

In der operativen Traumatologie – dies ist Gegenstand zahlreicher Publikationen – haben sich Techniken zur Respektierung der Biologie der Knochenheilungsvorgänge in den letzten Jahren stürmisch entwickelt. Die Erkenntnis, dass nur gut durchbluteter, vitaler Knochen heilt und dauerhafte Stabilität verspricht, hat ihren Niederschlag in der sog. „Biologischen Osteosynthese“ gefunden [19].

Die Erfahrung, dass überbrückende metallische Implantate brechen, wenn der Knochen nicht in ausreichender Zeit heilt, hat man vielerorts auch in der Revisionsendoprothetik machen können. So ist es keine Seltenheit, dass diaphysär fest verankerte Prothesenstile versagen (Materialermüdung), wenn die metaphysäre Knochensubstanz zur Unterstützung fehlt – eine Situation, die bei Defekten über Grad 3 nach Katthagen immer vorliegt. Schafft man in solchen Fällen eine künstliche Frakturzone beispielsweise durch einen transfemorale Knochenzugang, der sich zur einfachen Entfernung der Schaftprothese ohnehin anbietet, wird aus dieser heraus neuer Knochen entstehen, der bei ausreichender Implantatstabilität bis an die Oberfläche der Prothese heranwächst [6]. Jetzt muss nur noch die Primärstabilität des langen, diaphysär verankernden Prothesenstiels

gewährleistet werden, um ein frühes Einsinken zu verhindern. Das erreicht man additiv zur Konusklemmung zuverlässig über Verriegelungsbolzen, die eine ähnliche zusätzliche Stabilisierungsfunktion übernehmen, wie man es von Verriegelungsmarknägeln in der Traumatologie kennt. Kommt es im Rahmen solch einer Osteosynthese nicht zur rechtzeitigen Frakturkonsolidierung, weil die Verriegelungsbolzen durch ihre statische Funktion eine interfragmentäre Kompression verhindern (Distension), ist es in vielen Fällen erfolgreich, die Verriegelungsbolzen zur Dynamisierung zu entfernen und damit die Fraktur zur Ausheilung zu bringen.

Gleiches Prinzip verfolgt die „temporäre Schaftverriegelung“ bei den Endoprothesenwechseln. Zunächst wird durch die Verriegelungsbolzen die mehr oder weniger starke Konusklemmung des Stiels im diaphysären Knochen deutlich unterstützt, sodass Rotations- und Einsinkverhalten limitiert sind. Hat sich der proximale, metaphysäre Knochenstock wieder erholt und ist – im Idealfall – aus den Frakturzonen nach transfemoralem Bergen des gelockerten Implantats sogar neuer Knochen entstanden, kann nach „Dynamisieren“ des Implantats durch die Entfernung der Verriegelungsbolzen der proximale Prothesenkörper im aufgebauten Knochen verankern und diesen unter einen formatierenden Druck set-

zen. Damit wäre die ehemals diaphysäre, statische Verankerung der Prothese in eine sekundär metaphysäre, dynamische rückverwandelt worden, was biomechanisch den besten Langzeiterfolg verspricht [16].

Die Umsetzung dieses Prinzips der Knochenbruchheilung bei Defektzonen (sog. „Trümmerbrüche“) aus der Traumatologie in die Endoprothetik ist als Phänomen der „Verankerungsumkehr“ erfolgreich etabliert und gewährleistet für weitere Wechseloperationen bei erneuten Lockerungsvorgängen eine bessere Ausgangssituation durch das „Downgrading“ des Ausgangsdefekts. Nicht zuletzt aufgrund der geänderten Altersstruktur unserer Bevölkerung und des zunehmend frühzeitigeren Primäreinsatzes von Endoprothesen ist zu befürchten, dass die gerade erfolgreich getauschte Endoprothese im Erlebensfall irgendwann wieder locker wird (**Abb. 11**).

■ Keine Prothese ist sicher die letzte!

Operationsprinzip Revisionschaft

Die Implantation des Revisionschafts erfolgt insbesondere bei ausgeprägten Defekten vorzugsweise durch einen modifizierten transfemorale Zugang [17]. Das proximale Femur wird dabei trans-

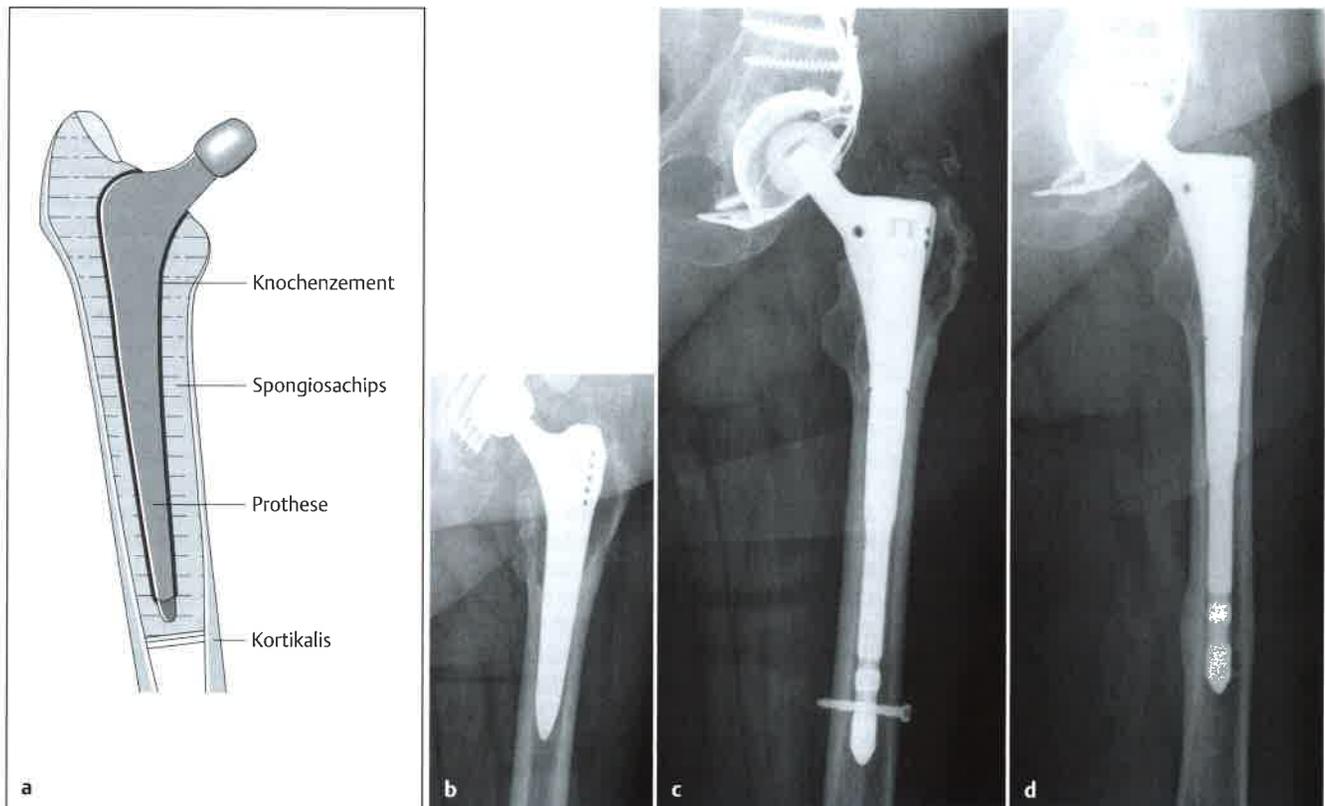


Abb. 9a bis d a Originales „Impaction Grafting“ (sog. „Exeter“-Technik): Prothese wird mittels Zement in ein vorverdichtetes Spongiosabett eingeklebt. **b–d** Modifiziertes „Impaction Grafting“: Revisionsprothese wird ohne Zement in ein vorverdichtetes Spongiosabett eingepresst, mit Verriegelungsbolzen zusätzlich stabilisiert (c) und ist nach Entriegelung (Dynamisierung) stabil (d).

muskulär über die Länge des zu wechselnden Primärimplantats lateral längs osteotomiert und der ventrale Knochen- deckel aufgeklappt, ohne ihn dabei aus dem Weichteilverbund zu lösen. Die Entfernung der Schaftprothesen unterschiedlichster Verankerungsart ist dadurch ebenso leicht möglich wie die des Knochenzements und die Kürettage des Knochenrohrs von Granulationsgewebe (Débridement). Neben dem vergleichsweise einfachen, übersichtlichen und vollständigen Entfernen der inliegenden Komponenten unterstützt und beschleunigt der transfemorale Zugang den Knochenumbau durch die in Gang gesetzten Frakturheilungsprozesse (**Abb. 12**).

Die Vorbereitung der Markhöhle zur Aufnahme des Implantats ist abhängig von verschiedenen Faktoren (Knochenfestigkeit, Antekurvatur, Länge der Osteotomie, intraossäre Hindernisse etc.) und wird demzufolge situationsangepasst durchgeführt. Die Präparation der distalen Diaphyse erfolgt stufen- und wahlweise über flexible oder starre Markraumbohrer.

Beim Einsetzen der distalen Implantatkomponente entsteht durch Auswahl

der Implantatgröße in Abstimmung mit dem zuletzt benutzten Bohrer ein verklemmendes Übermaß (Pressfit). Bei osteoporotischem Knochen kann durch Auswahl der nächstdickeren, evtl. auch längeren Prothese ein besseres Pressfit erzielt werden, das durch zusätzliche Verriegelung nochmals verbessert wird. In Fällen mit schlecht kalkulierbarer Primärstabilität erhöht die optionale distale Verriegelung die primäre Axial- und Rotationsstabilität signifikant.

Konzeptionell genutzt, ist jedoch die Entfernung der distalen Verriegelung ein wesentlicher Bestandteil der temporären Primärverankerung mit zeitverzögerter Verankerungsumkehr und sollte deshalb regelhaft durchgeführt werden.

Mit dem zunehmenden Einsatz von modularen Schaftkomponenten ist die intraoperative Beinlängen- und Rotationsbestimmung einfacher geworden, andererseits erhöht sich dadurch das Risiko von Implantatbrüchen gegenüber Monoblockimplantaten.

Das Zurückklappen des zur Entfernung der Prothese gebildeten Knochen- deckels

und seine Sicherung durch (möglichst) wenige Cerclagen gewährleistet einerseits die Knochenheilung und garantiert den suffizienten Ansatz der hüftgelenk- übergreifenden Muskulatur. Beim Vorliegen vollständiger Knochendefektzonen wird eine zusätzliche, möglichst homogene Spongiosaplastik eingebracht. Nach Abschluss des proximalen Knochenaufbaus, welcher abhängig vom Ausgangsdefekt nach frühestens 12–24 Monaten zu erwarten ist, werden die distalen Verriegelungsbolzen entfernt (Dynamisierung, **Abb. 7**).

Nachbehandlung

Solcherart komplex versorgte Patienten bedürfen einer individuellen Nachbehandlung, die auf einigen wenigen Standards beruht, die aber über die der Primärimplantation hinausgehen.

Der postoperative Aufenthalt bis zur gesicherten Rückkehr der Vitalfunktionen auf der Intensivstation erfolgt erfahrungsgemäß und je nach Begleiterkrankungen für mindestens 24 Stunden.

Bereits dort beginnt wegen der regelhaft erheblichen Weichteil- und Knochen-



Abb. 10 Beispiel für Ausfüllung einer hochgradigen (Katthagen 6) Knochendefektsituation mittels Massivimplantat (sog. „Jumbo“-Prothese).

alteration ein krankengymnastisches Übungsprogramm zur Mobilisierung **im Bett** bis zum 7. postoperativen Tag. Erst danach werden unter Zuhilfenahme von entsprechenden Gehwagen und später Gehstützen die Mobilisierungsversuche außerhalb des Bettes fortgesetzt mit einer Teilbelastung der betroffenen Extremität von etwa 20–30% des Körpergewichts. Diese Teilbelastung wird bis zur 12. Woche postoperativ empfohlen einzuhalten, wobei der überwiegende Teil der Operierten sicher nach Entlassung aus der Rehabilitationsklinik eine mehr oder weniger schmerzadaptierte Vollbelastung durchführt.

Zum Ende des 3. Monats wird mit einer Röntgenverlaufskontrolle der stabile Sitz der Prothesenkomponenten dokumentiert und die Patienten in ein Nachsorgekollektiv aufgenommen. Die Verriegelungsbolzen sowie die stabilisierenden Drahtcerclagen sollten etwa 1 Jahr nach der Austauschoperation im Rahmen eines kurzen stationären Aufenthalts wieder entfernt werden.

Diskussion

Die vordergründigen Therapieziele bei Austauschoperationen von aseptisch gelockerten Endoprothesen bestehen darin, die den Patienten erneut verloren

gegangene Lebensqualität wieder zurückzubringen und zukünftig drohenden Implantatlockerungen durch knochenbauende Operationen vorzubeugen. Dabei wird von der Strategie der primär hochstabilen Zementausfüllung der Defektzonen immer öfter zu „biologischen“ Verfahren mit Defektüberbrückung unter Verwendung von unzementiert verankernden Pfannenrekonstruktionsschalen und Langschaftprothesen übergegangen. Die erfolgreiche Revitalisierung der hohlraumfüllenden, fest impaktierten, homogenen Spongiosa mit anschließendem Remodeling der azetabulären Defekte konnte zwischenzeitlich klinisch, projektionsradiografisch und mittels der Positronenemissionstomografie (PET) an ausgewählten Fällen nachgewiesen werden [18]. Voraussetzung für das Neuentstehen eines tragfähigen Pfannenbodens ist dabei ein ersatzstarkes Knochenlager und eine stabile Überbrückung des Defekts mit einer geeigneten Pfannenrekonstruktionsschale, die aus diesem Grund stabil und nicht zementiert im aufsteigenden Sitzbeinast einerseits und an der Beckenschaukel andererseits befestigt wird. Damit ist gewährleistet, dass niemals ein Implantat auf einem Transplantat verankert wird [3,11]. Die Autoren, die beim Einsatz von Burch-Schneider-Ringen über extrem hohe Lockerungsraten berichten,



Abb. 11 a bis e AZ, * 04.04. 1933, w.: Erstimplantation HTP re. 1979 wegen Koxarthrose. **a** Röntgenbild (10/1994) mit höchstgradigem Knochendefekt (Katthagen 6) und ausgebrochener, zementierter Schaftprothese nach bereits zuvor 2-maliger Wechseloperation. **b** Postoperatives Röntgenbild (11/1994) zeigt die Defektüberbrückung mit langschäftiger Revisionsprothese und 2-facher Verriegelung. Der metaphysäre Knochendefekt ist mit Spongiosachips aus 3 kryokonservierten Hüftköpfen aufgefüllt. **c** Nach 19 Monaten (6/1996) ist bei stabilem Prothesensitz des Schaftes die metaphysäre eingebrachte Spongiosaplastik radiologisch tragfähig und der Patientin wird die „Dynamisierung“ empfohlen, die sie ablehnt. **d** Röntgenverlaufskontrolle (10/1998): Vier Jahre nach Schaftwechsel dynamisiert sich das Implantat selbst (Bolzenbruch), um nach dieser minimalen Dislokation über 9 weitere Jahre unverrückt im wieder aufgebauten (metaphysären) Knochen verankert zu bleiben. **e** Nach 13 Jahren (1/2007) fällt im Röntgenverlaufsbild der 2. Bolzenbruch auf. Es wird vermutet, dass die dauerhafte diaphysäre Stabilisierung (statische Verriegelung) zur kortikalen Atrophie des aufgebauten Knochens geführt hat (sog. „stress shielding“). Bei weitgehender Beschwerdefreiheit und Mobilität wünscht die inzwischen 77-jährige keine Revision.

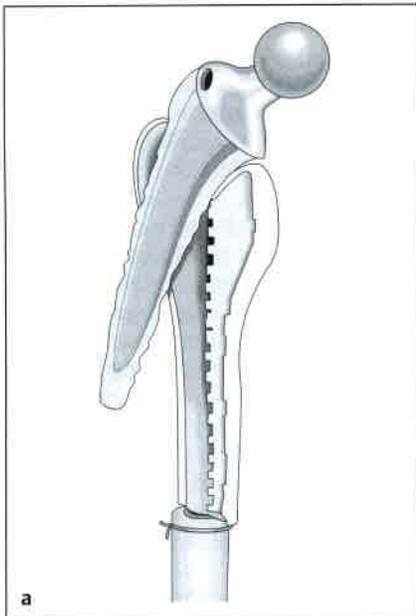


Abb. 12a Schemazeichnung eines transfemorale Zugangs zur Implantatrevision.

haben der nach unseren Erfahrungen so wichtigen distalen Implantatfixierung (s.a. **Abb. 5**) möglicherweise nicht die nötige Aufmerksamkeit gewidmet [14]. Eine weitere Begründung für die hohe Versagensrate könnte in den verwendeten unterschiedlichen Ersatzstoffen und auch der Transplantataufbereitung zu finden sein. Hohe Lockerungsquoten werden bei Verwendung von homogenen Grafts v.a. dann berichtet, wenn Defekte mit strukturierten Massivallografts, z.B. ganzer Hüftkopf oder ganze Femurkondyle gefüllt wurden, wobei die Transplantate oft auch eine Abstützfunktion innehatten [3]. Werden hingegen in einem gut vorbereiteten, ersatzstarken azetabulären Lager potente Ersatzstoffe – am besten natürlich autogene Knochenchips vom Beckenkamm – verwendet, so ist bei stabilem Schutz des Transplantats durch eine überbrückende Rekonstruktionspfanne in kurzer Zeit ein belastungsfähiger Pfannenboden zu „züchten“, in den im erneuten Lockerungsfall beispielsweise eine Pressfit-Pfanne unzementiert eingesetzt werden kann. Dadurch ist es möglich, durch aseptische Lockerungsvorgänge entstandene Defekte zu verkleinern („Downgrading“), womit für die Zukunft viel optimalere Therapieoptionen resultieren [15].

Ähnlich gute mittelfristige Ergebnisse sind mit thermodesinfizierter homogener Bankspongiosa nach dem Marburger Prinzip (TELOS) zu erzielen, wenngleich es valide direkte Literaturvergleiche

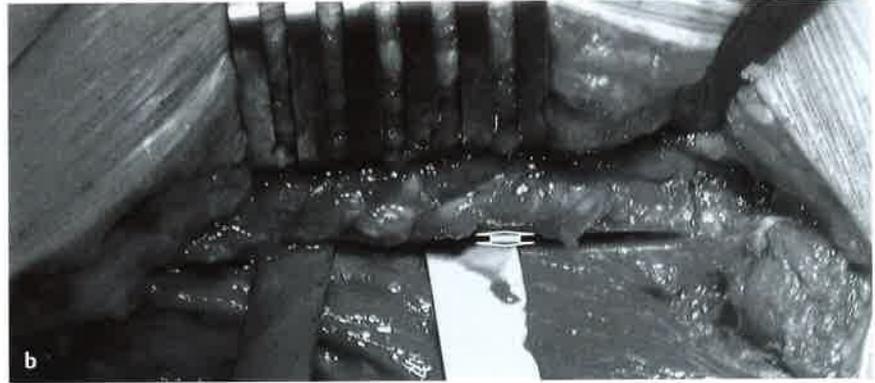


Abb. 12b Intraoperatives Foto zur Verdeutlichung des weichteilschonenden Vorgehens i.R. eines transfemorale „Femur Split“: Nach der Längsosteotomie wird der im Muskelverbund belassene Knochendeckel mit Meißeln aufgebrochen, um die Prothese übersichtlich freizulegen.

hierzu bislang nicht gibt. Der Vorteil des TELOS-Verfahrens besteht darin, dass die zeit- und geldaufwendigen Untersuchungen der Transplantate auf deren Unbedenklichkeit, wie sie in den Richtlinien zum Betreiben einer Knochenbank vorgeschrieben werden, durch das Erhitzen der entnommenen Hüftköpfe nicht im vollen Umfang erforderlich sind. Die mittel- bis langfristigen Krankheitsverläufe einer Gruppe von Patienten, die vom Autor von 1997–1999 in dieser Modifikation des Transplantats behandelt wurden, erlauben nach eigenen Untersuchungen die vorsichtige Aussage, dass die zweifellos durch den Konservierungsprozess „Erhitzen“ zusätzlich denaturierten Knochenstrukturen ausreichend osteoinduktiv wirksam bleiben [15].

Untersuchungen verschiedener Arbeitsgruppen nährten die Hoffnung, dass ein aufwendig prozessiertes und praktisch unbegrenzt zur Verfügung stehendes tierisches Knochenersatzmaterial vom Rind (Tutobone) die ähnliche biologische Wirksamkeit besitzt wie der „gekochte“ menschliche Spenderknochen des TELOS-Systems. Die Ergebnisse unserer eigenen Untersuchungen zeigen dagegen, dass bovines Ersatzmaterial zu einem deutlich früheren Systemversagen führt, als das bei stattdessen verwendetem humanen Knochen der Fall ist. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass der Prozess des „Creeping Substitution“ beim tierischen Material aufgrund der unterschiedlichen Antigen-Antikörper-Konstellation stark verzögert abläuft. Zusätzlich benötigt der Einsprossprozess der Kapillaren (Vaskularisierung) in die lediglich aus reiner Knochenmatrix bestehenden Chips viel mehr Zeit, als das beispielsweise beim un bearbeitet transplantierten allogenen Knochen der Fall sein dürfte. Nicht zuletzt fiel bei der Analyse der

eigenen Versagensfälle auf, dass stets höchstgradige Knochendefekte vorlagen, die damit offenbar nicht ausreichend schnell vaskularisiert wurden und somit eine vorzeitige Implantatermüdung nicht verhindert werden konnte. Demzufolge sind auch konsekutive lokale „Low Grade“-Infekte des Transplantats vorstellbar, weil bei persistierender Instabilität keine humoralen Abwehrreaktionen entgegengesetzt werden können. Der Übergangsprozess von aseptischer zu septischer Lockerung von Implantaten ist ohnedies ein schleichender.

Andererseits wird von den Protagonisten des Rinderknochens immer darauf hingewiesen, wie wichtig der formative Belastungsreiz der Spongiosa für deren Revaskularisierung sei und dass die hier beschriebene Operationsmethode mit der stabilen Implantatverankerung das zum großen Teil verhindere. Demgegenüber stehen allerdings die positiven Erfahrungen mit der homogenen Bankspongiosa, ob nun kryo- oder thermodesinfiziert – bei favorisierter Technik.

Aufgrund der projektionsradiografischen Beobachtung, dass trotz einer relativ langen Konsolidierungsphase der thermodesinfizierten Spongiosa und einer dadurch verlängert instabileren biomechanischen Situation keine vermehrte Ermüdungsbruchrate der seinerzeit neu entwickelten und in 3 unterschiedlichen Größen produzierten Pfannenrekonstruktionsschalen (Fa. Aesculap, Tuttlingen) festgestellt wurde, lässt sich der Einsatz dieses Implantats ebenso wie der seit vielen Jahren bewährte Burch-Schneider-Ring (Fa. Zimmer, Freiburg) empfehlen. Die Leichtbauweise der Aesculap-Titanschale mit ihrem deutlich verbesserten Schwingverhalten, die aufgrund der beiden voneinander getrennt-

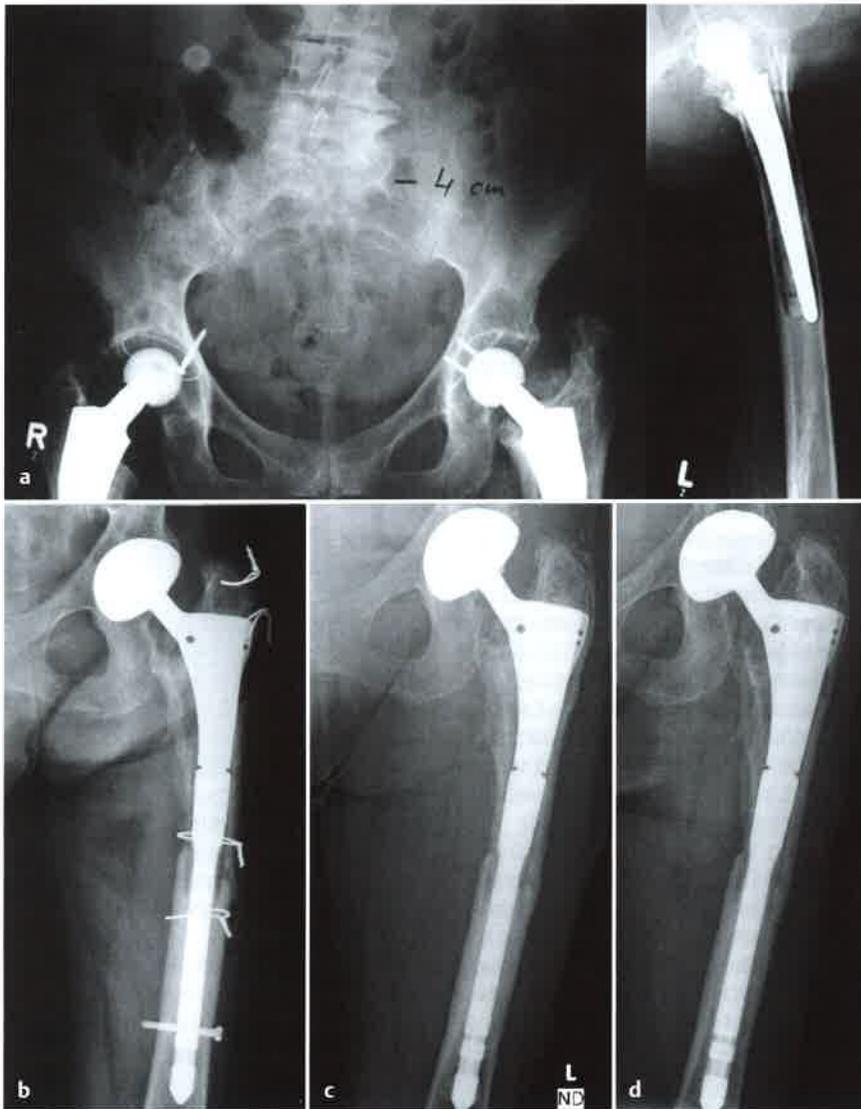


Abb. 13 a bis d MH, * 06.05.1932, w.: Erstimplantation HTP li. 1990 wegen Koxarthrose. **a** Zwölf Jahre nach Hybrid-HTP li. (4/2002) schmerzhaftes Einsinken des viertgradig gelockerten zementierten Geradschafts mit resultierender Beinverkürzung von 4 Zentimetern. **b** Transfemorale Prothesenschaftwechsel (4/2002) und Überbrückung des Defekts und der „Frakturzone“ mit einem modularen Revisionsimplantat („Prevision-Schaft“, Fa. Aesculap) mit distaler Verriegelung. Die zementfrei verankerte PE-Pfanne mit Beschichtung wurde wegen PE-Abrieb gegen eine Pressfit-Pfanne mit Keramikinlay ausgetauscht. **c** Nach 18 Monaten (10/2003) Dynamisierung mit planmäßiger Entfernung des Verriegelungsbolzens und der potenziell dauerhaft durchblutungsstörenden Drahtcerclage. **d** Aktuelles Röntgenbild (5/2010) mit stabiler Implantatverankerung über 8 Jahre und gut erholter periprothetischer Knochenstruktur ohne Migrationsnachweis des Prothesenschafts.

ten proximalen Verankerungslaschen zudem individueller den anatomischen Gegebenheiten anzupassen ist, hat sich sogar als Vorteil erwiesen.

Es bleibt resümierend festzuhalten, dass bei geeigneter Wahl des Operationsverfahrens und bedachtem Einsatz unterschiedlicher Implantate und Transplantate aseptische Pfannenaustauschoperationen wiederholt vorgenommen werden können, ohne dass zunehmende

Knochensubstanzdefekte eine Prothesenneuverankerung unmöglich machen.

Die gleichen Ziele, wie sie bei der azetabulären Revision verfolgt werden, gilt es auch auf der femoralen Seite zu erreichen. Auch hier spielen der Lebensqualitäts(rück)gewinn und der Erhalt bzw. die Rekonstruktion des durch aseptische Lockerungsvorgänge verloren gegangenen periprothetischen Knochens eine gleichsam tragende Rolle. Ähnlich wie auf der azetabulären Seite haben bei höhergra-

digen Knochensubstanzdefekten v.a. zementfreie Operationsverfahren deutliche Vorteile, insbesondere, wenn sie in der Lage sind, neuen Knochen entstehen zu lassen, der für nachfolgende Prothesen die Basis der Verankerung bildet.

Beim aseptischen Prothesenschaftwechsel steht der für die Langzeitstabilität biomechanisch wichtige metaphysäre Knochen des Femurs nicht mehr zur Verfügung und die Prothese muss sich zunächst weiter distal in der Diaphyse neuen Halt suchen. Dadurch kommt es bei den überlangen Revisionsimplantaten zu einer merklichen Eigenschwingung, die umso stärker wird, je länger das Implantat ist und umso weniger es vom Knochen abstützend umhüllt wird.

Deswegen ist die möglichst primärstabile Verankerung einer Revisionsprothese am Restfemur in der frühen postoperativen Phase unabdingbar, da nur bei Schaftschwingungen unter 150 µm eine Osseointegration der Prothese beobachtet werden kann [9]. Bei größeren Mikrobewegungen kommt es gesetzmäßig zur Bildung eines bindegewebigen Interfaces und somit *nicht* zur mechanischen Abstützung durch den periprothetischen Knochen. Sekundäre Implantatlockerungen mit einem Einsinken oder sogar Ermüdungsbrüche der Implantate sind die unerwünschten Folgen, die dann zur Nachoperation Anlass geben.

Geringe und in sich geschlossene („contained“) Knochendefekte dagegen können über proximal in der Metaphyse verankerte zementfreie Primärprothesenschäfte ausreichend stabil versorgt werden. Gleichzeitig kann über ein entsprechendes „Impaction Grafting“ erneuter Knochenaufbau stimuliert und erreicht werden.

Auch die Technik der Defektauffüllung mittels Knochenzement und ggf. zusätzlicher Verbundosteosynthese vermag eine hohe primäre Stabilität zu erzielen. Die hierbei unabdingbare direkte Durchblutungsstörung des Knochens durch die Hitzewirkung des Zements und weiterer Hilfsimplantate (Knochenplatten, Metallnetze, Drahtcerclagen etc.), die sowohl die endostale als auch die periostale Durchblutung kompromittieren, stellt jedoch die Überlebensfähigkeit der ossären Strukturen ernsthaft infrage. Im geeigneten Fall können v.a. bei älteren Menschen erfreuliche Kurzzeitergebnisse nach zementiertem Schaftwechsel erreicht werden, die jedoch nicht selten

von enttäuschenden längerfristigen Verläufen mit frühzeitigen erneuten Lockerungen konterkariert werden, wenn die Patienten doch länger leben als ursprünglich erwartet.

Mit zementfreien großvolumigen Implantaten kann ebenfalls eine primäre Stabilität mit teilweise sogar zusätzlicher proximaler Verankerung erreicht werden [4]. Das dafür notwendige überdimensionierte Prothesenmaterial („Jumbo“) okkupiert jedoch den vorhandenen Hohlraum kompromittierend für das Knochenwachstum. Dieser steht somit nicht mehr für neu zu bildenden Knochen zur Verfügung, sodass die vorhandene Substanz weiter abnimmt mit dem Effekt der Ausweitung von Defektzonen („Upgrading“).

Die distal verankerten, zementfrei eingesetzten, langschäftigen Prothesen überbrücken beim „biologischen Prothesenwechsel“ den proximalen Defektbereich und erreichen über spezielle, meist sternförmige und konische Formgebungen eine gute diaphysäre Stabilität. Vermittels entsprechender Oberflächenstrukturierung, je nach Sichtweise über die gesamte oder lediglich Teile der Prothese reichend, wird eine Osseointegration und somit eine direkte Anbindung des Schaftes an den Knochen ermöglicht [8]. Eine dauerhafte distale Kräfteinleitung und der fehlende formatierende Reiz für die metaphysären Knochenstrukturen kann jedoch langfristig zu weiteren proximalen Knochenverlusten („Stress Shielding“) führen [9].

Die **temporäre metaphysäre Verankerung** über eingebrachte Verriegelungsschrauben kombiniert das Konzept der distalen und proximalen Verankerung zu unterschiedlichen Zeiten. Die proximalen instabilen Zonen werden hierbei mit einem langschäftigen Implantat und distaler Verriegelung („Gürtel und Hosenträger“) überbrückt und die Prothese primär diaphysär stabil verankert. Nach dem Wiederaufbau neuer und v.a. tragfähiger proximaler Knochenstrukturen werden die Verriegelungsschrauben später konzeptionell entfernt und es kann zur dauerhaften proximalen Kräfteinleitung durch Verkleben des Prothesenkörpers kommen („Verankerungsumkehr“).

Die klinischen Ergebnisse über durchschnittlich 15 Jahre belegen die Tragfähigkeit dieses Konzepts, welches auch und gerade deshalb bei der Behandlung

periprotetischer Femurfrakturen mit Erfolg eingesetzt wird [13]. Während der Phase der Frakturheilung und der Überbrückung des proximalen Knochenareals kommt es zu einem sichtbaren Remodeling und Wiederaufbau des proximalen Femurs. Diese „natürliche“ Fraktursituation wird beim transfemorale Prothesenschaftwechsel „künstlich“ imitiert, um die Knochenbildung anzuregen.

Die zusätzliche diaphysäre Prothesenverriegelung führt dabei im Experiment zu einer nachgewiesenen erheblichen Verbesserung der Primärstabilität, ohne dass dies durch eine Durchblutungsminderung des Knochens erkauft wird. Der Stabilitätsgewinn ist besonders in den Situationen wichtig, in denen intraoperativ ein distaler Pressfit nicht erzielt werden kann (unterdimensionierte Prothese, Osteoporose). Die Literaturberichte der letzten 5 Jahre belegen, dass Hersteller moderner Revisionsimplantate immer häufiger auf die optionale, distale Schraubenverriegelung zurückgreifen.

Die bisherigen mittelfristigen Ergebnisse zeigen, dass ein Nachsinken von primär verriegelten Schaftprothesen deutlich geringer ausfällt als bei unverriegelten. Dies erlaubt den Schluss, dass die während der Phase der vollständig diaphysären Kräfteinleitung im proximalen Femur herrschende mechanische Ruhe das metaphysäre Remodeling begünstigt. Nach Entfernung der Verriegelungsschrauben findet die Prothese ausreichend Halt in der intertrochantären Region und kann direkten Kontakt zum Knochen (Osseointegration) aufbauen.

Nach wie vor offen bleibt der optimale Zeitpunkt zur Dynamisierung: Anfänglich wurde ein Zeitraum von 6 Monaten als ausreichend angesehen, die gemachten Erfahrungen speziell bei Maximaldefekten zeigen jedoch, dass das periprotetische Remodeling postoperativ bis zu 2 Jahre benötigen kann. Ermüdungsbrüche der „Interlocking Screws“ treten dann auf, wenn entweder die Prothese für die jeweilige Knochenstruktur initial zu dünn gewählt wurde oder die metaphysäre Knochenbildung aus verschiedenen Gründen nicht ausreichend vonstatten gehen konnte.

Die auf diese einfache Weise erreichte Rückkehr der primär diaphysären Kräfteinleitung in eine sekundäre metaphysäre nützt die Vorteile einer verbesserten hohen Primärstabilität, ohne das Prinzip

der biomechanisch bevorzugten intertrochantären Verankerung aufzugeben. Die ersten klinischen Ergebnisse sind ermutigend, der laufende Follow-up-Prozess lässt auch langfristig eine Implantatstabilität erwarten.

Schlussfolgerungen

Aseptische Lockerungen von Hüftendoprothesen nehmen zu und Mehrfachwechsel sind längst keine Seltenheit mehr. Sowohl auf der acetabulären als auf der femoralen Seite des Ersatzteils kommt es zu mehr oder weniger ausgeprägten Knochensubstanzdefekten, die eine Neuverankerung der Revisionsimplantate erschweren.

Abhängig von der Graduierung der verloren gegangenen Verankerungsstrukturen ist die operative Strategie und die Auswahl der verwendeten Implantate eng verknüpft an das Ziel, die Nachfolgeoperation nicht aus einer ungünstigeren Ausgangssituation starten zu müssen.

Können bei niedergradigen Knochendefekten in der Regel noch Primärprothesen verwendet werden, benötigt man in Abhängigkeit von der Verlustsituation Spezialimplantate bis hin zum Becken- oder Femurersatz, um die noch intakten Fragmente miteinander zu verbinden.

Je ausgeprägter die Knochenverluste sind, umso weniger darf versucht werden, durch leblose Zusatzwerkstoffe (Knochenzement, metallische Augmentate, synthetische Knochenersatzstoffe etc.) Stabilität zu erzielen. Im Fall einer erneuten Implantatlockerung wird dadurch der Knochendefekt erheblich größer und der nächste Wechsel unmöglich sein.

Aseptische Austauschoperationen der Pfannenkomponente bei hochgradigen Substanzdefekten profitieren dabei v.a. von vitalisierbaren Füllmaterialien (Auto-/Allograft) in Kombination mit stabilen Pfannenstützschalen; hochgradige Schaftlockerungen hingegen vom transfemorale Zugang mit der Potenz zur Knochenbildung durch Frakturheilung und Einsatz einer Langschaftprothese mit zusätzlich stabilisierender Verriegelung und der Option zur späteren Dynamisierung (Verankerungsumkehr).

Literatur

- ¹ Bauwens K, Stengel D, Ekkernkamp A. Evidenzbasierte Medizin in der Unfallchirurgie. Trauma Berufskrank 2008; 10 (Suppl. 2): 208–211
- ² Böhm P. Femoral revision with the Wagner SL revision stem: evaluation of 129 revisions followed for a mean of 4,8 years. J Bone Joint Surg [Am] 2001; 83: 1023–1031
- ³ Bolder SB. Technical factors affecting cup stability in bone impaction grafting. Pro Inst Mech Eng 2007; 221: 81–86
- ⁴ Cameron HU. Modular shafts in hip prosthesis revision surgery. Orthopäde 2001; 30: 287–293
- ⁵ Cameron HU. Orthopaedic crossfire – stem modularity is unnecessary in revision total hip arthroplasty: in opposition. J Arthroplasty 2003; 18 (3 Suppl. 1): 101–103
- ⁶ Christie MJ. Clinical experience with a modular noncemented femoral component in revision total hip arthroplasty: 4–7 years results. J Arthroplasty 2000; 15: 840–848
- ⁷ Eingartner C, Volkmann R, Pütz M et al. Uncemented revision stem for biological osteosynthesis in periprosthetic femoral fractures. Int Orthop 1997; 21: 25–29
- ⁸ Eingartner C, Volkmann R et al. Long term results of an uncemented straight femoral shaft prosthesis. Hip International 2006; 16: 23–32
- ⁹ Engh CA, O'Connor D, Jasty M et al. Quantification of implant micromotion, strain shielding and bone resorption with porous-coated anatomic medullary locking femoral prostheses. Clin Orthop Relat Res 1992; 285: 13–29
- ¹⁰ Halliday BR, English HW, Timperley AJ et al. Femoral impaction grafting with cement in revision total hip replacement. Evolution of the technique and results. J Bone Joint Surg [Br] 2003; 85: 809–817
- ¹¹ Knaepler H, Ascherl R. Autoklavierung von allogenen Knochentransplantaten als Alternative zur konventionellen Knochenbank. Orthop Praxis 1992; 28: 18–22
- ¹² Ling RS, Timperley AJ, Linder L. Histology of cancellous impaction grafting in the femur. J Bone Joint Surg [Br] 1993; 75: 693–696
- ¹³ Ochs BG, Volkmann R. Treatment of large femoral bone defects. Z Orthop Unfall 2007; 145 (Suppl. 1): 34–39
- ¹⁴ Schlegel UJ. Mueller reinforcement rings in acetabular revision: outcome in 164 hips for 2–17 years. Acta Orthop 2006; 77: 234–241
- ¹⁵ Volkmann R, Weller S. Revision surgery in high grade acetabular defects with thermosinfected allografts. Z Orthop Unfall 2007; 145 (Suppl. 1): 44–48
- ¹⁶ Volkmann R, Bretschneider C, Weller S. Revision arthroplasty – femoral aspect: the concept to solve high grade defects. Int Orthop 2003; 27 (Suppl. 1): 24–28
- ¹⁷ Wagner H. Revisionsprothese für das Hüftgelenk. Orthopäde 1989; 18: 438–453
- ¹⁸ Winter E, Volkmann R. Allogenic cancellous bone graft and a Burch-Schneider ring for acetabular reconstruction in revision hip arthroplasty. J Bone Joint Surg [Am] 2001; 83: 862–867
- ¹⁹ Wolff J. Das Gesetz der Transformation der Knochen. Berlin: Hirschwald; 1892
- ²⁰ Wirtz DC. Hüftrevisionsendoprothetik – immer häufiger – immer wichtiger. Orthopäde 2009; 38: 665–666

**Priv.-Doz. Dr. med.
Rüdiger Volkmann**
Chefarzt

Klinik für Unfallchirurgie
und Orthopädie
Klinikum Bad Hersfeld GmbH
Seilerweg 29
36251 Bad Hersfeld

ruediger.volkmann@klinikum-hef.de

Revisionen in der Kniegelenksendoprothetik

■ Steffen Oehme

Zusammenfassung

Knieendoprothetische Revisionsversorgungen sind heute häufige Operationen, die in vielen endoprothetisch tätigen Kliniken eine überproportionale Steigerungsrage aufweisen. Mit modernen Operationstechniken und der Anwendung von modernen modularen Prothesensystemen sind viele Wechselsituationen heute zu beherrschen und es können eben früh- wie spätfunktionelle Ergebnisresultate erreicht werden, die denen der primären Knieendoprothetik kaum nachstehen. Besonderes Augenmerk ist aber immer auf die logistischen Möglichkeiten in der Klinik und die vorgehaltenen Optionen des jeweiligen Prothesensystems zu richten, da gerade bei der Revisionschirurgie des Kniegelenks auch intraoperativ sich Situationen ergeben können, die eine Ausweitung des Eingriffs erforderlich werden lassen. Mit den Techniken des Trabecular Metal sind zusätzliche Optionen des Knochenaufbaus möglich, die auch in Kombination mit der Eigen- und Fremdspongiosaplastik angewendet werden können.

Zunahme der Knieendoprothesenrevision

Die endoprothetische Versorgung des Kniegelenks ist inzwischen in vielen Kliniken ein Standardeingriff. Jährlich werden in Deutschland mehr als 150 000 Kniegelenksendoprothesen implantiert. Die Zahl der Primäroperationen ist dabei kontinuierlich steigend und hat inzwischen fast die Anzahl der jährlich in

Revision Surgery in Total Knee Arthroplasties

Revision procedures for total knee arthroplasties are today frequent operations and exhibit an overproportional increase in many clinics specialising in joint replacements. With modern operating techniques and the use of modern modular prosthetic systems, many replacement situations can now be managed with both early and late functional results that are well comparable with those of primary knee arthroplasties. However, particular attention must always be paid to the logistic possibilities in the clinic and the available options of the respective prosthetic system since, especially in revision surgery of the knee, intraoperative situations can arise that necessitate an extension of the procedure. Additional options for bone replacement are possible with the techniques of trabecular metals, and these can also be employed in combination with autologous and allogeneous spongiosoplasties.

Deutschland implantierten Hüftendoprothesen erreicht.

Dabei gilt in der Knieendoprothetik ebenso wie auch in der Hüftendoprothetik der Grundsatz, dass kein heute verfügbares Implantat eine unbegrenzte Standzeit haben wird. Mit den heute üblichen bikondylären Knieendoprothesensystemen, die inzwischen zum Standard der Knieendoprothetik herangereift sind, haben wir Standzeiten, die sich mit durchschnittlich 15 Jahren in einem guten Bereich bewegen.

Mit zunehmender Standzeit wird jedoch das Risiko für notwendige Revisionsope-

rationen steigen und auch in der Knieendoprothetik sehen wir das Phänomen, dass bei jüngeren Patienten die Lebensdauer der Knieendoprothese eher etwas geringer sein wird als bei der Erstimplantation im höheren Lebensalter. Auch gilt in der Knieendoprothetik, dass das Revisionsrisiko für Frauen etwas geringer als für Männer anzusehen ist.

■ Wir werden also in den kommenden Jahren eine steigende Anzahl an Knieprothesenrevisionen in den Kliniken zu versorgen haben.

In unserem Hause konnten wir in den vergangenen Jahren bereits die Tatsache beobachten, dass bei kontinuierlichem Anstieg der primären Knieendoprothetik die Anzahl der jährlich zu versorgenden Revisionsoperationen überproportional ansteigend war.

Für diese Situation müssen wir uns in den Kliniken entsprechend rüsten und es stehen uns heute auch im Bereich der Knieendoprothetikrevision optimale Versorgungsmöglichkeiten für den Patienten zur Verfügung.

Richtiger OP-Zeitpunkt

Der Erfolg der Knieendoprothesenrevision hängt dabei ganz wesentlich von der Auswahl des richtigen Operationszeitpunkts ab. Dies gilt insbesondere, wenn es nach langjähriger Standzeit der primären Knieendoprothese zu den sog. Inlayschäden der Polyäthylengleitfläche gekommen ist (**Abb. 1**). Durch regelmäßige radiologische Verlaufskontrollen lässt sich hier eine Schädigung des Polyäthyleninlays sicher diagnostizieren und bei rechtzeitiger Festlegung einer Revisionsoperation vor vollständigem Versagen der PE-Gleitfläche wird das Risiko von Schäden an den femoralen oder tibialen Prothesenkomponenten vermindert. Diese können beim alleinigen Wechsel der PE-Gleitfläche dann belastet werden.



Abb. 1 PE Abrieb Schaden.



Abb. 2 Femur nach Entfernung einer medialen Schlittenkomponente.



Abb. 3 Radiologischer Verlauf 14 Jahre nach Primär-OP.



Abb. 4 Knochendefekte nach Prothesenentfernung.



Abb. 5 Aufbau der Knochendefekte mit eigenem Knochen aus den Resektionsschnitten.

Eine weitere Indikation für einen Wechsel einer Knieendoprothese besteht in den Fällen einer sich ausdehnenden Gonarthrose, die primär gegebenenfalls nur mit einer medialen Schlittenprothese versorgt worden war. Die medialen Schlittenprothesen haben inzwischen auch sehr exzellente Standzeiten, die an die Standzeit eines bikondylären Prothesensystems heranreichen. Limitiert werden die Standzeiten aber durch eine sich ausweitende Arthroseerkrankung in das laterale und/oder retropatelläre Kompartiment des Kniegelenks. Bei dann wieder auftretenden Belastungsbeschwerden und einer erneuten Funktionseinschränkung des Kniegelenks besteht die Indikation für den Wechsel der Schlittenprothese auf ein bikondyläres System, gegebenenfalls auch mit Ersatz der Knie-scheibenrückfläche.

Die Entfernung der Schlittenprothese kann bei Verwendung entsprechender Primärsysteme heute sehr schonend erfolgen und es ist kaum mit einem größeren Knochenverlust im Bereich des Femurs zu rechnen (Abb. 2). Die tibialen Defekte nach Entfernung der medialen Tibiakomponente des Schlittens können ebenfalls mit einem bikondylären System heute gut wieder aufgebaut werden.

Regelmäßige radiologische Verlaufskontrollen sind aber auch nach primär bikondylär eingebrachten Knieendoprothesen-

systemen unverzichtbar (Abb. 3). Dabei müssen zur exakten Beurteilung der aktuellen Röntgenaufnahmen immer auch die früheren Röntgenbilder vergleichsweise herangezogen werden können, denn nur ein direkter Vergleich der aktuellen Bilder mit vorhandenen früheren Aufnahmen kann hier einen ersten Anhalt für eine Lockerungsproblematik der Knieendoprothese ergeben.

Das Ziel all dieser Maßnahmen ist immer, einen optimalen Zeitpunkt für die operative Revision der Knieendoprothese festzulegen.

Bleibt eine Endoprothesenlockerung zu lange unerkannt, so besteht die große Gefahr der erheblichen knöchernen Defektbildung im Bereich der femoralen und/oder tibialen Prothesenlager.

Aufbau von Knochendefekten

Sind Knochendefekte erst einmal aufgetreten (Abb. 4), so können diese bei den Revisionsoperationen zumindest partiell mit Knochen aus den Resektat-schnitten des Kniegelenks aufgefüllt werden (Abb. 5).

In vielen Fällen muss aber auch auf Fremdknochen, der bspw. nach dem Marburger Knochenbanksystem in einer klinikeigenen Knochenbank vorgehalten werden kann, zurückgegriffen werden.

Mehr noch als bei der primären Knieendoprothetik ist im Falle von Knieendoprothesenrevisionen eine exakte präoperative Planung auch anhand von Einbeinganzaufnahmen des Patienten erforderlich.

Im Vorfeld der Operation muss sich der Operateur über die bestehende Beinachse und gegebenenfalls erforderliche Korrekturmaßnahmen im Klaren sein. Die Rotationsausrichtung insbesondere der Femur-, aber auch der Tibiakomponente muss exakt festgestellt und für die Revision geplant werden, und für die spätere Funktion des Gelenks ist die exakte Wiederherstellung auch der Gelenklinie von großer Bedeutung.

Auswahl geeigneter Implantate

In Abhängigkeit vom Ausgangsbefund muss dann auch überlegt werden, ob die Implantation einer Revisionsknieendoprothese, die durch den eigenen Bandkapselapparat alleine geführt und gehalten werden kann, möglich ist oder aber ob auf sog. teilgekoppelte Knieendoprothesensysteme zurückgegriffen werden muss. Dies insbesondere in den Fällen, in denen größere Insuffizienzen im Bereich des Bandkapselapparats des Kniegelenks bereits bestehen.

Die teilgekoppelten Knieendoprothesen erfordern dabei regelhaft eine sog. Stielverlängerung in das Femur und in den Tibiaschaft hinein. Über diese Stielverlängerungen wird ein Teil der Kräfteinleitung in kniefernern Regionen erreicht (Abb. 6).

Falls immer möglich, werden die Prothesensäfte im Femur und in der Tibia zementfrei eingebracht, lediglich die Pro-



Abb. 6 Teilgekoppelte Knieendoprothese mit femoraler und tibialer Schaftverlängerung.

thesenkomponenten im Bereich der Femurkondylen und am Tibiaplateau selbst werden in zementierter Technik eingesetzt.

Letztendlich ist bei Wechselsituationen am Kniegelenk immer ein Prothesensystem in der Klinik vorzuhalten, das eine Anpassung der Knieendoprothese an die jeweils bestehende Ausgangssituation ermöglicht.

Die modernen modularen Knie revisions-systeme bieten diese Möglichkeit.

Ein weiterer Vorteil dieser Prothesensysteme ist der innerhalb eines solchen Systems unveränderte Aufbau der femoralen wie tibialen Prothesenanteile, sodass hier in schrittweiser Technik die Prothese auf eine zunehmende teilgekoppelte Variante aufgebaut werden kann. Alle modularen Prothesensysteme bieten darüber hinaus die Möglichkeit, knöchernen Defekte insbesondere im Bereich des Tibiaplateaus, aber auch distal an den Femurkondylen mit sog. Augmenten, d.h. Metallblöcken, die an die Prothese selbst fixiert werden, aufzubauen. Dies stellt in vielen Fällen eine gute Ergänzung zu den oben bereits beschriebenen Aufbautechniken mit Eigen- und Fremdknochen dar.

Gerade tibialseitig ist dabei eine exakte Ausrichtung der Prothesenkomponente auf dem Schienbeinkopf nur unter Verwendung von sog. Offset-Stems möglich. Diese können in 360° freier Rotation distal an das Tibiaplateau angebracht werden und ermöglichen die optimale Abdeckung des Schienbeinkopfs durch die Prothesenkomponente.



Abb. 7 Sichere Patellaführung.



Abb. 8 Trabecular Metal Cone am Tibiakopf.

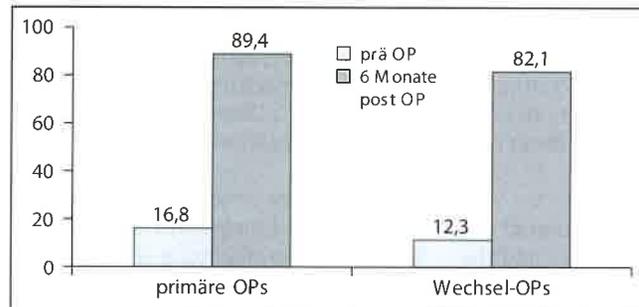


Abb. 9 Knee Society Score nach Knie-revisionen.

Der Anwendungsbereich für solche Systeme geht bis hin zu der Versorgung von kniegelenksnahen Frakturen, die auch über ein teilgekoppeltes System stabilisiert und damit frühfunktionell belastbar versorgt werden können.

In Abhängigkeit von der Höhe des Polyäthyleninlays ist bei der Auswahl des Prothesendesigns auch auf eine sichere Führung der Kniescheibe und v.a. des Kniescheibenbands zu achten. Moderne Prothesensysteme zeigen hier im Bereich der PE-Gleitflächen entsprechende Aussparungen, sodass es nicht zu einem Impingement der Patellarsehne an den höheren Inlaykomponenten kommen kann (**Abb. 7**).

Ergebnisse nach Knieendoprothesenrevision

In unserer Klinik haben wir die Ergebnisse nach knieendoprothetischen Versorgungen hinsichtlich der Funktion des Gelenks nach dem Knee Society Score bewertet und eine größere Anzahl solcher Versorgungen mit den funktionellen Ergebnissen nach primärer Operation verglichen.

Erreichen wir nach primärer knieendoprothetischer Versorgung mit 89,4 knee society score Punkten sehr gute Ergebnisse, so stehen die funktionellen Ergebnisse nach Wechseloperationen mit 82,1 Punkten nach dem Knee Society Score

kaum unter den Ergebnissen der Primärversorgung (**Abb. 9**).

Weiterentwicklungen im Bereich der Materialtechnologie haben in den letzten Jahren neue Möglichkeiten des Defektaufbaus an den Knochenlagern erbracht.

Hier sei besonders auf das Trabecular Metal hingewiesen, ein Tantalmetall, welches sich durch eine gute Verformbarkeit und durch einen Elastizitätsmodul, der dem des menschlichen Knochens sehr ähnlich ist, auszeichnet.

Hat das Trabecular Metal zunächst in der Revisionschirurgie des Hüftgelenks Einzug gehalten und dort bereits seit nunmehr fast 10 Jahren sehr gute Ergebnisse gezeigt, so sind seit 2005 entsprechende Trabecular Metal-Blöcke auch in der Revisionschirurgie des Kniegelenks verfügbar (**Abb. 8**).

Diese sog. Trabecular Metal Cones gibt in verschiedener Formanpassung für den Defektaufbau am Schienbeinkopf und korrespondierend auch für einen Defektaufbau im Bereich der Femurkondylen. Dabei kann auch diese Technik des Defektaufbaus mit Eigen- und Fremdspongiosaplastiken kombiniert werden.

In die dann aufgebauten Defekte hinein wird die modulare Knieendoprothese eingesetzt, wie dies auch bei den anderen Revisionen ansonsten möglich wäre.

Gelenkrekonstruktion

Bei Revisionen der Knieendoprothesen sei nochmals darauf hingewiesen, dass insbesondere eine exakte Wiedereinstellung der Flexions- und Extensionslücke für die spätere Funktion des Kniegelenks von großer Bedeutung ist.

Dabei muss man sich immer der Tatsache bewusst sein, dass eine gegebenenfalls erforderliche Nachresektion im Bereich der Tibia sowohl die Flexion- als auch die Extensionslücke des Kniegelenks beeinflusst, femoralseitig kann durch eine Veränderung der Prothesengröße und/oder eine Änderung der Resektionslinie die Flexion oder die Extension beeinflusst werden.

Es muss daher intraoperativ immer geprüft werden, ob die Flexions- und die Extensionslücke gut ausbalanciert ist und entsprechend des dann vorgefundenen Ergebnisses muss überlegt werden, ob gegebenenfalls eine distale Femuraugmentation mit Distalisierung der

Femurkomponente das gewünschte balancierte funktionelle Ergebnis ergeben kann, oder aber ob gegebenenfalls eine kleinere Femurkomponente und ein dickeres tibiales Polyäthyleninlay ein besseres funktionelles Resultat darstellt.

Insgesamt können auch nach knieendoprothetischen Revisionseingriffen heute sehr gute funktionelle Ergebnisse erreicht werden.

Die Patienten werden analog der Primärversorgung des Kniegelenks frühfunktionell nachbehandelt und haben in aller Regel bereits nach einer Woche ein gutes Gangbild mit 2 Unterarmstützen zumindest auf Stationsflurebene erreicht.

Für die Kliniken selbst, die Revisionsoperationen des Kniegelenks durchführen, besteht die Verpflichtung einer vorherigen Überprüfung der eigenen vorhandenen Logistik hinsichtlich der operativen Möglichkeiten und v.a. hinsichtlich der vor Ort vorhandenen Prothesenmaterialien. Da auch bei noch so exakter prä-

operativer Planung intraoperativ immer Eventualitäten auftreten können, die jedenfalls eine Erweiterung des Eingriffs und damit auch die zusätzliche Verwendung von weiteren Endoprothesenmaterialien erforderlich werden lassen können. Mit den modernen modularen Knieendoprothesen-Revisionsystemen haben wir aber heute sog. Baukastensysteme zur Verfügung, die eine gute Anpassung der Knieendoprothese an die sich intraoperativ bietende Ausgangssituation ermöglichen.

Literatur

beim Verfasser

Dr. med. Steffen Oehme
Chefarzt

Orthopädie I
Ostseeklinik Damp GmbH
Seute-Deern-Ring 20
24351 Damp

steffen.oehme@damp.de