

# Diagnostik und Behandlung von Abrieberkrankungen in der Hüftendoprothetik

## Diagnosis and Therapy of Particle Disease in Total Hip Arthroplasty

M. Müller, G. Wassilew, C. Perka

Rubrikherausgeber:  
R. Hoffmann, Frankfurt  
R. Windhager, Wien



### Zusammenfassung

Die Diagnostik und Therapie von Abrieberkrankungen stellt ein relevantes Themengebiet in der Revisionsendoprothetik dar und umfasst ein weites Spektrum von klinischen und radiologischen Erscheinungsformen. Der Abrieberkrankung liegt die periartikuläre Ansammlung von Abriebpartikeln zugrunde, die aus jeder Gleitpaarung oder modularen Verbindung entstehen und je nach Konzentration mit einer schmerzhaften Entzündungsreaktion im Gelenk einhergehen kann. Des Weiteren geht die Ansammlung von vor allem PE- und Metallpartikeln mit einem inflammatorisch bedingten Knochenverlust einher, der zu periimplantären Osteolysen und im Verlauf auch zur lytischen Knochenresorption am Implantat-Knochen-Interface und damit zur aseptischen Lockerung führt. Das Ausmaß des Abriebs ist von verschiedenen Faktoren, wie z. B. dem Material, der Kopfgröße, dem Aktivitätslevel des Patienten wie auch von der Implantatposition abhängig. Metallgleitpaarungen setzen zusätzlich Chrom- und Kobaltionen frei, die über das Blut alle Organsysteme erreichen und in höherer Konzentration zytotoxisch sind. Des Weiteren weisen sie eine eher lymphozytäre Gewebsreaktion auf, die mit dem Auftreten einer ALT- (adverse local tissue) und ALVAL-Reaktion (aseptic lymphocyte-dominated vasculitis associated lesion) einhergehen und zu Pseudotumoren und Gewebsnekrosen führen kann. Für eine adäquate Therapie ist ein klares Behandlungskonzept notwendig. Dies ergibt sich aus einer exakten klinischen und radiologischen Untersuchung sowie aus der Beurteilung von verschiedenen Parametern aus Röntgen-, CT-, MRT-, paraklinischer und serumanalytischer Diagnostik. Die operative Therapie beinhaltet je nach Festigkeit der Pfannenkomponente entweder den alleinigen Gleitpaarungswechsel oder die komplette Pfannenrevision im Falle einer Lockerung. Stets ist eine suffiziente Revision der Osteolysen unter Verwendung von Allograft vorzunehmen. Klinische unauffällige Osteolysen und leicht erhöhte Metallionenkonzentrationen können zunächst abwartend konservativ therapiert und engmaschig im Verlauf kontrolliert werden. Die Revision von Gleitpaarung oder Pfanne geht mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Komplikationen einher.

### Abstract

Particle disease is caused by periarticular accumulation of attrition particles and the inflammatory reaction of the body's tissue. This process may result in osteolysis or soft tissue transformation which presents itself symptomless in the beginning and can proceed to aseptic implant loosening, fracture, implant breaking as a result of the inappropriate osseous support and to allergic and destructive soft tissue reactions as well. Attrition particles originate from tribological pairing, and the extent of the attrition or the particle concentration depend on different factors as there are the tribological pairing's material, the head size, the patient's level of activity, and the implant position. Attrition particles can also be found in the range of any modular connection. Particle disease and its resulting morphological alterations of the tribological pairing is one of the most frequent reasons for re-operation in hip endoprosthesis.

### Schlüsselwörter

- Hüftgelenkersatz
- Abrieberkrankheit
- Abriebpartikel
- Revisionsendoprothetik
- Langzeitkomplikationen
- Weichgewebereaktion

### Keywords

- total hip replacement
- particle disease
- wear particle
- revision total hip arthroplasty
- long term complications
- soft tissue reaction

### VNR

2760512015147123786

### Bibliografie

**DOI** <http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1545827>  
Z Orthop Unfall 2015; 153:  
213 – 229 © Georg Thieme Verlag KG  
Stuttgart · New York ·  
ISSN 1864-6697

### Korrespondenzanschrift

**Priv.-Doz. Dr. med. Michael Müller**  
Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Centrum für Muskuloskeletale  
Chirurgie  
Klinik für Orthopädie/Klinik für  
Unfall- und Wiederherstellungs-  
chirurgie  
Charitéplatz 1  
10117 Berlin  
E-Mail: michael.mueller@charite.de

Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Klinik für Orthopädie/Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Charité – Universitätsmedizin Berlin

## Abkürzungen

AE	Arbeitsgemeinschaft für Endoprothetik
ALT(R)	Adverse local Tissue (Reaction)
ALVAL	Aseptic Lymphocyte-dominated Vasculitis associated Lesion
BSG	Blutsenkungsgeschwindigkeit
Co	Kobalt
CoC	Gleitpaarung aus Keramik und Keramik
CoP	Gleitpaarung aus Keramik und Polyethylen
cPE	konventionelles UHMWPE
Cr	Chrom
CRP	C-reaktives Protein
DAH	Deutsche Arthrose-Hilfe
EFORT	European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology
HA	Hydroxylapatit
HXPE	Highly cross linked Polyethylene (hochvernetztes Polyethylen)
MARS	Metal Artifact Reduction Sequence
MoM	Gleitpaarung aus Metall und Metall
MoP	Gleitpaarung aus Metall und Polyethylen
PE	Polyethylen
TEP	Totalendoprothese
UHMWPE	ultra high molecular weight polyethylene

## Einleitung

Die Abrieberkrankung (particle disease) wird durch die periartikuläre Ansammlung von Abriebpartikeln und die einhergehende inflammatorische Reaktion des körpereigenen Gewebes auf diese Partikel hervorgerufen [1, 2]. Dadurch können Osteolysen oder Weichgewebsveränderungen resultieren, die anfänglich meist symptomlos sind und beim Fortschreiten zu einer aseptischen Implantatlockerung, einer Fraktur, einem Bruch des Implantats infolge ungenügender knöcherner Abstützung wie auch zu schmerzhaften und destruktiven Weichgewebsreaktionen führen können [2–4]. Abriebpartikel entstehen vor allem aus der Gleitpaarung, wobei das Ausmaß des Abriebs bzw. die Partikelkonzentration im Gewebe von verschiedenen Faktoren, wie z. B. dem Material der Gleitpaarung, der Kopfgröße, dem Aktivitätslevel des Patienten wie auch von der Implantatposition abhängen [5–8]. Abriebpartikel können außerdem auch noch an jeglichen modularen Verbindungen entstehen [9].

Der Abrieb und die daraus resultierenden morphologischen Veränderungen um die Gleitpaarung ist einer der häufigsten Gründe für Revisionsoperationen in der Hüftendoprothetik [10].

## Gleitpaarungen

Gleitpaarungen bestehen aus den in der Übersicht dargestellten Komponenten. Entsprechend resultieren Abriebpartikel aus

- ▶ Polyethylen (PE),
- ▶ Metall oder
- ▶ Keramik.

### Übersicht

#### Komponenten von Gleitpaarungen in der Hüftendoprothetik

- ▶ Hard-on-Soft-Paarungen
  - ▶ Metall/Polyethylen (MoP)
  - ▶ Keramik/Polyethylen (CoP)
- ▶ Hard-on-Hard-Paarungen
  - ▶ Metall/Metall (MoM)
  - ▶ Keramik/Keramik (CoC)

- Gleitpaarungen: Hard-on-Soft-Paarungen (Metall/Polyethylen [MoP] und Keramik/Polyethylen [CoP]) oder Hard-on-Hard-Paarungen (Metall/Metall [MoM] und Keramik/Keramik [CoC]).

Die verschiedenen Gleitpaarungen weisen unterschiedliche Abriebeigenschaften auf, wobei insbesondere die jeweils spezifische volumetrische Abriebrate und die biologische Aktivität der Abriebpartikel das Ausmaß von Osteolysen oder entzündlichen Weichgewebsveränderungen und damit die Partikelerkrankung beeinflussen [11, 12].

## Abriebraten

Gleitpaarungen mit konventionellen UHMWPE (ultra high molecular weight polyethylene; cPE) werden seit den Anfängen der Hüftendoprothetik in den 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts verwendet [13]. In einer Metaanalyse konnte für cPE, unter Messung der Kopfpenetration, eine mittlere Abriebrate von 0,137 mm/Jahr gemessen werden [3]. Für das abriebärmere hochvernetzte (highly cross linked) Polyethylen (HXPE) liegt diese Rate im Mittel bei nur 0,042 mm/Jahr [3]. Die Abriebraten von HXPE sind im Vergleich zu cPE um bis zu 90% geringer [14, 15]. Für hochvernetzte Polyethylene der 2. Generation (Vitamin-E-haltig) konnten Abriebraten von sogar weniger als 0,001 mm/Jahr nachgewiesen werden [8]. Das Auftreten von Osteolysen wird bei Abriebraten von < 0,1 mm/Jahr nur sehr selten beobachtet, wodurch dieser Wert für die Abriebrate einer PE-Gleitpaarung als oberer Grenzwert herangezogen werden kann [5].

Bezüglich des volumetrischen Abriebs wurde mithilfe von Hüftsimulationstests, unter Verwendung von 28-mm-CoCr-Köpfen, Abriebraten für cPE von 32 mm<sup>3</sup>/Mio. Zyklen und für HXPE von 9 mm<sup>3</sup>/Mio. Zyklen ermittelt [16, 17].

Deutlich geringere Abriebraten existieren für 28-mm-MoM-Gleitpaarungen, die volumetrische Abriebraten zwischen 0,2 mm<sup>3</sup>/Mio. Zyklen und 2,5 mm<sup>3</sup>/Mio. Zyklen aufweisen [18].

Noch geringere Abriebraten zeigen 28-mm-CoC-Gleitpaarungen mit 0,004 mm<sup>3</sup>/Mio. Zyklen [19] mit einer nachgewiesenen Kopfpenetrationsrate von nur 6,7 µm/Jahr [20].

Diese Abriebraten gelten vordergründig für optimale Bedingungen. Im Fall von zusätzlichen ungünstigen Einflussfaktoren wie Komponentenfehlstellungen mit einhergehenden unphysiologischen Randbelastungen (Edge Loading), zerkratzte Oberflächen, Subluxationen (Mikroseparation) oder Vorhandensein von Drittkörpern (third Body Wear) können diese Raten sich potenzieren und um ein Vielfaches ansteigen [21–25]. Insbesondere zeigen sich MoM-Gleitpaarungen in ihrem Abriebverhalten gegenüber unphysiologischen Punkt-, Randbelastungen und Subluxationen als besonders sensibel und anfällig, wodurch dann um bis zu 22- bis 27-fach erhöhte Abriebraten auftreten können [25–27].

## Partikelmaterial, -größe und Auswirkungen

### Polyethylen

Die Partikelgröße von abgeriebenen Polyethylenpartikeln liegt in der Regel im Mikrometerbereich, kann aber auch bis hin zum Millimeterbereich reichen [28, 29].

Vermehrte Konzentrationen von PE-Partikeln im Gelenk führen vor allem durch eine Makrophagenaktivierung zu einem inflammatorisch bedingten Knochenverlust mit dem Auftreten von periimplantären Osteolysen und im Verlauf auch zur lytischen Knochenresorption am Implantat-Knochen-Interface mit der Gefahr einer aseptischen Lockerung [30]. Das Auftreten von abriebbedingten Osteolysen korreliert nachweislich mit der Abriebrate, welche wiederum, wie bereits erwähnt, signifikant vom verwendeten Polyethylen [3], der Polyethylenstärke [31], der Pfannenpositionierung [7], der Partikelgröße [32–34] und der Kopfgröße [6, 35, 36] abhängt.

Die stärkste Makrophagenaktivierung erfolgt bei PE-Partikeln von < 0,5 µm [33, 34]. Da HXPE-Partikel im Vergleich zu cPE-Partikeln einen etwas höheren Anteil von Partikeln in diesem Bereich (0,1–0,5 µm) haben [29], ist damit aufgrund einer erhöhten immunmodulatorischen Aktivität das osteolytische Potenzial der HXPE-Partikel größer [29, 37]. Da aber die Abriebraten von HXPE deutlich geringer sind, kommt diese Eigenschaft nicht zu einer relevanten Geltung [38]. So fanden Kurzyk et al. in ihrer Metaanalyse bezüglich des Auftretens von Osteolysen eine Inzidenz für Osteolysen von 9,7% gegen 23,8% im Vergleich HXPE mit cPE [39].

Hochvernetzte Polyethylene wurden Ende der 1990er-Jahre in die Hüftendoprothetik eingeführt. Die Hochvernetzung des Polyethylens wird durch die Behandlung mit Gammastrahlung zwischen 50 und 100 kGy erreicht. Das Polyethylen wird dadurch resistenter, insbesondere gegenüber Deformierungen, wie sie bei multidirektionalen Bewegungen des Hüftgelenks vorkommen können, wodurch das Abriebverhalten günstig beeinflusst wird [40, 41]. Allerdings entstehen bei dem Prozess der Hochvernetzung durch Gammastrahlen vermehrt freie Sauerstoffradikale, die zur Oxidierung des PE und damit zur Degeneration mit schlechteren mechanischen Eigenschaften wie Änderungen in Festigkeit, Verformbarkeit und Abriebverhalten und zu erhöh-

- Die jeweilig spezifische volumetrische Abriebrate und die biologische Aktivität der Abriebpartikel beeinflussen das Ausmaß von Osteolysen oder entzündlichen Weichgewebsveränderungen und damit die Partikelerkrankung.

- Eine vermehrte Konzentration von PE-Partikeln im Gelenk führt durch eine Makrophagenaktivierung zu einem inflammatorisch bedingten Knochenverlust mit Auftreten von periimplantären Osteolysen und im Verlauf auch zur lytischen Knochenresorption am Implantat-Knochen-Interface mit der Gefahr der aseptischen Lockerung.
- Die stärkste Makrophagenaktivierung ist bei PE-Partikeln von < 0,5 µm zu verzeichnen.



- Keramikpartikel zeigen bezüglich der Makrophagenaktivierung eine deutlich geringere biologische Aktivität als PE-Partikel und damit auch ein deutlich geringeres osteolytisches Potenzial.
- Quietschgeräusche sollten stets abgeklärt werden.
- Metallpartikel führen eher zu entzündlichen Weichgewebsreaktionen und haben ein geringeres osteolytisches Potenzial als PE.
- Der volumetrische Abrieb ist direkt proportional zur Belastung und zur Größe der Gleitfläche und indirekt proportional zur Härte des Materials (Gesetz von Archard). Besonders problematisch sind also MoM-Gleitpaarungen mit Metallgroßköpfen.

ter Bruchgefahr führen [42,43]. Durch bestimmte Wärmebehandlungsverfahren des PE – Ausglüh- (Annealing) oder Wiederaufschmelzungsverfahren (Remelting) – sowie Sterilisationsverfahren können die freien Radikale, die durch den Bestrahlungsprozess entstehen, reduziert werden [40,41]. In HXPE der 2. Generation wird Vitamin E als Antioxidans vielversprechend eingesetzt [44].

### Keramik

Keramikpartikel haben eine Partikelgröße von 0,05 – 3,2 µm (ähnlich wie PE), zusätzlich aber auch Partikelteile von sehr kleinem Durchmesser, die im Nanometerbereich von 5 – 90 nm liegen [45]. Keramikpartikel zeigen bezüglich der Makrophagenaktivierung eine deutlich geringere biologische Aktivität als PE-Partikel und damit auch ein deutlich geringeres osteolytisches Potenzial [45,46]. So war nach einem 10-Jahres-Follow-up von CoC-Gleitpaarungen der 3. Generation der Anteil von Osteolysen äußerst gering und lag bei nur 1,6% (azetabulär) und 2,7% (femoral) [47]. In einer anderen Studie, MoP- und CoC-Gleitpaarungen vergleichend, war die Osteolyse rate nach einem 8-Jahres-Follow-up für MoP bei 30,5% und 1,4% für CoC [48].

Für CoC-Gleitpaarungen wird ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Brüchen und Quietschgeräuschen beschrieben [49,50]. In einer Metaanalyse konnte für CoC-Gleitpaarungen eine mittlere Inzidenz für Quietschgeräusche von 2,4% ermittelt werden [49]. Quietschgeräusche stellen eine potenzielle Indikation für Revisionen dar und sollten daher stets abgeklärt werden [51]. Sie können z. B. ihre Ursache in vermehrten Randbelastungen durch Pfannenfehlpositionierungen haben [52].

Keramikkopfbrüche wurden vor 1990 mit einer Häufigkeit von 13,4% beobachtet [50]. Die neuesten Keramiken (4. Generation: Alumina-Matrix-Composite-Keramik) mit einliegenden Zirkoniumpartikeln und Strontiumoxidplättchen weisen eine Bruchgefahr von nur noch 0,002% auf [53].

### Metall

Metallpartikel liegen entsprechend Gewebsuntersuchungen in einer Größe von 6 – 744 nm mit einem Mittelwert von 42 nm vor [54]. Gegenüber PE-Partikeln zeigen Metallpartikel im Gewebe eine vordergründig lymphozytendominierte Zellantwort, während PE-Partikel eher eine Makrophagen/Fremdkörper-Riesenzellen-Aktivierung aufweisen [29,55,56]. Aus diesem Grund zeigen Metallpartikel vor allem entzündliche Weichgewebsreaktionen [2] und haben weniger ein osteolytisches Potenzial.

So kann es an der Hüftgelenkkapsel aufgrund einer vermehrten Metallionenfreisetzung zu einer unspezifischen ALVAL-Reaktion (ALVAL = aseptic lymphocyte-dominated vasculitis associated lesion) [12,57,58] sowie generell zu schmerzhaften lokalen Gewebsreaktionen (ALTR = adverse local tissue reaction) kommen [2,59,60]. Des Weiteren wird das Auftreten von Pseudotumoren beobachtet, und im ungünstigsten Fall können die Weichteilreaktionen bis hin zu einem erheblichen Muskelschaden und damit zum vollständigen Versagen der Endoprothese führen [2,58,61,62].

Die Stärke der unspezifischen Entzündungsreaktion ist ebenfalls abhängig vom Ausmaß des Abriebs bzw. der Metallionenkonzentration im Gewebe [57]. Der Abrieb wiederum wird durch die Größe des Metallkopfes, die Anzahl der modularen Verbindungen, die Komponentengröße, den Pfanneninklinationswinkel sowie die Größe der kombinierten Anteversion von Kopf und Pfanne beeinflusst [60,63].

Bezüglich des metallischen Oberflächenersatzes stellen eine kleine femorale Komponente (< 50 mm) sowie das weibliche Geschlecht zusätzliche Risikofaktoren für einen erhöhten Metallabrieb dar [64,65].

Eine weitere besondere Eigenschaft der Metallabriebpartikel ist, dass diese sich auch systemisch anreichern können und im Serum nachweisbar sind [2,59,60,66]. In entsprechend hohen Serumkonzentrationen sind sie auch organotoxisch, wobei hier vor allem Schilddrüse, Herz, Lunge, Niere, Haut und Immunsystem betroffen sind [66]. Eine Kanzerogenität und Teratogenität von MoM-Gleitpaarungen wird diskutiert, ist aber bisher nicht belegt [67].

Die Osteolyse rate für MoM-Gleitpaarungen ist vergleichbar gering wie die von CoC-Gleitpaarungen und liegt bei 0 – 3% [68,69].

### Einfluss der Kopfgröße

Entsprechend dem Gesetz nach Archard ist der volumetrische Abrieb direkt proportional zur Belastung und zur Größe der Gleitfläche sowie indirekt proportional zur Härte des Materials [70]. Dementsprechend wurden ansteigende Abriebraten von 32- und 36-mm- im Vergleich zu 28-mm-Köpfen sowohl für MoP als auch für CoP nachgewiesen [16,71–74]. Für MoP-Gleitpaarungen

rungen konnte ein Anstieg des volumetrischen Abriebs von 7,8% pro Millimeter Zunahme des Kopfdurchmessers belegt werden [75].

Problematisch in Bezug auf erhöhte Abriebraten sind vor allem MoM-Gleitpaarungen mit Metallgroßköpfen, wie sie z. B. in Oberflächenersatzprothesen zur Anwendung kommen. Während das Abriebverhalten für 28- und 32-mm-MoM akzeptabel ist, sind die Abriebraten für Metallgroßköpfe > 36 mm deutlich erhöht [35, 36], insbesondere in Kombination von Großkopf-MoM-Gleitpaarungen mit konventionellen Stielendoprothesen [67, 76].

Der Einfluss der Materialhärte auf die Abriebrate wurde durch Messung der linearen Penetration in klinischen Studien belegt, in welchen eine 1,7–4-mal so hohe Abriebrate für Metallköpfe gegenüber Keramikköpfen nachgewiesen werden konnte [77].

Für CoC-Gleitpaarung der 4. Generation (BioloX®delta) konnte im Laborversuch interessanterweise kein Einfluss der Kopfgröße auf die Abriebrate nachgewiesen werden. Hier waren die Abriebraten unter Normalbedingungen wie auch bei erhöhter Pfanneninklination für 28-mm- und 36-mm-CoC-Gleitpaarungen gleich groß (ca. 0,1 mm<sup>3</sup>/Million Zyklen) [78].

## Radiologische und klinische Diagnostik

Häufigste initiale Auffälligkeit eines vermehrten PE-Abriebs ist das Auftreten von periimplantären Osteolysen [5, 32, 79]. Diese abriebbedingten Osteolysen werden am ehesten im Rahmen von klinischen Verlaufskontrollen oder nebenbefundlich in röntgenologischen Untersuchungen zu anderen Fragestellungen diagnostiziert und sind meist klinisch unauffällig. So wiesen z. B. in einer computertomografischen Untersuchung von jungen, aktiven und beschwerdefreien Patienten mit primärer Hüftendoprothese und Standardpolyethylen-Inlays (nicht hochvernetzt) 48% der Untersuchten nach 5–7 Jahren bereits Osteolysen auf [80].

### Bildgebende Diagnostik

Bei Vorliegen von Osteolysen ist eine exakte radiologische Beurteilung der Osteolysen und des Implantats für die Therapieplanung von grundlegender Bedeutung. Die wesentlichen Parameter sind:

- ▶ Lokalisation der Osteolyse
- ▶ Ausmaß der Osteolyse
- ▶ Progredienz der Osteolyse
- ▶ Festigkeit der Prothese
- ▶ Position der Prothese

Als Standarddiagnostik sollte eine **konventionelle Röntgensuchung** in 3 Ebenen (a.–p., lateral, Judet View) durchgeführt werden [79, 81]. In diesen sind die Größe und Lage der Osteolysen, die Zentrierung des Kopfes in der Pfanne, eine knöcherne Hypotrophie im Bereich des proximalen Femurs oder des Azetabulums wie auch das Auftreten von Lockerungszeichen, wie z. B. das Auftreten von Radiolucent Lines, zu beurteilen.

#### Tipp

Der Vergleich mit älteren Röntgenbildern ist dabei zur Verlaufsbeurteilung sehr hilfreich [79].

Des Weiteren sind abriebbegünstigende Faktoren wie die Inklination der Pfanne, das Vorhandensein von Schrauben und Schraubenlöchern mit möglichem Backside Wear sowie das Material der Gleitpaarung und die Kopfgröße zu erfassen.

Eine exaktere 3-dimensionale Evaluation der Lage und Größenausdehnung der Osteolysen ermöglicht die **Computertomografie**. Sie sollte deshalb zusätzlich mit zur radiologischen Einschätzung herangezogen werden (☛ **Abb. 1**) [79, 81].

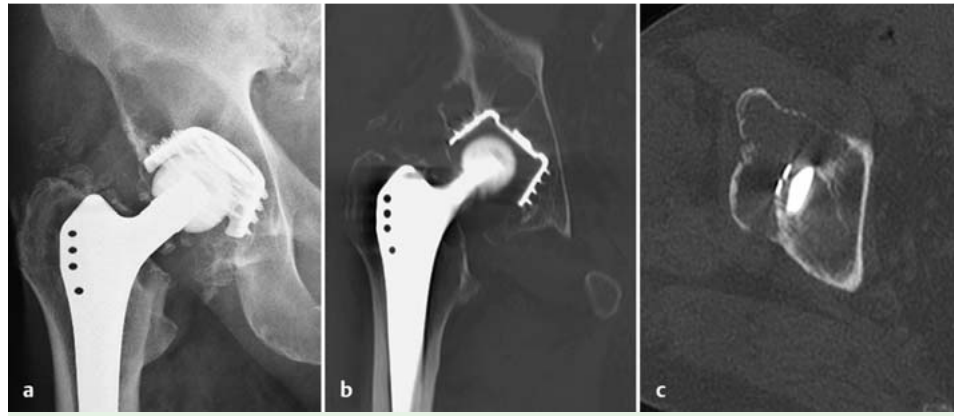
Häufig fällt eine Diskrepanz zwischen dem röntgenologischen und computertomografischen Osteolysenbefund auf, der sich in der CT meist viel eindrücklicher darstellt. Insbesondere kann durch die CT die noch vorhandene Kontaktfläche zwischen Knochen und Pfannenkomponente, vor allem in der biomechanisch relevanten lasttragenden Zone, eingeschätzt und damit die noch vorhandene Stabilität der Pfanne evaluiert werden [81].

Neben dem Ausmaß und der Lokalisation der Osteolysen sind Parameter wie Lockerungszeichen, Frakturen, Komponenten-Alignment und die Zentrierung des Kopfes ebenfalls in der CT sehr gut zu beurteilen [81, 82]. Die Übersicht stellt wichtige radiologische Parameter dar, die für die korrekte Therapieplanung einer Abrieberkrankung richtungsweisend sind (s. Übersicht).

- ☛ Standarddiagnostik ist die konventionelle Röntgensuchung in 3 Ebenen: a.–p., lateral und Judet View. Sie sollte durch die Computertomografie ergänzt werden.







**Abb. 1** Beurteilung einer supraacetabulären Osteolyse im Röntgen und in der Computertomografie. Die CT (b und c) erlaubt eine exaktere 3-dimensionale Beurteilung von Ausmaß und Lokalisation der Osteolysen sowie der Stabilität der Pfannenkomponente als die Röntgenuntersuchung (a).

### Übersicht

#### Relevante radiologische Untersuchungsparameter in der Beurteilung einer Abrieberkrankung

- ▶ ausgeprägte Osteolysen mit Stabilitätsgefährdung der Prothese
- ▶ Dezentrierung des Kopfes im Inlay
- ▶ Lockerung der Komponenten
- ▶ Pfannen- oder Inlay-Defekte
- ▶ erhöhte Pfanneninklination
- ▶ periprothetische Frakturen

Neben der detaillierten radiologischen Beurteilung ist eine ausführliche **klinische Untersuchung** und Befunderhebung für eine korrekte und erfolgreiche Therapie wichtig. Klinische Parameter, die mit einem Gleitpaarungsverleiß einhergehen können, sind z. B. [83,84]:

- ▶ Leistenschmerzen
- ▶ Bewegungs- und Belastungsschmerzen
- ▶ Abduktionsschwäche
- ▶ Klickgeräusche
- ▶ Subluxationsphänomene
- ▶ neu aufgetretene Beinlängenunterschiede
- ▶ Spätluxationen
- ▶ Auftreten von Impingement

### Übersicht

#### Wesentliche klinische Befundparameter

- ▶ Leistenschmerzen
- ▶ Bewegungsschmerzen
- ▶ Abduktionsschwäche
- ▶ Klickgeräusche
- ▶ Subluxationsphänomene/Spätluxationen
- ▶ schmerzhaftes Impingement
- ▶ Rotations- oder Stauchungsschmerz als Lockerungszeichen

- Klinische Untersuchung hinsichtlich Schmerzen, Abduktionsschwäche, Subluxationsphänomenen und Klickgeräusch.

Der Leistenschmerz resultiert meist aus der abriebpartikelinduzierten Synovialitis, die ab einer bestimmten Partikelkonzentration in der Synovialmembran Schmerzen verursacht [60]. Schmerzen können aber auch durch Implantatlockerungen, Frakturen, Instabilitäten oder durch ein Impingement verursacht werden.

Neuaufgetretene oder zunehmende Abduktionsschwäche, Beinlängendifferenzen, Subluxationen oder ein Impingement sind u. a. die Folge eines progredienten Inlay-Aufbrauchs mit Dezen-

trierung des Kopfes im Inlay (Kranialisierung und Medialisierung des Hüftzentrums). Klinische Anhaltspunkte für eine Implantatlockerung sind vor allem ein auslösbarer Rüttel-, Stauchungs- oder Rotationsschmerz im Gelenk.

In der klinischen Untersuchung sollten außerdem vorherige Zugangswege berücksichtigt werden, um das Luxationsrisiko, aber auch die intraoperative Zugänglichkeit zur Osteolyse abzuschätzen.

### Laboruntersuchung

Das Vorliegen einer **Infektion** sollte stets ausgeschlossen werden. Hier sind die Untersuchung des Blutbilds, des C-reaktiven Proteins und die Blutsenkung richtungsweisend. Bei Auffälligkeiten eines dieser Parameter kann zusätzlich eine Hüftpunktion durchgeführt werden.

### Besonderheiten bei Metallgleitpaarungen

In Bezug auf die diagnostische Abklärung von MoM-Gleitpaarungen sind neben dem Auftreten von Osteolysen oder Schmerzen im Gelenk vor allem eine erhöhte Serumkonzentration von **Kobalt (Co)** und **Chrom (Cr)** ein Hinweis auf einen vermehrten Metallabrieb [59, 85]. Es ist besonders hervorzuheben, dass eine erhöhte Metallionenkonzentration, trotz klinischer und röntgenologischer Unauffälligkeit, vorliegen kann [59]. Als Grenzwert gilt eine Ionenkonzentration von Kobalt und Chrom im Serum von jeweils 7 µg/l [59, 67, 86, 87]. Darüber liegende Werte werden als zu hoch angesehen und bedürfen weiterer klinischer und radiologischer Abklärung. Insbesondere sind bei erhöhten Co-Spiegeln regelmäßige Spiegelkontrollen zu empfehlen.

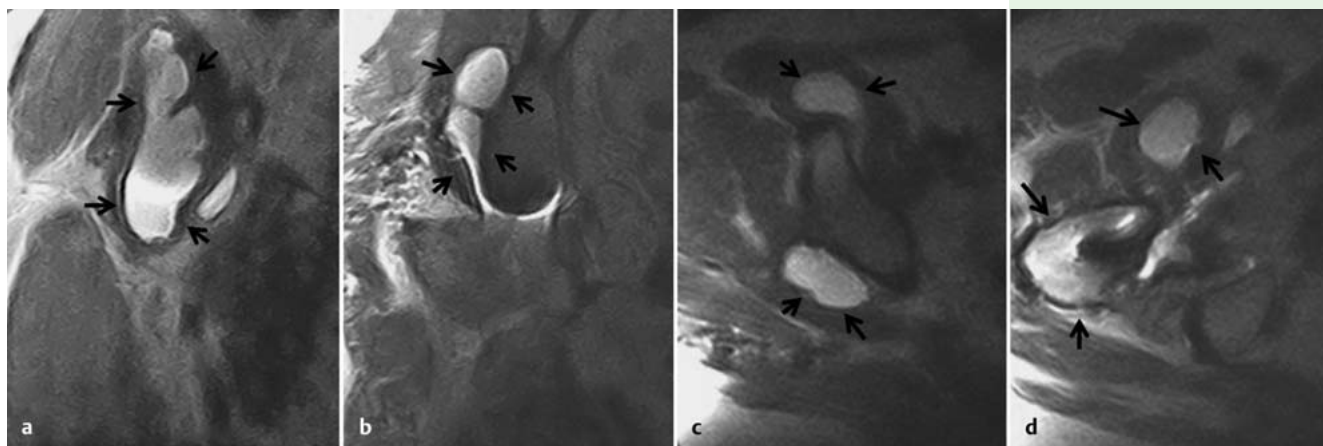
Sollten neben wiederholt erhöhten Co-Konzentrationen (insbesondere ansteigenden) zusätzlich radiologische Auffälligkeiten vorliegen, so ist mit dem Patienten, trotz asymptomatischen klinischen Befunds, die Revision der Prothese zu diskutieren, da zunehmende Gewebeveränderungen zu erwarten sind [86, 87].

#### Cave

Für Kobaltserumspiegel über 20 µg/l ist aufgrund der Toxizität und der erhöhten Gefahr von nachhaltigen Weichgewebsaffektionen auch bei alleiniger Auffälligkeit eine Revision zu planen [59, 62, 86, 87].

Eine weitere Besonderheit der Metallgleitpaarungen ist, dass neben der röntgenologischen Untersuchung die **Magnetresonanztomografie** mit zur Abklärung herangezogen werden kann. Die ALVAL-Reaktion kann mittels Magnetresonanztomografie effektiv nachgewiesen werden [88]. Mit einer spezifischen artefaktreduzierenden Sequenz (MARS = metal artifact reduction sequence) können die unspezifischen Entzündungsreaktionen in Form von vermehrter Kapseldicke, Ergussbildung, periartikuläre Flüssigkeitsansammlungen und Pseudotumoren (massive Gelenkkapselaussackungen/Schwellungen) dargestellt werden [57, 89] (► **Abb. 2**).

Eine Korrelation zwischen MRT-Befund und histopathologischem ALVAL-Score konnte belegt werden [88]. Damit ist die MRT für den behandelnden Operateur in der Abklärung einer schmerzhaften Metallgleitpaarung sowie in der Entscheidungsfindung zur notwendigen Revisi-



**Abb. 2** Ausgedehnter Pseudotumor (Pfeile) um eine Hüftendoprothese mit Großkopf-MoM-Gleitpaarung in der MRT (MARS-Sequenz). **a** und **b** Koronale Schnittbildgebung: anterior (**a**), posterior (**b**). **c** und **d** Axiale Schnittbildgebung: anterior (**d**) und posterior (**c**).

• Eine Infektion ist auszuschließen.

• Bei Metallgleitpaarungen sind die Serumkonzentrationen von Kobalt (Co) und Chrom (Cr) zu kontrollieren, außerdem kann die MRT zur Abklärung hinzugezogen werden.

onsoperation, neben dem klinischen und röntgenologischen Befund sowie der Serumionenkonzentration, eine wesentliche Untersuchungsmethode [59]. Zur Beurteilung einer Abrieberkrankung bei Metallgleitpaarung sind, neben den bereits genannten Kriterien für PE-Gleitpaarungen (s. o.), die folgenden zusätzlichen Parameter bezüglich einer Revisionsentscheidung mit zu berücksichtigen [2, 59, 67, 86, 87]:

- ▶ Serumionenkonzentrationen von Kobalt und Chrom
- ▶ Auffällige MARS-MRT mit nachweislicher ALVAL-Reaktion und/oder
- ▶ Nachweis von Pseudotumoren
- ▶ Leistenschmerz aufgrund einer ALTR

## Therapeutisches Vorgehen



### Beurteilung und Therapieplanung

Die operative Relevanz von röntgenologisch auffälligen Osteolysen ist oftmals nicht einfach zu bestimmen, da Größe und Ausmaß auf konventionellen Röntgenbildern schwierig zu beurteilen sind und klinische Symptome beim Patienten häufig fehlen [79, 81]. Schmerzhaftige Funktionseinschränkungen treten meist erst bei ausgeprägter Synovialitis, massiven Knochenverlusten mit sekundärer Frakturierung oder bei Implantatlockerung auf. Dennoch sind schmerzhaftige Osteolysen immer ein Hinweis auf ein zunehmendes Versagen der Gleitpaarung mit dem Risiko einer Implantatlockerung. Ein klares Behandlungskonzept ist daher notwendig.


Eine detaillierte präoperative Übersicht und Einschätzung sind Grundvoraussetzung. Diese beinhaltet die exakte klinische und radiologische Beurteilung einschließlich aller Röntgenbilder im zeitlichen Verlauf [79]. Des Weiteren sollte eine periprotetische Infektion differenzialdiagnostisch ausgeschlossen werden.

#### Checkliste

##### Präoperative Abklärung

- ▶ detaillierte präoperative Übersicht und Einschätzung
- ▶ exakte radiologische Beurteilung inklusive aller Röntgenbilder im zeitlichen Verlauf
- ▶ Ausschluss einer Infektion
- ▶ Festlegung: operatives oder nicht operatives Vorgehen

Bei Vorliegen von Osteolysen von nur geringerem Ausmaß ohne klinische oder andere radiologische Auffälligkeiten kann zunächst abgewartet und in regelmäßigen Abständen (z. B. jährlich) röntgenologische Verlaufskontrollen durchgeführt werden [79].

Bei Vorhandensein von Osteolysen und gleichzeitig klinischen oder radiologischen Auffälligkeiten ist eine zeitnahe Revision indiziert [79]. Ist eine der Komponenten eindeutig locker, so ist eine umgehende Revision vorzunehmen. Eine Übersicht gibt  **Abb. 3**.

### Besonderheiten bei Metallgleitpaarungen

Bezüglich der Revisionsentscheidung von Metallgleitpaarungen sollte entsprechend der Konsensuserklärung der EFORT, der Arbeitsgemeinschaft für Endoprothetik (AE) und der Deutschen Arthrose-Hilfe (DAH) von 2012 [86] die Auffälligkeiten der folgenden Parameter berücksichtigt werden:

- ▶ symptomatische Patienten aufgrund einer ALTR
- ▶ progressive Osteolysen
- ▶ ausgedehnter Pseudotumor bzw. -tumoren
- ▶ persistierend erhöhte Chrom-/Kobaltserumspiegel (ab > 7 µg/l)
- ▶ Kobaltserumspiegel > 20 µg/l

### Operative Therapiemöglichkeiten

Die operative Therapie kann prinzipiell in einen Gleitpaarungswechsel mit oder ohne Komponentenerhalt eingeteilt werden [79, 90–93]. Beide Optionen haben das Ziel,

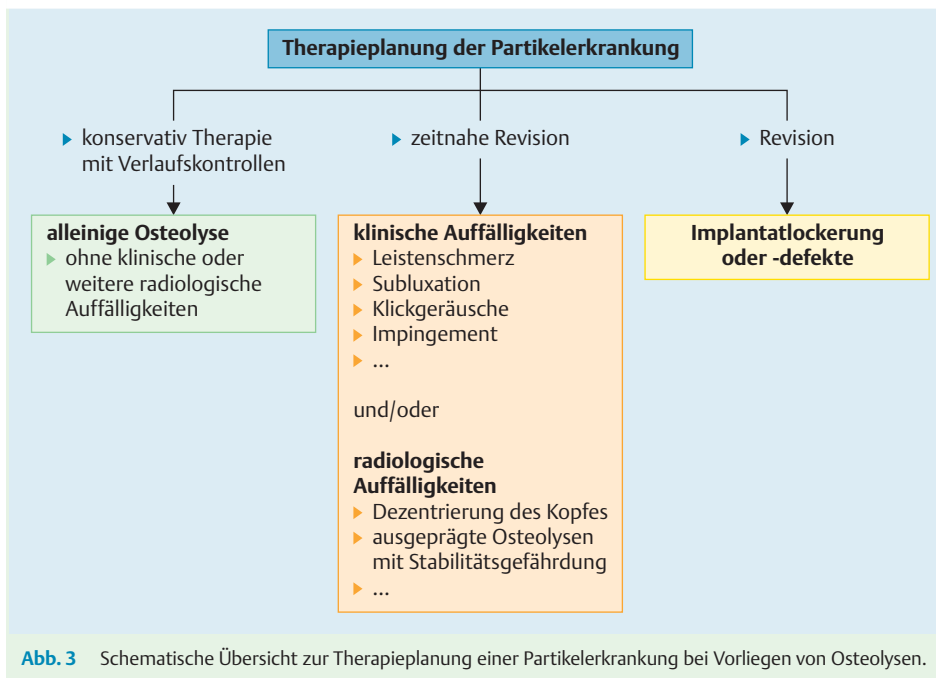
- ▶ den Partikelgenerator zu eliminieren,
- ▶ den osteolytischen Prozess zu stoppen und
- ▶ gleichzeitig vorhandene Osteolysen zu therapieren.

Hauptentscheidungskriterium für einen Gleitpaarungswechsel, ob mit oder ohne Komponentenerhalt, ist die Festigkeit des Implantats.

- Geringes Ausmaß der Osteolyse ohne klinische oder radiologische Auffälligkeiten → abwartendes Vorgehen mit regelmäßiger Röntgenkontrolle. Osteolyse mit klinischen und/oder Auffälligkeiten → zeitnahe Revisions-OP. Lockerung einer der Komponenten → umgehende Revisions-OP.

- Hauptentscheidungskriterium für einen Gleitpaarungswechsel, egal ob mit oder ohne Komponentenerhalt, ist die Festigkeit des Implantats.





## Übersicht

### Operative Therapiemöglichkeiten

- ▶ Implantatwechsel + Allograft
- ▶ Isolierter Gleitpaarungswechsel bei Komponentenerhalt + Allograft
  - ▶ modularer Gleitpaarungswechsel (originäres Inlay)
  - ▶ zementierter Inlay-Wechsel

Für nicht modulare Großkopf-MoM-Gleitpaarungen besteht generell nur die Möglichkeit zur Durchführung eines Komponentenwechsels unter Berücksichtigung der Therapie von Osteolysen und der Weichteilaffektion [94,95]. Die komplette Resektion des nekrotischen Weichgewebes, des Pseudotumors sowie der Metallose wird empfohlen [94,96]. Der Pseudotumor kann unter Umständen eine große Ausdehnung haben, wodurch eine Erweiterung des Zugangs sowie eine aufwendige Präparation entlang von angrenzenden neurovaskulären Strukturen notwendig werden können. Bei ausgeprägter Weichgewebnekrose mit Affektion der Hüftabduktoren kann zur Luxationsprophylaxe die Implantation einer tripolaren Pfanne in Erwägung gezogen werden.

Für den isolierten Wechsel einer modularen MoM-Gleitpaarung, im Falle einer fest verankerten und korrekt positionierten Pfanne, sollte die Pfannenkomponente die Implantation eines Keramik- oder HXPE-Inlays erlauben [94].

## Therapie mit Komponentenwechsel

Die wesentlichen Gründe für die Durchführung eines Komponentenwechsels bei der Abrieb-erkrankung sind:

- ▶ ein gelockertes Implantat und
- ▶ das Vorliegen einer Großkopfmetallgleitpaarung mit entsprechenden radiologischen, klinischen oder serumanalytischen Auffälligkeiten.

Ein Schaftwechsel muss außerdem vorgenommen werden, wenn der Konus des Schaftes massiv durch Abrieb oder Korrosion verschlissen ist.

In Bezug auf die Pfannenkomponente sollte neben der absoluten Revisionsindikation der Pfannenlockerung auch noch eine Reihe von zusätzlichen Parametern berücksichtigt und hinsichtlich einer notwendigen Revision beurteilt werden (s. o.). So müssen der Hersteller, der Pfannentyp bzw. -name und die Größe bekannt sein, damit überhaupt die Verfügbarkeit eines entsprechend dazugehörigen Inlays überprüft und bei Vorhandensein die korrekte Größe bestellt werden kann. Hierzu ist der originäre Prothesenpass oder der OP-Bericht des Patienten sehr hilfreich.

- Prothesenpass oder ursprünglicher OP-Bericht sind bei der Ermittlung präoperativ wichtiger Details hilfreich.

Ebenfalls ergeben sich aus der Identifikation der Pfanne die spezifischen Eigenschaften wie die Beschichtung, die Oberflächenstruktur und, falls nachgewiesen, die Standzeit und Erfolgsrate des Implantats. So lockern sich Pfannen mit einer On-Growth-Oberfläche bei angrenzenden Osteolysen eher als Pfannen mit einer In-Growth-Oberfläche [97]. Daher ist insbesondere bei jungen und aktiven Patienten die gleichzeitige Revision dieser On-Growth-Pfannen zu diskutieren. Ebenfalls sollten Pfannen mit einer nachgewiesenen schlechten Standzeit, wie z. B. Pfannen mit HA-Beschichtung, gewechselt werden [98].

Ein weiterer Punkt ist die Pfannenposition. Liegt eine Pfannenposition vor, die eine postoperative Luxation, ein Impingement oder einen vermehrten Abrieb, wie z. B. bei einer zu steilen Inklination oder zu starken Anteversion, begünstigt, dann ist die Pfanne nach Möglichkeit auch zu ersetzen. Das Ausmaß und die Lokalisation der Osteolysen sind mitzubedenken, um die Stabilität der Pfanne, die Frakturgefahr, die Lockerungswahrscheinlichkeit und die operative Erreichbarkeit der Osteolysen abzuschätzen. Zeigen die Osteolysen eine im Röntgenverlauf rasche Progression, so ist das Risiko für eine baldige Implantatlockerung sehr hoch, und ein Wechsel der Pfanne ist daher ebenfalls sinnvoll. Sind Schraubenlöcher in der Pfanne vorhanden, so können durch diese die Osteolysen kurettiert und Spongiosa oder Knochenersatzstoffe impaktiert werden. Andererseits sind offene Schraubenlöcher auch die Ursache für einen vermehrten Backside Wear durch direkten Kontakt von Polyethylen und Knochen.

### Übersicht

#### Beurteilungskriterien der Pfannenkomponente hinsichtlich notwendiger Revision

- ▶ Festigkeit, Stabilität, Lockerungswahrscheinlichkeit in den nächsten Jahren
- ▶ Hersteller:
  - ▶ Jahr der Implantation
  - ▶ Pfannengröße
- ▶ Position:
  - ▶ Inklination
  - ▶ Anteversion
  - ▶ Lage des Hüftzentrums
- ▶ Lokalisation und Progression der Osteolysen
- ▶ Eigenschaften:
  - ▶ Monoblock
  - ▶ modular
  - ▶ Beschichtung (On-Growth, In-Growth)
  - ▶ Locking-Mechanismus
  - ▶ Pfannendicke
- ▶ belegte Standzeit der Pfanne (Überlebensrate aus z. B. Registerdaten)
- ▶ Schrauben/Schraubenlöcher
- ▶ Form (hemisphärisch, abgeflacht, elliptisch)
- ▶ verfügbare Inlays:
  - ▶ Standard
  - ▶ HXPE
  - ▶ Dysplasie
  - ▶ Constrain Liner
  - ▶ Inlay-Dicke
  - ▶ Größen (32/36 mm)

Ein Pfannenwechsel ist in der Regel bei Vorliegen der in der Übersicht dargestellten Kriterien notwendig.

### Übersicht

#### Kriterien für einen Pfannenwechsel

- ▶ Vorliegen von massiven oder rasch progredienten Osteolysen
- ▶ Gefahr der zeitnahen Instabilität, Lockerung oder Fraktur
- ▶ Beschädigung der Pfanne einschließlich Beschädigung des Inlay-Verschlussmechanismus
- ▶ nicht mehr zur Verfügung stehendes pfannenspezifisches Inlay
- ▶ eine Malposition der Pfanne, die einen vermehrten Abrieb, Impingement oder eine Luxation begünstigt
- ▶ unzureichende Standzeit der Pfanne



Für die Beurteilung der Pfannenposition sollte berücksichtigt werden, dass Inklinationswinkel  $> 45^\circ$  nachweislich mit erhöhten Abriebraten einhergehen [99, 100] sowie das Auftreten von Luxationen und eines Impingements begünstigen [101, 102]. Für die Beurteilung der implantat-spezifischen Standzeit sind neben eventuell vorhandenen Einzelpublikationen die Angaben aus den Registerdaten mit heranzuziehen. Es existieren jedoch nicht für jede Pfannenkomponente Daten zur Standzeit.

Bei der Entscheidung zur Revision einer fest integrierten Pfanne sind natürlich stets der operative Aufwand und das operative Risiko zu kalkulieren. Insbesondere besteht die Gefahr von zusätzlichen azetabulären Knochenverlusten bei sehr fest integrierten Pfannen mit grob strukturierten Oberflächen. Diese können im schlimmsten Fall zu einer vollständigen Schädigung des Pfannenrandes, der azetabulären Pfeiler oder zu einer Beckendiskontinuität führen.

### Technik bei Pfannenrevision

#### Zugang

Für die Revision ist ein adäquater Zugang zu wählen, wobei man sich meist am vorbestehenden Zugang orientieren kann. Nach Freilegung der Artikulation und Luxation sollte der gesamte Pfannenrand detailliert präpariert werden, indem das gesamte periimplantäre Narben- und Weichteilgewebe reseziert wird. Nach Entfernung des Inlays sind einliegende Schrauben komplett herauszudrehen. Ist die Pfanne knöchern fest integriert, so sind für den Ausbau der Pfanne geeignete Pfannenrandmeißel zu verwenden (● Abb. 4).

Diese sollten sehr dünn sein und in verschiedenen Krümmungsradien vorliegen. Alternativ gibt es für die Pfannenpräparation auch eine Reihe von speziellen Pfannenausbauinstrumentarien. Hier sind vor allem die sehr gut zu verwendenden zirkulären Pfannenumschneidungsinstrumente zu nennen, wie sie von verschiedenen Firmen angeboten werden.

#### Pfannenpräparation

Das wichtigste Ziel der Pfannenpräparation ist es, die Pfanne aus ihrem knöchernen Lager unter maximaler Schonung der azetabulären Knochensubstanz herauszulösen. Dazu ist ein äußerst vorsichtiges, zirkuläres Ummeißeln der gesamten Pfanne, stets streng der Kontur des Implantats folgend, notwendig. Der Meißel sollte immer unter Kontakt zum Implantat geführt werden und nie in die Knochensubstanz, weg vom Implantat, abweichen. Aus Erfahrung ist insbesondere eine äußerst sorgfältige knöcherne Liberation unter dem Sitz- und Schambein sowie am kranialen Ilium wichtig, da die Pfanne hier meist knöchern sehr fest verankert ist.

#### Débridement und Lavage, Probenentnahme

Nach der Implantatentfernung sollten ein ausgiebiges Débridement und eine Lavage vorgenommen werden. Die Entnahme von Proben vom Pfannengrund zur mikrobiologischen und histopathologischen Untersuchung ist zu empfehlen.

#### Beurteilung und ggf. Rekonstruktion des Pfannenlagers

Für eine korrekte Reimplantation ist eine detaillierte Beurteilung des gesamten Pfannenrands und des azetabulären Lagers notwendig. Je nach Defektsituation sind entsprechend geeignete Implantate zur Reimplantation zu verwenden.



**Abb. 4** Spezifische Pfannenausbau-meißel mit verschiedenen Krümmungen.

- Wichtigstes Ziel der Pfannenpräparation: Herauslösung der Pfanne aus ihrem knöchernen Lager unter maximaler Schonung der azetabulären Knochensubstanz.



Ebenfalls ist bei Notwendigkeit ein Impaction Bone Grafting mit allogener Spongiosa zur Rekonstruktion des Pfannenlagers durchzuführen. Die Osteolysen sind zu débridieren und mittels allogener Spongiosa aufzufüllen. Hierbei sollte auf eine feste Impaktierung der eingebrachten Spongiosa geachtet werden. Stößel, Impaktoren oder eine rückwärtslaufende Fräse, ähnlich wie beim Impaction Bone Grafting, können dazu verwendet werden.

### Implantatverankerung

Bei der Entscheidung zur Reimplantation einer nicht zementierten Revisionspfanne ist eine zusätzliche Schraubenfixation zur Sicherung der Primärstabilität sinnvoll. Wenn Schrauben verwendet werden, sind zur Gewährleistung einer ausreichenden Rotationsstabilität mindestens 2 Schrauben notwendig. Die Lage des eingebrachten Implantats und die der Schrauben ist durch intraoperatives Röntgen zu kontrollieren, um Fehlpositionierungen oder eine inadäquate Schraubenlage zu vermeiden. Zur Reduktion des Luxationsrisikos ist die Verwendung von 32-mm- oder 36-mm-Inlays, in Abhängigkeit der notwendigen Inlay-Dicke, zu präferieren. Die Inlay-Dicke sollte dabei aber mindestens 5 mm betragen [31].

### Therapie unter Komponentenerhalt

Ein alleiniger Gleitpaarungswechsel ist durchführbar, wenn die Osteolysen in ihrer Ausdehnung begrenzt sind, die Pfanne ausreichend fest osteointegriert und adäquat positioniert sowie gute Langzeitergebnisse für das Implantat nachgewiesen sind [103]. Auch sollten die zu revidierenden Osteolysen operativ gut erreichbar sein. Das Inlay kann nur dann gewechselt werden, wenn ein zu der existierenden Pfanne passendes Inlay zur Verfügung steht.

Die folgenden Kriterien sollten für den alleinigen Gleitpaarungswechsel unter Erhalt der Pfannenkomponente vorliegen:

- ▶ feste und intakte Pfanne (intraoperativ gesichert)
- ▶ Modularität der Pfanne
- ▶ korrekte Pfannenposition einschließlich Hüftrotationszentrum
- ▶ Verfügbarkeit des dazugehörigen Inlays
- ▶ ausreichende Inlay-Dicke
- ▶ intakter Verschlussmechanismus
- ▶ akzeptable Standzeit der Pfanne

Für einen erfolgreichen Gleitpaarungswechsel mit der maximalen Reduktion von operativem Risiko, Komplikationsrate oder unerwarteten Ereignissen ist es notwendig, sich detailliert und gut präpariert auf die Revision vorzubereiten. Hierzu sollten unter Verwendung einer Checkliste verschiedene Parameter zuvor abgeklärt und beurteilt werden (s. Checkliste).

Neben dem Infektausschluss ist das Einholen aller Informationen zur Pfanne und zur Gleitpaarung von essenzieller Notwendigkeit. Sicherheitshalber sollte das zu wechselnde Inlay in mindestens einer Größe oberhalb und unterhalb der angegebenen Größe zur OP vorliegen, falls die Angaben in OP-Bericht oder Prothesenpass inkorrekt sind.

Eine klare operative Strategie beinhaltet die Kenntnis über die Entfernung und Refixation des alten bzw. neuen Inlays, die Art und Größe des vorhandenen Konus, die korrekte Wahl des Zugangs, durch den die Revision einschließlich der Therapie der Osteolysen problemlos durchführbar ist, sowie die Einplanung eines Teil- oder Komplettwechsels der Komponenten aufgrund von intraoperativ ersichtlichen Lockerungen oder Defekten (z. B. defekter Verschlussmechanismus der Pfanne oder stark verschlissener Konus).

Ebenfalls ist das postoperative Luxationsrisiko in der Therapie zu berücksichtigen. So reduzieren 32- oder 36-mm-Inlays das Luxationsrisiko gegenüber 28-mm-Gleitpaarungen deutlich. Es ist dabei stets auf eine ausreichende Inlay-Dicke zu achten. Diese sollte mindestens 5 mm betragen, da ansonsten ein nachweislich erhöhter Inlay-Verschleiß mit erhöhten Abriebraten resultiert [31]. Die Verwendung eines Antiluxations- oder Dysplasie-Inlays kann bei Bedarf ebenfalls in Erwägung gezogen werden.

Eventuell sind Konusadapter notwendig und sollten, genau wie Metallköpfe verschiedener Größen, für die Revision bereitstehen. Bei alleinigem Kopfwechsel unter Belassen des Schaftes sind ausschließlich Metallköpfe zu verwenden oder aber Keramikköpfe mit einem Metall-Sleeve (z. B. CeramTec GmbH, Plochingen: BioloX®Option). Für die Revision der Osteolysen sind entsprechend kleine Küretten, Fräsen und Bohrer (auch flexibel) notwendig und natürlich allogener Knochenersatz.

- Ein alleiniger Wechsel des Inlays ist nur möglich, wenn ein zu der existierenden Pfanne passendes Inlay zur Verfügung steht.

- Informationen zur Pfanne und zur Gleitpaarung müssen präoperativ vorliegen.

- Implantatwahl: Auf ausreichende Inlay-Dicke ist zu achten; geringeres Luxationsrisiko bei 32- oder 36-mm-Inlays.



## Checkliste

### Präoperative Checkliste zur Durchführung eines Gleitpaarungswechsels

- ▶ Infekt Ausschluss (CRP, BSG, Aspiration)
- ▶ OP-Berichte, Prothesenausweis und alte Röntgenbilder organisieren
- ▶ Identifikation der Prothese/Komponenten
  - ▶ Hersteller
  - ▶ Jahr der Implantation
  - ▶ Eigenschaften
  - ▶ Konus
  - ▶ Monoblock
  - ▶ modulare Verbindungen
- ▶ Informationen zur Gleitpaarung
  - ▶ Verfügbarkeit
  - ▶ Inlay-Größe und -Dicke
  - ▶ Verschlussmechanismus
  - ▶ Verfügbarkeit von Dysplasie- oder Antiluxations-Inlays
  - ▶ hochvernetzt (HXPE)?
  - ▶ Kopf- und Konusgröße
- ▶ detaillierte radiologische Beurteilung
  - ▶ Lage und Ausmaß der Osteolysen
  - ▶ Position, Alignment, Stabilität und Fixation der Prothese
  - ▶ Ausschluss von periprothetischen Frakturen
- ▶ operative Strategie festlegen
- ▶ Luxationsrisiko bei Komponentenerhalt berücksichtigen
- ▶ Teil-/Komplettwechsel einplanen
  - ▶ Bereitstellung von Pfannen- und Schaftausbauinstrumentarien
- ▶ korrekte Wahl des Zugangs (Möglichkeit der Erweiterbarkeit und Therapie der Osteolyse)
- ▶ korrekte Komponenten und Größen bestellen (± jeweilige Größe)
- ▶ Adaptermöglichkeiten:
  - ▶ BioloX® Option-Köpfe
  - ▶ Metallköpfe 22 – 36 mm
  - ▶ benötigte Konusadapter (z. B. 14/16, V40)
- ▶ adäquate Therapie der Osteolysen planen:
  - ▶ Zugänglichkeit
  - ▶ Allograft

## Technik bei Gleitpaarungswechsel

### Zugang

Nach Möglichkeit sollte der vorherige Zugang wieder verwendet werden. Zu bedenken ist, ob alle Osteolysen durch den gewählten Zugang auch erreichbar sind.

### Präparation und Stabilitätskontrolle

Das postoperative Luxationsrisiko ist zu berücksichtigen.

Nach Präparation der Artikulation, Luxation der Prothese und Entfernung des Kopfes sollte zunächst der Konus hinsichtlich Beschädigung und der Schaft auf eine Lockerung überprüft werden. Dabei kann die Festigkeit sowohl durch manuelle Manipulation als auch – bei Unsicherheit – durch einige retrograde Ausschlagversuche mittels Ausschlaginstrumentarium getestet werden. Hierbei muss darauf geachtet werden, den Konus nicht stark zu beschädigen, da sonst ein Kopfwechsel nicht mehr möglich ist.

Ein fest integrierter Schaft lässt sich in der Regel nicht ohne Weiteres ausschlagen.

Anschließend ist die Pfanne einzustellen. Zur optimalen Übersicht ist das periartikuläre Narbengewebe komplett zu entfernen. Das Inlay kann entweder, wenn vorhanden, über den zu öffnen den Verschlussmechanismus herausgelöst oder durch die Verwendung von speziellen Inlay-Ausbauminstrumenten entfernt werden. Das Inlay lässt sich auch mittels eines Korkenziehers, der in ein zuvor in das Inlay eingebrachtes 4,5-mm-Bohrloch eingeschraubt wird, lockern und anschließend aus der Pfanne herauskippen.

Nach Entfernung des Inlays sind die Unversehrtheit des Implantats und die Funktion des Verschlussmechanismus zu überprüfen. Eine potenziell mögliche Lockerung sollte stets intraoperativ ausgeschlossen werden. Hierzu kann entweder z. B. ein Cobb-Raspatorium oder, wenn vor-





- Eine potenziell mögliche Lockerung sollte stets intraoperativ ausgeschlossen werden.

- Wichtig ist die feste Fixierung zwischen Zement und Inlay bzw. zwischen Zement und Metallschale; deshalb sollte das Inlay eine raue Oberfläche besitzen (ggf. mit Metallbohrer aufrauen).

handen, ebenfalls das spezielle Pfannenausschlag-/drehinstrumentarium zu Hilfe genommen werden.

#### Tipp

Bei Unsicherheit bezüglich der Implantatfestigkeit sind einliegende Schrauben zu entfernen, und ohne Schrauben ist nochmals eine Stabilitätstestung durchzuführen.

#### Débridement und Implantatverankerung

Die Osteolysen können entweder über vorhandene Schraubenlöcher oder über gezielt angelegte Knochenfenster (Trap-Door-Technik) débridiert und mittels allogener Spongiosa aufgefüllt (impaktiert) werden (• Abb. 5) [104].

#### Hintergrund

Trap-Door-Technik in der Revisionsendoprothetik des Hüftgelenks.  
Impaktierung von allogener Spongiosa über ein supraazetabuläres Knochenfenster.

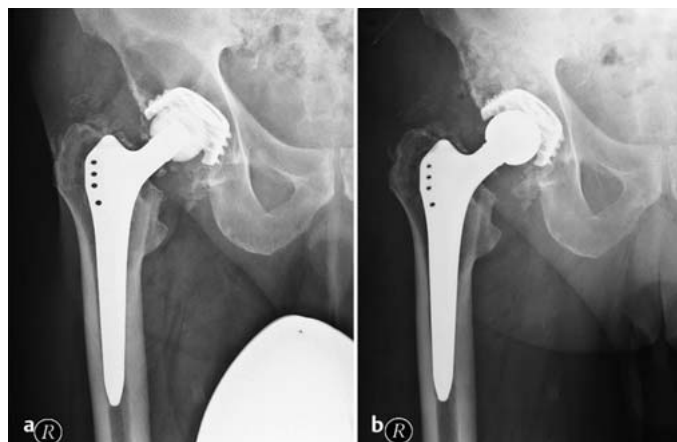
Nach ausgiebiger Spülung, Entfernung jeglicher Geweberückstände und Trocknung des Pfannenbodens kann das neue Inlay eingebracht werden. Die Festigkeit des Inlays ist nach dem Einbringen stets zu überprüfen.

Falls für die einliegende Pfanne kein passendes Inlay mehr verfügbar ist oder der Verschlussmechanismus der Pfanne nicht mehr funktioniert, kann als Alternative zum Pfannenwechsel ein etwas kleineres Inlay in die bestehende Pfanne einzementiert werden (• Abb. 6). Wichtige Entscheidungskriterien für dieses Verfahren sind auch das Alter des Patienten, seine Lebenserwartung und sein Aktivitätslevel. Aufgrund mangelnder Langzeitergebnisse ist bei jüngeren und aktiveren Patienten der Pfannenwechsel in diesen Fällen zu präferieren.

Die alternative Einzementierung eines Inlays in eine vorbestehende Pfanne ist stets ein Off-Label-Gebrauch, worüber der Patient aufzuklären ist und wozu er seine Einwilligung geben muss. Die Vorteile dieser Technik gegenüber dem Pfannenwechsel liegen im reduzierten operativen Aufwand und der geringeren Invasivität.

Das Inlay sollte dabei ca. 2 mm kleiner als der Pfannendurchmesser sein. Es ist nicht zwingend in gleicher Position in die Pfanne einzuzementieren, d.h. Inklination und Anteversion können leicht variiert bzw. optimiert (• Abb. 6) und so eine z.B. etwas steil stehende Pfanne in ihrer vorgehenden Position korrigiert werden. Allerdings ist auf überstehende Ränder zu achten, die womöglich ein Impingement oder eine Lockerung bedingen könnten.

Wichtig für eine dauerhafte Haltbarkeit des einzementierten Inlays in der Pfanne ist eine feste Fixierung zwischen Zement und Inlay bzw. zwischen Zement und Metallschale. Entsprechend ist ein Inlay mit rauer Oberfläche zu wählen. Ungeeignet sind glatt polierte Inlays. Um eine bessere Verzahnung zwischen Metallschale und Zement zu gewährleisten, kann die Oberfläche der Schale durch eine Bearbeitung mit einem Metallbohrer aufgeraut werden. Sehr gut eignen sich auch Pfannen mit mehreren Schraubenlöchern, in welchen sich der Zement sehr gut verzahnen kann.



**Abb. 5** Prä- (a) und postoperatives (b) Röntgenbild eines 82 Jahre alten Patienten mit ausgeprägten abriebbedingten supraazetabulären Osteolysen bei Gleitpaarungsaufbrauch einer PE-Keramik-Gleitpaarung. Es erfolgten ein Gleitpaarungswechsel sowie das Débridement der Osteolyse und die Impaktierung von allogener Spongiosa über ein supraazetabuläres Knochenfenster (Trap-Door-Technik).





**Abb. 6** Prä- (a) und postoperatives (b) Röntgenbild eines 75-jährigen Patienten mit Gleitpaarungsaufbrauch und großer supraacetabulärer Osteolyse der linken Hüft-TEP. Gleitpaarungswechsel mit Einzementierung eines neuen Inlays (b). Die Pfanne wurde aufgrund der sehr festen ossären Integration, insbesondere bei der grob strukturierten In-Growth-Oberfläche, belassen. Das Inlay wurde in leicht korrigierter Inklination und Anteversion einzementiert, um somit der etwas steilen Inklination der Pfannenkomponente entgegenzuwirken. Dadurch werden eine Reduktion des postoperativen Luxationsrisikos und eine Verminderung der Abriebrate erreicht. Die supraacetabuläre Osteolyse ist über ein iliakales Knochenfenster débridiert und mit allogener Spongiosa impaktiert worden.

## Komplikationen

Zu den wesentlichen Komplikationen nach Osetolysenrevision mit Pfannenwechsel oder alleinigen Inlay-Wechsel gehören als häufigste Komplikationen die Luxation sowie die Lockerung oder Dislokation des Inlays [93, 105, 106] (s. Übersicht).

### Übersicht

**Mögliche Komplikationen** (in absteigender Häufigkeit):

- ▶ Luxationen
- ▶ Pfannenlockerung im zeitnahen Verlauf
- ▶ Progression der Osteolysen
- ▶ Inlay-Luxation/-Dislokation
- ▶ Infektion

Unterscheidet man noch einmal nach den einzelnen Komplikationsraten für den Pfannenwechsel, den alleinigen modularen Inlay-Wechsel bzw. den Wechsel in ein zementiertes Inlay, so konnte gezeigt werden, dass die höchsten Komplikationsraten für den alleinigen modularen oder zementierten Inlay-Wechsel vorliegen [93]. Entsprechend den Literaturangaben liegen diese bei 25 bzw. 27% nach einem Minimum des Follow-ups von 2 Jahren und beinhalten insbesondere Komplikationen wie die Inlay-Lockerung oder -Dislokation, den raschen Inlay-Aufbrauch, die Progredienz der Osteolysen und die zeitnahe Pfannenlockerung [93, 106]. Die Komplikationsrate für den Pfannenwechsel liegt bei 15% [93, 105].

Für die Revision von Metallgroßkopfgleitpaarungen werden ebenfalls hohe Komplikationsraten von bis zu 38% berichtet [96]. Hier steht gleichfalls die Luxation an erster Stelle. Des Weiteren wurden zusätzlich ein mangelndes Einwachsverhalten des Revisionsimplantats sowie eine schmerzhafte Persistenz der ALTR beobachtet.

### Interessenkonflikt



Die Autoren bestätigen, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

### Literatur



Die Literatur ist in der Online-Version unter [www.thieme-connect.de/ejournals](http://www.thieme-connect.de/ejournals) einsehbar.

CME.thieme.de

### CME-Teilnahme

- ▶ Viel Erfolg bei Ihrer CME-Teilnahme unter <http://cme.thieme.de>
- ▶ Bitte informieren Sie sich über die genaue Gültigkeit dieser Fortbildungseinheit unter <http://cme.thieme.de>
- ▶ Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, unter <http://cme.thieme.de/hilfe> finden Sie eine ausführliche Anleitung.

### Impressum



Refresher Orthopädie und Unfallchirurgie  
*Diagnostik und Behandlung von Abrieberkrankungen  
in der Hüftendoprothetik*

Autoren:

M. Müller, G. Wassilew, C. Perka

Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, Klinik für Orthopädie/Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Charitéplatz 1, 10117 Berlin

Konzeption und Umsetzung:  
Joachim Ortleb  
Georg Thieme Verlag KG  
Klinik und Praxis  
Zertifizierte Fortbildung

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und ggf. nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in dieser Broschüre abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf dem Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.**

© 2015 Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart

Unsere Homepage: <http://www.thieme.de>

Printed in Belgium

Satz: Ziegler + Müller, text form files, Kirchentellinsfurt

## CME-Fragen Diagnostik und Behandlung von Abrieberkrankungen in der Hüftendoprothetik

- 1** Das Ausmaß von Osteolysen oder entzündlichen Weichgewebsveränderungen werden durch einen der folgenden Parameter wesentlich beeinflusst. Welchen?
- A die Pfannengröße
  - B die Größe des Patienten
  - C die spezifische volumetrische Abriebrate und die biologische Aktivität der Abriebpartikel
  - D die spezifische Aktivität der Abriebpartikel im Hüftpunkt
  - E die Anzahl der Abriebpartikel im Millimeterbereich pro ml Synovia
- 2** Welches Vorgehen wird in der Revisionsendoprothetik des Hüftgelenks als Trap-Door-Technik bezeichnet?
- A die Revision einer Osteolyse über ein supraacetabuläres Knochenfenster im Ilium
  - B die Revision eines Schaftes über ein transfemorales Fenster
  - C die Revision von Osteolysen durch die Schraubenlöcher einer Pfanne
  - D eine Technik zum Wechsel eines Inlays
  - E der Wechsel einer Gleitpaarung über einen minimal-invasiven Zugangsweg
- 3** Welches ist die häufigste Komplikation nach dem Wechsel einer Gleitpaarung?
- A periprothetische Fraktur
  - B Lockerung der Pfanne
  - C Luxation
  - D Konusbruch
  - E Infektion
- 4** Eine der folgenden Aussagen ist unzutreffend. Welche?
- A Beim Wechsel einer Gleitpaarung ist einzuplanen, dass ein völlig aufgebrauchter Konus mit der Notwendigkeit eines Schaftwechsels vorliegt.
  - B Schmerzhaftes Osteolysen weisen auf ein zunehmendes Versagen der Gleitpaarung mit dem Risiko einer Implantatlockerung hin.
  - C Liegt nur eine geringgradige Osteolyse vor, kann ein abwartendes Vorgehen mit regelmäßigen Kontrollröntgenaufnahmen gewählt werden.
  - D Zu den operativen Behandlungsmöglichkeiten gehört u. a. ein isolierter Gleitpaarungswechsel mit Komponentenerhalt plus Allograft.
  - E Bei angrenzenden Osteolysen lockern sich Pfannen mit einer In-Growth-Oberfläche eher als Pfannen mit einer On-Growth-Oberfläche.
- 5** Wie groß ist die Bruchhäufigkeit von Keramiken der 4. Generation (Alumina-Matrix-Composite-Keramik)?
- A ca. 0,002%
  - B ca. 0,2%
  - C ca. 12%
  - D ca. 0,5%
  - E ca. 0,01%
- 6** Wodurch ist eine ALVAL-Reaktion gekennzeichnet?
- A Eine spezifische Immunreaktion auf PE-Partikel.
  - B Eine Aktivierung von Makrophagen und Fremdkörper-Riesenzellen.
  - C Es handelt sich um eine lymphozytendominierte Zellantwort auf Metallabriebpartikel.
  - D Sie ist typisch für Keramikgleitpaarungen.
  - E Sie lässt sich mittels CT nachweisen.
- 7** Durch welche Partikel erfolgt die stärkste Aktivierung von Makrophagen?
- A Keramikpartikel
  - B Metallpartikel im Nanometerbereich
  - C nicht hochvernetzte Polyethylenpartikel > 0,5 µm
  - D Polyethylenpartikel < 0,5 µm
  - E Polyethylenpartikel im Millimeterbereich
- 8** Zu den relevanten Untersuchungen von durch Abrieb bedingten Osteolysen gehört ...
- A ... Ultraschall
  - B ... Szintigrafie
  - C ... Gelenkpunktion
  - D ... Knochenbiopsie
  - E ... Computertomografie
- 9** Was versteht man unter einem Pseudotumor im Rahmen der Abrieberkrankung?
- A Eine maligne Entartung der Gelenkkapsel.
  - B Eine massive Gelenkkapselaussackung.
  - C Er entspricht einer Baker-Zyste.
  - D Er wird durch PE-Partikel hervorgerufen.
  - E Er wird ausschließlich beim Oberflächenersatz beobachtet.
- 10** Ab welchem Kobaltserumspiegel ist aufgrund der Toxizität und der erhöhten Gefahr von nachhaltigen Weichgewebsaffektionen auch bei alleiniger Auffälligkeit eine Revision zu planen?
- A 0,07 µg/l
  - B 20 µg/l
  - C 0,02 mg/dl
  - D 0,07 g/l
  - E 7 µg/l