

Journal für
Mineralstoffwechsel

Zeitschrift für Knochen- und Gelenkerkrankungen

Orthopädie • Osteologie • Rheumatologie

**Künstlicher Hüftgelenkseratz
heute - hohe Ansprüche an Material
und Funktion**

Knahr K, Pospischill M

*Journal für Mineralstoffwechsel &
Muskuloskelettale Erkrankungen*

2004; 11 (1), 22-26

Homepage:

**[www.kup.at/
mineralstoffwechsel](http://www.kup.at/mineralstoffwechsel)**

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

Member of the



Indexed in SCOPUS/EMBASE/Excerpta Medica
www.kup.at/mineralstoffwechsel



Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft
zur Erforschung des Knochens
und Mineralstoffwechsels



Österreichische Gesellschaft
für Orthopädie und
Orthopädische Chirurgie



Österreichische
Gesellschaft
für Rheumatologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P.b.b. GZ02Z031108M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

Dann sind Sie hier richtig



Künstlicher Hüftgelenkserersatz heute – Hohe Ansprüche an Material und Funktion

K. Knahr, M. Pospischill

Der Erfolg des künstlichen Hüftgelenksersatzes basiert auf der stabilen Dauerverankerung und der Verschleißresistenz der Gleitpartner. Zementfrei implantierte Prothesen aus Titan bzw. Titanlegierungen ermöglichen einen direkten Kontakt zwischen Implantat und Knochen und garantieren eine dauerhafte Verankerung. Das zentrale Problem der Endoprothetik ist derzeit die Verschleißfestigkeit der Gleitpaarungen. Ausgezeichnete Werte erreichen dabei die Gleitpaarungen Metall-Metall, Keramik-Keramik und das hochvernetzte Polyäthylen in Kombination mit einem Keramik- oder Metallkopf. Alle diese Gleitpaarungen weisen aber auch materialbedingte Nachteile auf, so daß letztlich erst die Langzeitbeobachtung den Nachweis der dauerhaften Effizienz bringen wird.

Success of total hip joint arthroplasty depends on long-term stable fixation of the implants and on excellent wear characteristics of the articulating components. Cementless implants made of titanium or titanium alloys can achieve a direct contact between implant and bone and guarantee long-term fixation. The main problem of endoprosthesis nowadays are the wear characteristics of the articulating components. Excellent data of low wear are reported for metal-on-metal, ceramic-on-ceramic or cross-linked polyethylene versus metal or ceramic head. As all these articulations have some shortcomings due to their material properties, only long-term follow-up will prove their permanent efficiency. J Miner Stoffwechs 2004; 11 (1): 22–26.

In den letzten 40 Jahren hat der künstliche Hüftgelenkserersatz einen rasanten Aufschwung genommen. Wir können heute davon ausgehen, daß weltweit etwa 1,2 Millionen Hüftgelenke jährlich implantiert werden, in Österreich dürfte die Zahl der jährlichen Implantationen etwa bei 17.000 bis 18.000 liegen. Was sind nun die Ursachen, die eine derart hohe Zahl von Prothesenimplantationen hervorgerufen haben?

Mit dem allgemeinen Fortschritt sozioökonomischer Umweltbedingungen und nicht zuletzt den Weiterentwicklungen im Wissensgebiet der Medizin konnte demographisch „dem Leben mehr Jahre“ verliehen werden. So nimmt vor allem in den westlichen Industriestaaten die Lebenserwartung der Bevölkerung kontinuierlich zu, so daß bei einer derzeitigen Lebenserwartung von Frauen in Österreich von 80,6 Jahren – erhoben für das Jahr 1998 – diese vermutlich bis zum Jahr 2050 auf 87,0 Jahre ansteigen wird. Ähnlich ist auch eine Zunahme der Lebenserwartung der Männer von derzeit 74,3 Jahre – bezogen auf das Jahr 1998 – auf 82,0 Jahre bis zum Jahr 2050 in Betracht zu ziehen. Derzeit umfaßt die Altersgruppe der 75–85jährigen in Österreich 400.000 Personen, diese wird in den kommenden Jahrzehnten auf nahezu eine Million ansteigen [1].

Der endoprothetische Gelenkserersatz ist aber nicht nur ein Eingriff für das hohe Lebensalter. Durch die Verbesserung der Materialien und die zunehmende Haltbarkeit der Implantate wird die Indikation auch bei jüngeren Patienten immer häufiger gestellt. Gerade im mittleren Lebensabschnitt, bei dem noch vor einigen Jahrzehnten bei Arthrosen des Hüftgelenkes überwiegend Umstellungsosteotomien oder auch Arthrodesen indiziert wurden, hat die Endoprothetik die gelenkserhaltenden Eingriffe praktisch vollkommen verdrängt. Dies vor allem deshalb, weil die funktionellen Resultate mit dem künstlichen Hüftgelenk der Erwartungshaltung der Patienten wesentlich mehr entgegenkommen. Wir gehen heute davon aus, daß Gelenke mit schweren Destruktionen bzw. Deformitäten nahezu in jedem Erwachsenenalter endoprothetisch versorgt werden [2].

Den eindrucksvollen Erfolgen der orthopädischen Chirurgie ist es daher zu verdanken, daß es im Bereich der Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparates – und hier vor allem auf dem Teilgebiet der Endoprothetik – in den letzten Jahrzehnten gelungen ist, „den Jahren auch mehr Leben“ zu verleihen.

Ziele des künstlichen Gelenkseratzes

Dem künstlichen Gelenkseratz kommen im wesentlichen zwei Aufgaben zu: Zum einen ist es die Befreiung von Schmerzen und zum anderen die Wiederherstellung der Funktion. Dies betrifft sowohl die degenerativen Krankungsbilder als auch posttraumatische Zustände. Während nach Traumen die Wiederherstellung der Belastbarkeit der Extremität die wesentliche Aufgabe des endoprothetischen Ersatzes darstellt, stehen bei den degenerativen Gelenkveränderungen vor allem die Schmerzreduktion und Funktionsverbesserung im Vordergrund [3].

Am Beginn der Erkrankung bestehen meist nur Anlaufschmerzen, bei fortschreitender Arthrose stellt sich ein Belastungsschmerz ein, der schließlich in einem Dauer- und Nachtschmerz resultiert und für den Patienten eine hochgradige Einschränkung der Lebensqualität bedeutet. Im Lauf der Zeit kann es gleichzeitig auch zu einer Einschränkung des Bewegungsumfanges im betroffenen Gelenk kommen, wodurch die Mobilität und der Aktivitätsradius ebenfalls deutlich reduziert werden und schließlich als Folge von Schmerz und Bewegungseinschränkung der Wunsch nach einem künstlichen Gelenkseratz resultiert.

Auswahl der Implantate – Verankerungsprinzipien

Voraussetzungen für den Langzeiterfolg des künstlichen Hüftgelenkseratzes sind die stabile Verankerung des Implantates und ein ausgezeichnetes Verschleißverhalten der artikulierenden Gelenkkomponenten.

Bezüglich der Verankerungsformen hat sich gezeigt, daß sowohl mit zementierten als auch mit zementfreien Implantaten im Bereich der Pfanne, aber auch im Bereich des Femurschaftes, eine ausgezeichnete Fixation gelingt. Bei zementierten Implantaten ist neben Design und Material vor allem die Zementiertechnik von Bedeutung, wobei

Korrespondenzadresse: Prim. Univ.-Prof. Dr. Karl Knahr, Orthopädisches Spital Wien-Speising, Abteilung Orthopädie II, Speisinger Straße 109, A-1130 Wien, E-mail: karl.knahr@oss.at

heute bereits hervorragende Zemente sowie geeignete Applikatoren zur Verfügung stehen, die eine stabile Primär- und letztlich auch Langzeitverankerung der Prothesenkomponenten gewährleisten [4–6]. Ebenso ist es aber auch möglich, ohne die Verwendung von Knochenzement durch direkten Kontakt zwischen Implantat und Knochen eine stabile Primär- und in der Folge Dauerverankerung zu erreichen. Dazu haben sich vor allem Titan und Titanlegierungen als ausgezeichnete und effiziente Materialien herausgestellt, die in Kombination mit geeigneten Implantatdesigns ebenfalls ein Garant für Langzeiterfolge sind.

Bei den zementfreien Pfannenimplantaten können sowohl mit Schraubpfannen als auch mit Pressfit-Pfannen hervorragende Langzeitergebnisse erreicht werden. Im Schaftbereich haben vor allem konische Geradschaftimplantate den Beweis der stabilen Primärverankerung erbracht, aus der dann eine Langzeitdauerankerung resultiert [7–9]. Ebenso können anatomische oder zylindrische Schäfte erfolgreiche Implantate darstellen, wenn es gelingt, eine suffiziente primäre Rotationsstabilität zu erreichen [10]. Sehr häufig werden diese Implantate mit Hydroxylapatit beschichtet, um dadurch ein möglichst rasches Anwachsen an den Knochen zu erreichen und damit die Voraussetzung für die stabile Dauerverankerung zu gewährleisten [11]. Für zementierte Schaftendoprothesen werden ebenfalls sehr gute Langzeitergebnisse berichtet, wobei hier vor allem die richtige Zementiertechnik den Schlüssel zum Langzeiterfolg darstellt [12].

Verschleißverhalten der Gleitpartner

Seit Einführung des Kunststoffes Polyäthylen (UHMW) durch Sir John Charnley in die Hüftendoprothetik ist die Kombination Polyäthylenpfanne mit Kobalt-Chrom-Metallkopf die klassische Kombination über mehrere Jahrzehnte, wobei als Durchmesser der Hüftköpfe die Größen 22, 28 und 32 mm die größte Verbreitung erreicht haben. Im deutschsprachigen Raum hat die Artikulation Kunststoff-Keramikkopf einen sehr hohen Stellenwert erlangt. Bei diesen Kombinationen ist mit einer jährlichen Abriebrate des Polyäthylens von 0,1 bis 0,3 mm für die Artikulation mit einem Metallkopf und etwa 0,05 bis 0,15 mm für

die Artikulation mit einem Keramikkopf zu rechnen. Diese Gleitpaarungen waren ausreichend zu einem Zeitpunkt, als das Lebensalter der mit einer Endoprothese versorgten Patienten praktisch nie unter 60 Jahre war, im Schnitt zwischen dem 70. und dem 75. Lebensjahr lag und auch die Lebenserwartung der Bevölkerung noch nicht so hoch war, so daß man annehmen durfte, mit diesem Verschleißverhalten das Auslangen zu finden.

Nachuntersuchungen von Patienten mit einer Funktionsdauer des Gelenkes von 10 bis 15 Jahren haben aber gezeigt, daß etwa in diesem Zeitraum sehr wohl der vermehrte Verschleiß des Kunststoffs sichtbar wird, da die kleinen Abriebpartikeln zu einer Auflösung und Zerstörung des umgebenden Knochengewebes führen und in der Folge eine Lockerung des zunächst stabilen Implantates hervorrufen (Abb. 1). Eigene Langzeitbeobachtungen konnten dies sehr eindrucksvoll bestätigen: Das von uns Ende der 80er Jahre eingesetzte Alloclassic-Hüftsystem, welches zementfrei verankert wird und mit einer Gleitkombination Polyäthylen-Keramik ausgestattet ist, zeigt nach einer Nachbeobachtung von durchschnittlich 12 Jahren (10–14 Jahre) vermehrte Verschleißerscheinungen an der Polyäthylengleitfläche. Analysiert man die Überlebensrate des Hüftsystems in bezug auf die Stabilität der Komponenten, so zeigt sich nach diesem Zeitraum im Bereich der Pfanne eine Überlebensrate von 97,9 % (Abb. 2a) und im Bereich des Schaftes von 100 %. Zieht man die Überlebensrate in bezug auf Revision wegen Polyäthylenabrieb in Betracht, so beträgt die Überlebensrate des Implantates nur mehr 91,6 % (Abb. 2b).

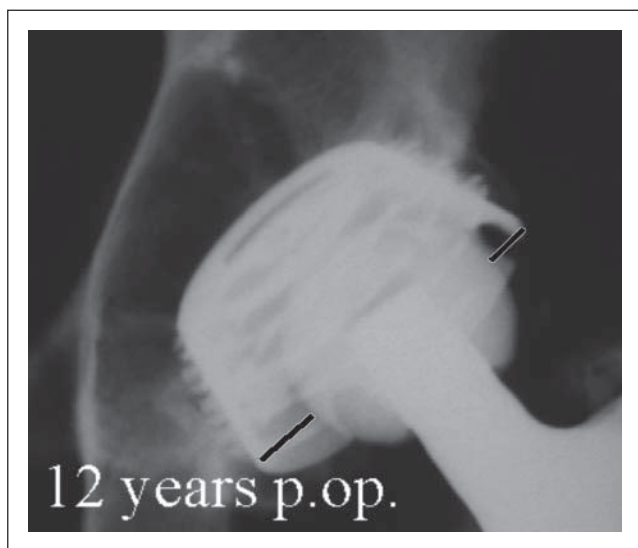


Abbildung 1: 12 Jahre postoperativ deutlicher Polyäthylenabrieb (exzentrische Lage des Kopfes in der Pfanne) sowie ausgedehnte Osteolyse am Pfannengrund.

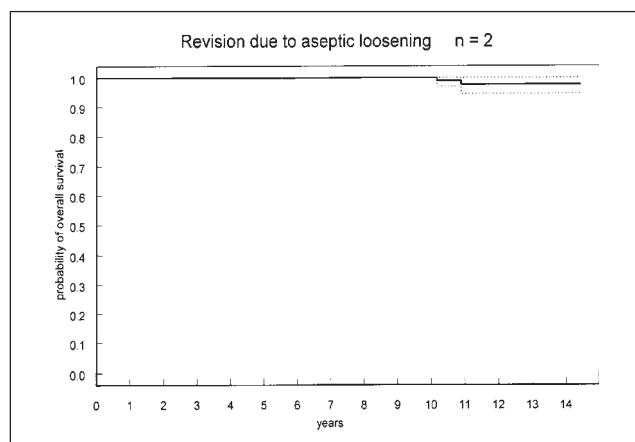


Abbildung 2a: Reoperation wegen aseptischer Lockerung

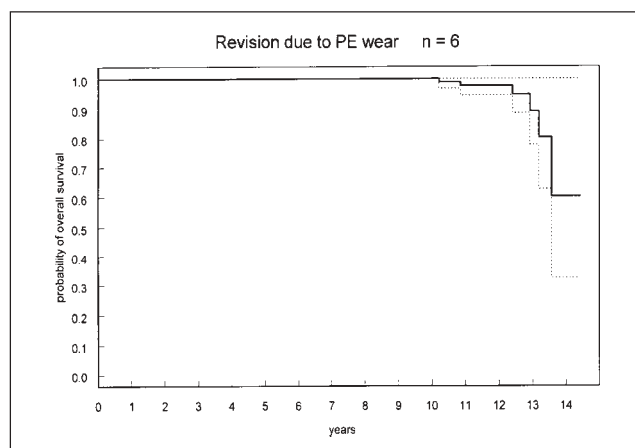


Abbildung 2b: Reoperation wegen Polyäthylenabrieb

Diese sehr ungünstigen Resultate sowie die Tatsache, daß heute der künstliche Gelenkseratz auch bei jüngeren und jungen Patienten bei Vorliegen von schweren Destruktionen des Hüftgelenkes indiziert wird und diese selbstverständlich ihr Gelenk wesentlich mehr und länger belasten, haben dazu geführt, neue Materialien als Gleitpartner beim künstlichen Gelenkseratz heranzuziehen. Die derzeit am meisten eingesetzten Kombinationen sind die Hartpaarungen Metall-Metall sowie Keramik-Keramik und der neu entwickelte bzw. verbesserte Kunststoff hochvernetztes Polyäthylen in Kombination mit einem Metall- oder Keramikkopf [13].

Metall-Metall-Gleitpaarung (Abb. 3)

Trotz der hervorragenden Resultate mit der Metall-Metall-Paarung gibt es weiterhin offene Fragen, inwieweit kleinste Metallabriebpartikel sowie die Abgabe von Metallionen ins Gewebe längerfristig negative Auswirkungen auf den Organismus haben werden. Zusätzlich erhebt sich die Frage, ob mit Metall-induzierten allergischen Reaktionen oder auch mit Metallabrieb-bedingter Kanzerogenität gerechnet werden muß. Zahlreiche Studien haben gezeigt, daß es im Rahmen von künstlichem Gelenkseratz mit Metall-Metall-Paarungen zur Erhöhung der Serumkonzentrationen von Kobalt, Chrom, Titan und anderen Spurenelementen kommen kann. Dies wurde auch in einer eigenen Untersuchung bestätigt. Allerdings kamen all diese Werte nicht annähernd an jene Werte heran, bei denen beim gesunden Menschen mit negativen Auswirkungen auf den Organismus zu rechnen ist. Bei Patienten mit bekannter Nierenschädigung sollte auf die Verwendung von Metall-Metall-Paarungen verzichtet werden, da auf lange Sicht eine mögliche Beeinträchtigung der Nierenfunktion durch eine erhöhte Metallionenkonzentration nicht ausgeschlossen werden kann.

Ähnlich wie beim Polyäthylenabrieb zeigt sich auch bei Metallabrieb eine zum Teil aggressive Osteolyse. Dies wurde vor allem bei „low-carbide“ Metallkomponenten gefunden, während Gleitpaarungen mit „high-carbide“ Metallstruktur nur vereinzelt derartige osteolytische Knochenreaktionen auf den Metallabrieb zeigen. Hinsichtlich allergischer Reaktionen auf metallische Implantate wurde nachgewiesen, daß bei Patienten mit Implantatlockerungen eine erhöhte Metallüberempfindlichkeit im Vergleich zur

gesunden Bevölkerung besteht. Dennoch ist es derzeit noch unklar, ob diese Metallüberempfindlichkeit tatsächlich die Lockerung des Implantates verursacht oder ob der durch Implantatlockerung vermehrte Metallabrieb zu einer Erhöhung der Sensibilität führt.

Bezüglich der Kanzerogenität von metallischen Implantaten konnte Visuri bei der Analyse von tödlichen Malignomkrankungen in Finnland feststellen, daß die potentielle Häufigkeit von Malignomen bei Hüftimplantat-trägern nicht höher ist als im Vergleich zur Durchschnittsbevölkerung [14].

Keramik-Keramik-Gleitpaarung (Abb. 4)

Die Hauptgründe für die Verwendung von Keramik als Werkstoff in der Hüftendoprothetik sind die ausgezeichnete Gewebeverträglichkeit sowie die hervorragenden Abriebeigenschaften. Während im ersten Jahrzehnt nach Einführung von Aluminiumoxydkeramik als Werkstoff für den künstlichen Hüftgelenkseratz (Boutin in Frankreich, 1970) noch zahlreiche Probleme mit diesem Material auftraten – vor allem eine relativ hohe Anzahl von Keramikkopfrüchen, hat sich durch die technische Weiterverbesserung bei der Herstellung dieses Werkstoffes ein zunehmender Trend für dieses Material gezeigt; dies vor allem durch das exzellente Verschleißverhalten sowohl gegenüber dem Werkstoff Polyäthylen als Gleitpartner, aber vor allem gegenüber Aluminiumoxyd als Gleitpartner. Die Artikulation Keramikkopf mit Keramik-Inlay zeigt die besten Abriebeigenschaften im Laborversuch (0,001 mm pro Jahr). Der Hauptgrund, warum bei diesem Material noch Vorbehalte bestehen, sind die vereinzelt auftretenden Keramikkopfrüche, welche allerdings bei bester Qualität der Keramik und sachgemäßer Herstellung des Metallkonus, auf dem der Kopf aufgesteckt wird, nur mehr 0,004 % ausmachen. Von den derzeit zunehmend mehr eingesetzten keramischen Inlays liegen bezüglich Frakturhäufigkeit noch keine größeren Zahlenanalysen vor. Dennoch hat sich gezeigt, daß bei unsachgemäßer Handhabung mit diesen Implantaten sehr wohl durch operationstechnische Fehler verursachte Frakturen der Keramik auftreten können [15].

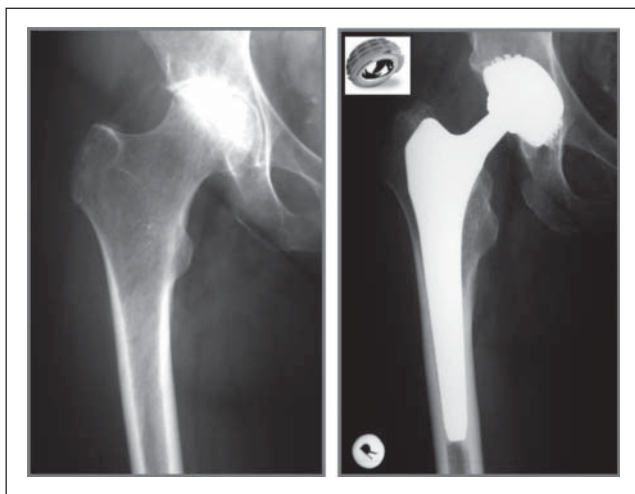


Abbildung 3: Metall-Metall-Gleitpaarung bei 48jährigem Mann mit hochgradiger Coxarthrose.

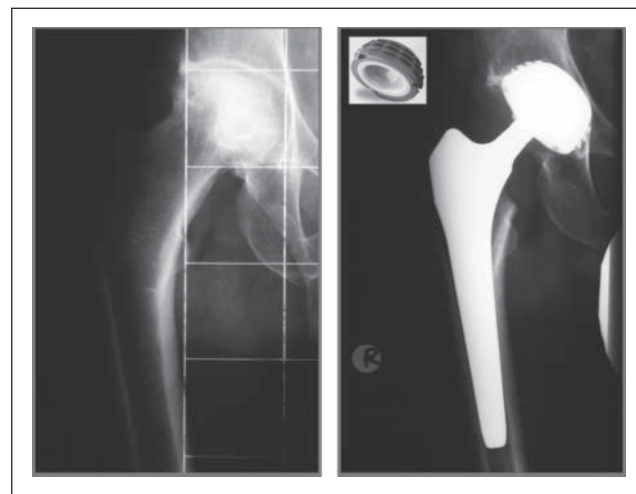


Abbildung 4: Keramik-Keramik-Gleitpaarung bei einem 47jährigen Patienten mit Hüftkopfnekrose.

Der neue Kunststoff cross-linked-Polyäthylen (Abb. 5)

Wie bereits erwähnt, ist der Abrieb am Polyäthylen ein Faktor, der die Funktionsdauer eines künstlichen Hüftgelenkes maßgeblich beeinflusst. Das seit vielen Jahrzehnten eingesetzte UHMW-Polyäthylen ist jedoch nur bedingt abriebfest, so daß zahlreiche Anstrengungen unternommen wurden, dieses Material hinsichtlich Abriebfestigkeit zu optimieren. Das bislang verwendete Polyäthylen wurde üblicherweise in Luft mit Gammastrahlen sterilisiert, was aber über die Zeit durch Oxidation zu einer Versprödung des Werkstoffes und damit zu einer Reduktion der mechanischen und tribologischen Eigenschaften führt. Es war daher das Ziel der Entwicklungen, ein Polyäthylen mit Oxidationsresistenz herzustellen. Dies gelang mit Hilfe der Elektronenbestrahlung, bei der das Polyäthylen während der Bestrahlung adiabatisch schmilzt. Dies führt zu einem hochvernetzten Polyäthylen mit einer Zweiphasenstruktur. Die eine Phase macht das Material extrem verschleißresistent, die andere Phase erhält die guten mechanischen Eigenschaften des Polyäthylens. Ein weiterer abschließender Schmelzprozeß sorgt für die Absättigung weniger verbliebener freier Radikale und beugt damit einer Versprödung und Alterung des Polyäthylens vor, was zu einem langzeitstabilen Polyäthylen mit konstanten mechanischen und tribologischen Eigenschaften führen soll.

Bisherige Tests auf dem Hüftsimulator im biomechanischen Labor zeigen ausgezeichnete Resultate. Nach 20 Millionen Zyklen, was einer Lebensdauer von etwa 20 Jahren in vivo entspricht, sind die Bearbeitungsspuren der mechanischen Fertigung immer noch optisch sichtbar, ein deutliches Zeichen dafür, wie gering der Verschleiß dieses Werkstoffes ist.

Beim Menschen ist dieses Polyäthylen seit 5 Jahren im Einsatz. Die bisherigen Ergebnisse sind durchaus ermutigend, allerdings wissen wir vom herkömmlichen Polyäthylen, daß Probleme erst nach etwa 10–15 Jahren sichtbar werden. Es bleibt somit abzuwarten, ob die zu erwartenden positiven Resultate nach einem längeren Beobachtungszeitraum tatsächlich zutreffen werden [16].

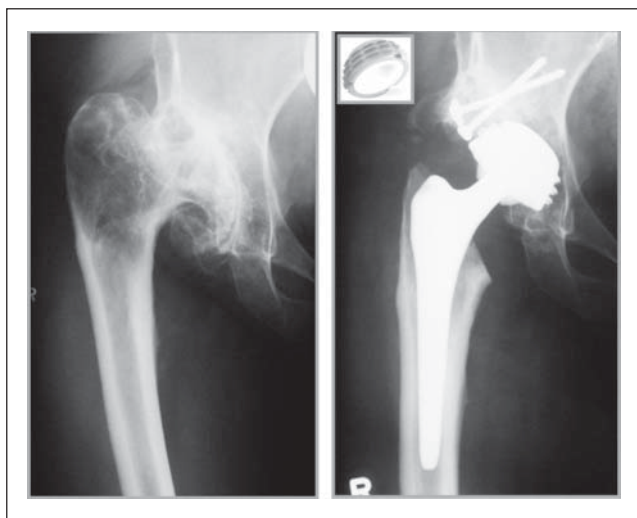


Abbildung 5: Implantation einer hochvernetzten Polyäthylen-Metall-Gleitpaarung bei 55-jähriger Patientin mit hochgradiger Dysplasiecoxarthrose.

Sport und künstlicher Gelenkersatz

Wir leben heute in einer Zeit, wo zunehmend mehr die Erhaltung der Vitalität bis ins hohe Alter von der Medizin gefordert wird. Körperliche Betätigung und sportliche Aktivitäten haben in unserer Freizeitgestaltung einen hohen Stellenwert eingenommen, was sich letztlich auch auf die Möglichkeit körperlicher Betätigung bis hin zur Sportausübung bei Patienten nach Implantation eines künstlichen Hüftgelenkes erstreckt. Während man in den 80er Jahren noch sehr restriktiv in Bezug auf Sportausübung nach Totalersatz des Hüftgelenkes eingestellt war, zeigt sich zunehmend mehr eine Großzügigkeit gegenüber sportlicher Aktivität.

In einer eigenen Studie von Patienten, die einen künstlichen Gelenkersatz erhalten haben, haben wir festgestellt, daß etwa ein Drittel überhaupt keinen Sport betreibt, während die restlichen zwei Drittel der Patienten sehr wohl sportlich aktiv sind. Die Gründe für die sportliche Inaktivität waren gereiht nach der Häufigkeit: keine Zeit, zu anstrengend (häufig adipöse Patienten) und Schmerzen, vor allem im Bereich der Wirbelsäule, der Kniegelenke oder der Hüfte der nicht operierten Seite.

Zu den Aktivitäten, die am häufigsten von Patienten mit künstlichem Hüftgelenkersatz angegeben werden, zählen Radfahren, Schwimmen und Bergwandern. Sportarten, die ebenfalls sehr gerne ausgeführt werden, sind Schifahren, Langlaufen und Tennis, wobei hier vor allem das Spiel im Doppel bevorzugt wird. Grundsätzlich ist festzustellen, daß Sportarten, die bereits präoperativ ausgeübt wurden und die auch nach der Operation mit einer gewissen Sicherheit und mit technisch korrekten Bewegungsabläufen ausgeführt werden, durchaus erlaubt werden können. Mit den Materialkombinationen Polyäthylen-Metall bzw. Polyäthylen-Keramik wurden bei erhöhter Beanspruchung auch erhöhte Abriebwerte festgestellt. Inwieweit die modernen Gleitpaarungen tatsächlich die in sie gesetzten Erwartungen bezüglich hoher Beanspruchung und Haltbarkeit erfüllen können, wird sich erst in Zukunft erweisen [17].

Schlußfolgerung

Der moderne Gelenkersatz ist heute zu einem Routineeingriff geworden, der eine hohe Wahrscheinlichkeit an langfristiger Effizienz und Haltbarkeit erwarten läßt. Dies darf aber nicht dazu führen, daß mit der Indikation zur Operation leichtfertig umgegangen wird. Es sollte immer die gesamte Palette der orthopädisch-konservativen Therapie sowie die Möglichkeit von gelenkerhaltenden Eingriffen ins Auge gefaßt werden und erst bei Scheitern all dieser Maßnahmen die Implantation eines künstlichen Gelenkes als letzter Schritt der Behandlungspalette in Betracht gezogen werden.

Literatur:

1. Knahr K, Pinggera O. Der operative Gelenkersatz beim geriatrischen Patienten. In: Böhmer F, Rhomberg HP, Weber E (Hg). Grundlagen der Geriatrie. Verlagshaus der Ärzte, Wien, 2002; 504–11.
2. Dudkiewicz I, Salai M, Ganel A, Blankstein A, Chechik A. Total hip arthroplasty in patients younger than 30 years of age following developmental dysplasia of hip (DDH) in infancy. Arch Orthop Trauma Surg 2002; 122: 139–42.
3. Knahr K, Kryspin-Exner I, Jagsch R, Freilinger W, Kasperek M. Beurteilung der Lebensqualität vor und nach Implantation einer Hüft-Totalendoprothese. Z Orthop 1998; 136: 321–9.
4. Collis DK, Mohler CG. Comparison of clinical outcomes in total hip

- arthroplasty using rough and polished cemented stems with essentially the same geometry. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 586–92.
5. Havelin LI, Engesaeter LB, Espehaug B, Furnes O, Lie SA, Vollset SE. The Norwegian arthroplasty register: 11 years and 73.000 arthroplasties. *Acta Orthop Scand* 2000; 71: 337–53.
 6. Kale AA, Della Valle CJ, Frankel VH, Stuchin SA, Zuckerman JD, Di Cesare PE. Hip arthroplasty with a collared straight cobalt-chrome femoral stem using second-generation cementing technique: a 10-year-average follow-up study. *J Arthroplasty* 2000; 15: 187–93.
 7. Gröbl A, Chiari C, Gruber M, Kaiser A, Gottsauner-Wolf F. Cementless total hip arthroplasty with a tapered, rectangular titanium stem and a threaded cup. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84 (suppl A): 425.
 8. Manley MT, Capello WN, D'Antonio JA, Edidin AA, Geesink RG. Fixation of acetabular cups without cement in total hip arthroplasty. A comparison of three different implant surfaces at a minimum duration of follow-up of five years. *J Bone Joint Surg Am* 1998; 80: 1175–85.
 9. Hofmann AA, Feign ME, Klauser W, VanGorp CC, Camargo MP. Cementless primary total hip arthroplasty with a tapered, proximally porous-coated titanium prosthesis: a 4- to 8-year retrospective review. *J Arthroplasty* 2000; 15: 833–9.
 10. Engh CA Jr, Culpepper WJ 2nd, Engh CA. Long-term results of use of the anatomic medullary locking prosthesis in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79: 177–84.
 11. Brown EC 3rd, Lachiewicz PF. Precoated femoral component in total hip arthroplasty. Results of 5- to 9-year followup. *Clin Orthop* 1999; 364: 153–9.
 12. Meding JB, Ritter MA, Keating EM, Faris PM, Edmondson K. A comparison of collared and collarless femoral components in primary cemented total hip arthroplasty: a randomized clinical trial. *J Arthroplasty* 1999; 14: 123–30.
 13. Rieker C, Oberholzer S, Wyss U (eds.). *World Tribology Forum in Arthroplasty*. Hans Huber, Bern-Göttingen-Toronto-Seattle 2001.
 14. Rieker C, Windler M, Wyss U. *Metasul, a metal-on-metal bearing*. Hans Huber, Bern-Göttingen-Toronto-Seattle 1999.
 15. Thomsen M, Willmann G. Keramische Gleitpaarungen in der Orthopädie. *Orthopäde* 2003; 32: 11–6.
 16. Crowninshield RD, Laurent MP, Yao JQ, Bhambri SK, Gsell RA, Gilbertson LN, Swarts DF. Cross-linking to improve THR wear performance. *Hip Intern* 2002; 12: 103–7.
 17. Niederle P, Knahr K. Sport und künstlicher Gelenkersatz. Vortrag Süddeutscher Orthopädenkongreß, 1.–4. Mai 2003, Baden-Baden.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

☒ [Bilddatenbank](#)

☒ [Artikeldatenbank](#)

☒ [Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ [Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)