

Fritz Thorey<sup>1</sup>

# Rückkehr zum Sport nach Hüftendoprothese

## *Return to sports after total hip arthroplasty*

**Zusammenfassung:** Das Ziel einer Total-Endoprothese (TEP) des Hüftgelenks ist die Schmerzlinderung, und nicht, bessere Sportler zu machen. Der moderne Patient möchte zurück zu Freizeitaktivitäten und Sport. Aktuell gibt es keinen Konsens zur sicheren Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität, jedoch dienen ein gutes chirurgisches Ermessen sowie ein gesunder Menschenverstand des Patienten als adäquate Richtlinien. Mit der Zunahme von jungen und aktiven Patienten mit Gelenkersatz hat in den letzten Jahren auch die Frage nach einer Teilnahme an sportlichen Aktivitäten nach einer Hüft-TEP an Relevanz gewonnen. Dieser Artikel erörtert Operations-, Implantat- und Sport-bezogene Faktoren, und diskutiert die derzeit verfügbaren Richtlinien, die von den Ärzten bei der Patientenberatung zur Rückkehr in den Sport nach Hüft-TEP berücksichtigt werden sollten. Aktuelle Evidenz zu einer angemessenen Teilnahme an sportlicher Aktivität nach Hüft-TEP wird ebenso erörtert. Patienten sollten zu einem aktiven Alltag nach dem Einsatz einer totalen Gelenkprothese ermuntert werden, dies beinhaltet auch die Wiederaufnahme sportlicher Betätigungen. Hierzu sollten der Allgemeinzustand des Patienten, die bereits erlangten sportlichen Erfahrungen, der chirurgische Zugang, die Implantat-Eigenschaften und die speziellen Anforderungen einer Sportart berücksichtigt werden.

*Schlüsselwörter:* Hüftendoprothetik, Sport, Aktivität

### Zitierweise

Thorey F: Rückkehr zum Sport nach Hüftendoprothese. OUP 2016; 6: 348–352 DOI 10.3238/oup.2016.0348–0352

**Summary:** The goal of total hip replacement is to relieve pain and to bring back patients to normal activity. Still, the modern patient is likely to return to recreation and sports. The issue of athletic participation after hip arthroplasty has become more relevant in recent years, with an increase in the number of young and active patients receiving joint replacements. The article reviews patient surgery, implant and sports related factors and discusses currently available guidelines that should be considered by the surgeon when counseling patients regarding a return to athletic activity after total joint arthroplasty. Current evidence regarding appropriate athletic participation after total hip arthroplasty is also reviewed. Patients should be encouraged to be active after total joint arthroplasty, and this may include participation in athletic activity. Patient and surgeon should consider the patient's general health, previous athletic experience, surgical approach, implant characteristics, and the demands of a particular sport when determining whether participation in that sport is advisable.

*Keywords:* total hip replacement, sport, activity

### Citation

Thorey F: Return to sports after total hip arthroplasty. OUP 2016; 6: 348–352 DOI 10.3238/oup.2016.0348–0352

## Einleitung

Die Indikation für eine Total-Endoprothese des Hüftgelenks wird mittlerweile auch bei jüngeren und aktiven Patienten häufiger gestellt. Viele dieser aktiven Patienten möchten auch nach einem Gelenkersatz weiterhin ihrer sportlichen Betätigung nachgehen. Die behandelnden Chirurgen müssen sich der Literatur zu Sport nach Gelenkersatz be-

wusst sein, um ihre Patienten angemessen beraten zu können.

Das Ziel dieses Artikels ist es, sowohl einen Überblick über die Erfahrungen zur sportlichen Aktivität nach Gelenkersatz zu geben, mit Schwerpunkt auf sportliche Aktivitäten und die Auswirkung auf das Ergebnis nach Endoprothetik, als auch Richtlinien für den Chirurgen in der Beratung der Patienten zu Sport nach Hüft TEP zu erstellen.

## Einflussfaktoren

### Patienten Faktoren

Der Vorteil sportlicher Aktivität nach dem Einsatz einer Hüft-TEP ist unbestritten. Zusätzlich zur psychischen Zufriedenheit, die nach einer sportlichen Betätigung eintritt, zeigen sich ein muskulärer Kraftzuwachs, Verbesserung der Koordination und der Ba-

<sup>1</sup> Internationales Zentrum für Hüft-, Knie- und Fußchirurgie, Sportmedizin, ATOS Klinik Heidelberg

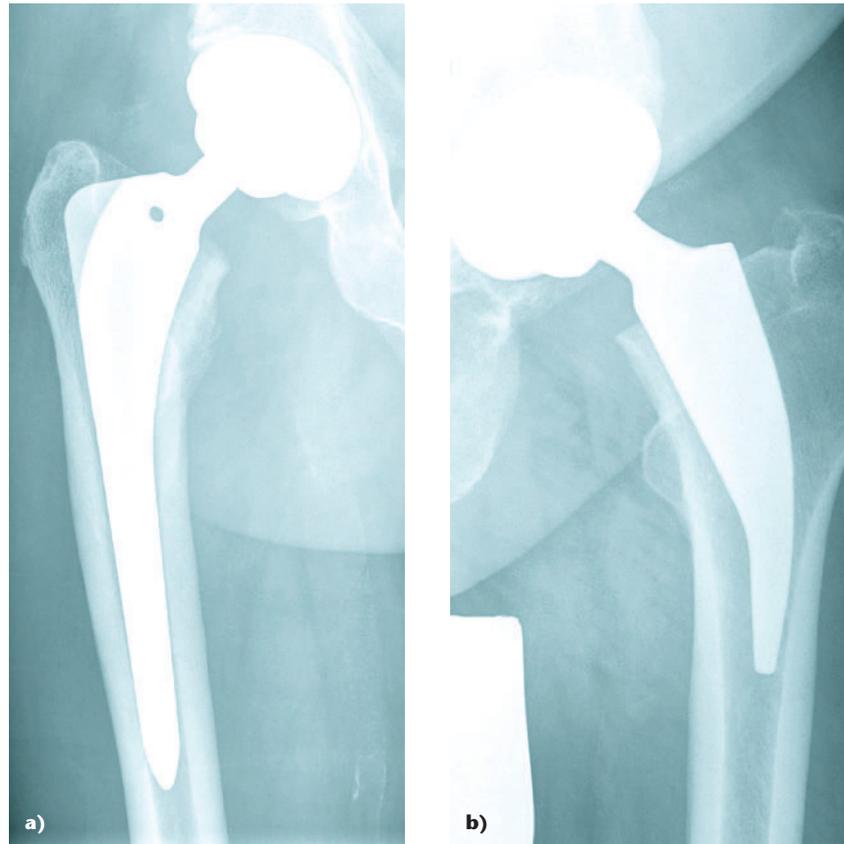
lance sowie eine Steigerung der Ausdauer und der Propriozeption. Dies alles führt zu einer besseren Körperkontrolle und damit zur Risikominderung von Verletzungen durch einfache Stürze oder sonstige Traumata. Studien kommen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass ein totaler Gelenkersatz dem Patienten wieder ein hohes Maß an sportlicher Aktivität und aktiver Freizeitgestaltung ermöglicht. Darüber hinaus wurden Personen mit einer relativ bewegungsarmen Lebensweise vor der Operation nach dem Eingriff sportlich aktiver [1, 2]. Eine Studie von Visuri und Honkanen zeigt, dass bei Patienten nach einer Hüft-TEP die Teilnahme an gelenkschonenden Sportarten wie z.B. Walking, Schwimmen, Radfahren und Skilanglauf signifikant steigt. Der wichtigste Faktor für die Aufnahme sportlicher Aktivität nach einem Gelenkersatz ist die sportliche Betätigung vor der Operation [3, 4].

### Chirurgische Faktoren

Chirurgische Faktoren können eine Auswirkung auf die Fähigkeit des Patienten zur sportlichen Aktivität haben. So kann z.B. der chirurgische Zugang zum Hüftgelenk zu einer zeitweisen oder langfristigen postoperativen Muskelschwäche führen. Diese kann beispielsweise beim direkt lateralen Zugang auftreten, der das partielle Ablösen der Abduktoren vom großen Trochanter erfordert. Dieser Aspekt kann die sportliche Aktivität beeinflussen, da die Funktion der Abduktoren sehr wichtig für viele Sportarten ist. Auf der anderen Seite steht die geringe Rate an Dislokationen nach einem antero-lateralen oder direkt lateralen Zugang. Dies macht diese Techniken zu attraktiven Optionen für alle Patienten, die nach dem Eingriff wieder eine Aufnahme ihrer sportlichen Aktivitäten planen [5, 6].

Laut früheren Studien besteht beim posterioren Zugang zur Hüfte ein höheres Dislokationsrisiko als beim anterioren Zugang. Jedoch zeigen jüngste Berichte, dass das Risiko einer Dislokation von 4–6 %, mit einer Kapselrekonstruktion auf < 1 % verringert werden kann [7, 8].

Der direkt anteriore Zugang ermöglicht eine muskuläre Schonung, jedoch ist ein spezielles Instrumenta-



**Abbildung 1a–b** Total-Endoprothese des Hüftgelenks **a)** Standardprothese (Diaphysäre Verankerung), **b)** Kurzschafthoprothese

rium erforderlich, was vielen Chirurgen nicht vertraut ist. Bei der Wahl des chirurgischen Zugangs sind die wichtigsten Ziele die korrekte Ausrichtung der Komponenten, die Orientierung und die Größenbestimmung. Bei diesen Aspekten sollten keine Abstriche zugunsten eines speziellen chirurgischen Zugangs gemacht werden.

Zum jetzigen Zeitpunkt zeigen Studien keine verbesserte Fähigkeit zur sportlichen Betätigung nach einem speziellen Zugang bei der Hüftgelenkdarstellung. Bei Langzeitergebnissen wurden keine Unterschiede im Vergleich von neueren minimalinvasiven Gelenkzugängen zu den mehr traditionellen Zugangsmethoden festgestellt.

Jedoch ist es möglich, dass chirurgische Techniken, die eine Beeinträchtigung der muskulotendinösen Anatomie verhindern oder minimieren, einigen Patienten eine höhere Fähigkeit zur Sportaktivität nach Hüft-TEP ermöglichen können.

### Implantat-Faktoren

Ein katastrophales Implantatversagen war ein häufiges Thema bei der ersten Generation des Gelenkersatzes. Die Einführung von härteren und biologisch verträglicheren Metall-Legierungen wie Kobaltd-Chrome und Titan minimierten einen Teil der Komplikationen, und die Einbringung von neueren Polyethylenen hatte die Rate der volumetrischen Abnutzung sowie der Osteolyse signifikant gesenkt [9–11].

Andere Studien zeigten ein größeres Risiko von Implantatversagen bei zementierten azetabulären Komponenten in jüngeren, aktiveren Individuen. Daher sollte diese spezielle Fixationsmethode bei dieser Patientenpopulation vermieden werden. Eine ausgezeichnete Fixierung mit einer niedrigen aseptischen Lockerungs-Rate wurde sowohl über die azetabulären Press-fit-Komponenten als auch über die femoralen Press-fit-Komponenten berichtet [12–16].

Empfohlen/Erlaubt	Erlaubt mit Vorkenntnissen	Nicht empfohlen	Ohne Konsens
Hometrainer Krocket Tanzen Golf Sportschießen Schwimmen Tennis (Doppel) Walking	Low-impact-Aerobic Radfahren Bowling Kanufahren Wandern Reiten Skilanglauf	High-impact-Aerobic Baseball/Softball Basketball Fußball Gymnastik Handball Hockey Jogging Squash Klettern Tennis	Jazz Dance Fechten Eislaufen Inline-Skating Rudern Speed Walking Ski alpin Gewichtheben Krafttraining

**Tabelle 1** Aktivitäten nach Hüft-TEP (1999 Hip Society Umfrage) [35, 36]

Hier ist gerade die Verwendung alternativer Gleitpaarungen zu diskutieren, um die Gefahr von Abrieb und aseptischer Lockerung weiter zu vermindern. Dieses schließt Metall-Metall-, Keramik- und hochvernetztes Polyethylen-Implantate mit ein. Bereits bekannt ist, dass Metall-Metall-Gleitpaarungen ionisch angereicherte Abriebpartikel erzeugen, deren Verbleib im Gewebe bedenklich ist [17, 18]. Keramik-Keramik-Gleitpaarungen zeigen aktuell exzellente Haltbarkeitsraten. Bei den ersten Generationen in der Vergangenheit wurde jedoch auch über Frakturen und Versagen bei schlag- oder stoßartiger Beanspruchung während sportlicher Betätigung berichtet [19–22]. Hochvernetztes Polyethylen zeigte eine niedrige Abrieb-rate, aber ebenso ein erhöhtes Frakturrisiko durch eine vermehrte Brüchigkeit verglichen mit konventionellem Polyethylen [23–26]. Diese alternativen Gleitpaarungen können zu einer verbesserten Lebensdauer und Funktion der Hüftgelenkprothesen in jüngeren und aktiveren Personen führen. Dennoch muss dieses mit einem erhöhten Frakturrisiko bei Impact-Sportarten abgewogen werden. Demnach sollte die Auswahl der Oberflächen individuell für den Patienten, sein sportliches Niveau und seine Vorstellungen zur sportlichen Tätigkeit zugeschnitten sein.

### Sport-Faktoren

Grundsätzlich muss die Beanspruchung der Gelenke durch die spezifische Sportart vom Chirurgen sorgfältig in die Überlegungen einbezogen werden, wenn der Patient über die Wiederaufnahme sportlicher Aktivität nach Hüft-TEP beraten

wird. Das Ausmaß der Belastung, das auf das prothetisch versorgte Gelenk während der sportlichen Bewegung weitergegeben wird, die Anzahl wiederholender Bewegungen, das Sturzrisiko und Kontakt zu anderen Oberflächen haben einen Einfluss auf die Langlebigkeit des Implantats. Patienten sollten über diese Risiken ausführlich aufgeklärt werden, ehe sie die gewünschte Sportart beginnen oder wieder aufnehmen.

### Diskussion

Es existiert hinreichend Literatur, die eine sichere Teilnahme an einer Reihe sportlicher Aktivitäten nach Hüft-TEP empfiehlt. Verschiedene Studien zeigen keinen negativen Effekt bei hochaktiven Patienten und athletisch sportlichem Niveau in Bezug auf klinisches Outcome und Haltbarkeit der Komponenten [27–31]. Cornell und Ranawat [27] berichten in einem 10-Jahres-Follow-up aller zementierter Hüftimplantate bei Patienten, die jünger als 50 Jahre sind. Es wurden lediglich 2 Revisionen wegen aseptischer Lockerung in 101 Hüften gefunden, was den Schluss zulässt, dass ein hohes Aktivitätsniveau keine negativen Auswirkungen auf das klinische Outcome der Hüftendoprothese hat. Ritter und Meding [29] analysierten ihre Patienten in einem Follow-up nach mindestens 3 Jahren und fanden heraus, dass gelenkschonende Sportarten wie Walking, Golf und Bowling keinen negativen Effekt auf das Outcome von Hüftendoprothesen haben. Zudem zeigen mehrere Studien geringere Raten radiologischer und klinischer Lockerung mit Revisionsbedarf

in aktiven Patienten, verglichen mit einer bewegungsärmeren Kontrollgruppe [29–31]. Demnach scheinen diese Resultate überraschend in Anbetracht wissenschaftlicher Evidenz, dass Abnutzung durch Beanspruchung erfolgt. Die Befürworter von sportlicher Bewegung nach einer Hüftendoprothese argumentieren, dass die adäquate Belastung der Knochen vorteilhaft für die Langlebigkeit von gut fixierten eingewachsenen Komponenten ist und zudem Vorteile für das muskuloskeletale System in Form von Verbesserung der Festigkeit, Ausdauer und Propriozeption mit sich bringt; was die negative Auswirkung einer stärkeren Oberflächenabnutzung wieder aufhebt [4].

Diejenigen, die gegen eine übermäßige aggressive sportliche Betätigung und hochaktive körperliche Bewegung nach Hüftendoprothese argumentieren, zitieren ansteigende Raten von Abnutzung, Revisionen bei aseptischer Lockerung und ein erhöhtes Potenzial für Unfälle, welche zu Frakturen oder Dislokationen führen. In der häufig zitierten Studie von Kilgus et al. [32] werden schlechte Langzeitergebnisse und höhere Revisionsraten bei den aktivsten Patientengruppen berichtet. Negative Effekte aufgrund erhöhter Aktivität wurden bei Total-Hüftgelenkersatz-Patienten bis über 10 Jahre postoperativ nicht beobachtet [33]. Eine andere Studie berichtet über eine signifikant höhere Revisionsrate bei jüngeren Patienten im Vergleich zu der älteren und bewegungsärmeren Vergleichsgruppe und führt diesen Unterschied auf die höhere Aktivität der jüngeren Gruppe zurück [4].

Obwohl die Rate der periprothetischen Frakturen steigt, gibt es nur wenige Publikationen über Traumata, die in periprothetischen Frakturen und Dislokationen oder einem von beiden als Resultat einer sportlichen Aktivität nach Hüftgelenkersatz endeten [34]. Patienten, die eine Hochrisiko- oder Kontakt-Sportart durchführen, sollten ausführlich über die potenziellen Konsequenzen einer periprothetischen Fraktur oder Dislokation aufgeklärt werden.

Obwohl bis dato kein Konsens besteht, gibt es 3 separate Übersichten von erfahrenen Endoprothetikern mit relativ ähnlichen Richtlinien zur Rückkehr in den Sport nach Hüftgelenkersatz [35, 36]. Eine Reihe von Sport- und Freizeitaktivitäten wurde als „sehr empfehlenswert“, „empfehlenswert“ und „nicht empfehlenswert“ sowie „nicht geeignet“ klassifiziert. Ebenso kann die sportliche Aktivität am Wirkungsgrad klassifiziert werden: „high impact“, „intermediate impact“ oder „low impact“. Generell sind alle Sportarten mit low impact nach einer Total-Hüftendoprothese erlaubt; bei Vorkenntnissen des Patienten – jedoch mit Einschränkungen – erlaubt sind Intermediate-impact-Aktivitäten. Als nicht geeignet werden alle Sportarten der Einstufung high impact erachtet (Tab. 1).

## Empfehlungen

In einer 2005 veröffentlichten Arbeit stellten Clifford und Mallon [37] ihre Richtlinien vor, basierend auf verfügbarer Literatur zu Sport und Übungen nach totaler Hüftendoprothese. Low-

impact-Aktivitäten sind empfehlenswert für alle Patienten, da sie die Verbesserung des Allgemeinzustands und der kardiovaskulären Fitness unterstützen. Diese Aktivitäten, die Golf, Schwimmen, Walking, Training mit Heimfahrrad, Laufband oder Cross-Trainer einschließen, steigern die Kondition und Flexibilität mehr, als dass sie eine Belastung bei der körperlichen Aktivität sind.

Aktivitäten mit der Einstufung als „potentially low impact“, wie Radfahren, Speed walking, Langlauf, Tanzen, Pilates und Rudern setzen Patienten mit einer guten Kondition, Balance und Propriozeption voraus. Diese Patienten sollten regelmäßig beim behandelnden Arzt kontrolliert werden. Bei Sportarten dieser Klassifizierung sollte der Schwerpunkt der Übungen auf der Wiederholungsrate mit geringen Widerständen liegen [38].

Aktivitäten der Stufe intermediate impact, wie Tennis, Wandern, Skifahren und Snowboarding, Gewichtheben, Eislaufen, Inlineskaten und Low-impact-Aerobic, sind für eine ausgewählte Gruppe von Patienten erlaubt. Eine exzellente körperliche Kondition sowie Vorkenntnisse in der jeweiligen Sportart sind in dieser Gruppe unabdingbar, um das Risiko einer Beschädigung oder zu schnellen Abnutzung der Implantatoberflächen zu vermeiden. Das zusätzliche Tragen von Orthesen kann das künstliche Gelenk vor Aufprall und Belastung schützen.

Letztendlich sollten die meisten Patienten mit einer totalen Hüft-Endoprothese auf keinen Fall Sportarten der High-impact-Klasse durchführen, ein-

schließlich jener Sportarten, die ein hohes Kontaktrisiko haben. Hierzu zählen Rennen, High-impact-Aerobic, die meisten Ballsportarten, Kampfsport und Klettern. Bei diesen Sportarten ist die Gefahr eines Unfalls, und damit einer Revision, sehr hoch einzuschätzen. Nichtsdestotrotz kommt mit der Einführung neuer Implantate und der jüngeren Patientenpopulation immer mehr der Wunsch bei Patienten auf, auch solche Aktivitäten nach einem Gelenkersatz ausführen zu wollen. Hierzu sollte eine ausführliche und sachgemäße Aufklärung über das hohe Risiko erfolgen.

## Zusammenfassung

Patienten sollten zur körperlichen Betätigung einschließlich sportlicher Aktivitäten nach einer totalen Hüftendoprothese ermuntert werden. Patient und Arzt sollten gemeinsam, unter den Aspekten des Allgemeinzustands des Patienten, seinen bisherigen sportlichen Erfahrungen, dem chirurgischen Zugang zum Gelenk sowie den Anforderungen an das Implantat und der sportbedingten Bewegungsmuster eine geeignete Sportart finden. OUP

**Interessenkonflikt:** Keine angegeben

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Fritz Thorey  
Internationales Zentrum für Hüft-,  
Knie- und Fußchirurgie, Sportmedizin  
ATOS Klinik Heidelberg  
Bismarckstraße 9–15  
69115 Heidelberg  
thorey@atos.de

## Literatur

1. Diduch DR, Insall JN, Scott WN, Scuderi GR, Font-Rodriguez D: Total knee replacement in young, active patients. Long-term follow-up and functional outcome. *J Bone Joint Surg Am* 1997; 79: 575–582
2. Visuri T, Honkanen R: Total hip replacement: its influence on spontaneous recreation exercise habits. *Arch Phys Med Rehabil* 1980; 61: 325–328
3. Bradbury N, Borton D, Spoo G, Cross MJ: Participation in sports after total knee replacement. *Am J Sports Med* 1998; 26: 530–535
4. Dubs L, Gschwend N, Munzinger U: Sport after total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 1983; 101: 161–169
5. Matta JM, Shahrar C, Ferguson T: Single-incision anterior approach for total hip arthroplasty on an orthopaedic table. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 441: 115–124
6. Siguier T, Siguier M, Brumpt B: Mini-incision anterior approach does not increase dislocation rate: a study of 1037 total hip replacements. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 426: 164–173
7. Pellicci PM, Bostrom M, Poss R: Posterior approach to total hip replacement using enhanced posterior soft tissue repair. *Clin Orthop Relat Res* 1998; 355: 224–228
8. White RE, Jr., Forness TJ, Allman JK, Junick DW: Effect of posterior capsular repair on early dislocation in primary total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res* 2001; 393: 163–167
9. Gordon AC, D'Lima DD, Colwell CW Jr: Highly cross-linked polyethylene in total hip arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2006; 14: 511–523

10. Kwon MS, Kuskowski M, Mulhall KJ, Macaulay W, Brown TE, Saleh KJ: Does surgical approach affect total hip arthroplasty dislocation rates? *Clin Orthop Relat Res* 2006; 447: 34–38
11. Martell JM, Verner JJ, Incavo SJ: Clinical performance of a highly cross-linked polyethylene at two years in total hip arthroplasty: a randomized prospective trial. *J Arthroplasty* 2003; 18: 55–59
12. Butler JB, Lansky D, Duwelius PJ: Prospective evaluation of total hip arthroplasty with a cementless, anatomically designed, porous-coated femoral implant: mean 11-year follow-up. *J Arthroplasty* 2005; 20: 709–716
13. Digas G, Karrholm J, Thanner J, Malchau H, Herberts P: The Otto Aufranc Award. Highly cross-linked polyethylene in total hip arthroplasty: randomized evaluation of penetration rate in cemented and uncemented sockets using radiostereometric analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 429: 6–16
14. Eskelinen A, Remes V, Helenius I, Pulkkinen P, Nevalainen J, Paaovolainen P: Uncemented total hip arthroplasty for primary osteoarthritis in young patients: a mid-to long-term follow-up study from the Finnish Arthroplasty Register. *Acta Orthop* 2006; 77: 57–70
15. Grant P, Aamodt A, Falch JA, Nordsletten L: Differences in stability and bone remodeling between a customized uncemented hydroxyapatite coated and a standard cemented femoral stem A randomized study with use of radiostereometry and bone densitometry. *J Orthop Res* 2005; 23: 1280–1285
16. Salvi AE, Grappiolo G, Moraca G, Spotorno L: First implant acetabular components: historical aspects, a comparison of models and a review of the literature. *Chir Organi Mov* 2005; 90: 323–337
17. Reigstad O, Siewers P, Rokkum M, Espehaug B: Excellent long-term survival of an uncemented press-fit stem and screw cup in young patients: follow-up of 75 hips for 15–18 years. *Acta Orthop* 2008; 79: 194–202
18. Ziaee H, Daniel J, Datta AK, Blunt S, McMinn DJ: Transplacental transfer of cobalt and chromium in patients with metal-on-metal hip arthroplasty: a controlled study. *J Bone Joint Surg Br* 2007; 89: 301–305
19. Brodner W, Grohs JG, Bancher-Todesca D et al.: Does the placenta inhibit the passage of chromium and cobalt after metal-on-metal total hip arthroplasty? *J Arthroplasty* 2004; 19: 102–106
20. Clarke IC: Role of ceramic implants. Design and clinical success with total hip prosthetic ceramic-to-ceramic bearings. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 282: 19–30
21. Knahr K, Bohler M, Frank P, Plenk H, Salzer M: Survival analysis of an uncemented ceramic acetabular component in total hip replacement. *Arch Orthop Trauma Surg* 1987; 106: 297–300
22. Nizard RS, Sedel L, Christel P, Meunier A, Soudry M, Witvoet J: Ten-year survivorship of cemented ceramic-ceramic total hip prosthesis. *Clin Orthop Relat Res* 1992; 282: 53–63
23. Barrack RL, Burak C, Skinner HB: Concerns about ceramics in THA. *Clin Orthop Relat Res* 2004; 429: 73–79
24. Glyn-Jones S, Isaac S, Hauptfleisch J, McLardy-Smith P, Murray DW, Gill HS: Does highly cross-linked polyethylene wear less than conventional polyethylene in total hip arthroplasty? A double-blind, randomized, and controlled trial using roentgen stereophotogrammetric analysis. *J Arthroplasty* 2008; 23: 337–343
25. Jacobs CA, Christensen CP, Greenwald AS, McKellop H: Clinical performance of highly cross-linked polyethylenes in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 2779–2786
26. Olyslaegers C, Defoort K, Simon JP, Vandenberghe L: Wear in conventional and highly cross-linked polyethylene cups: a 5-year follow-up study. *J Arthroplasty* 2008; 23: 489–494
27. Cornell CN, Ranawat CS: Survivorship analysis of total hip replacements. Results in a series of active patients who were less than fifty-five years old. *J Bone Joint Surg Am* 1986; 68: 1430–1434
28. Ries MD, Pruitt L: Effect of cross-linking on the microstructure and mechanical properties of ultra-high molecular weight polyethylene. *Clin Orthop Relat Res* 2005; 440: 149–156
29. Ritter MA, Meding JB: Total hip arthroplasty. Can the patient play sports again? *Orthopedics* 1987; 10: 1447–1452
30. von Stempel A, Wirth CJ, Gosse F: [Post-traumatic recurrent hip joint dislocation]. *Unfallchirurg* 1992; 95: 298–300
31. Widhalm R, Hofer G, Krugluger J, Bartalsky L: [Is there greater danger of sports injury or osteoporosis caused by inactivity in patients with hip prosthesis? Sequelae for long-term stability of prosthesis anchorage]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1990; 128: 139–143
32. Kilgus DJ, Moreland JR, Finerman GA, Funahashi TT, Tipton JS: Catastrophic wear of tibial polyethylene inserts. *Clin Orthop Relat Res* 1991: 223–231
33. Gschwend N, Frei T, Morscher E, Nigg B, Loehr J: Alpine and cross-country skiing after total hip replacement: 2 cohorts of 50 patients each, one active, the other inactive in skiing, followed for 5–10 years. *Acta Orthop Scand* 2000; 71: 243–249
34. Malchau H, Herberts P, Ahnfelt L: Prognosis of total hip replacement in Sweden. Follow-up of 92,675 operations performed 1978–1990. *Acta Orthop Scand* 1993; 64: 497–506
35. Healy WL, Iorio R, Lemos MJ: Athletic activity after joint replacement. *Am J Sports Med* 2001; 29: 377–388
36. McGrory BJ: Periprosthetic fracture of the femur after total hip arthroplasty occurring in winter activities: report of two cases. *J Surg Orthop Adv* 2004; 13: 119–123
37. Clifford PE, Mallon WJ: Sports after total joint replacement. *Clin Sports Med* 2005; 24: 175–186
38. Klein GR, Levine BR, Hozack WJ et al.: Return to athletic activity after total hip arthroplasty. Consensus guidelines based on a survey of the Hip Society and American Association of Hip and Knee Surgeons. *J Arthroplasty* 2007; 22: 171–175