

Chirurgische Interventionen am Skelett bei Morbus Paget

A. A. Kurth

Klinik und Poliklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg Universität Mainz

Schlüsselwörter

Morbus Paget, metabolische Knochenerkrankung, Frakturversorgung, Endoprothetik, Umstellungsosteotomie, Bisphosphonate

Zusammenfassung

Der Morbus Paget ist oftmals eine undiagnostizierte metabolische Erkrankung des Knochens. Die aus der Erkrankung resultierenden Knochenveränderungen führen zu ausgeprägten Problemen am Skelett. In dem vorliegenden Artikel sollen die chirurgischen Möglichkeiten dargestellt werden. Neben der modernen Frakturversorgung, spielen vor allem die Endoprothetik großer Gelenke, die Umstellungsosteotomien langer Knochen und chirurgische Interventionen an der Wirbelsäule eine Rolle. Neben den allgemeinen Vorbereitungen einer Operation muss immer auch an die Behandlung der zugrundeliegenden Erkrankung mit Bisphosphonaten gedacht werden, um postoperative Komplikationen zu vermeiden.

Korrespondenzadresse

Univ. Prof. Dr. med. Andreas A. Kurth
Klinik und Poliklinik für Orthopädie
Universitätsmedizin Mainz
Langenbeckstr. 1, 55131 Mainz
E-Mail: andreas.kurth@unimedizin-mainz.de

Keywords

Paget's disease, metabolic bone disease, surgical treatment of fractures, endoprosthesis, osteotomy, bisphosphonates

Summary

Paget's disease of bone, an often undiagnosed metabolic bone disease, can lead to dramatic skeletal changes with enlargement and bowing of the affected bones. The article gives an overview on recent perspectives on surgical treatment options. Fracture fixation, total joint replacements, osteotomies of long bones and spinal decompression are the most relevant surgical procedures in Paget's disease. Along with preoperative planning of the intervention itself, a pharmacological anti-paget treatment with bisphosphonates is mandatory to reduce peri- and postoperative complications.

Surgical treatment in Paget's disease of bone

Osteologie 2011; 20: 138–142
eingereicht: 16. Mai 2011
angenommen: 18. Mai 2011

Klinische Symptomatik des Morbus Paget aus orthopädischer Sicht

Knochen-, Gelenk- und Muskelschmerzen sind die häufigsten klinisch auffälligen Symptome, mit denen die Patienten sich vorstellen. Die verminderte mechanische Stabilität der Knochen führt, besonders in Bereichen statischer Belastung (Femur, Tibia), zu Deformierungen. Diese Krümmungen verursachen vermehrten mechanischen Stress, der schmerzhafte kortikale Fissuren und manifeste Frakturen zur Folge haben kann, die insbesondere an der Tibia, am Femurschaft und subtrochantär auftreten. Die Deformierungen, ebenso wie durch den M. Paget aufgetriebene Knochenoberflächen, verursachen Sekundärarthrosen an den angrenzenden Gelenken durch Ausbildung inkongruenter Gelenkflächen und Fehlstellungen. Die veränderte Statik führt zusätzlich zu Muskelfehlbelastungen, die Verkrampfungen und hartnäckige Muskelschmerzen zur Folge haben (4).

Orthopädische operative Interventionen beim Morbus Paget

Anhaltende Schmerzzustände, zunehmende Knochendeformierungen, pathologische Frakturen und Arthrosen sekundär zum M. Paget, vornehmlich der unteren Extremitäten, machen häufig eine symptomatische medikamentöse Schmerztherapie und die orthopädische Mitbehandlung der Patienten erforderlich. Mit konservativ physikalischen Maßnahmen, wie Krankengymnastik, Massage, Elektro- und Balneotherapie sowie mit lokalen Injektionen können günstige Ergebnisse bei den meisten betagten Patienten erreicht werden.

Der Morbus Paget des Knochens ist eine oftmals undiagnostizierte metabolische Knochenerkrankung, die ausgeprägte skelettale Veränderungen mit Deformitäten und Vergrößerung mit sich bringt.

Orthopäden und orthopädische Chirurgen sind häufig in Zusammenarbeit mit Hausärzten, Internisten, Endokrinologen und Rheumatologen in der Diagnose und der Behandlung von Patienten mit einem Morbus Paget der Knochen einbezogen. Orthopäden sind involviert bei diesen Patienten, um die definitive Diagnose zu stellen, bei der Aufklärung und Schulung der

Patienten und bei der Verordnung der medikamentösen und physikalischen Therapie. Des Weiteren werden orthopädische Chirurgen bei der chirurgischen Versorgung dieses schwierigen Patientengutes mit einbezogen. Aus diesem Grund sollten Orthopäden mit dem Krankheitsbild und allen Aspekten der Diagnose und der Therapie des Morbus Paget vertraut sein.

Einige Indikationen für chirurgische Interventionen beim Morbus Paget beinhalten Frakturen des Femurs sowie eine fortgeschrittene Arthrose der Hüft- und Kniegelenke. Bei neurologischen Symptomen aufgrund von Kompressionen durch Knochendeformierungen im Bereich des Spinalkanals müssen dekomprimierende Eingriffe an der Wirbelsäule durchgeführt werden (17).

Elektive orthopädische Eingriffe sollten von erfahrenen Kollegen in osteologischen Zentren durchgeführt werden (17).

Vor einer operativen Intervention sollte bei orthopädischen Operationen auf jeden Fall eine medikamentöse Anti-Paget-Therapie mit Bisphosphonaten erfolgen, um die Aktivität der Erkrankung zu reduzieren und einen übermäßigen Blutverlust zu vermeiden. Da der Paget-Knochen sehr viel stärker vaskularisiert ist als normaler Knochen, besteht dadurch ein erhöhtes Risiko für gesteigerten perioperativen Blutverlust. Obwohl eine präoperative Anti-Paget-Therapie in fast allen Reviews empfohlen wurde, ist diese nicht bei allen Studie erwähnt worden (1–3). Bisher wurde empfohlen, mindestens sechs Wochen bis drei Monate vor einer geplanten elektiven Operation eine medikamentöse Therapie einzuleiten (4).

Frakturen des Paget-Knochens

Pathologische Frakturen sind eine häufige Komplikation der Paget-Erkrankung. Deutliche Zunahme von Schmerzen in durch den Morbus Paget betroffenen Knochen können auf pathologische Frakturen hindeuten und sollten eine radiologische Diagnostik nach sich ziehen. Vor allem Skelettabschnitte mit hoher mechanischer Belastung, wie z. B. das proximale Femur, sind Prädispositionsstellen für Fissuren oder komplette Frakturen (13).

Indikation und präoperative Vorbereitung

Die Indikation zur operativen Versorgung sollte nach den grundlegenden Prinzipien der Frakturbehandlung des normalen Knochens gestellt werden (18). Eine lange Ruhigstellung

der betroffenen Extremität sollte vermieden werden, da es dadurch bei dem bereits in seiner Struktur geschwächten Knochen zu einer zusätzlichen Osteopenie kommt.

Eine möglichst frühzeitige operative Versorgung ist wegen der geringeren Pseudarthrosenrate anzustreben. (13)

Intraoperative Komplikationen

Die intraoperativen Schwierigkeiten sind gekennzeichnet durch einen im Frakturbereich sehr weichen Knochen, der eine schlechte Fixation des gewählten osteosynthetischen Materials bedingen kann. Zudem kommt es durch die Hypervaskularisierung des pagetoiden Knochens zu einer Zunahme der intra- und postoperativen Blutungsneigung. Dies muss bereits in der präoperativen Überwachung des Patienten berücksichtigt werden, da die Gefahr eines Kompartmentsyndroms vor allem bei Frakturen im Unterschenkelbereich erhöht ist.

Endoprothetik großer Gelenke

Orthopädisch-chirurgische Interventionen beim Morbus Paget sind am häufigsten notwendig, wenn es zu degenerativen Arthrosen der Hüfte oder des Kniegelenks kommt, die mit starken Schmerzen und eingeschränkter Mobilität einhergehen. Der Ersatz von Hüft- und Kniegelenken stellt eine erfolgreiche Intervention zur Herstellung der Mobilität der Patienten und der Schmerzreduktion dar (5–9). Insgesamt besteht eine sehr große Erfahrung beim Einsatz der Endoprothetik bei der Versorgung der sekundären Arthrose bei Patienten mit einem M. Paget. Wegen der verminderten mechanischen Belastbarkeit wurde bisher jedoch eine erhöhte Lockerungsrate vermutet (5, 6). In neueren Literaturstellen wurden aber über ähnliche Ergebnisse wie bei normalen Patienten berichtet, obwohl auch hier Risiken, heterotope Ossifikationen und Pseudarthrosen des Trochanter beschrieben wurden (7). Aus diesem Grund muss der Patient bei allen notwendigen Operationen darüber aufgeklärt werden, dass eine gesteigerte Rate an Pseudarthrosen berichtet wurde und da-

durch eine längere Rehabilitation notwendig sein kann.

Hüftendoprothetik

Das Becken und das proximale Femur sind die am häufigsten betroffenen Skelettregionen bei Morbus Paget mit einer Inzidenzrate von 20 bis 80 Prozent (1).

Als Folge resultieren Coxa vara, Varusdeformitäten des proximalen Femurs und Protrusio acetabuli. Es ist jedoch nicht gesichert, ob die Arthrose des Hüftgelenks bei Patienten mit Morbus Paget häufiger vorkommt als in der Normalbevölkerung, obwohl klinische Verläufe darauf schließen lassen.

Indikation und präoperative Vorbereitung

Die Indikation zur Hüftprothesenimplantation bei Patienten mit Morbus Paget und klinisch relevanten Symptomen im Bereich des Hüftgelenks ist nicht immer eindeutig zu stellen. So können die Schmerzen durch eine gesteigerte Aktivität der Erkrankung, durch aufgetretene Stressfrakturen und spinale Mitbeteiligung mit damit verbundenen Radiokulopathien bedingt sein. Auch sarkomatöse Veränderungen können zu kortikalen Erosionen und Weichteilinfiltrationen führen und dadurch Schmerzen auslösen (14).

Zur erweiterten Operationsvorbereitung gehört die Anfertigung einer Röntgenaufnahme des gesamten Femurs in zwei Ebenen, um eine eventuelle Achsfehlstellung des Knochens zu erkennen. Auch zeigen sich teilweise massive Sklerosezonen im Bereich des Schaftes, die ein Eröffnen des Markraumes erschweren. In diesem Fall sollte die Anwendung eines Hochfrequenzbohrers möglich sein (7).

Intraoperative Komplikationen

Die intraoperativen Herausforderungen bei der Implantation einer Hüftendoprothese in ein vom Morbus Paget befallenes Hüftgelenk sind gekennzeichnet durch die vermehrte Vaskularisierung des betroffenen Knochens, durch eine veränderte Knochenstruktur und durch mögliche Knochende-



Abb. 1 Röntgenbild eines Patienten mit einem schwach aktiven Morbus Paget des linken Femurs und einer Koxarthrose beidseits.



Abb. 2 Röntgenbild eines Patienten mit bekanntem Morbus Paget. Bei ihm wurde eine zementierte Hüftendoprothese in den Paget-Knochen implantiert, ohne Bisphosphonat-Therapie; Lockerung 16 Monate nach der Implantation; der Wechsel musste mit einer großen Revisionsendoprothese durchgeführt werden, da der Markraum ausgeprägt vergrößert war.

formitäten. Die Hypervaskularisierung führt zu verstärkter Blutung nach Eröffnen des Knochens und damit zu schlechteren Sichtverhältnissen in situ. Bei zementierten Pfannen gelingt es zudem nicht immer ausreichend, den Pfannenboden vor dem Einbringen des Zements trocken zu halten. In diesem Fall kann über die Implantation einer unzementierten Komponente nachgedacht werden. Parvizi et al. haben 2002 in einer 18 Patienten umfassenden retrospektiven Studie und einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von sieben Jahren exzellente klinische Ergebnisse und eine gute knöcherne Einheilung der unzementierten Komponenten gezeigt. Sie berichten über ein geringes Risiko für die Lockerung der Prothesenkomponenten innerhalb der ersten zehn Jahre (7). Auch Hozack et al. berichteten 1999 über gute 5-Jahres-Ergebnisse für unzementierte Hüft-TEPs (8).

Durch die beim Morbus Paget häufig auftretende Protrusio acatabuli kommt es zu einer Medialisierung des Hüftgelenkdrehpunkts und des „Offsets“. Dies kann einen knöchernen Aufbau des Pfannenbodens notwendig machen. Bei der Implantation gegen einen Paget-Knochen ist aufgrund der potenziell schlechteren Einheilung eine mögliche Lockerung der Pfanne durch die Fixierung mit mehreren Schrauben und die Herstellung eines guten peripheren Press-fit zu verhindern.

Die durch die knöchernen Veränderungen bedingten intraoperativen Schwierigkeiten im Bereich des Schafts sind ebenfalls vielfältig. Zu beachten ist hierbei nicht nur die erschwerte Schaftvorbereitung wegen des sklerotischen Knochens, sondern auch eine Schaftperforation durch eine weiche Kortikalis. Häufig liegt auch eine Varusdeformität mit vermehrter Antetorsion des

Femur-Schenkelhals-Winkels vor. Dies führt häufig zu varischer Fehlimplantation der Femurkomponente mit frühzeitiger Lockerung, Stress-Shielding im Bereich der Schaftspitze und möglicher Femurfraktur unterhalb des Implantats.

Nachbehandlung

Es gibt keine Studien, die die Frage der besseren Langzeitergebnisse von zementierten versus unzementierten Schäften beantwortet. Für beide Verfahren liegen jedoch Daten vor, die eine gute Osteointegration und niedrige Lockerungsraten innerhalb der ersten Jahre zeigen. Eine Implantation des Femurschafts in einen Knochen mit aktivem Morbus Paget kann zu vermehrter Osteolyse mit schneller Lockerung der Prothese führen (15). Aus diesem Grund ist eine regelmäßige postoperative Kontrolle der Aktivität des Morbus Paget zu fordern und gegebenenfalls rechtzeitig die medikamentöse Behandlung zu indizieren.

Ergebnisse

Die Implantation einer Hüftendoprothese bei Patienten mit einem Morbus Paget im Bereich des Hüftgelenks stellt eine gute operative Möglichkeit für die Behandlung der Arthrose oder der Schenkelhalsfraktur dar. Die publizierten Studien zeigen mehrheitlich gute bis exzellente klinische Ergebnisse bei guten 10-Jahres-Überlebensraten.

Knieprothesenimplantation

Im Vergleich zu Hüftprothesenimplantationen liegen für die Implantation von Knieprothesen wenige klinische Daten vor. Die Mitbeteiligung des Kniegelenks beim Morbus Paget ist zwar vier- bis zehnmal seltener als die Mitbeteiligung des Hüftgelenks, sie tritt jedoch immerhin bei zehn bis zwölf Prozent der Patienten auf.

Indikation und präoperative Vorbereitung

Am Kniegelenk kann die Differenzierung der Schmerzsymptomatik ebenfalls schwierig sein. Die Frage, ob es sich um Schmerzen handelt, die durch Arthrose

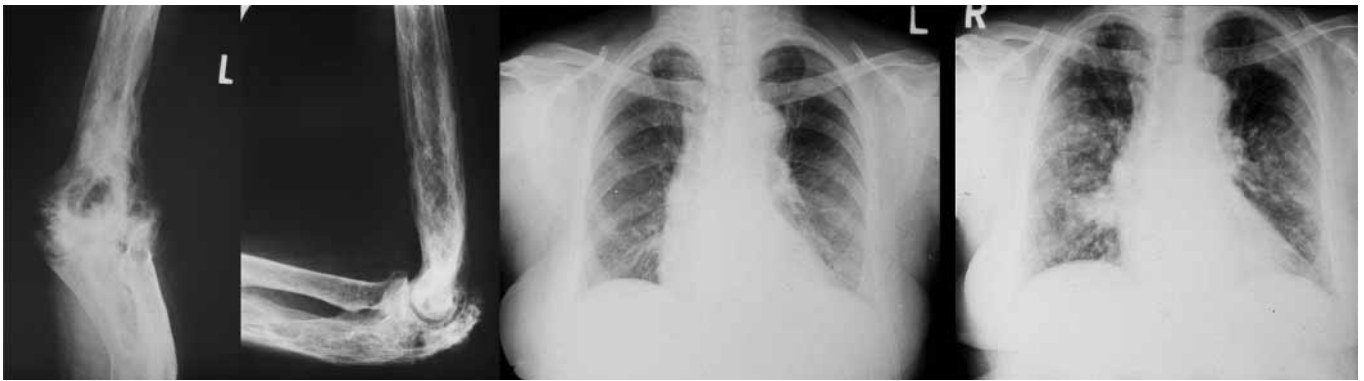


Abb. 3 Paget-Sarkom linke proximale Ulna mit zunehmenden Osteolysen und periostalen Destruktionen. Bereits bei Diagnose eingetretene Lungenmetastasierung des Paget-Sarkoms der linken Ulna.

bedingt oder aber durch den Paget-Knochen verursacht sind, lässt sich durch eine intraartikuläre Injektion von Lokalanästhetika eingrenzen. In der Mehrzahl der Fälle liegt bei Patienten mit Morbus Paget im Bereich des Knies eine Varusdeformität vor (9). Da es bei Paget-Mitbeteiligung im Bereich des Hüftgelenks auch am Knie zu ausgeprägten Deformitäten kommen kann, ist zur besseren präoperativen Planung eine Ganzbein-Röntgenaufnahme zu empfehlen. Weiterhin ist bei der präoperativen Planung zu berücksichtigen, dass durch eventuell bestehende unterschiedlich starke Beteiligung der Gelenkpartner an dem Morbus Paget unterschiedliche Größen von Prothesenkomponenten notwendig sind. Daher sollten variable Prothesentypen Verwendung finden, die dieses Vorgehen erlauben.

Ergebnisse

Die wenigen vorliegenden Studien zeigen trotz der genannten potenziellen Schwierigkeiten insgesamt gute Ergebnisse für die Implantation von Knieendoprothesen beim Morbus Paget. Broberg und Cass fanden 1986 bei sieben Knieendoprothesen, implantiert beim Vorliegen eines Morbus Paget, keinen signifikanten Unterschied im Ergebnis im Vergleich zu normalen Gonarthrosen (16). Die größte Studie umfasst 13 Patienten mit 16 Knieprothesenimplantationen bei einer Nachuntersuchungszeit von sieben Jahren. Die gefundenen Ergebnisse zeigen, dass die Knieprothesenimplantation bei der einen Morbus Paget begleitenden Gonarthrose ein gutes Verfahren darstellt, um die Funk-



Abb. 4 Deformierung der Tibia bei einem Morbus Paget. Diese Veränderungen führen zu Fehlbelastungen an den angrenzenden Gelenken. Entweder man führt eine Korrekturosteotomie durch oder man muss später die Gelenke mit Endoprothesen versorgen.

tion wiederherzustellen und die Symptome adäquat zu therapieren, ohne dass es zu vermehrten Lockerungsraten oder radiologischen Osteolysezeichen kommt (9).

Operative Behandlungen von Fehlstellungen bei Morbus Paget

Der Morbus Paget betrifft häufig ältere Menschen. In diesem Patientengut wird eine Achsfehlstellung in den unteren Extremitäten generell häufiger akzeptiert als bei jungen Patienten und rückt demnach nicht allzu häufig ins Blickfeld des Operateurs.

Osteotomien werden für Deformitäten sekundär zum M. Paget empfohlen, besonders wenn diese im Rahmen von Fissuren, einer Reizung oder einer Dehnung des Periosts zu Schmerzen geführt haben.

Berichte über den Einsatz einer Korrekturosteotomie mit externem Fixateur wurden als Herausforderung, aber dankbare Lösung und als erfolgreich beschrieben (10). In der untersuchten Serie wurde eine höhere Prävalenz von Komplikationen nach intramedullärer Nagelung und externer Fixation beschrieben. Auch hier wurde gemutmaßt, dass die Frakturheilung vor allem im Bereich des diaphysären Knochens protrahiert ist. Es liegt keine randomisierte Studie über die chirurgische Korrektur von Paget-Deformitäten vor.

Indikation und präoperative Vorbereitung

Für die Indikation einer Korrekturosteotomie von Paget-betroffenen Knochen ist eine sorgfältige Auswahl der Patienten notwendig, da die Schmerzsymptomatik auch für dieses Patientengut multifaktoriell sein kann.

Die Schmerzen können mechanischer Natur sein, aufgrund degenerativer Prozesse der angrenzenden Gelenke auftreten, durch Stressfrakturen bedingt sein oder von einem neu aktivierten Prozess der Grunderkrankung herrühren. Auch an die maligne Entartung des Morbus Paget ist bei neu auftretender Schmerzsymptomatik immer zu denken.

Nach Indikationsstellung ist eine gründliche präoperative Vorbereitung des Patienten notwendig. Hierzu gehören die genaue präoperative Planung der Osteotomie und die Auswahl des geeigneten Osteosynthesematerials.

Veränderungen der Wirbelsäule beim Morbus Paget

Die Wirbelsäule ist die zweithäufigste Lokalisation des Morbus Paget. Bei etwa einem Drittel der Patienten mit einem spinalen Befall durch den Paget treten spinale Stenosen mit den entsprechenden Symptomen auf (11).

Der Befall von Wirbelkörpern und das dadurch gehäufte Auftreten arthrotischer Veränderungen sind prädisponierende Faktoren für die Entstehung einer Spinalkanalstenose oder das Auftreten von Rückenschmerzen (12).

Bei etwa der Hälfte der betroffenen Patienten treten die Schmerzen im Bereich des Rückens auf und ein weiteres Drittel leidet unter Symptomen, die auf eine Spinalkanalstenose zurückzuführen sind (15). Die Lendenwirbelsäule – insbesondere LWK 4 und 5 – ist die am häufigsten betroffene Region der Wirbelsäule (12).

Neben einer Anti-Paget-Therapie sollte frühzeitig eine spinale Dekompression erfolgen, um dauerhafte neurologische Defizite zu vermeiden. Klare Aussagen zur Indikation von Wirbelsäulenoperationen gibt es in der Literatur nicht, da nur eine geringe Datenlage für das Management dieser Komplikation vorliegt.

Indikation und präoperative Vorbereitung

Operative Maßnahmen sind nach erfolglos durchgeführter konservativer Therapie indiziert, wenn es zu einer Persistenz oder einer Verschlechterung der klinischen Symptomatik kommt. Weiterhin sind pathologische und instabile Frakturen, überschießende Knochenproliferation mit Einengung der angrenzenden Weichteile und maligne Entartungen mögliche Indikationen zur Operation (14).

Maligne Entartung

Die maligne Entartung von Paget-Knochen ist eine seltene Komplikation. Die Häufigkeit wird mit weniger als ein Prozent der symptomatischen Fälle angegeben. Klinisch fällt eine plötzliche Zunahme des Beschwerdebildes auf, es zeigen sich rapid progrediente Osteolysen, oft mit rasantem Anstieg der alkalischen Phosphatase im Serum. Histologisch liegt meist ein Osteosarkom vor. Befallen werden vor allem Becken, Femur und Humerus. In diesen Fällen müssen die Operationen nach onkologischen Gesichtspunkten durchgeführt werden. In einer interdisziplinären Beurteilung muss über die Therapiestrategie entschieden werden. Für die meisten Sarkome gibt es heute neoadjuvante Therapiekonzepte, die aber nicht bei allen Patienten angewandt werden können. Im Rahmen einer Operation des Tumors müssen die Prinzipien der orthopädischen Onkologie (z. B. Resektion mit weiten Grenzen) eingehalten werden. Unter diesen kann dann auch ein kurativer Ansatz der Behandlung verfolgt werden und erfolgreich sein. Ein M.-Paget-assoziiertes Sarkom sollte in einem orthopädisch onkologischen Zentrum in interdisziplinärer Zusammenarbeit therapiert werden (14).

Interessenkonflikt

Der Autor gibt an, dass im Zusammenhang mit den Inhalten dieses Artikels kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Kaplan FS, Singer FR. Paget's Disease of Bone: Pathophysiology, Diagnosis, and Management. *J Am Acad Orthopaedic Surgeons* 1995; 3: 336–344.
2. Ludkowski P, Wilson-Macdonald J. Total arthroplasty in Paget's disease of the hip. A clinical review and review of the literature. *Clin Orthop Rel Res* 1990; 225: 160–167.
3. Sochart DH, Porter ML. Charnley low-friction arthroplasty for Paget's disease of the hip. *J Arthroplasty* 2000; 15: 210–219.
4. Merkow RL, Lane JM. Paget's Disease of Bone. *Orthop Clin North Am* 1990; 21: 171–189.
5. Stauffer R, Sim FH. Total hip arthroplasty in Paget's disease of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58: 476–478.
6. McDonald DJ, Sim FH. Total hip arthroplasty in Paget's disease. A follow-up note. *J Bone Joint Surg Am* 1987; 69: 766–772.
7. Parvizi J, Schall DM, Lewallen DG, Sim FH. Outcome of uncemented hip arthroplasty components in patients with Paget's disease. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 403: 127–134.
8. Hozack WJ, Rushton SA, Carey C et al. Uncemented total hip arthroplasty in Paget's disease of the hip: a report of 5 cases with 5-year follow-up. *J Arthroplasty* 1999; 14: 872–876.
9. Gabel GT, Rand JA, Sim FH. Total knee arthroplasty for osteoarthritis in patients who have Paget disease of bone at the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73: 739–744.
10. Louette L, Lammens J, Fabry G. The Ilizarov external fixator for treatment of deformities in Paget's disease. *Clin Orthop Relat Res* 1996; 323: 298–303.
11. Altman RD, Brown M, Gargano F. Low back pain in Paget's disease of bone. *Clin Orthop Rel Res* 1987; 217: 152–161.
12. Hadjipavlou A, Gaitanis I, Katonis P, Lander P. Paget disease of the spine and its management. *Eur Spine J* 2001; 10: 370–389.
13. Dove J. Complete fracture of the femur in Paget's disease of bone. *J Bone Joint Surg (Br)* 1980; 62-B: 12–17.
14. Kurth A. Die sarkomatöse Entartung der Paget-Erkrankung. In: Jakob F, Hrsg. *Morbus Paget des Knochens*. Uni-Med 2006; 119–126.
15. Oakley AP, Matheson JA. Rapid osteolysis after revision hip arthroplasty in Paget's disease. *J Arthroplasty* 2003; 18: 204–207.
16. Broberg MA, Cass JR. Total knee arthroplasty in Paget's disease of the knee. *J Arthroplasty* 1986; 1: 139–142.
17. Eulert J, Goebel S, Kurth AA. Orthopädische Probleme. In: Jakob F, Hrsg. *Morbus Paget des Knochens*. Bremen, London, Boston: UNI-MED Science 2006; 110–118.