

4.4 Standortbestimmung Knieendoprothetik in Europa

W. Puhl, R. Decking

Anlaß zur Knieendoprothetik geben fortgeschrittene Gelenkerstörungen bei idiopathischen und sekundären Arthrosen, aber auch vergleichbare Spätzustände nach entzündlichen Gelenkerkrankungen wie der rheumatoiden Arthritis und posttraumatische fortgeschrittene Zerstörungen der Gelenkstrukturen mit Schmerz, Fehlstellung und Bewegungseinschränkung. Schmerzen sollen beseitigt, Bewegungseinschränkungen verbessert, Achsfehlstellungen korrigiert, letztlich schmerzfreie Mobilität geschaffen und Lebensqualität erhöht werden.

Zur Behandlung von Kniegelenkarthrosen und vergleichbaren Endzuständen primär entzündlicher Gelenkerkrankungen, stehen prinzipiell konservative Maßnahmen, minimalinvasive operative Therapien, invasive gelenkerhaltende Therapien wie Umstellungsosteotomien und schließlich gelenkersetzende Operationen zur Verfügung.

Ausprägungsgrad des Verschleißes, begleitende subjektive Symptome, Verteilungsmuster der Arthroseveränderungen sowie Alter und Anspruchssituation des Patienten bestimmen die Indikation. So führen exakte Anamnese (insbes. auch die Schmerz-anamnese betreffend), klinische Untersuchung, ausreichende laborchemische Untersuchungen, sowie radiologische Befunde – diese nach Möglichkeit im zeitlichen Ablauf – zur Indikationsklärung. Zur Objektivierung der Schmerzangaben sind visuelle Analogskalen hilfreich.

Im folgenden soll versucht werden, in einer Standortbestimmung der Knieendoprothetik in Europa einen Überblick über augenblicklich geltende Standards, Indikationsentwicklungen und Ergebnisse der Knieendoprothetik eine Übersicht zu geben.

Da die Indikation zur Knieendoprothetik nicht ohne die Differentialindikation verstanden werden kann, soll auf diese vorbereitend eingegangen werden.

Nichtoperative Therapiemöglichkeiten

Die nichtoperativen Therapiemöglichkeiten beinhalten die konservativen Optionen der Arthrosetherapie. Effektiv sind isometrische Beübungen der Muskulatur, ebenso Lockerungen der schmerzbedingt verkürzten Muskulatur durch Wärme, Massage und Querfriktionen der gespannten Sehnenendstücke. In gleichem Sinne können dort Elektrotherapie und Ultraschall, eventuell in Kombination und Spezialformen unter Zuhilfenahme von transkutanen medikamentösen Therapien, zur Anwendung kommen. Die Balneotherapie ist im weiteren ebenso zu nennen wie Entlastungen bzw. Lastumlagerungen der betroffenen Gelenke, wozu etwa korrekter Einsatz einer Unterarmgehstütze, aber auch Schuhsohlenzurichtungen geeignet sein können. Die häufigste Therapie der Gonarthrose ist die medikamentöse Therapie mit nichtsteroidalen Antiphlogistika. Intraartikuläre Injektionen mit Corticosteroiden sollten auf ein Minimum reduziert werden (15) und die Möglichkeiten einer chondrozytenstoffwechselmodulierenden Therapie, vielfach auch als Antiarthrosetherapie oder chondroprotektive Therapie bezeichnet, sollen genutzt werden, evtl. in Kombination mit anderen Maßnahmen bis hin zur arthroskopischen Chirurgie.

Arthroskopie und gelenkerhaltende Operationen

Die Wertigkeit arthroskopischer Operationen ist nach dem derzeitigen Stand der Literatur noch immer umstritten (10). Insbesondere in Kombination mit anderen Therapieverfahren ist jedoch nach unserer Auffassung das arthroskopische Knorpelshaving mit assistierenden anderen Maßnahmen (gesamthaft oft als Gelenktoilette bezeichnet) sinnvoll.

Eine besondere Indikation für Arthroskopie und arthroskopische intraartikuläre Gelenkflächenoperation sehen wir in der Kombination mit einer gelenkerhaltenden, achsenkorrigierenden Operation bei monokompartimenteller Kniegelenkarthrose. Unter den gelenkerhaltenden Operationen hat die zumeist proximal-tibiale Umstellungsosteotomie in Europa einen festen Indikationsplatz. Sichere Aussagen über die Indikationsgrenze zwischen Umstellungsosteotomie und Endoprothetik liegen in der Literatur nicht vor.

Trotz der häufig vor allem in den USA kritisierten schlechteren Langzeitergebnissen (8) ist es wichtig, insbesondere bei zusätzlicher Arthroskopie zur Indikationssicherung und arthroskopischer Chirurgie zur Situationsverbesserung, das Augenmerk auf die Möglichkeiten dieses operativen Vorgehens zu richten. Nach unserer Einschätzung sind die in Europa häufiger angewandten gelenkerhaltenden Operationen ein wesentlicher Grund für die in Europa niedrigere Rate an Kniegelenkendoprothetik im Vergleich mit den USA.

Kniearthroplastie, Entwicklung und heutige Optionen

Unter Arthroplastie verstehen wir einen operativen Eingriff zur Wiederherstellung der Bewegung eines Gelenkes, d. h. einen Eingriff, der seine Wirkung im Gelenk selbst, aber auch an den beteiligten Muskeln, Bändern und umgebenden Weichteilen sieht. Versuche dieses Therapieziel am Kniegelenk zu erreichen wurden bereits in der 2. Hälfte des letzten Jahrhunderts mittels Interpositionsplastiken versucht. Man verwendete autologe Interponate wie z. B. Gelenkkapsel, Muskelgewebe, Fascien, etc., die an die Stelle der resezierten Gelenkoberfläche gebracht wurden (6). Einen Teilersatz des Kniegelenkes führten 1940 *Campell* und *Boyd* und 1942 *Smith-Peterson* durch, die destruierte Femurcondylen durch Metall ersetzten. Der gewünschte Erfolg blieb damals aus.

Erste Versuche sowohl femorale als auch tibiale Gelenkanteile zu ersetzen, wurden ab 1950 unter der Anwendung von Scharnierprothesen unternommen. Die Namen *Walldius* und *Shiers* sind hier zu nennen. Diese vergleichsweise einfach gebauten Scharniergelenke versagten jedoch in hoher Rate, da sie einerseits der komplexen Kniegelenkbewegung nicht gerecht werden konnten, andererseits hohe Lockerungsraten beobachtet wurden, und schließlich in der frühen Phase der

Endoprothetik auch vermehrt postoperative Infektionen hingenommen werden mußten.

Die Weiterentwicklung der Endoprothetik führte über unterschiedliche Rotationscharnierprothesen zu immer besseren klinischen und radiologischen Ergebnissen mit ständig steigender Standzeit der Implantate. Aufgrund der sehr guten Ergebnisse, d. h. der letztlich langen Standzeiten bei guter Beweglichkeit und guter Stabilität, rücken zunehmend reine Oberflächenersatzendoprothesen des Kniegelenkes in den Vordergrund, die ihre Stabilität aus dem Bandapparat des Kniegelenkes selbst erhalten.

Die derzeit implantierten Endoprothesentypen des Kniegelenkes liegen in folgenden prinzipiellen Formen vor:

1. unicondylärer Gleitflächenersatz
2. totaler Oberflächenersatz (unconstrained)
3. achsgeführte Implantate (constrained und semiconstrained): Scharnierprothesen, roll-/gleitgeführte Achsprothesen, Rotationsknie

Zementierte und unzementierte Prothesentypen, Endoprothesen mit und ohne Kreuzbanderhalt sowie modulare Prothesensysteme eröffnen dem Operateur unserer Zeit innerhalb dieser Gruppen eine Vielzahl von Möglichkeiten.

Unicondylärer Oberflächenersatz

Auch nach neuester Literatur (3,7) hat der unikompartimentelle Oberflächengelenkersatz weiterhin einen festen Platz in der Kniegelenkendoprothetik. Als idealer Patient für diesen Eingriff gilt der ältere, normalgewichtige Mensch mit reduzierten Aktivitätsansprüchen bei bandstabilem Kniegelenk und isolierter lateraler oder medialer Gonarthrose. Vor der Durchführung eines solchen Eingriffes sollte es dem Operateur bewußt sein, daß Knochenanteile oft in einer Tiefe reseziert werden, die beim Versagen des unikompartimentellen Gelenkersatzes und nachfolgend notwendigem Ersatz der gesamten Gelenkflächen die Verwendung des trikompartimentellen Oberflächenersatzes schwierig machen können.

Kontraindikationen sind der instabile Bandapparat, stärkere Beinachsenabweichungen, insbesondere dann, wenn sie nicht leicht ausgleichbar sind und mehrkompartimentelle Arthrosen sowie entzündliche Gelenkerkrankungen wie die rheumatoide Arthritis.

Der Literatur darf entnommen werden, daß der unicondyläre Kniegelenkersatz vom Operateur viel Erfahrung verlangt, um gute Resultate erzie-

len zu können (7). Das Verfahren wird daher vor allem in jenen Ländern eingesetzt, die dem monocondylären Gleitflächenersatz einen hohen Wert beimessen.

Nur in Zentren mit höherer Implantationsrate wurden nach der Literatur gute Ergebnisse erzielt. Bei strenger Indikationsstellung und exakter technischer Ausführung des Eingriffes sind mit diesem Implantat hohe Standzeiten möglich.

Bi- / trikompartimenteller Oberflächenersatz

Indikationsbestimmend für dieses Implantat sind bi- oder trikompartimentelle, fortgeschrittene Gelenkflächenschäden in Verbindung mit dadurch verursachten Schmerzen und Funktionsstörungen (4). Zu Beginn des Oberflächenersatzes galten relativ geringe Achsfehlstellungen schon als Kontraindikation. Durch wesentliche Entwicklungen der begleitenden Operationstechniken, des „Soft-Tissue Balancing“, konnte die Indikation erheblich ausgeweitet werden. Nach unserer Auffassung bestehen Zwänge zur achsgeführten Prothese praktisch nur bei Revisionseingriffen oder weit fortgeschrittenen Schädigungen des stabilisierenden Kapselbandapparates, wie es bei Tumorerkrankungen, bei posttraumatischen Zuständen und der rheumatoiden Arthritis vorkommen kann. In der Literatur gilt für den Oberflächenersatz der ältere normalgewichtige Patient mit geringen funktionellen Ansprüchen als ideal. Das Wort „ideal“ ist sehr relativ zu sehen, denn bei den hohen Standzeiten der genannten Implantate ist die Wahl zu einem solchen Verfahren gerade auch bei jüngeren Patienten indiziert. Nach Angaben der Literatur ist beim Abweichen vom o.g. Patientenprofil mit einer eingeschränkten Standzeit des Implantates zu rechnen. Da Operateure heute nicht selten von Gonarthrosepatienten konsultiert werden, die hohe funktionelle Ansprüche stellen, muß selbstverständlich die Aufklärung stets kritisch, jedoch nicht pessimistisch-abwehrend erfolgreich. Die Notwendigkeit zur Second Line of Defense sollte mit dem Patienten besprochen werden, sie ist gerade bei den hier zur Diskussion stehenden Endoprothesenformen sicher gegeben. Auch hierin ist ein besonderer Vorteil dieses Verfahrens zu sehen.

Die derzeit vorliegenden klinischen Erfahrungen zeigen, daß der trikompartimentelle Kniegelenkoberflächenersatz, zementiert und als modulares System, kreuzband-ersetzend oder kreuzbanderhaltend verwendet, derzeit der goldene Standard in der Kniegelenkendoprothetik ist.

Beim primären totalen Kniegelenkersatz haben sich die trikompartimentellen Oberflächenersatzimplantate durchgesetzt, obwohl die Frage, ob der Patellagelenkflächenersatz obligat ist, immer wieder und auch in jüngere Zeit diskutiert wird (1). Die Frage, ob kreuzbanderhaltende oder -ersetzende Endoprothesenformen gewählt werden sollen bleibt offen, da für beide Verfahren gute Ergebnisse vorliegen (13). Wesentlich für den Oberflächenersatz ist die geringe Knochenresektion, die jedoch Raum für einen zumindest 8 mm starken Polyethyleinsatz an der Tibia geben muß. Eine gute Bandführung mit leichter, fast physiologischer mediolateraler Instabilität sollte im Sinne des wichtigen „Soft-Tissue Balancing“ erreicht werden. Der Schwerpunkt in der Entwicklung der Knieendoprothetik lag und liegt auf einer Verringerung der Kontaktflächenbelastung im Femorotibialgelenk sowie bei der Implantationstechnik, die an der Tibia einen kortikalen Aufsitz erreichen muß. Auch im Bereich der Knieendoprothetik muß den verwendeten Polyethyleinsätzen hohe Aufmerksamkeit gelten, da Mechanik des Gelenkes und Polyethylenqualität das Ausmaß des Polyethylenabriebs mitbestimmen und so zur Lockerung einer Endoprothese über die Ausbildung von aggressiven Granulomen beitragen könne (14, 2). Femoral, tibial und retropatellar zementierte Gelenkflächen verdrängen mehr und mehr unzementierte Modelle (5), da bei den befriedigenden Resultaten der zementierten Endoprothesenformen der Vorteil der einfacheren Implantation und die geringeren Kosten des Implantates bei fehlenden Nachteilen zur Prothesenauswahl führen. Auch die postoperative Entlastungszeit kann reduziert werden. Insbesondere nachdem hervorragende Langzeitergebnisse bei zementierten Prothesenformen z. B. von *Ranawat et al.* (9) und *Ritter et al.* (12) veröffentlicht wurden, müssen sich zementfreie Systeme an diesen Ergebnissen messen lassen.

Achsgeführte Implantate

Die Grenzen der reinen Oberflächenersatzimplantate sind bei bandinstabilen Kniegelenken, bei Fehlstellungen, die eine achsgerechte Ausrichtung nicht mehr zulassen, sowie bei größeren Substanzdefekten (sei es primär oder bedingt durch eine Revision) erreicht.

Bei instabilen Kniegelenken muß ein achsgeführtes Modell die Führung des Kniegelenkes übernehmen. Scharnierprothesen, roll-/gleitgeführte Achsprothesen sowie das Rotationsknie

sind mögliche Implantatoptionen. Beim Vorliegen von knöchernen Substanzdefekten können autologe Knochenplastiken und allogene Knochentransplantate (Knochenbank) die Defekte auffüllen. Man muß sich jedoch darüber im klaren sein, daß transplantierte Knochensubstanz am distalen Femur und an der proximalen Tibia häufig nicht das erwünschte Einheilen zeigen. Bei modularen Kniegelenkssystemen kann daher durch Metalleinsätze (Wedges) von unterschiedlichen Größen ein Defekt überbrückt werden. Bei schwierigsten Fällen kann eine Spezialanfertigung notwendig werden. Wegen der hohen Komplikationsrate, insbes. von aseptischer Lockerung, tiefen Infekten und Frakturen an den Prothesenstielen sollten achsgeführte Implantate nur verwendet werden, wenn ein Oberflächeneinsatz unmöglich ist (11).

Marktanalysen Knieendoprothetik, der europäische Markt

Im Verlauf der vergangenen Jahre hat die Knieendoprothetik, sowohl in Europa als auch global gesehen, zahlenmäßig und qualitativ eine rasante Entwicklung genommen.

Weltweit wurden nach Schätzungen der großen Anbieterfirmen 1997 ca. 500.000 Knieendoprothesen implantiert, wobei auf Europa (bei einer Population von 375 Mio.) ca. 140.000 Stück entfielen. Das Marktvolumen wurde hier auf ca. 391 Mio. US\$ geschätzt.

In den USA wurden im gleichen Zeitraum ca. 250.000 Knieendoprothesen implantiert, bei einer Bevölkerungszahl von 263 Mio. und einem Marktvolumen von ca. 1027 Mio. US\$.

Betrachten wir die Marktsituation auch vergleichend, so muß in diese Betrachtung auch die Differentialindikation der Knieendoprothetik eingehen. Es ist in diesem Zusammenhang interessant, daß für die USA an gelenkerhaltenden Operationen im Jahre 1997 nur ca. 25.000 kniegelenknahe Umstellungsoperationen geschätzt wurden, in Europa diese Zahl jedoch etwa doppelt so hoch angegeben wird. In solchen Zahlen spiegelt sich wohl weniger der Unterschied einer Patientenkollektivs, als vielmehr das Vortraining und die Denkweise der Ärzte, die die Operationen indizieren bzw. durchführen.

Vergleichen wir die Knieendoprothetik zwischen den USA und Europa, so werden in Europa etwa 370 Knieendoprothesen auf 1 Mio. Einwoh-

ner implantiert, in den USA liegt der Wert dreifach so hoch.

Vergleichen wir die Rate der Knie- und der Hüftendoprothetik, so finden wir ebenfalls erstaunliche Unterschiede: Das Verhältnis von Hüft- zu Knieendoprothetik wird in den USA auf ca. 1:1 geschätzt, in Europa auf etwa 4:1.

Allerdings kann offensichtlich auch von einer Indikationseinigkeit in der europäischen Knieendoprothetik nicht die Rede sein. Die Implantationsquote für Knieendoprothesen wurde im Jahre 1997 für Großbritannien mit ca. 600 Endoprothesen pro 1 Mio. Einwohner angegeben, in der Schweiz mit 594, in den Skandinavischen Ländern mit 555 und in Frankreich mit 525. Neben diesen relativ hohen Raten finden wir für Portugal die Angabe von 110 und in der Türkei von 17 auf 1 Mio. Einwohner. In Deutschland letztendlich liegen die Angaben für das Jahr 1997 bei 466 Knieendoprothesen pro 1 Mio. Einwohner, so daß wir im Vergleich zu den USA etwa den hälftigen Wert aufweisen und klar hinter den britischen und skandinavischen Implantationszahlen liegen.

Im Gesamtmarkt der Knieendoprothetik nehmen unicondyläre Endoprothesen im Jahre 1997 in Europa ca. 10% ein, primäre Totalendoprothesen des Kniegelenkes (ohne weitere Differenzierung) 84%, und der prozentuale Anteil von Revisionsendoprothesen wird mit ca. 6% angegeben.

Bei differenzierter Betrachtung der Region Europa kommt es auch hier zu großen Unterschieden:

In Frankreich z. B. hat der unicondyläre Kniegelenkersatz mit 15% des Marktsegmentes einen deutlich höheren Stellenwert als in Spanien, wo 1,5% angegeben werden. In Spanien dominiert darüber hinaus die zementfreie Knieendoprothetik, während in anderen europäischen Ländern (zahlenmäßig seit Jahren ansteigend) die zementierten Implantate führen.

Alle hier aufgeführten Daten beziehen sich auf die augenblickliche Marktanalyse mehrerer großer Hersteller von Knieendoprothesen, da wissenschaftliche Untersuchungen und Erhebungen zu diesem Themenkomplex fehlen oder nur Teilaspekte betrachten. Es kann jedoch postuliert werden, daß die Unterschiede im amerikanischen und europäischen Markt unter anderem in einer strengeren Indikationsstellung und in der häufigeren Anwendung gelenkerhaltender Maßnahmen in Europa begründet sind. Auch die Besonderheiten der Gesundheitssysteme in der EU und den USA werden eine Rolle spielen.

Die schwedische Knieendoprothetikstudie

Auch im Bereich der Knieendoprothetik geben die systematischen Erhebungen der skandinavischen Kollegen wertvolle Daten (7).

Im Jahre 1994 etwa wurden von 67 schwedischen Kliniken (aus einer Gesamtzahl von 72, die knieendoprothetische Eingriffe durchführten) die Ergebnisse aufgeschlüsselt. Patientenkollektivprofile und Standzeiten der Endoprothesen geben seit Studienbeginn im Jahre 1976 wichtige Informationen, die folgende Schlussfolgerungen erlauben:

Dem Kniegelenkersatz kommt steigende Bedeutung zu. Die Knieendoprothetik darf in der Zwischenzeit als effektive und sichere Operation bezeichnet werden, die dem Patienten die erhoffte Schmerzfreiheit, Funktion und Unabhängigkeit wiedergeben kann. Die jährliche Anzahl primärer Kniearthroplastiken steigt an, wobei es eine Verschiebung zuungunsten des unicondylären Ersatzes und zugunsten des bi- und trikompartimentellen Oberflächenersatzes gibt.

In der Gesamtzahl der OP-Indikationen nehmen primäre Arthrosen einen zunehmend größeren Platz ein. Mit dem zahlenmäßigen Ansteigen der arthrosebedingten Knieendoprothesen tritt die rheumatoide Arthritis relativ in den Hintergrund.

Die Rate der Revisionoperationen bei totalem Kniegelenkersatz ist rückläufig, während bei primär unikompartimentellem Ersatz die Revisionsrate etwa gleich hoch bleibt. Bei notwendiger Revision sollte ein unicondyläres Implantat durch ein bi- oder trikompartimentelles Implantat ersetzt werden, da die Reimplantation eines unicondylären Modells mit deutlich höheren Revisionsraten verbunden ist.

Bei allen Endoprothesentypen liegen die 5-Jahres-Revisionsraten bei Patienten, die primär unter 65 Jahren operiert wurden, höher als bei älteren Patienten. Dies kann u.a. auf die höhere Beanspruchung der Endoprothese des jüngeren Patienten zurückgeführt werden.

Die vorherrschende Problematik der Kniearthroplastik heute sind Polyethylenabrieb, Lockerung, patellare bis retropatellare Schmerzen und/oder Subluxationen, sowie zunehmend eingengt, Infektion. In dem Bestreben Lösungswege zu finden, wurden in den vergangenen Jahren nicht nur Prothesendesign sondern auch operative Implantationstechniken weiterentwickelt bzw. modifiziert. Der Erfolg wurde in einer Reduktion der 5-Jahres-Revisionsraten deutlich.

Zusammenfassung, Ausblick

Die Differentialtherapie von Kniearthrosen unterliegt weltweit und in Europa deutlichen Schwankungen, dies wird in der Indikation zur Gelenkendoprothetik und in der Verwendung unterschiedlicher Endoprothesenformen deutlich.

Auch das Verhältnis von Hüft- und Knieendoprothetik ist in der Weltliteratur nicht gleichartig angegeben. Als ein Beispiel sei angeführt, daß das Verhältnis in den USA bei ca. 1:1, in Europa bei 4:1 zugunsten der Hüftendoprothetik liegt. Offensichtlich bestehen also unterschiedliche Indikationsstellungen, da die Erklärung nicht nur in unterschiedlichen Populationen gesucht werden kann.

Unicondyläre Endoprothesensysteme haben bei strenger Indikationsstellung auch weiterhin ihre Berechtigung, insbesondere dann, wenn bei hohen Implantationszahlen der Operateur als erfahren gelten kann.

Bi- und trikompartimenteller Gelenkflächenersatz, zementiert und kreuzbanderhaltend oder ersetzend, ist weiter in den Vordergrund getreten, begründet durch gute Langzeitergebnisse dieses Prothesendesigns. Große Bedeutung für das Ergebnis hat das „Soft-Tissue-Balancing“. Das Problem des Polyethylenabriebes, und damit prinzipiell verbunden die Gefahr der aseptischen Lockerung, besteht weiter.

Bandinstabile Kniegelenke und/oder erhebliche Achsenfehlstellungen bei größeren Substanzdefekten der Gelenkkörper erfordern auch heute noch achsgeführte Implantate.

Bei richtiger Indikationsstellung, Weiterentwicklung der operativen Kenntnisse und fortschreitender Entwicklung der Prothesenmodelle wird die Anzahl der implantierten Prothesen in Europa auch weiterhin ansteigen, und daher auch für zukünftige Operateure eines der dankbarsten Felder der modernen Orthopädie bleiben.

Literatur

- 1 Barrack, R.L., Wolfe, M.W., Waldmann, D.A. et al.: Resurfacing of the patella in total knee arthroplasty. A prospective, randomized, double-blind study. *J Bone Joint Surg* 79A (1997) 1121–1131
- 2 Bunn, G.W., Joshi, A.B., Minns, R.J. et al.: Wear in retrieved condular knee arthroplasties. *J. Arthroplasty* 12 (1997) 281–290

- 3 Callahan, C.M., Drake, B.G., Heck, D.A. et al.: Patient outcome following unicompartmental or bicompartemental knee arthroplasty: a meta analysis. *J. Arthroplasty* 10 (1995) 141–150
 - 4 Ewald, F.C.: The knee society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin. Orthop.* 248 (1989) 9–12
 - 5 Falatyn, S., Lachiewicz, P.F., Wilson, F.C.: Survivorship analysis of cemented total condylar knee arthroplasty. *Clin. Orthop.* 317 (1995) 178–184
 - 6 Guyton, J.L.: Arthroplasty of Ankle and Knee. In: *Cannale, S.T.* (ed.): *Campbell's Operative Orthopaedics*, Ninth Edition, Volume One, p. 232–295. Mosby-Year Book, St. Louis 1998
 - 7 Lewold, S.: *The Swedish Knee Arthroplasty study with special reference to unipartemental protheses; Sonderdruck des Departement of Orthopaedic Surgery, Lund University Hospital, Lund, Sweden 1997*
 - 8 Matthews, L.S., Goldstein, S.A., Malvitz, T.A. et al.: Proximal tibial osteotomy: Factors that influence the duration of satisfactory function. *Clin. Orthop.* 229 (1988) 193–200
 - 9 Ranawat, C.S., Flynn, W.F., Deshmukh, R.G.: Impact of modern technique on long-term results of total condylar knee arthroplasty. *Clin Orthop.* 309 (1994) 131
 - 10 Rand, J.A.: Role of arthroscopy in osteoarthritis of the knee. *Arthroscopy* 7 (1991) 358–363
 - 11 Ritter, M.A., Eizember, L.E., Fechtman, R.W. et al.: Revision total knee arthroplasty. A survival analysis. *J. Arthroplasty* 6 (1991) 351
 - 12 Ritter, M.A., Herbst, S.A., Keating, E.M. et al.: Long-term survival analysis of a PCL retaining total condylar knee arthroplasty. *Clin. Orthop.* 309 (1994) 136
 - 13 Shoji, H., Wolf, A., Packard, S. et al.: Cruciate retained and excised total knee arthroplasty: a comparative study in patients with bilateral total knee arthroplasty. *Clin. Orthop.* 305 (1994) 218
 - 14 Sumner, D.R., Kienappel, H., Jacobs, J.J.: Bone ingrowth and wear debris in well fixed cementless porous-coated tibial components removed from patients. *J. Arthroplasty* 10 (1995) 157
 - 15 Wada, J., Koshino, T., Morii, T. et al.: Natural course of osteoarthritis of the knee treated with or without intraarticular corticosteroid injections. *Bull. Hosp. Jt. Dis.* 53 (1993) 45–48
- Wir bedanken uns bei den folgenden Firmen für die freundliche Bereitstellung einer aktuellen Marktanalyse**
- Smith+Nephew Surgical Division (16. 12. 1997)
 Garcon, T. und Rieg, H., Schriftliche Mitteilung
 Aesculap AG&CO KG (09. 12. 1997)
 Guttler, T., Schriftliche Mitteilung
 Johnson & Johnson Orthopaedics (09. 12. 1997)
 Albrecht, J., Schriftliche Mitteilung
 Howmedica / Pfitzer Hospital Products Group (06.01. 1998)
 Reichel, N., persönliche Kommunikation