

COMPONENTE TIBIAL NA REVISÃO DA ARTROPLASTIA DO JOELHO: COMPARAÇÃO ENTRE FIXAÇÃO CIMENTADA E HÍBRIDA

TIBIAL COMPONENT IN REVISION OF TOTAL KNEE ARTHROPLASTY: COMPARISON BETWEEN CEMENTED AND HYBRID FIXATION

Francisco Fontes Cintra¹, Anthony Kerbes Yepéz¹, Marcos Gilbert Sucena Rasga¹, Marcelo Abagge², Paulo Gilberto Cimbalista Alencar³

RESUMO

Objetivo: Comparar os resultados clínicos, radiográficos e de seguimento a médio prazo de dois métodos de fixação do componente tibial nas cirurgias de revisão de prótese total do joelho: cimentada (bandeja e haste) e híbrida (bandeja cimentada e haste que preenche o canal não cimentada e não porosa). **Métodos:** Entre agosto de 1999 e novembro de 2005, 30 cirurgias de revisão de artroplastia total do joelho foram realizadas em 26 pacientes, sendo divididas em: grupo I: fixação cimentada (N = 21); grupo II: híbrida (N = 9). O tempo médio de acompanhamento foi de 52 meses, e não houve perda de seguimento pós-operatório. **Resultados:** Não foram observadas diferenças nos resultados dos valores dos questionários da Womac e do Knee Society Score entre os dois grupos. Um paciente do grupo I apresentou sinais radiográficos de soltura. Dois pacientes (um de cada grupo) referiram dor na região diafisária, compatível com o local da ponta das hastes. O sinal radiográfico de “pedestal” esteve presente em 89% dos joelhos com hastes não cimentadas e em nenhum com haste cimentada. **Conclusão:** A análise comparativa entre os dois métodos não mostrou diferenças nos parâmetros clínico, radiográfico e de sobrevida da artroplastia.

Descritores – Joelho/cirurgia; Artroplastia; Revisão; Cimentação

ABSTRACT

Objective: To compare the clinical, radiographic and medium-term follow-up results from two fixation methods for the tibial component in revision procedures on total knee prostheses: cemented (tray and stem) and hybrid (cemented tray and uncemented, nonporous canal-filling stem). **Methods:** Between August 1999 and November 2005, 30 revision procedures on total knee arthroplasties were performed on 26 patients, who were divided between group I (cemented fixation; 21 knees) and group II (hybrid fixation; nine knees). The mean follow-up was 52 months and no patients were lost from the follow-up. **Results:** No differences in the scores from the WOMAC and Knee Society questionnaires were observed between the two groups. One patient in group I presented radiographic signs of loosening. Two patients (one in each group) complained of pain in the diaphyseal region, compatible with the location of the stem tip. The pedestal radiographic sign was observed in 89% of the knees with uncemented stems and in none of the cemented group. **Conclusion:** The comparative analysis between the two methods did not show any differences regarding clinical and radiographic parameters, or arthroplasty survival.

Keywords – Knee/surgery; Arthroplasty; Revision; Cementation

INTRODUÇÃO

A artroplastia total de joelho (ATJ) é um dos melhores procedimentos cirúrgicos para o tratamento da osteoartrose e está se tornando cada vez mais comum na prática ortopédica. Com o aumento da expectativa de vida e do número absoluto desta cirurgia, deverá ocorrer

incremento no número de revisões. Prevê-se que, nos Estados Unidos da América, o número de revisões de ATJ deve crescer cerca de 600% até o ano de 2030⁽¹⁾.

A maioria dos joelhos com soltura de ATJ apresenta defeito ósseo metafisário que não permite a fixação adequada de implantes desenhados para artroplastia primária⁽²⁻⁴⁾. Para resolver essa questão podem ser empregadas

1 – Ortopedista, Membro da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia (SBOT) – São Paulo, SP, Brasil.

2 – Doutor pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Curitiba, PR, Brasil.

3 – Doutor, Chefe do Grupo de Cirurgia do Quadril e Joelho da Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Curitiba, PR, Brasil.

Trabalho realizado no Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná – Curitiba, PR.

Correspondência: R. Mutamba, 62, Alphaville Campinas – 13098-357 – Campinas, SP. E-mail: franciscocintra@hotmail.com

Trabalho recebido para publicação: 02/11/2010, aceite para publicação: 21/03/2011.

Os autores declaram inexistência de conflito de interesses na realização deste trabalho / The authors declare that there was no conflict of interest in conducting this work

Este artigo está disponível online nas versões Português e Inglês nos sites: www.rbo.org.br e www.scielo.br/rbort
This article is available online in Portuguese and English at the websites: www.rbo.org.br and www.scielo.br/rbort

hastes intramedulares, que aumentam a estabilidade da fixação e diminuem tanto o estresse na interface osso-cimento como a taxa de soltura da prótese⁽⁴⁻¹¹⁾. Além disso, protege enxertos ósseos aumentando o índice de consolidação e reduzindo a incidência de fratura dos mesmos⁽²⁻⁴⁾. A maioria dos sistemas de revisão oferece hastes intercambiáveis de diferentes diâmetros e comprimentos, que podem ser empregadas com e sem cimento. Entretanto, no momento, há divergências na literatura quanto ao melhor método de fixação^(2,4-14).

Diferentes trabalhos sobre a biomecânica da fixação cimentada das próteses de revisão demonstraram melhora acentuada na estabilidade da fixação prótese-osso. Além disso, o cimento pode ser um carreador de antibiótico, útil no tratamento de joelhos protetizados previamente infectados. Contudo, neste tipo de fixação, foram observados maior taxa de proteção ao estresse mecânico, mau alinhamento da haste e dificuldade técnica na remoção de cimento do canal, caso seja necessária nova revisão^(2-4,10,12-15).

A fixação é dita híbrida quando se empregam componentes com hastes grossas não cimentadas que preenchem o canal, sendo que a bandeja é fixada ao osso metafisário com cimento. Estudos *in vitro* demonstraram, ao se empregar este método, a mesma taxa de estabilidade prótese-osso, quando se comparam hastes longas não cimentadas, que preenchem o canal, com as cimentadas curtas. Além disso, a posição do implante ao canal intramedular é mais acurada. Caso haja a necessidade de nova revisão da artroplastia, o procedimento cirúrgico será mais fácil, já que o cimento não precisa ser retirado do canal medular. Entretanto, alguns trabalhos demonstraram menor taxa de sobrevida da prótese, quando comparada à fixação cimentada, e maior incidência de dor diafisária^(2,4,5-9,11,12-14,16).

A frequência de soltura do componente tibial é maior que a do femoral, principalmente devido ao comprometimento do suporte da bandeja tibial⁽¹³⁾. Diversos autores publicaram seus resultados empregando diferentes métodos de fixação, mas há poucos que comparam as duas técnicas. O objetivo deste trabalho foi comparar os resultados clínicos, radiográficos e de seguimento a médio prazo de dois métodos de fixação do componente tibial nas cirurgias de revisão de prótese total do joelho: cimentada (bandeja e haste) e híbrida (bandeja cimentada e haste que preenche o canal não cimentada e não porosa).

MATERIAL E MÉTODOS

No período compreendido entre agosto de 1999 e novembro de 2005, 53 cirurgias consecutivas de revisão de artroplastia de joelho foram realizadas no nosso hospital. Pacientes com fixação cimentada (bandeja e haste tibial cimentada) e híbrida (bandeja cimentada e haste que preenche o canal não cimentada e não porosa), com um mínimo de 24 meses de pós-operatório, foram incluídos neste estudo. Excluimos 16 pacientes que não apresentavam esses dois tipos de implantes. Trinta e sete revisões preencheram esses critérios, sendo avaliados, seus resultados, retrospectivamente. Não houve perda de seguimento. Sete pacientes adicionais (seis joelhos) foram retirados do trabalho: três devido a infecção periprotética aguda pós-operatória (um com fixação cimentada e dois com híbrida), três que faleceram por causas não relacionadas à artroplastia (faltavam, portanto, parte dos dados pós-operatórios) e um que foi submetido a nova revisão após 16 meses (realizou revisão isolada do componente femoral; o componente tibial com haste não cimentada estava fixo e não foi substituído). O grupo final incluiu 30 revisões em 26 pacientes. Três destes pacientes faleceram (após 24 meses da cirurgia), mas como os dados radiográficos e de exame clínico estavam completos, eles foram incluídos.

Havia 14 pacientes do sexo feminino e 12 do masculino; a idade média, no momento da cirurgia, era de 62,8 anos (variando de 23 a 82 anos). Acompanhamos os pacientes, em média, por 53 meses (variação de 27 a 96 meses). Quatorze revisões foram realizadas no lado direito e 16 no esquerdo.

Vinte e três revisões de artroplastia de joelho foram efetuadas em razão de soltura asséptica (três delas associadas à fratura tibial periprotética) e sete devido a infecção periprotética. As próteses com soltura asséptica foram revisadas com fixação cimentada em 15 joelhos e com híbrida em oito. As sete próteses infectadas foram revisadas em dois estágios, sendo empregada fixação cimentada em cinco joelhos e híbrida em dois. Nenhum dos pacientes apresentou reinfecção até a conclusão deste trabalho.

Os pacientes foram divididos em dois grupos: grupo I – revisão cimentada (21 joelhos em 17 pacientes); grupo II – revisão híbrida (nove joelhos em nove pacientes).

Os seguintes dados foram analisados nas radiografias pré-operatórias:

- a) Posição dos implantes;
- b) Sinais de fratura;
- c) Perda óssea: os defeitos foram categorizados segundo a classificação da Anderson *Orthopedic Reserach Institute* (AORI) proposta por Engh⁽³⁾ (Figura 1A,B,C).



Figura 1 – (A) Soltura de artroplastia com perda óssea tibial AORI 3. (B) Pós-operatório imediato. Tratamento com enxerto estrutural e haste cimentada. (C) 70 meses de pós-operatório. A prótese permanece estável e sem linhas radiolúcidas.

Nas radiografias pós-operatórias (imediatas e tardias) analisamos os seguintes parâmetros^(4,5,7,10):

- d) Posição da haste no canal medular;
- e) Presença do sinal do “pedestal” e reação cortical (Figura 2);
- f) Porcentagem de preenchimento do canal na fixação híbrida: a medição era realizada nas incidências radiográficas AP e perfil. Na região que compreende os 2cm da ponta da haste, aferimos o diâmetro do canal medular e o da haste. A seguir, calculamos a porcentagem que a haste ocupava do canal medular. Esta taxa deve ser de, pelo menos, 70%⁽¹²⁾;
- g) Sinais de falha de fixação: migração do implante em radiografias seriadas e linha radiolúcida completa ao redor do implante (Figura 3).

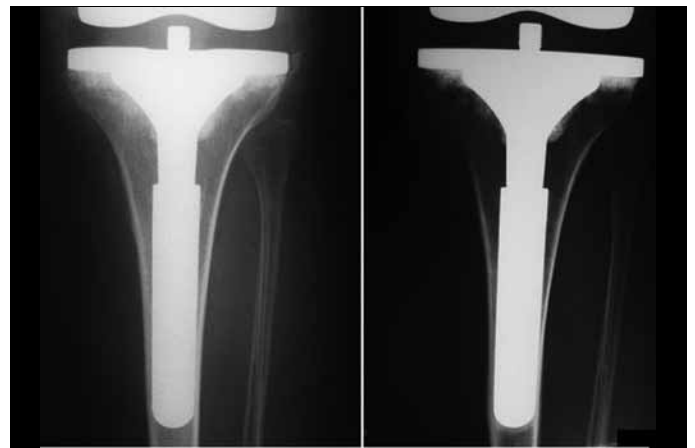


Figura 2 – Evolução do sinal do “pedestal”: pós-operatório imediato (esquerda) e aos 40 meses (direita).



Figura 3 – Evolução radiográfica de soltura da prótese. Observar a reação cortical posterior e migração da haste.

Utilizamos implantes com estabilização posterior em todos os casos, não havendo necessidade de aumentar o nível de constrição.

Para a revisão cimentada (PFC, Johnson®) utilizamos a haste cujo comprimento fosse suficiente para fixar a prótese em osso de boa qualidade (tentando utilizar a de menor tamanho possível). Cimentamos o canal

manualmente. Utilizamos bloqueador plástico a cerca de 1cm do ápice da haste em 14 das 21 cirurgias. Nos outros casos utilizamos bloqueador ósseo. Todas as revisões foram realizadas com cimento que continha antibiótico pré-misturado pelo fabricante (diversas marcas, 1g de gentamicina por dose).

Para a revisão híbrida (Search, Aesculap®) utilizamos fresas manuais de diâmetro progressivo até que houvesse uma resistência mecânica razoável (resistência à rotação da fresa utilizando-se uma das mãos), evitando fresagem excessiva (a fresa não deveria penetrar além do endóstio). O cimento era implantado abaixo da bandeja tibial, e uma haste não porosa, de mesmo diâmetro da última fresa, era introduzida em posição central ao canal medular. Como não havia disponibilidade de hastes excêntricas, utilizamos uma bandeja tibial de menor tamanho em dois joelhos, já que os mesmos apresentavam canal medular excêntrico. Este procedimento tinha o intuito de evitar que o implante atritasse em partes moles após a cirurgia.

A indicação do implante a ser utilizado dependia do tipo de prótese disponível no momento da cirurgia, conforme licitação empregada pelo hospital com as empresas habilitadas.

Para a análise dos resultados clínicos empregamos os questionários da Womac e da *Knee Society Score* (KSS) em 17 pacientes (nove do grupo I e oito do grupo II). Excluímos 13 pacientes desta parte do estudo (12 do grupo I e um do grupo II) devido a comorbidades clínicas que estes apresentavam^(4,5,7,10,11): sete apresentavam moléstias sistêmicas (três com estenose espinhal, dois com artrite reumatoide juvenil, um com sequela de acidente vascular cerebral e um com doença de Alzheimer), os três que faleceram (causas não relacionadas à artroplastia), os dois que evoluíram com fratura femoral periprotética pós-operatória e em um foi realizada nova revisão, após 36 meses, devido a falha femoral da artroplastia.

Solicitamos aos pacientes que referiram dor na região diafisária tibial que marcassem com uma caneta o local da dor, para avaliar se havia correlação radiográfica com os sintomas^(4,16).

Os resultados clínicos foram analisados pelo método estatístico de Mann-Whitney.

RESULTADOS

Cinco joelhos apresentavam defeitos ósseos AORI 1, que foram preenchidos com osso homólogo moído. Cunhas

e blocos metálicos foram empregados em sete joelhos com AORI 2. Oito joelhos apresentavam defeitos extensos AORI 3, sendo tratados com enxerto homólogo estrutural (seis com fixação cimentada e dois com híbrida). Seis destes defeitos se consolidaram completamente após um ano; um deles, apenas parcialmente (a parte posterior do enxerto demonstrava falhas nas radiografias seriadas); o último não se uniu, porém a artroplastia permaneceu estável, funcional e sem sinais de soltura ou migração nas radiografias seriadas.

Duas das 21 hastes do grupo I (cimentadas) foram introduzidas no canal em posição excêntrica. Todas as hastes do grupo II (híbrida) encontravam-se em posição central.

Oito das nove (89%) hastes do grupo II e nenhuma do grupo I desenvolveram o sinal do “pedestal” nas radiografias seriadas pós-operatórias (Figura 2). Um paciente do grupo I apresentou hipertrofia cortical diafisária na região da ponta da haste após cinco anos da cirurgia.

A porcentagem média de preenchimento do canal, no grupo II, foi de 77% (64 a 95%).

Ocorreram duas falhas, ambas no grupo I. O primeiro paciente foi o mesmo que apresentou hipertrofia cortical; o implante tibial evoluiu com migração distal e soltura da artroplastia após sete anos da cirurgia (Figura 3). Este paciente apresentava grande perda óssea pré-operatória (AORI 3), que foi tratada com enxerto estrutural. Realizamos osteotomia da tuberosidade anterior da tibia, para melhor exposição, o que contribuiu para a má cimentação da haste (o cimento extravasou pela osteotomia, durante a pressurização, de forma que a manta de cimento se formou irregular e com bolhas). Ambos os eventos, provavelmente, contribuíram para a falha. Este paciente foi agendado para nova revisão. O segundo paciente apresentou uma fratura do enxerto estrutural femoral, 36 meses após a cirurgia, e foi revisado com uma endoprótese não convencional. O implante tibial mostrava-se fixo, tanto clinicamente como por meio das radiografias. Embora neste caso tenha sido indicada revisão, não havia sinais de soltura (clínica ou radiológica) da prótese tibial.

O resultado médio do KSS para os joelhos do grupo I foi de 89,6 (variação: 60-98) e, para os joelhos do grupo II, 90 (variação: 82-100); resultados, estes, sem diferença estatística ($p = 0,758$). A média dos resultados do questionário Womac foi de 82 (variação: 64-98) para os joelhos do grupo I e de 86 (variação: 72-98) para os joelhos do grupo II, também sem diferença estatística ($p = 0,758$). Apesar da média de tempo de avaliação pós-

-operatória ter sido maior no grupo I (62 meses contra 42 meses), não houve diferença estatística entre estes intervalos de seguimento ($p = 0,071$).

Nos dois pacientes que referiram dor diafisária, havia correlação entre a sua localização (marcada na pele) e a posição da ponta da haste na radiografia. Não havia sinais radiográficos específicos que pudessem estar associados à dor.

Os três pacientes falecidos apresentavam artroplastias fixas radiograficamente. Enquanto vivos, queixavam-se pouco de dor, com boa capacidade de deambulação. O arco de movimento era bom (extensão total e flexão de pelo menos 100° , ambas ativas) estando os joelhos com ligamentos competentes. Não empregamos os questionários para estes pacientes, pois não faziam parte do protocolo do serviço antes da data do óbito.

DISCUSSÃO

A cirurgia de revisão de artroplastia de joelho apresenta diversos desafios que podem ser vencidos com a escolha adequada do implante⁽²⁻¹⁹⁾. O ortopedista deve identificar as causas da falha da artroplastia anteriormente empregada para evitar maus resultados⁽²⁾. Uma fixação estável e duradoura dos componentes da artroplastia ao osso é parte integral da cirurgia, porém o melhor método ainda não foi definido⁽²⁻¹⁴⁾.

O joelho em que será indicada a revisão de artroplastia habitualmente apresenta qualidade óssea inadequada (devido à osteólise e proteção ao estresse mecânico) e/ou perdas ósseas (causadas, por exemplo, por uma fratura). O emprego das hastes intramedulares diminui em 30 a 40% a transmissão da carga à metáfise, além de aumentar a área de contato implante-osso. Estes dois fatores previnem a soltura precoce da prótese^(2,3).

Testes biomecânicos foram realizados por diferentes autores para esclarecer sobre qual o melhor método de fixação. Comparando os resultados de carga axial e excêntrica, em tíbias de cadáveres, nenhuma diferença foi observada em relação ao micromovimento ou à migração, seja pelo uso de fixação cimentada ou híbrida com hastes longas. Os autores concluíram que os dois sistemas podem prover estabilidade e fixação adequadas⁽¹²⁻¹⁴⁾. No caso de defeitos AORI 3, tratados com enxertos estruturais,

a implantação de hastes cimentadas aparenta ser uma escolha prudente⁽¹⁴⁾.

No nosso estudo a posição das hastes foi melhor com a fixação híbrida, já que todas estavam em posição central, quando comparada à da fixação cimentada. Não obstante, não foi observada soltura do implante ou dor diafisária. Como não empregamos hastes excêntricas na fixação híbrida, os dois joelhos que foram revisados com bandeja tibial de menor tamanho não apresentavam comprometimento do resultado ou da fixação^(2,4,9-11,18,19).

Como a haste da fixação híbrida não apresenta microporosidades (portanto, não promove estabilização secundária por crescimento ósseo), ela adiciona, apenas, estabilidade mecânica. Sabemos que, após alguns meses da cirurgia, o osso ao redor das hastes pode apresentar o fenômeno de relaxamento ósseo, o que pode levar a micromovimentos do implante. A interface cimento-osso, abaixo da bandeja tibial, deve, portanto, prover toda a fixação duradoura implante-osso para o sucesso da cirurgia. Esta variável é apontada, por alguns autores, como a principal causa de falha desse tipo de fixação, já que o osso metafisário, em geral, apresenta-se com má qualidade. Hastes grossas podem causar dor em suas pontas em alguns pacientes; porém, este foi um evento raro em nosso trabalho: apenas dois pacientes, um de cada grupo^(2,4-9,11,16,18,19).

Poucos trabalhos foram publicados sobre os resultados dos implantes com hastes medulares para revisão de artroplastia de joelho, e, na maioria, retrospectivos. Após 14 anos de acompanhamento, o registro finlandês de artroplastia concluiu que a fixação cimentada apresentava melhor sobrevida quando comparada com a híbrida e não cimentada. No entanto, não houve menção sobre o calibre do implante híbrido. Muitas próteses utilizadas no passado empregavam hastes finas, em que já se comprovou resultados insatisfatórios em ensaios *in vivo* e *in vitro*⁽¹⁴⁾. Fehring *et al*⁽¹¹⁾, em um trabalho comparativo, demonstraram melhor resultado das hastes cimentadas, porém comparadas a hastes curtas, não cimentadas e de fixação metafisária. A porcentagem de preenchimento do canal também não foi referida. Chon *et al*⁽⁹⁾, em um estudo comparativo de fixação cimentada contra-híbrida (com o emprego de haste longas não cimentadas), não demonstraram diferença na sobrevida dos implantes após acompanhamento médio de

44 meses. Gofton *et al*⁽⁵⁾, Shannon *et al*⁽⁶⁾ e Bottner *et al*⁽⁸⁾ estudaram a sobrevida de prótese com fixação híbrida (com hastes longas), que variou entre 84% a 93% em seguimento de médio prazo. Tivemos 100% de sobrevida nos nossos casos de fixação híbrida com média de 42 meses de seguimento.

Ainda não há consenso sobre o sinal radiográfico do “pedestal” na ponta das hastes não cimentadas (Figura 2). Os resultados de Fehring *et al*⁽¹¹⁾ são iguais aos do nosso estudo (90%). Aparentemente não há correlação clínico-radiográfica ou associação com soltura periprotética. Shannon e Trousdale postularam a hipótese de ser uma

reação do osso à haste de cromo-cobalto, que apresenta baixo módulo de elasticidade. Não há estudos sobre a associação deste achado e complicações futuras^(6,11).

CONCLUSÃO

Os resultados de médio prazo da análise comparativa entre as revisões híbrida e cimentada do componente tibial não demonstraram diferenças nos parâmetros clínico, radiográfico e de sobrevida das artroplastias. Considerados os resultados similares e o fato de que a retirada do cimento do canal medular, em caso de nova revisão, é mais difícil com a cimentação da haste, nossa opção atual é a de utilizar a revisão híbrida.

REFERÊNCIAS

1. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(4):780-5.
2. Nelson CL, Lonner JH, Rand JA, Lotke PA. Strategies of stem fixation and the role of supplemental bone graft in revision total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85(Suppl 1):S52-7.
3. Mabry TM, Hanssen AD. The role of stems and augments for bone loss in revision knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2007;22(4 Suppl 1):56-60.
4. Barrack RL, Rorabeck C, Burt M, Sawhney J. Pain at the end of the stem after revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;(367):216-25.
5. Gofton WT, Tsigaras H, Butler RA, Patterson JJ, Barrack RL, Rorabeck CH. Revision total knee arthroplasty: fixation with modular stems. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(404):158-68.
6. Shannon BD, Klassen JF, Rand JA, Berry DJ, Trousdale RT. Revision total knee arthroplasty with cemented components and uncemented intramedullary stems. *J Arthroplasty.* 2003;18(7 Suppl 1):27-32.
7. Whiteside LA. Cementless fixation in revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;446:140-8.
8. Bottner F, Laskin R, Windsor RE, Haas SB. Hybrid component fixation in revision total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;446:127-31.
9. Chon JG, Lombardi AV Jr, Berend KR. Hybrid stem fixation in revision total knee arthroplasty (TKA). *Surg Technol Int.* 2004;12:214-20.
10. Whaley AL, Trousdale RT, Rand JA, Hanssen AD. Cemented long-stem revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2003;18(5):592-9.
11. Fehring TK, Odum S, Olekson C, Griffin WL, Mason JB, McCoy TH. Stem fixation in revision total knee arthroplasty: a comparative analysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(416):217-24.
12. Jazrawi LM, Bai B, Kummer FJ, Hiebert R, Stuchin SA. The effect of stem modularity and mode of fixation on tibial component stability in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16(6):759-67.
13. Conditt MA, Parsley BS, Alexander JW, Doherty SD, Noble PC. The optimal strategy for stable tibial fixation in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2004;19(7 Suppl 2):113-8.
14. Completo A, Simões JA, Fonseca F, Oliveira M. The influence of different tibial stem designs in load sharing and stability at the cement-bone interface in revision TKA. *Knee.* 2008;15(3):227-32.
15. Sheng PY, Kontinen L, Lehto M, Ogino D, Jämsen E, Nevalainen J, et al. Revision total knee arthroplasty: 1990 through 2002. A review of the Finnish arthroplasty registry. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(7):1425-30.
16. Barrack RL, Stanley T, Burt M, Hopkins S. The effect of stem design on end-of-stem pain in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2004;19(7 Suppl 2):119-24.
17. Miller TT. Imaging of knee arthroplasty. *Eur J Radiol.* 2005;54(2):164-77.
18. Parsley BS, Sugano N, Bertolusso R, Conditt MA. Mechanical alignment of tibial stems in revision total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2003;18(7 Suppl 1):33-6.
19. Mahoney OM, Kinsey TL. Modular femoral offset stems facilitate joint line restoration in revision knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;446:93-8.