



Artigo Original

Previsibilidade da amplitude de movimento após artroplastia total do joelho com prótese medial pivot[☆]



Lúcio Honório de Carvalho Júnior^{a,b,c,*}, Bruno Presses Teixeira^a,
Cláudio Otávio da Silva Bernardes^a, Luiz Fernando Machado Soares^a,
Matheus Braga Jacques Gonçalves^a e Eduardo Frois Temponi^a

^a Hospital Madre Teresa, Belo Horizonte, MG, Brasil

^b Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina, Departamento do Aparelho Locomotor, Belo Horizonte, MG, Brasil

^c Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Medicina, Belo Horizonte, MG, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 15 de abril de 2016

Aceito em 13 de junho de 2016

On-line em 28 de setembro de 2016

Palavras-chave:

Amplitude de movimento articular

Artroplastia do joelho

Desenho de prótese

RESUMO

Objetivo: Avaliar se há previsibilidade da amplitude de movimentos alcançada por pacientes submetidos a artroplastia total do joelho com prótese que usa desenho medial pivot.

Métodos: Entre janeiro e agosto de 2014 foi feita avaliação prospectiva de 155 pacientes com osteoartrose primária do joelho submetidos a artroplastia total do joelho com o uso da prótese Advance[®] Medial Pivot. Todas as medidas da amplitude de movimentos foram feitas antes, durante e após a cirurgia. Todos os pacientes foram avaliados clinicamente no pré- e pós-operatório (15, 45 dias, três meses, seis meses, um ano e depois anualmente após a cirurgia) para a análise de seu estado funcional. O questionário Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (Womac) foi usado.

Resultados: Diferenças significativas ($p < 0,001$) foram relatadas entre as médias e medianas da amplitude de movimentos no pré-operatório em comparação com as medidas obtidas no período intraoperatório. As medidas do pré-operatório também se mostraram diferentes quando comparadas com aquelas após seis meses de pós-operatório ($p < 0,001$). Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias e medianas da amplitude de movimento na comparação do intraoperatório e as medidas feitas aos 45 dias (*ns*) e entre as médias e medianas das medidas pré-operatórias e aquelas observadas aos seis meses (*ns*).
Conclusão: Há previsibilidade da amplitude de movimentos obtida por pacientes submetidos a artroplastia total do joelho com prótese medial pivot. A amplitude aos 45 dias é semelhante àquela observada nas medidas intraoperatórias. A amplitude final está relacionada à amplitude pré-operatória.

© 2016 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

[☆] Trabalho desenvolvido no Hospital Madre Teresa, Belo Horizonte, MG, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mails: dufrois@hotmail.com, luciohcj@gmail.com (L.H. Carvalho Júnior).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2016.06.003>

0102-3616/© 2016 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Range of motion predictability after total knee arthroplasty with medial pivot prosthesis

A B S T R A C T

Keywords:

Articular movement range
Knee arthroplasty
Prosthesis design

Objective: To assess whether there the final range of motion (ROM) results achieved by patients undergoing total knee arthroplasty (TKA) with prosthesis using Medial Pivot design are predictable.

Methods: Between January and August of 2014, 155 patients with primary osteoarthritis of knee who underwent TKA using the prosthesis ADVANCE® Medial Pivot were prospectively assessed. All ROM measures were made and recorded before, during, and after surgery. All patients were clinically assessed preoperatively and postoperatively (15, 45 days, three months, six months, one year, and annually thereafter after surgery); their functional status was assessed using the WOMAC questionnaire.

Results: Significant differences ($p < 0.001$) were observed between the means and medians of ROM in the preoperative when compared with those during the perioperative; the perioperative values, when compared with those after six months postoperative, were also different ($p < 0.001$). No significant differences were found between the means and medians ROM between the intraoperative period and at the 45-day assessment (ns) and between the means and medians ROM between the preoperative period and at the six-month evaluation (ns).

Conclusion: The final ROM achieved by patients that underwent TKA with medial pivot prosthesis can be predicted. The perioperative ROM correlates with that at 45 days after surgery. The final ROM is correlated with that of the pre-operative period.

© 2016 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

A osteoartrose do joelho é causa comum de dor, incapacidade e pioria da qualidade de vida, afetando 41,1% de alguns grupos populacionais, especialmente mulheres acima de 70 anos.¹⁻³ A artroplastia total do joelho (ATJ) é procedimento bem estabelecido e associado a bons resultados clínicos, particularmente pela melhoria funcional.⁴⁻⁶

Embora diferentes resultados possam estar relacionados à ATJ, a recuperação da amplitude de movimento (ADM) é essencial para o resultado funcional.^{7,8} Vários fatores podem influenciar a ADM após a ATJ, incluindo a ADM pré e peroperatória, a técnica cirúrgica, a ressecção do ligamento cruzado posterior (LCP), o desenho da prótese e a reabilitação pós-operatória.⁸⁻¹¹ É descrita até perda de movimento após a ATJ em determinados grupos e situações.^{9,11-14} Alguns estudos discutem ainda a importância da ADM peroperatória como um indicador para o movimento final, sendo desconhecido qualquer estudo com a prótese medial pivot.^{12,13,15}

A prótese com desenho medial pivot foi introduzida em 1998 com um conceito revolucionário em relação às outras próteses disponíveis até então.¹⁶ Ao sacrificar ambos os ligamentos cruzados, a estabilidade era baseada na conformação do côndilo e do planalto medial, tornando essa região um centro esférico de rotação estável, e permitindo maior movimentação no compartimento lateral.^{6,17,18} Essa assimetria garantiria a tentativa de reproduzir o movimento combinado de rotação/translação normalmente observado nos joelhos humanos.^{16,18-20}

Supõe-se que maior ADM peroperatória possa influenciar positivamente a ADM pós-ATJ com o uso da prótese Advance® Medial Pivot, o que poderia resultar em melhor resultado funcional. O objetivo deste estudo é avaliar se há previsibilidade da ADM obtida por pacientes submetidos a ATJ com desenho Medial Pivot.

Material e métodos

Entre janeiro e agosto de 2014 foram feitas 210 ATJ, 162 com a prótese Advance® Medial Pivot (MicroPort Orthopaedics Inc., Arlington, Tennessee EUA). Avaliação prospectiva de 155 pacientes (95,7%) com osteoartrose primária do joelho submetidos a ATJ com o uso dessa prótese foi feita. Todos os pacientes com indicação de ATJ foram considerados. Foram excluídos do estudo pacientes previamente submetidos a procedimentos cirúrgicos no joelho, com infecção em atividade, com dificuldade de compreender e preencher os questionários e aqueles submetidos a ATJ do lado oposto em menos de seis meses, devido à possível influência funcional. Eram do sexo feminino 119 (76,77%) pacientes e 36 (23,23%) do masculino. A idade variou entre 51 e 88 anos, com média de 70,71. O joelho direito foi operado em 94 pacientes. O peso variou entre 54 e 113 kg, com média de 78 kg. A altura variou entre 1,40 m e 1,88 m, com média de 1,62 m. O IMC variou entre 27,55 e 31,97, com média de 27,64.

Todos os pacientes foram submetidos a cirurgia sob anestesia raquidiana associada aos bloqueios dos nervos femoral e ciático, com o uso de torniquete pneumático, acesso cutâneo

longitudinal anterior e artrotomia parapatelar medial. Em todos os casos, os componentes femoral e tibial foram cimentados em tempo único. O componente patelar não foi usado, contudo neurectomia peripatelar foi feita em todos os pacientes. O ligamento cruzado posterior (LCP) foi ressecado em todos os casos.

Os pacientes foram avaliados na clínica ortopédica no período pós-operatório. A prevenção de eventos tromboembólicos foi feita com medidas de profilaxia mecânica e farmacológica. Anticoagulação medicamentosa com dose profilática foi feita até o terceiro dia de pós-operatório em regime hospitalar e por 12 dias em casa, totalizando 15 dias. Os pacientes foram encorajados a deambular logo após a recuperação dos bloqueios dos nervos periféricos. A descarga de peso foi permitida conforme tolerância com uma bengala ou andador no primeiro dia de pós-operatório sob a supervisão de fisioterapeuta. Exercícios de ADM passiva foram feitos todos os dias a partir do dia 1 após a cirurgia. Os pacientes receberam pelo menos duas horas da terapia física diária que consistia em exercícios isométricos, ADM passiva, ADM ativa assistida, fortalecimento de quadríceps e isquiotibiais e treino de marcha que incluiu movimentação em escadas. O tempo médio de internação foi de 54 horas. Todos os pacientes foram encaminhados para centros de reabilitação para a manutenção do programa de reabilitação.

A avaliação clínica foi feita 15, 45, 90 180 e 365 dias após a cirurgia e anualmente a partir daí. Todas as medidas de ADM foram feitas e registradas: antes, durante e após a cirurgia. Todos os pacientes foram avaliados clinicamente no pré-operatório e na avaliação de 12 meses de pós-operatório com o Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (Womac).²¹ Todas as medidas de ADM foram obtidas na posição supina (fig. 1). As medidas de flexão foram feitas com a coxofemoral a 90° de flexão, passivamente, sob flexão gravitacional máxima e com o uso de goniômetro padrão (Prestige Medical Goniometer, 2013, Northridge, E.U.A.), como descrito por Lee et al.^{12,22} A ADM pré-operatória foi medida imediatamente antes da cirurgia. Medições peroperatórias foram obtidas sob flexão gravitacional passiva máxima, com a coxofemoral a 90° de flexão após o fechamento da artrotomia, com o torniquete pneumático já esvaziado (Vídeo 1.0). Nas avaliações pós-operatórias, a ADM foi registrada aos 45 dias e seis meses. Para minimizar a variação entre observadores, todas as medições foram feitas por um único observador, previamente treinado para tal.

Este estudo foi apresentado ao e aprovado pelo Comitê de Ética e recebeu liberação CAAE n° 38474114.2.0000.5127. Todos os participantes concordaram e assinaram o consentimento informado antes do início do estudo. Não foi oferecido qualquer incentivo financeiro para os pacientes a participar da pesquisa.

Análise estatística

Todos os dados foram apresentados pela medida das medianas, médias e desvios padrão. A análise estatística foi feita com SPSS, 20® (IBM Corp. Lançado em 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, versão 20.0, Armonk, NY: BM Corp). Significância foi estabelecida como o valor de 0,05. Ao longo do tempo os dados foram testados quanto à distribuição normal pelo teste



Figura 1 – Avaliação da amplitude de movimento do joelho durante o processo de artroplastia total do joelho. a) pré-operatória, b) peroperatória, c) pós-operatória.

D'Agostino-Pearson e, quando necessário, a diferença entre as médias foi calculada pelo teste t de Student ou pelo teste de Wilcoxon naqueles em que a normalidade não se aplicava.

Resultados

A ADM foi relatada na [tabela 1](#), durante todo o período analisado. Diferenças significativas ($p < 0,001$) foram relatadas entre as médias e medianas das ADM no pré-operatório em comparação com aqueles durante o peroperatório. A mesma significância foi encontrada entre as medidas de ADM no peroperatório quando comparadas com aquelas após seis meses de pós-operatório. Não foram encontradas diferenças significantes entre as médias e medianas da ADM peroperatória e aquelas obtidas na avaliação após 45 dias (*ns*). No entanto, houve uma perda média de 10° quando comparadas com a

Tabela 1 – Amplitude de movimento durante artroplastia total de joelho

	ΔExtensão	Média de extensão	ΔFlexão	Média de flexão
<i>Pré-operatório</i>				
Geral	0-20°	-1	45-140°	111°
Masculino	0-15°	3°	95-140°	115°
Feminino	0-20°	1°	45-140°	111°
<i>Peroperatório</i>				
Geral	0-5°	0,05°	86-125°	101°
Masculino	0°	0°	101°	100°
Feminino	0-5°	0,01°	86-120°	101°
<i>45 dias pós-operatório</i>				
Geral	0-10°	1°	80-130°	102°
Masculino	0°	0°	90-130°	104°
Feminino	0-10°	1°	80-120°	102°
<i>6 meses pós-operatório</i>				
Geral	0-10°	1°	90-130°	111°
Masculino	0-5°	0,3°	90-130°	113°
Feminino	0-10°	1°	90-130°	110°

ADM pré-operatória. Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias e medianas das ADM entre o pré-operatório e aquelas obtidas na avaliação após seis meses. Não houve diferença estatística entre os gêneros, embora tenha se observado menor ADM durante o peroperatório nos homens, o que não implicou menor ADM no pós-operatório.

O Índice Womac variou entre 21,87 e 80,24, com média de 49,63 no período pré-operatório. Na análise pós-operatória (12 meses), a média Womac foi de 73,71, variando entre 53,12 e 88,54 ($p < 0,0001$).

Discussão

O achado mais importante deste estudo foi a relação entre as medidas da ADM peroperatória e aquela obtida aos 45 dias de pós-operatório. Esse achado pode se tornar o marcador para aqueles pacientes que poderiam se beneficiar de maior atenção e cuidado durante o processo de reabilitação. Ele também pode ser usado como um objetivo a ser atingido no período pós-operatório ou ainda como um marcador de normalidade evolutiva. Não se observou qualquer relação entre as medidas peroperatórias e a ADM alcançada após seis meses de cirurgia. Para esse período, as medições pré-operatórias mostraram-se confiáveis e tornaram previsível a ADM final. É importante observar que a ADM peroperatória e aos 45 dias após a cirurgia foram significativamente mais baixas do que no pré-operatório, o que reforça a importância da agressão cirúrgica, da dor e do processo de cura na recuperação da ADM.^{8,23,24}

Vários autores analisaram a ADM após artroplastia com o uso do desenho medial pivot e encontraram relação entre a ADM pré-operatória com aquela obtida após a cirurgia.^{4,5,23,25-27} Shakespeare et al.²⁸ compararam 261 joelhos submetidos a artroplastia com próteses medial pivot com 913 casos em que foi usado ATJ com sacrifício do LCP. Não encontraram diferença entre a ADM obtida após 12 meses de seguimento. Karachalios et al.²⁵ analisaram 284 ATJ com desenho medial pivot e acharam melhoria da ADM (101° do pré-operatório e 117° na avaliação final). Anderson et al.²³

descreveram 298 ATJ primárias em cinco centros. A flexão melhorou de 107° no pré-operatório para 121° no último acompanhamento. No presente estudo observou-se manutenção da ADM pré-operatória, contudo com valores menores do que os observados em outras análises. Quando analisado pelo gênero, houve progressão semelhante da ADM, com valores absolutos mais elevados entre os homens, sem repercussão final nos valores medidos.

Poucos estudos analisaram a importância da ADM peroperatória.^{12,13,15} Lee et al.¹² observaram que a medida final de flexão alcançada para pacientes com pouca flexão pré-operatória ($< 85^\circ$) poderia ser prevista pela medida intraoperatória (medida gravitacional), e não pelo seu valor pré-operatório. Ritter et al.¹⁵ observaram que a flexão peroperatória e pós-operatória estavam relacionadas e que a ADM peroperatória foi a melhor forma de prever a ADM pós-operatória. Kotani et al.¹⁰ acharam correlação positiva entre ADM pré e pós-operatória com três meses e um ano, mas nenhuma correlação evidente dois anos após a cirurgia. Neste estudo, a relação entre a ADM peroperatória e aquela alcançada aos 45 dias de pós-operatório não está relacionada com as medidas efetuadas aos seis meses. O fato de que a ADM peroperatória foi medida de forma passiva, com o uso da gravidade, sem contração muscular ativa, pode explicar a diferença entre seus valores e as medidas aos seis meses de pós-operatório, nos quais reabilitação e recuperação da força muscular poderiam contribuir para melhoria da ADM.^{10,13,29}

A recuperação após a ATJ está associada à diminuição da dor e consequente melhoria funcional. Tais conquistas podem ser medidas quando se analisa o questionário Womac. Pritchett et al.²⁰ avaliaram a impressão clínica de pacientes após ATJ; 76% dos pacientes preferiram as próteses com desenho medial pivot frente aquelas em que o LCP foi sacrificado e 61% preferiram aquelas com desenho medial pivot quando comparadas com as próteses com plataforma móvel. Anderson et al.²³ analisaram 204 joelhos com 5,4 anos de seguimento e relataram melhoria significativa nos resultados funcionais em relação ao pré-operatório. Bae et al.²⁴ compararam dois grupos de pacientes (com e sem sacrifício do LCP) após ATJ com desenho medial pivot. Foi achada melhoria significativa

nos resultados funcionais em ambos os grupos, sem diferença entre eles.²⁴ Karachalios et al.²⁵ descreveram 284 artroplastias, com 6,7 anos de seguimento. Observaram melhoria significativa no questionário Womac (30,8 pré-operatório; 79,2 final), SF-12 questionário (26,6 pré-operatório; 47 final) e no escore Oxford (44,4 pré-operatório; 22,6 final). Neste estudo, foi observada melhoria no resultado funcional após 12 meses, apesar da manutenção da mesma ADM pré-operatória.

Este estudo apresenta algumas limitações. A avaliação da ADM em diferentes desenhos de prótese poderia definir se essa seguiria o padrão apresentado no presente estudo. Estudos futuros serão necessários para avaliar a reprodutibilidade das medidas de ADM e se há melhoria funcional e da ADM na comparação de próteses com desenho medial pivot com as demais. Outro ponto de limitação seria a realização da medida da ADM com goniômetro padrão, e não com medidas radiográficas, o que pode ter resultado em números menos confiáveis. O fato de todas as avaliações terem sido feitas com o mesmo instrumento e pelo mesmo pesquisador, previamente validadas em estudo piloto, torna essa fragilidade menos significativa.²²

Este estudo é importante por alertar o ortopedista para estar atento à ADM durante a recuperação da ATJ. Os pacientes com perda de ADM após a cirurgia (no prazo de 45 dias) devem ser aconselhados sobre sua evolução. Aqueles que recuperam menor ADM do que o esperado devem ser avaliados para maior atenção e cuidado no processo de reabilitação, servindo até como alerta para eventual manipulação sob anestesia.

Conclusão

Há previsibilidade da amplitude de movimento final obtida por pacientes submetidos a artroplastia total do joelho com prótese medial pivot. A amplitude de movimento pré-operatória se correlaciona com a amplitude final pós-operatória. A amplitude de movimento peroperatória correlacionou-se com aquela obtida aos 45 dias após a cirurgia.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse. Apenas L.H.C. Jr fez apresentações pagas e atua como consultor pago na Microport Orthopaedics.

Agradecimentos

A todos os pesquisadores e participantes da pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Reginato AM, Riera H, Vera M, Torres AR, Espinosa R, Esquivel JA, et al. Osteoarthritis in Latin America: study of demographic and clinical characteristics in 3040 patients. *J Clin Rheumatol*. 2015;21(8):391-7.
2. Plotnikoff R, Karunamuni N, Lytvyak E, Penfold C, Schopflocher D, Imayama I, et al. Osteoarthritis prevalence and modifiable factors: a population study. *BMC Public Health*. 2015;15:1195.
3. Lee S, Kim SJ. Prevalence of knee osteoarthritis, risk factors, and quality of life: The Fifth Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Int J Rheum Dis*. 2015 Nov 18, <http://dx.doi.org/10.1111/1756-185X.12795> [Epub ahead of print].
4. Bae DK, Cho SD, Im SK, Song SJ. Comparison of midterm clinical and radiographic results between total knee arthroplasties using medial pivot and posterior-stabilized prosthesis – A matched pair analysis. *J Arthroplasty*. 2016;31(2):419-24.
5. Fitch DA, Sedacki K, Yang Y. Mid- to long-term outcomes of a medial-pivot system for primary total knee replacement: a systematic review and meta-analysis. *Bone Joint Res*. 2014;3(10):297-304.
6. Vecchini E, Christodoulidis A, Magnan B, Ricci M, Regis D, Bartolozzi P. Clinical and radiologic outcomes of total knee arthroplasty using the Advance Medial Pivot prosthesis. A mean 7 years follow-up. *Knee*. 2012;19(6):851-5.
7. Ishii Y, Noguchi H, Matsuda Y, Takeda M, Kiga H, Toyabe S. Range of motion during the perioperative period in total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008;128(8):795-9.
8. Dennis DA, Komistek RD, Stiehl JB, Walker SA, Dennis KN. Range of motion after total knee arthroplasty: the effect of implant design and weight-bearing conditions. *J Arthroplasty*. 1998;13(7):748-52.
9. Farahini H, Moghtadaei M, Bagheri A, Akbarian E. Factors influencing range of motion after total knee arthroplasty. *Iran Red Crescent Med J*. 2012;14(7):417-21.
10. Kotani A, Yonekura A, Bourne RB. Factors influencing range of motion after contemporary total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2005;20(7):850-6.
11. Sugitani K, Arai Y, Takamiya H, Terauchi R, Nakagawa S, Ueshima K, et al. Factors affecting range of motion after total knee arthroplasty in patients with more than 120 degrees of preoperative flexion angle. *Int Orthop*. 2015;39(8):1535-40.
12. Lee DC, Kim DH, Scott RD, Suthers K. Intraoperative flexion against gravity as an indication of ultimate range of motion in individual cases after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1998;13(5):500-3.
13. Ritter MA, Harty LD, Davis KE, Meding JB, Berend ME. Predicting range of motion after total knee arthroplasty. Clustering, log-linear regression, and regression tree analysis. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85(7):1278-85.
14. Carvalho Júnior LH, Castro CAC, Gonçalves MJB, Rodrigues LCM, Cunha FVP, Lopes FL. Amplitude de movimento após artroplastia total do joelho. *Acta Ortop Bras*. 2005;13(5):233-4.
15. Ritter MA, Campbell ED. Effect of range of motion on the success of a total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1987;2(2):95-7.
16. Blaha JD. A medial pivot geometry. *Orthopedics*. 2002;25(9):963-4.
17. Miyazaki Y, Nakamura T, Kogame K, Saito M, Yamamoto K, Suguro T. Analysis of the kinematics of total knee prostheses with a medial pivot design. *J Arthroplasty*. 2011;26(7):1038-44.
18. Barnes CL, Blaha JD, DeBoer D, Stemmiski P, Obert R, Carroll M. Assessment of a medial pivot total knee arthroplasty design in a cadaveric knee extension test model. *J Arthroplasty*. 2012;27(8), 1460.e1-1468.e1.
19. Komistek RD, Dennis DA, Mahfouz M. In vivo fluoroscopic analysis of the normal human knee. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(410):69-81.
20. Pritchett JW. Patients prefer a bicruciate-retaining or the medial pivot total knee prosthesis. *J Arthroplasty*. 2011;26(2):224-8.
21. McConnell S, Kolopack P, Davis AM. The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (Womac): a review

- of its utility and measurement properties. *Arthritis Rheum.* 2001;45(5):453-61.
22. Gogia PP, Braatz JH, Rose SJ, Norton BJ. Reliability and validity of goniometric measurements at the knee. *Phys Ther.* 1987;67(2):192-5.
 23. Anderson MJ, Kruse RL, Leslie C, Levy LJ Jr, Pritchett JW, Hodge J. Medium-term results of total knee arthroplasty using a medially pivoting implant: a multicenter study. *J Surg Orthop Adv.* 2010;19(4):191-5.
 24. Bae DK, Song SJ, Cho SD. Clinical outcome of total knee arthroplasty with medial pivot prosthesis a comparative study between the cruciate retaining and sacrificing. *J Arthroplasty.* 2011;26(5):693-8.
 25. Karachalios T, Roidis N, Giotikas D, Bargiotas K, Varitimidis S, Malizos KN. A mid-term clinical outcome study of the Advance Medial Pivot knee arthroplasty. *Knee.* 2009;16(6):484-8.
 26. Moonot P, Mu S, Railton GT, Field RE, Banks SA. Tibiofemoral kinematic analysis of knee flexion for a medial pivot knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(8):927-34.
 27. Chinzei N, Ishida K, Tsumura N, Matsumoto T, Kitagawa A, Iguchi T, et al. Satisfactory results at 8 years mean follow-up after Advance®medial-pivot total knee arthroplasty. *Knee.* 2014;21(2):387-90.
 28. Shakespeare D, Ledger M, Kinzel V. Flexion after total knee replacement. A comparison between the Medial Pivot knee and a posterior stabilised implant. *Knee.* 2006;13(5):371-3.
 29. Nishio Y, Onodera T, Kasahara Y, Takahashi D, Iwasaki N, Majima T. Intraoperative medial pivot affects deep knee flexion angle and patient-reported outcomes after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2014;29(4):702-6.