

ESTUDO DA ESTABILIDADE DOS COMPONENTES NA ARTROPLASTIA TOTAL DO JOELHO SEM CIMENTO

STUDY ON IMPLANT STABILITY IN CEMENTLESS TOTAL KNEE ARTHROPLASTY

LUÍS EDUARDO PASSARELLI TÍRICO, THIAGO PASQUALIN, JOSÉ OTÁVIO PÉCORÁ, RICCARDO GOMES GOBBI,
JOSÉ RICARDO PÉCORÁ, MARCO KAWAMURA DEMANGE

RESUMO

Objetivo: Comparar dois métodos de avaliação da estabilidade dos componentes tibial e femoral nas artroplastias de joelho não cimentadas com plataforma rotatória. **Métodos:** Para isso foram avaliados 20 pacientes (20 joelhos) através de uma análise de radiografias dinâmicas com intensificador de imagem e manobras de estresse em varo e valgo, que foram comparadas com radiografias estáticas em frente e perfil dos joelhos, analisadas por dois cirurgiões experientes, cegos um em relação ao outro. **Resultados:** Os resultados das análises estáticas e dinâmicas foram comparados e demonstraram forte correlação estatística ($p < 0,001$), utilizando-se o método Kappa de comparação. **Conclusão:** O componente tibial mostrou-se mais instável quando comparado com o componente femoral, tanto na análise estática, quanto na dinâmica. **Nível de evidência IV, Série de Casos.**

Descritores: Artroplastia do joelho. Prótese do joelho. Osteoartrite do joelho. Biomecânica.

ABSTRACT

Objectives: Determine the stability of tibial and femoral components of 20 cementless knee arthroplasties with rotating platform. **Methods:** The 20 patients (20 knees) underwent an analysis of dynamic radiographs with an image amplifier and maneuvers of varus and valgus which were compared to static frontal and lateral radiographs of the knees and analyzed by two experienced surgeons in a double-blind way. **Results:** We could observe in this study that both methods showed very similar results for the stability of the tibial and femoral components ($p < 0,001$) using the Kappa method for comparison. **Conclusion:** The tibial component was more unstable in relation to the femoral component in both static and dynamic studies. **Level of evidence IV, Case Series.**

Keywords: Knee arthroplasty. Knee prosthesis. Knee osteoarthritis. Biomechanics.

Citação: Tírico LEP, Pasqualin T, Pécora JO, Gobbi RG, Pécora JR, Demange MK. Estudo da estabilidade dos componentes na artroplastia total do joelho sem cimento. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2012;20(4): 230-4. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

Citation: Tírico LEP, Pasqualin T, Pécora JO, Gobbi RG, Pécora JR, Demange MK. Study on implant stability in cementless total knee arthroplasty. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2012;20(4): 230-4. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

A artroplastia total de joelho (ATJ) é um dos procedimentos mais efetivos, confiáveis e de resultados reprodutíveis na cirurgia ortopédica. Apresenta resultados excepcionais no alívio da dor e restauo da função em pacientes com artrites inflamatórias e osteoartrose, com baixas taxas de soltura asséptica em 10 anos.¹⁻³ Atualmente, o padrão-ouro em artroplastia de joelho é a utilização de componentes metálicos cimentados no fêmur e na tíbia.⁴⁻⁹ Entretanto, inúmeras pesquisas tem sido realizadas na tentativa de aumentarmos a qualidade da fixação dos componentes no osso e diminuir o índice de soltura a longo prazo.

Uma das causas de soltura precoce dos componentes da ATJ é a plataforma fixa tibial, onde o polietileno é fixado no compo-

nente rigidamente, não permitindo movimentação. Essa fixação rígida leva a um maior atrito entre os componentes da artroplastia, levando a um desgaste maior do polietileno e à liberação de debris, que contribuem para a soltura asséptica do implante. Para tentar minimizar este atrito na interface implante-osso, criou-se um componente tibial com plataforma rotatória, onde o polietileno pode movimentar-se rotacionalmente sobre o componente tibial, diminuindo o atrito.¹⁰⁻¹²

Outra alteração introduzida ao longo dos anos foi a substituição da fixação cimentada dos componentes pela artroplastia sem cimento. A ATJ sem cimento foi idealizada inicialmente para indivíduos jovens, na esperança de diminuir a perda óssea durante as revisões que aconteceriam no futuro, assim como diminuir o tempo

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Trabalho realizado no LIM 41 – Laboratório de Investigação Médica do Sistema Músculo-Esquelético do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Correspondência: Secretaria da Graduação – R. Dr. Ovídio Pires de Campos, 333 – 3º andar, Cerqueira César – 05403-010 – São Paulo – SP, Brasil. E-mail: dtirico@yahoo.com.br

Artigo recebido em 22/01/2010, aprovado em 25/05/2010.

cirúrgico e as complicações sistêmicas da cimentação. Para isso foram criados implantes com superfícies rugosas de hidroxiapatita, que teoricamente estimulariam o crescimento ósseo e a osteointegração do implante, aumentando a longevidade da cirurgia.¹³⁻¹⁵ As artroplastias do joelho sem cimento são utilizadas há mais de 20 anos com bons resultados em nosso meio.¹⁶ Entretanto, os artigos ainda são controversos em relação aos resultados desta técnica, quando comparada com as artroplastias cimentadas.^{11,12,17-20} O principal problema apontado pelos críticos da técnica sem cimento é a soltura tibial precoce. O principal parâmetro para avaliarmos a soltura dos componentes das artroplastias é a presença de linhas de radiolucência nas radiografias pós-operatórias, situadas na periferia dos componentes. As linhas de radiolucência podem estar presentes desde o pós-operatório imediato e só se tornarão uma preocupação para o cirurgião, quando houver modificação de seu padrão ao longo do acompanhamento, o que pode significar a soltura dos componentes e a necessidade de revisão da artroplastia.²¹

Existem inúmeros parâmetros de avaliação e quantificação das linhas de radiolucência e da soltura dos componentes da artroplastia. O mais utilizado atualmente é a classificação da sociedade de joelho americana baseada em radiografias do joelho frente e perfil,²² onde as linhas de radiolucência são quantificadas de acordo com sua localização ao redor dos componentes tibial e femoral. Geralmente esta avaliação é realizada por cirurgiões experientes que determinam se os componentes são estáveis ou instáveis. Outro método de avaliação da estabilidade dos componentes é a utilização de imagens dinâmicas através da utilização de intensificador de imagem (radioscopia). Neste método, são realizadas manobras de varo e valgo do joelho, que são documentadas simultaneamente pelo intensificador de imagem, podendo determinar a movimentação dos componentes e sua estabilidade.²³

Devido ao reduzido número de estudos realizados na investigação da estabilidade da artroplastia de joelho sem cimento e na comparação dos métodos de avaliação, realizamos este trabalho para comparar dois métodos de avaliação da estabilidade dos componentes femoral e tibial na artroplastia total de joelho sem cimento com plataforma rotatória.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliadas 20 artroplastias (20 pacientes) sem cimento com plataforma rotatória com, no mínimo, um ano de seguimento. Os pacientes foram operados durante o ano de 2007 e 2008, com média de 17,6 meses de pós-operatório (12-31 meses), sendo escolhidos ao acaso para a realização da artroplastia sem cimento. A idade média dos pacientes era de 62 anos (variando entre 52 e 75 anos) na ocasião da cirurgia, sendo 16 mulheres e quatro homens. Todos os pacientes foram informados do procedimento cirúrgico e assinaram termo de consentimento para participarem do estudo. Todas as cirurgias foram realizadas através de via de acesso parapatelar medial sacrificando o ligamento cruzado posterior. Os cortes ósseos foram realizados com guias padrões e foi utilizada artroplastia total de joelho não cimentada de plataforma rotatória *New Wave* do grupo *Lepine*.

Os componentes femoral e tibial eram de cromo-cobalto-molibdênio com revestimento poroso de 120 micrômetros. O componente patelar foi fixado diretamente na patela através de cimentação e dois pinos de fixação. Foi utilizado dreno a vácuo em todos os casos, sendo retirado quando o débito era menor que 100ml em 24 horas e, nos demais casos, em 48 horas.

Os pacientes receberam alta no quarto dia pós-operatório realizando carga parcial com andador. A carga foi liberada progressivamente, passando para uma bengala contralateral com três a quatro semanas e carga total com seis a oito semanas.

Os pacientes foram avaliados com 1, 3, 6 e 12 e 24 semanas. Após esta fase inicial, os pacientes tiveram retorno ambulatorial a cada seis meses até dois anos após a cirurgia e anualmente a partir desta data.

Na primeira etapa do estudo foram realizadas radiografias do joelho operado em frente ortostática com apoio monopodálico e em perfil absoluto do joelho com 30 graus de flexão em cada paciente. As imagens foram analisadas, em distintas ocasiões, por dois cirurgiões com experiência em artroplastia de joelho, quanto ao padrão das linhas de radiolucência no fêmur e na tibia, verificando se o componente femoral e o tibial encontravam-se estáveis ou instáveis, sendo cada componente analisado separadamente. As respostas foram anotadas em locais distintos para cada cirurgião, para que os mesmos ficassem cegos um em relação ao outro.

A segunda fase do estudo consistiu na análise dinâmica dos componentes femoral e tibial realizando-se imagens em tempo real com intensificador de imagem, quando realizávamos manobras de estresse em varo e valgo nos joelhos operados.

Os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal na mesa de radiografia e uma imagem estática inicial do joelho operado em extensão era documentada. Após a imagem ser capturada e fotografada, realizamos uma manobra de estresse em varo e em valgo do joelho em extensão, sendo ambas as imagens documentadas e analisadas em tempo real. Neste momento pudemos analisar se um dos componentes, que se mostrava estável na imagem estática, apresentaria instabilidade no exame dinâmico.

As imagens dos exames estáticos e dinâmicos foram documentadas e guardadas para posterior comparação com o exame radiográfico. Para a análise estatística dos resultados e para a avaliação da concordância de resultados entre os diferentes examinadores e a radioscopia utilizamos o teste Kappa, a um nível de significância de 5%, que avalia a concordância entre as respostas. A hipótese testada é se o índice Kappa é igual a 0, o que indicaria concordância nula, ou se ele é maior do que zero, concordância maior do que o acaso. Ao encontrarmos um valor de $p < 0,05$, tem-se indicação de que a medida de concordância é significativamente maior do que zero, o que indicaria que existe alguma concordância. Isto não significa necessariamente que a concordância seja alta.

Para complementar a análise observa-se o índice Kappa que aponta o grau de concordância, quanto mais próximo de 0 menor a concordância e quanto mais próximo de 1, melhor a concordância. Assim a medida Kappa tem como valor máximo o 1 (total concordância) e os valores próximos ou abaixo de 0 (indicam nenhuma concordância).

A interpretação dos valores de concordância seguiu a metodologia proposta por Landis e Koch.²⁴ (Tabela 1)

Tabela 1. Tabela de concordância do método Kappa.

Valores de Kappa	Interpretação
<0	Sem concordância
0-0.19	Concordância pobre
0.20-0.39	Concordância fraca
0.40-0.59	Concordância moderada
0.60-0.79	Forte concordância
0.80-1.00	Concordância quase perfeita

RESULTADOS

Os resultados da análise estática e dinâmica dos médicos especialistas e da radioscopia, respectivamente, foram comparados separadamente para a tíbia e fêmur, para testarmos dois métodos de análise da estabilidade das artroplastias não cimentadas do joelho. (Tabela 2)

Para as variáveis qualitativas foram apresentadas as frequências absolutas (n) e as frequências relativas (%). Para as variáveis quantitativas foram utilizadas como medidas resumos a média e a mediana e desvio-padrão, mínimo e máximo para apontar a variabilidade. (Tabelas 3 a 8)

Tabela 2. Análise final comparativa dos resultados dos examinadores e da radioscopia.

Pacientes	Examinador 1		Examinador 2		Radioscopia	
	Tíbia	Fêmur	Tíbia	Fêmur	Tíbia	Fêmur
1	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
2	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
3	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
4	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
5	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
6	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
7	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
8	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
9	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
10	Estável	Estável	Instável	Estável	Estável	Estável
11	Instável	Estável	Instável	Estável	Instável	Estável
12	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
13	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
14	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
15	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
16	Instável	Estável	Instável	Estável	Instável	Estável
17	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
18	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável
19	Instável	Estável	Instável	Estável	Instável	Estável
20	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável	Estável

Tabela 3. Resultado da avaliação da tíbia pelo examinador 1.

Tíbia - Examinador 1		
	n	%
Instável	3	15
Estável	17	85
Total	20	100

Tabela 4. Resultado da avaliação do fêmur pelo examinador 1.

Fêmur - Examinador 1		
	n	%
Estável	20	100

Tabela 5. Resultado da avaliação da tíbia pelo examinador 2.

Tíbia - Examinador 2		
	n	%
Instável	4	20
Estável	16	80
Total	20	100

Tabela 6. Resultado da avaliação do fêmur pelo examinador 2.

Fêmur - Examinador 2		
	n	%
Estável	20	100

Tabela 7. Resultado da avaliação dinâmica da tíbia pela radioscopia.

Tíbia (Radioscopia)		
	n	%
Instável	3	15
Estável	17	85
Total	20	100

Tabela 8. Resultado da avaliação dinâmica do fêmur pela radioscopia.

Femur (Radioscopia)		
	n	%
Estável	20	100

Comparação dos resultados para a Tibia

Para a comparação dos resultados obtidos pelo primeiro examinador em relação à radioscopia, nota-se que há uma concordância ($p < 0,05$) perfeita entre os dois resultados, ou seja, o resultado foi idêntico ($kappa = 1$). (Tabela 9)

Para a comparação dos resultados obtidos pelo segundo cirurgião em relação à radioscopia, nota-se que há uma concordância ($p < 0,05$) quase perfeita entre os dois resultados, apresentado um Kappa igual a 0,828. (Tabela 10)

A seguir a comparação realizada foi entre os resultados obtidos pelos dois cirurgiões. Pelos resultados nota-se que há uma concordância ($p < 0,05$) quase perfeita entre os dois resultados, apresentado um Kappa igual a 0,828. (Tabela 11) e (Figuras 1-3)

Comparação dos resultados para o Fêmur

Os resultados obtidos pelos dois cirurgiões e pela radioscopia foram estáveis para todos os pacientes apontando 100% de concordância dos resultados. Neste caso, concordância total, não se realiza cálculo do valor de Kappa.

Tabela 9. Análise comparativa da tíbia pelo examinador 1 e radioscopia.

			Tíbia (Radioscopia)		Total
			Instável	Estável	
Tíbia (Ex.1)	Instável	n	3		3
		%	15,00%		15,00%
	Estável	n		17	17
		%		85,00%	85,00%
Total	n	3	17		20
	%	15,00%	85,00%		100,00%

Tíbia (Examinador 1) * Tíbia (Radioscopia) - Kappa = 1,0 - p-valor < 0,001.

Tabela 10. Análise comparativa da tíbia pelo examinador 2 e radioscopia.

			Tíbia (Ex. 1)		Total
			Instável	Estável	
Tíbia (Ex.2)	instável	n	3	1	4
		%	15,00%	5,00%	20,00%
	estável	n		16	16
		%		80,00%	80,00%
Total	n	3	17		20
	%	15,00%	85,00%		100,00%

Tíbia (Examinador 2) * Tíbia (Radioscopia) - Kappa = 0,828 - p-valor < 0,001.

Tabela 11. Análise comparativa da tibia pelo examinador 1 e examinador 2.

			Tíbia (Ex.1)		Total
			Instável	Estável	
Tíbia (Ex.2)	Instável	n	3	1	4
		%	15,00%	5,00%	20,00%
	Estável	n		16	16
		%		80,00%	80,00%
Total		n	3	17	20
		%	15,00%	85,00%	#####

Tíbia (Examinador 2) * Tíbia (Examinador 1) - Kappa = 0,828 - p-valor < 0,001.

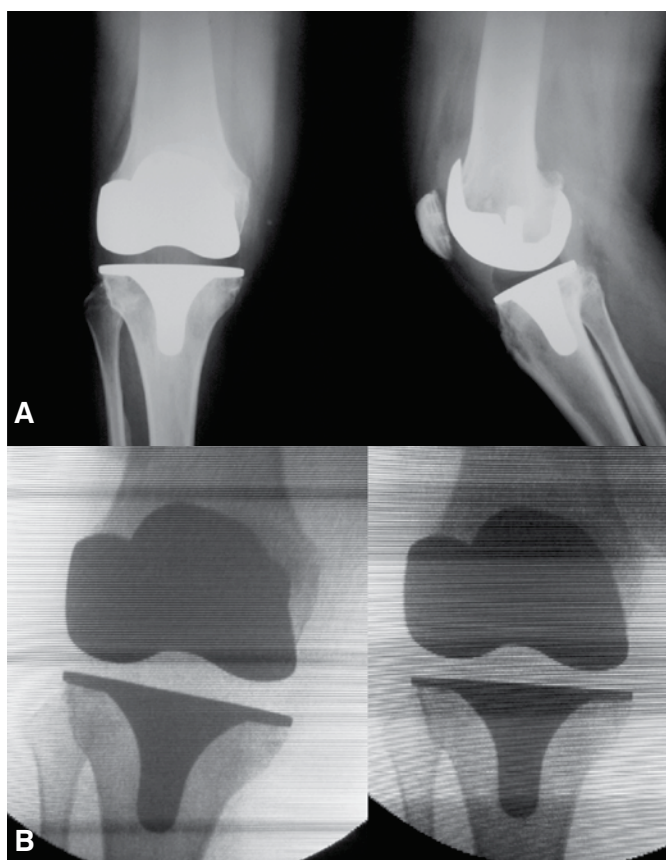


Figura 1. Avaliação estática (radiografia – (A) e dinâmica (radioscopia, (B) do paciente 7. Note que não há sinais de radiolucência ou lise nos componentes na análise estática e não ocorre movimentação dos componentes na análise dinâmica.

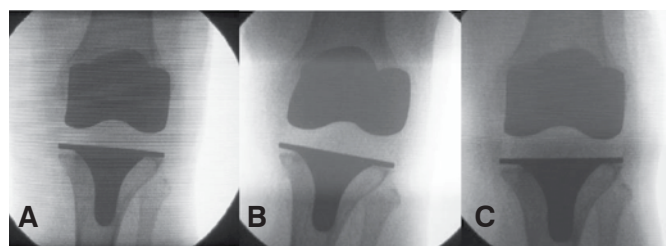


Figura 2. Avaliação dinâmica (radioscopia) em neutro (A), varo (B) e valgo (C) do paciente 11. Note linhas de radiolucência no planalto medial na radioscopia estática. Note aparecimento de radiolucência lateral no componente tibial na manobra de estresse em varo.

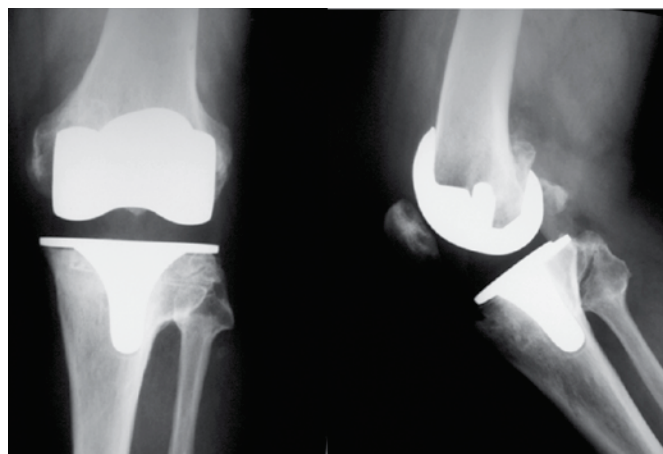


Figura 3. Radiografia do paciente 16 demonstrando sinais de radiolucência no planalto medial e lateral e ao redor da haste de centralização do componente tibial.

DISCUSSÃO

Beaupré et al.²⁵ apresentaram estudo comparativo entre próteses de joelho cimentadas e não cimentadas avaliando aspectos clínicos e não encontraram diferença entre os dois grupos. A maioria dos autores considera que a ausência de dor após a realização de próteses não cimentadas consiste no método clínico de avaliação da integração do implante. Neste estudo, além da avaliação clínica, optamos por adicionar metodologia com exame radiográfico dinâmico e estático na análise dos implantes.

Em nosso estudo a metodologia realizada para avaliação da estabilidade do implante apresentou boa correlação inter observador. A análise comparativa dos componentes femorais entre os dois examinadores e a radioscopia apresentaram concordância em todos os casos com índice de Kappa igual a 1.

Após análise dos dados comparativos entre as técnicas estática e dinâmica de avaliação da estabilidade dos componentes tibial e femoral na artroplastia do joelho sem cimento com plataforma rotatória, podemos concluir que os dois métodos conferem resultados semelhantes quanto à estabilidade dos componentes. Isso foi demonstrado pela correlação estatística positiva ($p < 0,001$) na comparação entre os dois métodos.

Hildebrand et al.²⁶ realizaram estudo analisando a migração de implantes sem cimento e demonstram haver algum grau de migração dos componentes até que ocorra a osteointegração dos implantes. Regner et al.²⁷ demonstraram que os implantes cimentados apresentam migração inicial menor, porém constante ao longo de cinco anos e que os implantes cimentados apresentam migração apenas nos primeiros seis meses. Isto possivelmente se deve a osteointegração do implante. A presença de radiolucência ao redor do implante sem cimento não significa necessariamente a soltura do componente, sendo possivelmente decorrente da migração inicial do mesmo. Em nosso estudo três pacientes apresentaram sinais de radiolucência ao redor do implante, porém não apresentavam movimentação dos implantes na análise realizada e não apresentavam outros sinais de soltura. Estes pacientes serão acompanhados por período mais longo com intuito de observar a evolução das linhas de radiolucência.

Quando comparamos a estabilidade dos componentes femorais do presente estudo com os dados apresentados na literatura, podemos concluir que o padrão de estabilidade dos componentes seguiu a maioria dos trabalhos, demonstrando que as artroplastias

totais de joelho não cimentadas com plataforma rotatória podem demonstrar sinais de instabilidade no componente tibial, sendo o componente femoral estável na maioria dos casos.

A partir da metodologia realizada podemos afirmar que a análise radiográfica estática por cirurgiões experientes e a análise dinâmica pela radioscopia levam a resultados semelhantes na avaliação da estabilidade dos componentes tibial e femoral nas artroplastias do joelho não cimentadas com plataforma rotatória. Este resultado nos leva a crer que as artroplastias sem cimento avaliadas apresentam osteointegração ao osso.

Consideramos que a atual geração de implantes sem cimento é diferente daquela apresentada no passado. A primeira geração de próteses de joelho não cimentada apresentou resultados ruins e desanimadores. Isto possivelmente se deve ao desenho inadequado dos implantes e outros fatores como presença de "metalback" no componente patelar e utilização de polietileno que possivelmente aumentavam a produção de debris.²⁸ A geração atual de implantes sem cimento apresenta resultados positivos em relação à osteointegração, sendo interessante aprofundar o

estudo nessa linha de artroplastias que pode ser uma tendência nas próteses de joelho assim como se observou historicamente nas próteses de quadril.

Como limitação do estudo consideramos que nesta análise não foram incluídos outros métodos de avaliação da estabilidade dos componentes tibial e femoral como, por exemplo, a cintilografia óssea, nem tão pouco definimos o padrão-ouro na avaliação da estabilidade dos componentes em uma artroplastia do joelho. O estudo aqui realizado não tem como objetivo análise comparativa entre o resultado funcional ou de durabilidade de próteses de joelho não cimentadas e próteses de joelho cimentadas. Novos estudos são necessários para melhor definição destes padrões.

CONCLUSÃO

Podemos concluir pelo presente estudo que o método estático de avaliação da estabilidade das artroplastias sem cimento do joelho por cirurgiões experientes é tão eficaz quanto à avaliação dinâmica por radioscopia, podendo ambas ser utilizadas com acurácia na avaliação dos pacientes.

REFERÊNCIAS

1. Keating EM, Meding JB, Faris PM, Ritter MA. Long-term follow-up of nonmodular total knee replacements. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(404):34-9.
2. Kelly MA, Clarke HD. Long-term results of posterior cruciate-substituting total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(404):51-7.
3. Ma HM, Lu YC, Ho FY, Huang CH. Long-term results of total condylar knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2005;20(5):580-4.
4. Font-Rodríguez DE, Scuderi GR, Insall JN. Survivorship of cemented total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(345):79-86.
5. Ranawat CS, Flynn WF Jr, Saddler S, Hansraj KK, Maynard MJ. Long-term results of the total condylar knee arthroplasty. A 15-year survivorship study. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(286):94-102.
6. Rasquinha VJ, Ranawat CS, Cervieri CL, Rodríguez JA. The press-fit condylar modular total knee system with a posterior cruciate-substituting design. A concise follow-up of a previous report. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(5):1006-10.
7. Ritter MA, Berend ME, Meding JB, Keating EM, Faris PM, Crites BM. Long-term followup of anatomic graduated components posterior cruciate-retaining total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(388):51-7.
8. Rodríguez JA, Bhende H, Ranawat CS. Total condylar knee replacement: a 20-year followup study. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(388):10-7.
9. Berger RA, Rosenberg AG, Barden RM, Sheinkop MB, Jacobs JJ, Galante JO. Long-term followup of the Miller-Galante total knee replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(388):58-67.
10. Callaghan JJ, Insall JN, Greenwald AS, Dennis DA, Komistek RD, Murray DW, et al. Mobile-bearing knee replacement: concepts and results. *Instr Course Lect.* 2001;50:431-49.
11. Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, Shastri S, Jacoby SM. Insall Award paper. Why are total knee arthroplasties failing today? *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(404):7-13.
12. Sorrells RB. The rotating platform mobile bearing TKA. *Orthopedics.* 1996;19(9):793-6.
13. Nilsson KG, Kärrholm J, Carlsson L, Dalén T. Hydroxyapatite coating versus cemented fixation of the tibial component in total knee arthroplasty: prospective randomized comparison of hydroxyapatite-coated and cemented tibial components with 5-year follow-up using radiostereometry. *J Arthroplasty.* 1999;14(1):9-20.
14. Nilsson KG, Henricson A, Norgren B, Dalén T. Uncemented HA-coated implant is the optimum fixation for TKA in the young patient. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;448:129-39.
15. Onsten I, Nordqvist A, Carlsson AS, Besjakov J, Shott S. Hydroxyapatite augmentation of the porous coating improves fixation of tibial components. A randomized RSA study in 116 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80(3):417-25.
16. Ritter MA, Meneghini RM. Twenty-year survivorship of cementless anatomic graduated component total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2010;25(4):507-13.
17. Stiehl JB, Voorhorst PE. Total knee arthroplasty with a mobile-bearing prosthesis: comparison of retention and sacrifice of the posterior cruciate ligament in cementless implants. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 1999;28(4):223-8.
18. Cook SD, Barrack RL, Thomas KA, Haddad RJ Jr. Quantitative histologic analysis of tissue growth into porous total knee components. *J Arthroplasty.* 1989;4 Suppl:S33-43.
19. Barrack RL, Nakamura SJ, Hopkins SG, Rosenzweig S. Winner of the 2003 James A. Rand Young Investigator's Award. Early failure of cementless mobile-bearing total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2004;19(7 Suppl 2):101-6.
20. Tai CC, Cross MJ. Five- to 12-year follow-up of a hydroxyapatite-coated, cementless total knee replacement in young, active patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(9):1158-63.
21. Aebli N, Krebs J, Schwenke D, Hii T, Wehrli U. Progression of radiolucent lines in cementless twin-bearing low-contact-stress knee prostheses: a retrospective study. *J Arthroplasty.* 2004;19(6):783-9.
22. Ewald FC. The Knee Society total knee arthroplasty roentgenographic evaluation and scoring system. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(248):9-12.
23. Stähelin T, Kessler O, Pfirrmann C, Jacob HA, Romero J. Fluoroscopically assisted stress radiography for varus-valgus stability assessment in flexion after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2003;18(4):513-5.
24. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33(1):159-74.
25. Beaupré LA, al-Yamani M, Huckell JR, Johnston DW. Hydroxyapatite-coated tibial implants compared with cemented tibial fixation in primary total knee arthroplasty. A randomized trial of outcomes at five years. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(10):2204-11.
26. Hildebrand R, Trappmann D, Georg C, Müller HH, Koller M, Klose KJ, et al. [What effect does the hydroxyapatite coating have in cementless knee arthroplasty?]. *Orthopade.* 2003;32(4):323-30.
27. Regnér L, Carlsson L, Kärrholm J, Herberts P. Tibial component fixation in porous- and hydroxyapatite-coated total knee arthroplasty: a radiostereo metric evaluation of migration and inducible displacement after 5 years. *J Arthroplasty.* 2000;15(6):681-9.
28. Regnér L, Carlsson L, Kärrholm J, Herberts P. Ceramic coating improves tibial component fixation in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1998;13(8):882-9.