

# Avaliação rotacional do fêmur distal e sua importância na artroplastia total de joelho: análise por ressonância magnética\*

*Rotational assessment of distal femur and its relevance in total knee arthroplasty: analysis by magnetic resonance imaging*

Fabricio Bolpato Loures<sup>1</sup>, Sebastião Furtado Neto<sup>2</sup>, Robson de Lima Pinto<sup>2</sup>, André Kinder<sup>3</sup>, Pedro José Labronici<sup>4</sup>, Rogério Franco de Araújo Góes<sup>5</sup>, Edson Marchiori<sup>6</sup>

Loures FB, Furtado Neto S, Pinto RL, Kinder A, Labronici PJ, Góes RFA, Marchiori E. Avaliação rotacional do fêmur distal e sua importância na artroplastia total de joelho: análise por ressonância magnética. Radiol Bras. 2015 Set/Out;48(5):282–286.

**Resumo** **Objetivo:** Definir o padrão de rotação do fêmur distal em população brasileira, correlacionar esse padrão com o sugerido pelos instrumentos de artroplastia e analisar a variabilidade de cada parâmetro anatômico.

**Materiais e Métodos:** Foram avaliados 101 exames de ressonância magnética no período compreendido entre abril e junho de 2012. A coleta dos dados epidemiológicos foi feita pelo sistema informatizado da instituição de imagem, sendo 52 pacientes masculinos e 49 femininos. As mensurações foram feitas no plano axial, correlacionando e triangulando com os outros planos. Utilizamos como referência para as medidas angulares a linha condilar posterior. Na sequência, especificamos o eixo transepicondilar anatômico, cirúrgico e a linha troclear anteroposterior. As angulações entre a linha de referência e as linhas estudadas foram calculadas pelo *software* da instituição.

**Resultados:** Foi encontrada uma média de 6,89° na aferição do eixo transepicondilar anatômico em relação à linha condilar posterior, variando de 0,25° a 12°. O eixo transepicondilar cirúrgico apresentou média de 2,89°, variando de –2,23° (rotação interna) a 7,86°. O eixo perpendicular à linha troclear anteroposterior apresentou média de 4,77°, variando de –2,09° a 12,2°.

**Conclusão:** O ângulo transepicondilar cirúrgico apresentou valores médios correspondentes aos da população caucasiana. Os instrumentos estão adequados, porém nenhum parâmetro anatômico se mostrou constante o suficiente para ser usado de forma isolada.

**Unitermos:** Joelho; Prótese; Imagem; Ressonância magnética; Alinhamento.

**Abstract** **Objective:** To define the distal femur rotation pattern in a Brazilian population, correlating such pattern with the one suggested by the arthroplasty instruments, and analyzing the variability of each anatomic parameter.

**Materials and Methods:** A series of 101 magnetic resonance imaging studies were evaluated in the period between April and June 2012. The epidemiological data collection was performed with the aid of the institution's computed imaging system, and the sample included 52 male and 49 female patients. The measurements were made in the axial plane, with subsequent correlation and triangulation with the other plans. The posterior condylar line was used as a reference for angle measurements. Subsequently, the anatomical and surgical transepicondylar axes and the anteroposterior trochlear line were specified. The angles between the reference line and the studied lines were calculated with the aid of the institution's software.

**Results:** The mean angle between the anatomical transepicondylar axis and the posterior condylar line was found to be 6.89°, ranging from 0.25° to 12°. For the surgical transepicondylar axis, the mean value was 2.89°, ranging from –2.23° (internal rotation) to 7.86°, and for the axis perpendicular to the anteroposterior trochlear line, the mean value was 4.77°, ranging from –2.09° to 12.2°.

**Conclusion:** The anatomical transepicondylar angle showed mean values corresponding to the measurement observed in the Caucasian population. The utilized instruments are appropriate, but no anatomical parameter proved to be steady enough to be used in isolation.

**Keywords:** Knee; Prosthesis; Image; Magnetic resonance imaging; Alignment.

## INTRODUÇÃO

O sucesso da artroplastia total do joelho depende de vários fatores, entre eles, o posicionamento do implante no plano axial. Falha no posicionamento do implante pode acarretar tensões desproporcionais nos ligamentos e causar complicações como o desenvolvimento de dor, rigidez, instabi-

\* Trabalho realizado no Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Prof. Dr. Donato D'Ángelo, Hospital Santa Teresa, Petrópolis, RJ, Brasil.

1. Mestre, Cirurgião de Joelho do Hospital Santa Teresa, Petrópolis, RJ, Brasil.
2. Membros da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia, Médicos Residentes em Cirurgia do Joelho no Hospital Santa Teresa, Petrópolis, RJ, Brasil.
3. Mestre, Médico Radiologista da Clínica Multimagem, Petrópolis, RJ, Brasil.
4. Doutor, Médico Ortopedista do Hospital Santa Teresa, Petrópolis, RJ, Brasil.
5. Membro da Sociedade Brasileira de Cirurgia do Joelho, Chefe de Clínica e Médico Responsável pelo Grupo de Joelho do Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Prof. Dr. Donato D'Ángelo, Hospital Santa Teresa, Petrópolis, RJ, Brasil.
6. Doutor, Professor Titular Emérito da Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Professor Associado da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Endereço para correspondência: Dr. Fabricio Bolpato Loures. Rua Doutor Alencar Lima, 35, salas 403 e 405, Centro. Petrópolis, RJ, Brasil, 25620-050. E-mail: fbolpato@gmail.com.

Recebido para publicação em 27/4/2014. Aceito, após revisão, em 2/3/2015.

lidade ou soltura precoce do implante<sup>(1-10)</sup>. Vários estudos demonstraram consequências desastrosas no posicionamento do componente femoral em rotação interna. Recentemente, alguns trabalhos também demonstram que as consequências também são graves quando o implante é posicionado em rotação externa excessiva<sup>(11-16)</sup>.

O corte femoral é feito em rotação externa para compensar o corte tibial perpendicular ao eixo anatômico, já que originalmente o platô tibial possui 3° de inclinação em varo, também para colocar o implante paralelo ao eixo de rotação do joelho e melhorar a relação da articulação femoropatelar. Dessa forma, a correta rotação facilita o balanço ligamentar, ajudando a equilibrar as brechas de flexão e extensão. Existem vários parâmetros anatômicos para determinar o correto alinhamento rotacional, tais como: a linha troclear anteroposterior (linha de Whiteside), o eixo transepicondilar anatômico, o eixo transepicondilar cirúrgico, a linha condilar posterior e a linha tangente anterior do fêmur. Porém, em razão da sua variabilidade, nenhum desses parâmetros deve ser usado de forma isolada<sup>(1-10)</sup>.

A maioria dos instrumentais para artroplastia total do joelho utiliza a linha condilar posterior do fêmur para guiar o posicionamento do implante em 3° de rotação externa no plano axial. Esta referência mostra-se adequada nos joelhos com alinhamento neutro ou em varo, porém, em joelhos valgos não é ideal<sup>(1,10-13)</sup>.

Existe um questionamento recente quanto ao uso de parâmetros anatômicos como referência para o posicionamento dos implantes, sem considerar as características próprias do paciente, tais como idade, gênero, altura e raça<sup>(13,14)</sup>.

O objetivo primário deste trabalho foi definir o padrão de rotação do fêmur distal em população brasileira. Os objetivos secundários foram correlacionar esse padrão com o oferecido pelos instrumentais para artroplastia e analisar a variabilidade de cada parâmetro anatômico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados 101 exames de ressonância magnética realizados em clínica de imagem no período compreendido entre abril e junho de 2012. As aferições foram realizadas por dois médicos ortopedistas, ambos membros titulares da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia e o segundo membro da Sociedade Brasileira de Cirurgia do Joelho. Os procedimentos foram supervisionados por um médico radiologista, membro titular do Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem.

A coleta dos dados epidemiológicos foi efetuada pelo sistema informatizado da instituição, sendo 52 pacientes masculinos e 49 femininos.

Os exames foram realizados em aparelho de 1,5 T (Magnetom Essenza; Siemens, Alemanha). Cada paciente foi examinado na posição supina com o joelho relaxado em extensão completa ou com mínima flexão (< 15°), para melhor conforto. Foram realizadas as seguintes sequências: sagitais ponderadas em densidade protônica com supressão de gor-

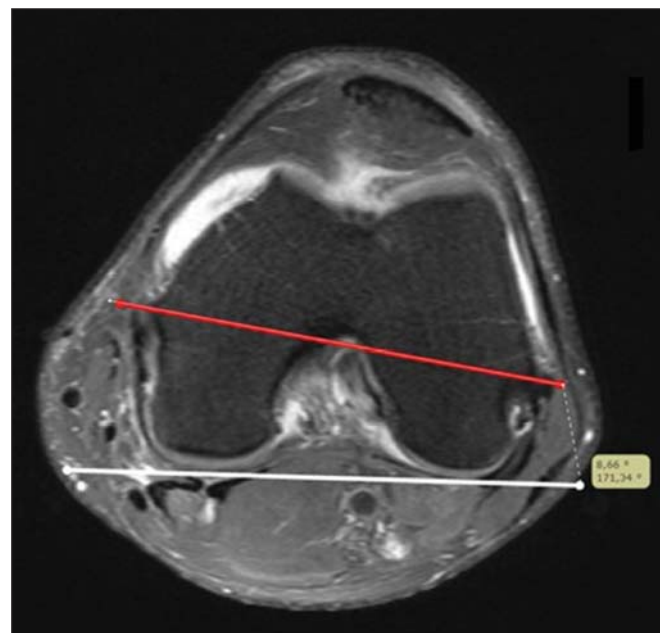
dura (tempo de repetição (TR): 2.800 ms; tempo de eco (TE): 35 ms; espessura: 4 mm; *field of view* (FOV): 160/160 mm; matriz: 230/320), sagitais ponderadas em T1 (TR: 540 ms; TE: 13 ms, espessura: 4 mm; FOV: 160/160 mm; matriz: 230/384), coronais ponderadas em densidade protônica com supressão de gordura (TR: 2.040 ms; TE: 32 ms; espessura: 4 mm; FOV: 160/160 mm; matriz: 224/320) e axiais ponderadas em densidade protônica com supressão de gordura (TR: 3.140 ms; TE: 35 ms; espessura: 4 mm; FOV: 160/160 mm; matriz: 192/320).

As mensurações foram feitas no plano axial, correlacionando e triangulando com os outros planos. Utilizou-se como referência das medidas angulares a linha condilar posterior, traçada tangente às faces posteriores dos côndilos femorais. Na sequência, especificou-se o eixo transepicondilar anatômico utilizando como referência as proeminências ósseas dos epicôndilos medial e lateral (Figura 1). O eixo transepicondilar cirúrgico foi traçado utilizando-se como referências anatômicas o centro do sulco do epicôndilo medial e o epicôndilo lateral (Figura 2). Por último, foi traçada a linha troclear anteroposterior (linha de Whiteside), que tem como referências anatômicas o fundo da tróclea e o meio do intercôndilo femoral. Mediu-se a angulação da linha perpendicular a essa e a linha condilar posterior (Figura 3).

As angulações entre as linhas condilar posterior (linha de referência) e as linhas estudadas foram calculadas pelo *software* processador de imagem OsiriX®.

Os dados categóricos e numéricos foram apresentados na forma de tabelas descritivas.

A análise inferencial foi composta pelo teste *t* de Student para amostras independentes na comparação dos dados clínicos e dos ângulos entre os sexos. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para medir o grau de asso-



**Figura 1.** Linha branca: linha condilar posterior. Linha vermelha: eixo transepicondilar anatômico.

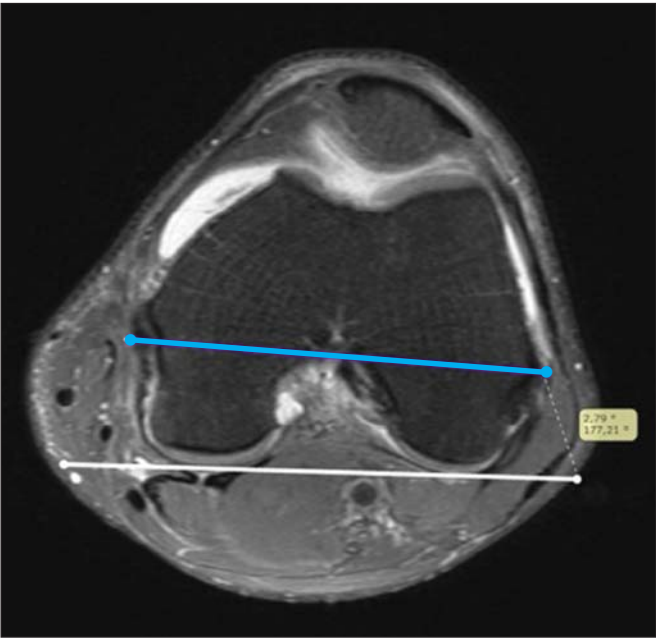


Figura 2. Linha branca: linha condilar posterior. Linha azul: eixo transepicondilar cirúrgico.

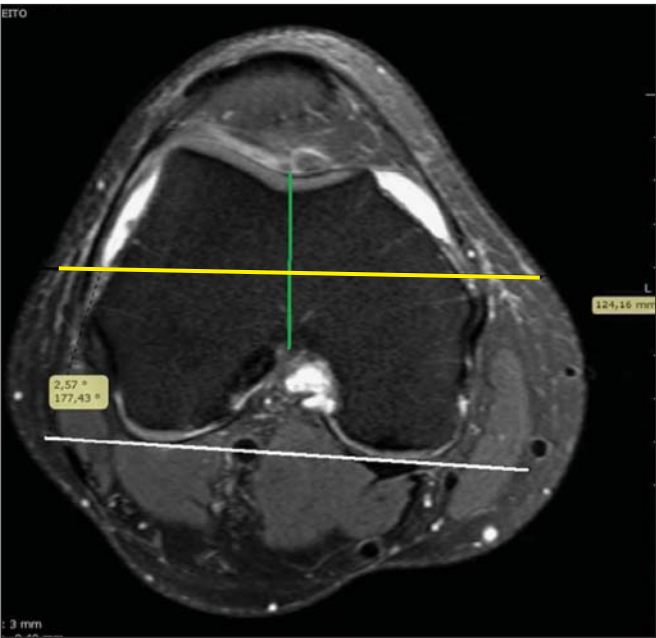


Figura 3. Linha branca: linha condilar posterior. Linha verde: linha de Whiteside. Linha amarela: perpendicular à Whiteside.

ciação entre as medidas dos ângulos com as variáveis clínicas. A ANOVA *one-way* foi aplicada para comparar as variáveis clínicas numéricas entre três faixas do ângulo cirúrgico, e o teste de  $\chi^2$  para comparação de dados categóricos.

O critério de determinação de significância adotado foi o nível de 5%. A análise estatística foi processada pelo *software* estatístico SAS® System, versão 6.11.

RESULTADOS

Dos 101 pacientes, 52 (51,5%) eram homens e 49 (48,5%) eram mulheres.

A amostra foi dividida em dois grupos de acordo com o gênero dos pacientes. Os grupos masculino e feminino mostraram-se equivalentes quanto à idade e ao índice de massa corporal. Em relação ao peso e à altura, o grupo masculino se apresentou com números significativamente maiores (Tabela 1).

Tabela 1—Descritiva geral das variáveis clínicas.

Variável	Média	DP	Mediana	Q1 – Q3	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	39,9	15,3	40,0	29 – 53	13	84
Peso (kg)	75,6	13,8	74,0	67,5 – 86	36	108
Altura (m)	1,68	0,09	1,70	1,60 – 1,75	1,50	1,90
IMC (kg/m²)	26,6	4,1	26,9	23,6 – 29,3	15,2	38,6

DP, desvio-padrão; Q1, 1º quartil; Q3, 3º quartil. IMC, índice de massa corporal.

O valor médio do ângulo formado entre o eixo transepicondilar anatômico e a linha condilar posterior foi 6,89°, variando de 0,25° a 12°. O ângulo referente ao eixo transepicondilar cirúrgico e a linha de referência apresentou média de 2,89°, variando de –2,23° (rotação interna) a 7,86°. O eixo perpendicular à linha troclear anterior (Whiteside) apresentou angulação média de 4,77°, variando de –2,09° a 12,2°.

O ângulo entre o eixo transepicondilar anatômico e a linha condilar posterior demonstrou a menor variabilidade, com 30,8%. Em seguida, o da linha de Whiteside, com 58,7%, e por último, o ângulo do eixo transepicondilar cirúrgico, com uma grande variabilidade, de 69%. O ângulo transepicondilar anatômico mostrou-se o mais constante (Tabela 2).

Tabela 2—Descritiva das três medidas de ângulos na amostra de 101 pacientes.

Ângulo (graus)	Média	DP	Mediana	Q1 – Q3	Mínimo	Máximo	CV (%)
Anatômico	6,89	2,12	7,04	5,58 – 8,36	0,25	12,0	30,8
Cirúrgico	2,89	1,99	3,25	1,36 – 4,39	–2,23	7,86	69,0
Whiteside	4,77	2,80	4,80	2,82 – 6,92	–2,09	12,2	58,7

DP, desvio-padrão; Q1, 1º quartil; Q3, 3º quartil; CV, coeficiente de variação.

Não foi encontrada diferença significativa nas medidas dos ângulos do eixo anatômico ( $p = 0,34$ ), cirúrgico ( $p = 0,47$ ) e perpendicular à Whiteside ( $p = 0,090$ ) entre homens e mulheres. Contudo, existe uma tendência de os pacientes masculinos apresentarem uma rotação maior em relação à linha de Whiteside do que os pacientes femininos, com  $p = 0,090$  (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Com o melhor desenvolvimento dos instrumentais disponíveis para realização da artroplastia total do joelho, a frequência de colocação dos implantes femorais com rotação inadequada vem diminuindo. Porém, a rotação fornecida pelo instrumental pode não ser ideal, devendo o cirurgião conhecer os parâmetros anatômicos para o correto posicionamento do implante<sup>(1–10)</sup>.

**Tabela 3**—Medidas dos ângulos segundo o sexo.

Ângulo (graus)	Sexo	Média	DP	Mediana	Q1 – Q3	Mínimo	Máximo	p-valor*
Anatômico	Homens	7,08	2,00	7,03	5,40 – 8,68	0,92	12,0	0,34
	Mulheres	6,68	2,25	7,04	5,64 – 8,1	0,25	10,9	
Cirúrgico	Homens	3,03	2,02	3,41	1,43 – 4,56	-1,81	7,86	0,47
	Mulheres	2,74	1,98	3,14	1,33 – 3,85	-2,23	6,32	
Whiteside	Homens	5,23	2,86	5,0	3,13 – 7,07	0,72	12,2	0,090
	Mulheres	4,28	2,68	4,2	2,69 – 6,69	-2,09	9,8	

DP, desvio-padrão; Q1, 1º quartil; Q3, 3º quartil. \* Teste t de Student para amostras independentes.

Alguns pacientes apresentam resultados clínicos insatisfatórios, apesar de as radiografias demonstrarem bom posicionamento do implante. Em razão dessas situações desfavoráveis e não muito bem compreendidas, foi levantada a possibilidade de alterações constitucionais próprias de uma raça ou sexo estar gerando esses resultados. Isso seria justificado por diferenças anatômicas entre populações<sup>(13,14)</sup>. Alguns estudos nesse contexto demonstraram diferenças rotacionais entre os sexos, enquanto outros mostraram diferenças quanto à idade<sup>(1,2,6)</sup>.

Na prática diária convive-se com diferenças estruturais frequentes entre os pacientes. O mesmo conceito pode ser aplicado quanto às nacionalidades. Com o conhecimento dessas alterações constitucionais poderíamos gerar o desenvolvimento de parâmetros rotacionais mais adequados a um gênero ou uma população específica e diminuir a frequência desses resultados clínicos ruins.

No presente estudo encontramos o eixo transepicondilar anatômico como a referência de menor variação entre os pacientes (30,8%), que apresentou como média o valor de 6,89°. Buscando na literatura encontramos quatro trabalhos desde 1987 até 2007 que estudaram a relação entre a linha condilar posterior e o eixo transepicondilar anatômico. Esses estudos apresentaram como resultado uma média de 5,52°, variando de 3,5° a 6,8°. Nossa amostra apresentou um resultado ligeiramente superior quando comparado à literatura<sup>(1,4,6,8)</sup>.

Com relação ao eixo transepicondilar cirúrgico, encontramos três trabalhos relacionando-o à linha condilar posterior obtendo uma média de 3,19° e variando de 0,3° a 5,4°. Nosso estudo encontrou como média o valor de 2,89°, o que podemos considerar como condizente com as outras pesquisas<sup>(1,2,5)</sup>. A variação entre os pacientes foi 69%, sendo dessa forma o mais inconstante entre os eixos pesquisados.

Quanto à linha condilar anterior (Whiteside), encontramos dois trabalhos que relacionaram sua perpendicular à linha condilar posterior. Esses trabalhos encontraram os valores de 3,8° e 3,1°, obtendo como média o valor de 3,45° contra os 4,47° encontrados no presente estudo, demonstrando mais uma vez um valor ligeiramente superior do nosso estudo quando comparado aos outros<sup>(11,12)</sup>.

Os dados epidemiológicos não demonstraram nenhuma alteração estatisticamente significativa quanto a idade e sexo, embora os homens tenham apresentado uma tendência de possuir uma linha perpendicular à de Whiteside com maior

angulação. Buscando na literatura, também não encontramos trabalhos com diferenças significativas nesse aspecto que justificasse uma maior investigação<sup>(1,2,6)</sup>.

Uma limitação do nosso estudo foi a ausência de análise intraobservador. O ponto forte do estudo é ter utilizado o exame de ressonância magnética, enquanto a maioria das pesquisas citadas foi realizada a partir de exames de tomografia computadorizada, que não leva em consideração a cartilagem dos côndilos femorais para traçar a linha referência. Tal fato pode ter contribuído para esse ligeiro aumento da rotação encontrado nessa pesquisa<sup>(17-21)</sup>. Levando-se em consideração que no ato cirúrgico a cartilagem é utilizada como referência, parece mais adequado incluir tal estrutura na aferição rotacional. Essa influência pode ser confirmada por outros estudos que demonstraram uma maior angulação em pacientes mais idosos, devido à diminuição da espessura da cartilagem articular posterior<sup>(1,2)</sup>.

## CONCLUSÃO

O ângulo transepicondilar cirúrgico apresentou os valores médios correspondentes aos encontrados na população caucasiana. Dessa forma, os instrumentais desenvolvidos para atender essa população, que sugerem o corte femoral com 3° de rotação externa, podem ser utilizados no Brasil sem ajustes rotacionais. Porém, nenhuma medida se mostrou constante o suficiente para ser usada de forma isolada. O cirurgião deve se preparar para os casos discrepantes, conhecendo e utilizando várias referências anatômicas para minimizar a chance de erro rotacional e seus resultados desastrosos.

## REFERÊNCIAS

- Victor J. Rotational alignment of the distal femur: a literature review. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009;95:365–72.
- Griffin FM, Math K, Scuderi GR, et al. Anatomy of the epicondyles of the distal femur: MRI analysis of normal knees. *J Arthroplasty.* 2000;15:354–9.
- Watanabe H, Gejo R, Matsuda Y, et al. Femoral anterior tangent line of the osteoarthritic knee for determining rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2011;26:268–73.
- Aglietti P, Sensi L, Cuomo P, et al. Rotational position of femoral and tibial components in TKA using the femoral transepicondylar axis. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:2751–5.
- Yoshino N, Takai S, Ohtsuki Y, et al. Computed tomography measurement of the surgical and clinical transepicondylar axis of the distal femur in osteoarthritic knees. *J Arthroplasty.* 2001;16:493–7.



6. Hatayama K, Terauchi M, Higuchi H, et al. Relationship between femoral component rotation and total knee flexion gap balance on modified axial radiographs. *J Arthroplasty*. 2011;26:649–53.
7. Carvalho Júnior LH, Gonçalves MJB, Soares LFM, et al. Alinhamento rotacional do componente femoral na artroplastia total do joelho. *Rev Bras Ortop*. 2007;42:244–7.
8. Arima J, Whiteside LA, McCarthy DS, et al. Femoral rotational alignment, based on the anteroposterior axis, in total knee arthroplasty in a valgus knee. A technical note. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77:1331–4.
9. Whiteside LA, Arima J. The anteroposterior axis for femoral rotational alignment in valgus total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1995;(321):168–72.
10. Sun T, Lu H, Hong N, et al. Bony landmarks and rotational alignment in total knee arthroplasty for Chinese osteoarthritic knees with varus or valgus deformities. *J Arthroplasty*. 2009;24:427–31.
11. Yip DK, Zhu YH, Chiu KY, et al. Distal rotational alignment of the Chinese femur and its relevance in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2004;19:613–9.
12. Akagi M, Matsusue Y, Mata T, et al. Effect of rotational alignment on patellar tracking in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1999;(366):155–63.
13. Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, et al. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;(356):144–53.
14. Berger RA, Rubash HE, Seel MJ, et al. Determining the rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty using the epicondylar axis. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;(286):40–7.
15. Poilvache PL, Insall JN, Scuderi GR, et al. Rotational landmarks and sizing of the distal femur in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1996;(331):35–46.
16. Won YY, Cui WQ, Baek MH, et al. An additional reference axis for determining rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2007;22:1049–53.
17. Nagamine R, Miura H, Inoue Y, et al. Reliability of the anteroposterior axis and the posterior condylar axis for determining rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty. *J Orthop Sci*. 1998;3:194–8.
18. Yau WP, Chiu KY, Tang WM. How precise is the determination of rotational alignment of the femoral prosthesis in total knee arthroplasty: an in vivo study. *J Arthroplasty*. 2007;22:1042–8.
19. Khan MS, Seon JK, Song EK. Rotational profile of lower limb and axis for tibial component alignment in varus osteoarthritic knees. *J Arthroplasty*. 2012;27:797–802.
20. Lim HC, Bae JH, Kim SJ. Postoperative femoral component rotation and femoral anteversion after total knee arthroplasty in patients with distal femoral deformity. *J Arthroplasty*. 2013;28:1084–8.
21. Katz MA, Beck TD, Silber JS, et al. Determining femoral rotational alignment in total knee arthroplasty: reliability of techniques. *J Arthroplasty*. 2001;16:301–5.