

AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA OSTEOTOMIA PROXIMAL DE ABERTURA GRADUAL DA TÍBIA

RADIOGRAPHIC ASSESSMENT OF THE OPENING WEDGE PROXIMAL TIBIAL OSTEOTOMY

Carlos Francisco Bittencourt Silva¹, Eduardo Kastrup Bittencourt Câmara¹, Luiz Antonio Vieira², Fernando Adolphsson³, Rodrigo Ribeiro Pinho Rodarte⁴

RESUMO

Objetivo: Avaliar radiograficamente indivíduos submetidos à osteotomia de abertura gradual da tibia proximal com o objetivo de analisar a inclinação tibial proximal no plano frontal e no plano sagital e a altura patelar. **Método:** Foram incluídos no estudo 22 indivíduos operados no Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO) para correção do desvio angular em varo da tibia pela técnica de osteotomia de abertura gradual (OAG) com fixador externo monolateral da Orthofix. Foram analisados pacientes submetidos à OAG com término de tratamento entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006. A técnica utilizada para a mensuração dos valores foi obtida através de radiografias em AP com carga e perfil com flexão a 30° dos joelhos operados. **Resultados:** Não houve diferenças entre os valores dos índices de altura patelar e inclinação tibial pré-operatórios e pós-operatórios de significância estatística nos pacientes avaliados. **Conclusão:** A osteotomia tibial de abertura gradual representa uma técnica que evita os problemas apresentados pela osteotomia tibial proximal alta, pois ela é realizada sem promover alterações do mecanismo extensor, desequilíbrio ligamentar ou distorções na tibia proximal.

Descritores – Osteotomia; Osteoartrite. Tibia/radiografia

ABSTRACT

Objective: To radiographically evaluate patients who underwent opening wedge proximal tibial osteotomy in order to analyze the proximal tibial slope in the frontal plane, sagittal plane, and patellar height. **Method:** The study included 22 patients operated on at the Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO) for the correction of varus angular tibial deviation using the opening wedge osteotomy (OWO) technique with the Orthofix monolateral external fixator. We analyzed patients with OWO having completed treatment between January 2000 and December 2006. Values were measured by using X-rays of the anteroposterior profile with load and lateral profile with 30° flexion of the operated knees. **Results:** No statistically significant differences between the pre- and post-operative indices of tibial slope and patellar height in the patients were found. **Conclusion:** Opening wedge proximal tibial osteotomy is a technique that avoids the problems presented by high tibial osteotomy, as it is done without promoting changes in the extensor mechanism, ligament imbalance or deformities in the proximal tibia.

Keywords – Osteotomy; Osteoarthritis; Tibia/radiography

INTRODUÇÃO

As osteotomias da tibia proximal no tratamento da osteoartrose do compartimento medial do joelho postergam a necessidade de uma artroplastia⁽¹⁾. O realinhamento dos membros inferiores tem sido tema de debate extenso na prática ortopédica. A osteotomia da tibia para

correção de desvios em varo no plano frontal é uma das mais comuns, podendo ser diferenciado em dois tipos quanto ao tempo de correção: imediata e gradual.

Vários autores advogam as vantagens nas duas técnicas, todavia alguns aspectos têm sido estudados como: inclinação tibial anteroposterior e a altura patelar⁽²⁾. As alterações destes valores alteram a biomecânica do

1 – Médico Residente do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – (INTO), Rio de Janeiro, RJ (2006-2008).

2 – Chefe do Grupo de Joelho do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – (INTO), Rio de Janeiro, RJ.

3 – Chefe do Grupo de Fixador Externo do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – (INTO), Rio de Janeiro, RJ.

4 – Médico Ortopedista do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – (INTO), Rio de Janeiro, RJ.

Trabalho realizado no Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – (INTO), Rio de Janeiro, RJ.

Correspondência: Praia de Icaraí, 111, Ap. 401, Icaraí – 24230-001 – Niterói, RJ. E-mail: cfbittencourt@yahoo.com.br

joelho e, por vezes, levam a resultados insatisfatórios e aumentam a dificuldade técnica nos pacientes que serão submetidos à artroplastia total do joelho. Logo em função desta demanda, na qual existe a necessidade de se minimizar as alterações estruturais em virtude de cirurgias futuras, surgiram técnicas como a descrita por Turi *et al*⁽³⁾. Ela promove hemicalotase com abertura gradual medial através uso de fixador externo. Segundo Magyar *et al*^(4,5), existe menor índice de complicações clínicas nesta técnica comparada às osteotomias de correção imediata. O tempo médio de hospitalização e o período médio de recuperação completo são menores⁽⁴⁻⁷⁾ nas osteotomias de abertura gradual da tibia que as de correção imediata (respectivamente, em média 1,4/cinco dias e três/cinco meses).

A escassa literatura sobre este aspecto morfológico da população brasileira torna importante um detalhamento mais apurado sobre a incidência real destes fatores.

Vários autores^(2,8-10) descrevem a importância do uso da radiografia para a avaliação de joelhos artrósicos e a conduta frente a determinadas alterações encontradas objetivando a melhora dos resultados.

Vários fatores têm sido debatidos como causa de resultados insatisfatórios na osteotomia alta da tibia proximal, entre eles: a alteração da altura patelar (patela baixa e patela alta) e alteração da inclinação tibial proximal no plano sagital (*Slope*).

A técnica mais adequada é aquela que agrega o menor índice de alterações nestes fatores, sendo a osteotomia de abertura gradual da tibia técnica que pode contemplar estes pré-requisitos, propiciando menor demanda para a realização de artroplastia no futuro.

Nosso objetivo neste estudo foi avaliar radiograficamente indivíduos submetidos à osteotomia de abertura gradual da tibia proximal a fim de analisar a inclinação tibial proximal no plano frontal e no plano sagital e a altura patelar, além de verificar a incidência de alterações na inclinação anteroposterior da tibia proximal e da altura patelar na população submetida à osteotomia de abertura gradual da tibia proximal.

METODOLOGIA

Foram incluídos, no estudo, indivíduos operados no INTO para correção do desvio angular em varo da tibia pela técnica de osteotomia de abertura gradual (OAG) com fixador externo monolateral da Orthofix. Foram excluídos os indivíduos com fraturas prévias nos membros inferiores, artrites inflamatórias, lesão de partes moles

ao nível do mecanismo extensor e cirurgias prévias no mecanismo extensor (realinhamento proximal e distal). Foram analisados no estudo 22 pacientes submetidos à OAG com término de tratamento já concluído entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006.

As radiografias avaliadas foram de pacientes submetidos à hemicalotase conforme descrita por Turi *et al*⁽³⁾. O procedimento foi realizado sob controle fluoroscópico e utilizado fixador externo (Orthofix). A incisão para a realização da hemicalotase foi realizada na região anteromedial proximal da tibia ao nível da tuberosidade tibial de extensão de aproximadamente 3cm. Nos casos de deformidades maiores (> 15°) deve-se realizar a fibulectomia, para a proteção do nervo fibular e da articulação tibiofibular proximal. O arco de movimento foi permitido em todos os pacientes no dia após a cirurgia, conforme tolerado. Após o período de latência, iniciou a distração na velocidade de 1mm/dia (dividido em 0,25mm quatro vezes ao dia). O fixador externo era travado quando atingia a correção adequada através de radiografias e retirado quando a formação do calo e sua consolidação eram evidenciadas nas radiografias.

Os dados obtidos retrospectivamente e registrados em ficha foram: idade, sexo, peso, altura, altura patelar (comprimento do tendão patelar), índice de Insall e Salvati⁽¹⁰⁾ (relação entre o comprimento do tendão patelar e o grande eixo da patela); índice de Caton (relação entre a distância da tangente ao planalto tibial até a borda inferior da superfície articular patelar e o comprimento da superfície articular patelar), índice de Blackburne e Peel⁽⁹⁾ (relação entre a distância da extremidade inferior da superfície articular patelar até a borda anterior do planalto tibial e o comprimento da superfície articular patelar), método de Moore e Harvey⁽¹¹⁾ (ângulo entre a perpendicular à linha tangente da crista da tibia e a linha tangente da superfície articular do planalto tibial) e inclinação anteroposterior⁽¹²⁾ (*Slope*) medida através da cortical posterior. Estes dados dos pacientes foram obtidos analisando-se os registros nos prontuários e as radiografias no arquivo médico.

A técnica utilizada para a medição dos valores foi obtida através de radiografias em AP com carga e perfil com flexão a 30° dos joelhos operados. E avaliados por um médico (CB) supervisionado por membro do *staff* médico (RR)⁽¹³⁾.

O estudo tem aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia (INTO) e foi desenvolvido com casos encaminhados para os Serviços de Cirurgia do Joelho e Fixador Externo deste Instituto.

Os resultados foram relacionados e estatisticamente analisados pelo SPSS 13.0. Em uma primeira etapa foram realizadas medidas de tendência central e dispersão para as variáveis obtidas. E em um segundo momento, em virtude das variáveis numéricas e pareadas, foi utilizada a correlação intraclasse para observar a correlação pré-operatória e pós-operatória entre os índices descritos.

RESULTADOS

Dentre os 22 pacientes do estudo (Tabela 1), sete eram femininos (31,8%) e 15 masculinos (68,2%). A idade média foi de 44,14 anos (desvio padrão 12,16 e mediana 45,5 anos). A altura média foi de 1,68m (desvio padrão 0,09 e mediana 1,68m) e a média do peso encontrada foi de 76,5kg (desvio padrão 15,4 e mediana 74,5kg). Também não foram encontradas fraturas intra-articulares nos casos avaliados. Em relação ao lado operado, 10 foram joelhos direitos (45,5%) e 12 esquerdos (54,5%).

No pré-operatório, a altura patelar média foi de 49,59mm (desvio padrão 10,07 e mediana 50mm) e as

médias dos índices foram de Insall e Salvati 1,16 (desvio padrão 0,22 e mediana 1,17), Blackburne e Peel 0,98 (desvio padrão 0,19 e mediana 1,0) e Caton 0,90 (desvio padrão 0,17 e mediana 0,93). O ângulo de inclinação do platô tibial médio foi de 10,14° (desvio padrão 6,065 e mediana 8,0).

No pós-operatório a altura patelar média foi de 47,36mm (desvio padrão 7,83 e mediana 48,5) e as médias dos índices foram de Insall e Salvati 1,11 (desvio padrão 0,19 e mediana 1,10), Blackburne e Peel 0,92 (desvio padrão 0,13 e mediana 0,94) e Caton 0,87 (desvio padrão 0,11 e mediana 0,86). O ângulo de inclinação do platô tibial médio foi de 10,73° (desvio padrão 6,281 e mediana 10,0).

O coeficiente de correlação intraclasse (Tabela 2) encontrado foi de: 0,903 para altura patelar ($p < 0,001$), 0,880 para Insall e Salvati ($p < 0,001$), 0,575 para Blackburne e Peel ($p = 0,028$), 0,306 para Caton e Deschamps ($p = 0,20$) e 0,904 para o *Slope* tibial ($p < 0,001$).

Tabela 2 – Valores normais e médios encontrados nos principais índices

	Valores normais	Média pré-operatória	Média pós-operatória	p-valor
Altura patelar	49,59	47,36		$p < 0,001^*$
Índice de Insall Salvati	0,8-1,2	1,16	1,12	$p < 0,001^*$
Índice de Caton Deschamps	0,6-1,2	0,90	0,87	$p = 0,20^{**}$
Índice de Blackburne Peel	0,54-1,06	0,98	0,92	$p = 0,028^*$
Tibial Slope	10,14	10,73		$p < 0,001^*$

* Estatisticamente significativo
 **Não significativo

Tabela 1 – Valores da altura patelar no pré e pós-operatórios

Prontuário	Idade	Sexo	Lado	Altura patelar	Altura patelar pós
121048	52	M	E	55	50
125066	43	F	D	45	50
140141	59	M	D	56	50
147071	49	M	D	60	50
11964	54	M	E	45	43
145517	54	M	D	42	45
133015	42	M	E	47	48
133749	17	M	E	47	39
137363	31	F	D	27	27
123980	54	F	D	48	49
144061	39	M	D	62	57
135606	48	F	E	42	40
114845	37	M	E	57	47
129614	56	M	D	39	42
103640	49	F	D	53	54
130852	36	M	E	29	36
142110	40	M	E	52	52
99709	42	M	E	60	61
149125	57	F	E	45	45
146254	41	M	D	65	60
101209	14	F	E	55	52
130564	57	M	E	60	45

Fonte: Hospital INTO

DISCUSSÃO

Os pacientes com artrose medial submetidos à osteotomia tibial evolutivamente podem ter a necessidade de serem operados novamente para convertê-los em artroplastia do joelho⁽¹⁴⁾. A taxa de conversão de osteotomia tibial para artroplastia total do joelho encontra-se entre 20 a 50% após 10 anos⁽¹⁵⁾.

Alguns autores^(14,16-18) referem que os resultados da artroplastia total de joelho pós-osteotomia não se aproximam aos resultados da artroplastia primária.

Os cirurgiões de joelho, ao realizarem artroplastia total de joelho após osteotomia tibial alta^(19,20), podem encontrar um espaço articular muito “apertado”, desequilíbrio ligamentar, tendão patelar muito curto, rotação e inclinação tibiais difíceis de determinar no peroperatório, além de existir perdas ósseas e hipercorreções prévias.

Segundo Closkey e Windsor⁽²¹⁾, os resultados insatisfatórios de artroplastia total do joelho após osteotomia tibial podem ter causa em alterações na altura patelar e que a técnica utilizada na osteotomia tibial alta prévia pode influenciar o resultado final na conversão para artroplastia⁽²²⁾.

Bae *et al*⁽²³⁾ sugerem que a eversão patelar durante a cirurgia pode ser difícil, devido à patela baixa, aderências infrapatelares e ao redor da osteotomia, sendo necessários procedimentos proximais (tipo *rectus snip*, *VY turndown*) ou, mais comumente, distais (osteotomia da tuberosidade anterior da tíbia).

O desequilíbrio ligamentar, nos pacientes a serem submetidos à substituição prótica total do joelho pós-osteotomia tibial alta, pode ser ocasionado por insuficiência do ligamento cruzado posterior. Segundo Akasaki *et al*⁽²⁴⁾, a artroplastia tem sido utilizada para promover alívio efetivo nos casos de falência da osteotomia, e observaram que os resultados dos pacientes submetidos a substituição do ligamento cruzado posterior foram clinicamente superiores que os mantidos. Desta forma sugerem a utilização de próteses com substituição do ligamento cruzado posterior nos pacientes submetidos à osteotomia tibial prévia.

Brouwer *et al*⁽²⁵⁾ observaram que, por motivos algícos, em 27 pacientes submetidos à osteotomia de abertura (60% dos casos) foi necessária a retirada do implante (placa de Puddu), e em 11 pacientes submetidos à osteotomia de fechamento com grampos (23% dos casos) apresentando valor estatisticamente significativo ($p < 0,001$). Em outros trabalhos^(26,27), observou-se que em pacientes submetidos à osteotomia de cunha de abertura houve redução na altura patelar quando comparados com os submetidos à cunha de fechamento. Ainda no trabalho de Brower *et al*⁽²⁶⁾ a inclinação tibial proximal anteroposterior aumentou no grupo de abertura e reduziu no de fechamento. Em contrapartida, Billings *et al*⁽²⁷⁾ não encontraram casos de patela baixa nas osteotomias tibiais altas de fechamento lateral, sugerindo que o uso de um sistema calibrado de corte tibial, fixação rígida e mobilização precoce seriam os responsáveis pelo resultado encontrado.

Scuderi *et al*⁽²⁾ sugerem que os fatores responsáveis pela patela baixa na osteotomia tibial alta seriam: tecido cicatricial na circunvizinhança do tendão patelar por imobilização, formação de osso no sítio da osteotomia, alteração da inclinação tibial e elevação do platô tibial após osteotomia tibial alta. Observaram também taxa de incidência de patela baixa em até 89% dos casos.

Aglietti *et al*⁽²⁸⁾ observaram taxa de recorrência do varo em 14% dos casos por eles estudados (61 casos) e em 19% dos casos demonstraram patela baixa acentuada (Caton $< 0,6$), sugerindo que este fato ocorreu principal-

mente pela imobilização pós-operatória ($p = 0,04$).

Outro fator postulado⁽²⁹⁾ que pode ter um papel importante na geração de patela baixa seria a perda do *Slope* levando a encurtamento relativo. Chae *et al*⁽²⁹⁾ sugerem que para evitar a perda do *Slope* a relação entre o espaço anterior e posterior deve obedecer à razão de dois terços. Ao contrário de Kaper *et al*⁽³⁰⁾, não encontramos casos de patela baixa ou perda do *Slope*, alguns fatores podem ser causa de patela baixa, que são evitados nesta técnica. Outros fatores foram implicados na alteração da inclinação tibial pós-osteotomia tibial alta, entre eles: precisão na inclinação da osteotomia e a placa posicionada muito anteriormente agregada ao fator de o sítio ser proximal à inserção do mecanismo extensor, pequenos desvios na técnica podem provocar alterações diretas nos índices avaliados. A perda da inclinação após osteotomia de tibial alta (fechamento) produz elevação relativa do ligamento cruzado posterior.

Lemon *et al*⁽³¹⁾ sugerem que a presença de tecido fibroso retropatelar, nos casos nos quais são realizadas ressecção completa da gordura retropatelar em uma artroplastia total de joelho pode ser a responsável por uma patela baixa. Contudo Grelsamer *et al*⁽³²⁾ sugerem que este fato provavelmente deva-se à alterações da altura da linha articular. Eles acrescentam a importância da utilização dos índices para avaliação da altura patelar como Insall e Salvati para a diferenciação da patela baixa da pseudopatela baixa⁽¹⁸⁾, onde não há encurtamento do tendão patelar. Ele alerta também que a medição com os índices de Blackburne e Peel e Caton e Deschamps estão alterados também na pseudopatela baixa⁽¹⁸⁾, não devendo, pois, serem utilizados isoladamente para determinar a retração do tendão patelar. Barnett *et al*⁽³³⁾ sugerem que, como se trata de um índice que usa uma linha traçada pelo platô tibial, pode levar a uma redução da acurácia⁽³⁴⁻³⁶⁾.

No nosso trabalho não encontramos correlação significativamente estatística quando observamos o índice de Caton Deschamps. Kesmezacar *et al*⁽³⁷⁾ afirmam que o índice de Caton tem alterações devido à desvios do fragmento proximal reduzindo a sua acurácia, uma vez que a altura e a distância patelares permanecem inalteradas.

Nakamura *et al*⁽³⁸⁾ afirmaram que a técnica de osteotomia de abertura gradual através da hemicalotase não promoveu alterações na altura patelar e na inclinação anteroposterior da tíbia proximal quando comparados a pacientes submetidos à osteotomia tibial alta ($p < 0,001$) após um ano de cirurgia. Ele sugere que este fato deve-se à osteotomia ser distal ao tendão patelar e a possibilidade de corrigir o posicionamento do fixador externo de forma mais simples. O acompanhamento radiológico seriado também permite evitar hipocorreções ou hipercorreções indesejáveis.

A compreensão do paciente acerca do procedimento é fundamental para evitar complicações⁽³⁹⁾ como consolidação precoce do regenerado.

Segundo Weale *et al*⁽⁴⁰⁾ há um menor índice de outras complicações nesta técnica porém ele relatou um caso de osteomielite crônica nos pinos do fixador, fato este que deve ser levado em conta em cirurgias de conversão para artroplastia.

Conforme Nakamura *et al*⁽³⁸⁾, não encontramos diferenças entre os valores pré e pós-operatórios (com significância estatística) na altura patelar ou no *Slope* tibial, nos pacientes submetidos à osteotomia de abertura gradual.

CONCLUSÃO

Vários fatores aumentam a dificuldade técnica para a realização de artroplastia total de joelho nos

pacientes submetidos à osteotomia tibial alta. Patela baixa, alteração do *Slope* (inclinação tibial no plano sagital) e alinhamento em valgo promovem alterações no *tracking* (excursão) patelar, dificuldade de eversão da patela durante ato operatório e distorção da anatomia da tíbia proximal.

Não houve diferenças entre os valores dos índices de altura patelar e inclinação tibial pré-operatórios e pós-operatórios de significância estatística nos pacientes avaliados.

A técnica permite a manutenção da altura patelar e sem alterações no *Slope* tibial sendo bastante interessante nos pacientes com osteoartrose medial do joelho, mesmo com deformidades acentuadas (> 15°), com necessidade de correção do momento adutor e ainda não elegíveis para correção com artroplastia total do joelho.

REFERÊNCIAS

1. Sprenger TR, Doerzbacher JF. Tibial osteotomy for the treatment of varus gonarthrosis. Survival and failure analysis to twenty-two years. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85(3):469-74.
2. Scuderi GR, Windsor RE, Insall JN. Observations on patellar height after proximal tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71(2):245-8.
3. Turi G, Cassini M, Tomasi PS, Armotti P, Lavini F. [Directional osteotomy of the knee using hemicallotaxis]. *Chir Organi Mov.* 1987;72(3):205-9.
4. Magyar G, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A. Hemicallotaxis open-wedge osteotomy for osteoarthritis of the knee. Complications in 308 operations. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81(3):444-8.
5. Magyar G, Ahl TL, Vibe P, Toksvig-Larsen S, Lindstrand A. Open-wedge osteotomy by hemicallotaxis or the closed-wedge technique for osteoarthritis of the knee. A randomised study of 50 operations. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81(3):444-8.
6. W-Dahl A, Toksvig-Larsen S, Roos EM. A 2-year prospective study of patient-relevant outcomes in patients operated on for knee osteoarthritis with tibial osteotomy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2005;6:18.
7. Schiedel F, Probst A, Buller TC, Rödl R. The postoperative patella height: a comparison of additive and subtractive high tibial osteotomy in correcting the genu varum. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009;129(9):1271-7.
8. Ahlbäck S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1968;Suppl 277:7-72.
9. Blackburne JS, Peel TE. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg Br.* 1977;59(2):241-2.
10. Insall J, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology.* 1971;101(1):101-4.
11. Moore TM, Harvey JP Jr. Roentgenographic measurement of tibial-plateau depression due to fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56(1):155-60.
12. Brazier J, Migaud H, Gougeon F, Cotten A, Fontaine C, Duquenois A. [Evaluation of methods for radiographic measurement of the tibial slope. A study of 83 healthy knees]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1996;82(3):195-200.
13. Seil R, Müller B, Georg T, Kohn D, Rupp S. Reliability and interobserver variability in radiological patellar height ratios. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2000;8(4):231-6.
14. Haddad FS, Bentley G. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a medium-term review. *J Arthroplasty.* 2000;15(5):597-603.
15. Whitehead TS, Willits K, Bryant D, Giffin JR, Fowler PJ. Impact of medial opening or lateral closing tibial osteotomy on bone resection and posterior cruciate ligament integrity during knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2009;24(6):979-89.
16. Katz MM, Hungerford DS, Krackow KA, Lennox DW. Results of total knee arthroplasty after failed proximal tibial osteotomy for osteoarthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69(2):225-33.
17. Girard J, Amzallag M, Pasquier G, Mulliez A, Brosset T, Gougeon F, et al. Total knee arthroplasty in valgus knees: predictive preoperative parameters influencing a constrained design selection. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009;95(4):260-6.
18. Grelsamer RP. Patella baja after total knee arthroplasty: is it really patella baja? *J Arthroplasty.* 2002;17(1):66-9.
19. Coventry MB, Ilstrup DM, Wallrichs SL. Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(2):196-201.
20. Kitson J, Weale AE, Lee AS, MacEachern AG. Patellar tendon length following opening wedge high tibial osteotomy using an external fixator with particular reference to later total knee replacement. *Injury.* 2001;32(Suppl 4):SD140-3.
21. Closkey RF, Windsor RE. Alterations in the patella after a high tibial or distal femoral osteotomy. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(389):51-6.
22. Pozzi J, Konkewicz E, Nora B, Rodrigues L. A altura da patela em próteses totais de joelho. *Rev Bras Ortop.* 1997;32(5):367-72.
23. Bae DK, Song SJ, Yoon KH. Total knee arthroplasty following closed wedge high tibial osteotomy. *Int Orthop.* 2010;34(2):283-7.
24. Akasaki Y, Matsuda S, Miura H, Okazaki K, Moro-oka TA, Mizu-uchi H, Iwamoto Y. Total knee arthroplasty following failed high tibial osteotomy: mid-term comparison of posterior cruciate-retaining versus posterior stabilized prosthesis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(7):795-9.
25. Brouwer RW, Bierma-Zeinstra SM, van Raaij TM, Verhaar JA. Osteotomy for medial compartment arthritis of the knee using a closing wedge or an opening wedge controlled by a Puddu plate. A one-year randomised, controlled study. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(11):1454-9.
26. Tigani D, Ferrari D, Trentani P, Barbanti-Brodano G, Trentani F. Patellar height after high tibial osteotomy. *Int Orthop.* 2001;24(6):331-4.
27. Billings A, Scott DF, Camargo MP, Hofmann AA. High tibial osteotomy with a calibrated osteotomy guide, rigid internal fixation, and early motion. Long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(1):70-9.
28. Aglietti P, Buzzi R, Vena LM, Baldini A, Mondaini A. High tibial valgus osteotomy for medial gonarthrosis: a 10- to 21-year study. *J Knee Surg.* 2003;16(1):21-6.
29. Chae DJ, Shetty GM, Lee DB, Choi HW, Han SB, Nha KW. Tibial slope and patellar height after opening wedge high tibia osteotomy using autologous tricortical iliac bone graft. *Knee.* 2008;15(2):128-33.
30. Kaper BP, Bourne RB, Rorabeck CH, Macdonald SJ. Patellar infera after high tibial osteotomy. *J Arthroplasty.* 2001;16(2):168-73.
31. Lemon M, Packham I, Narang K, Craig DM. Patellar tendon length after knee arthroplasty with and without preservation of the infrapatellar fat pad. *J Arthroplasty.* 2007;22(4):574-80.
32. Grelsamer RP. Re: "Patellar tendon length following knee arthroplasty with and without preservation of the infrapatellar fat pad" (Lemon et al.). *J Arthroplasty.* 2009;24(3):487.
33. Barnett AJ, Prentice M, Mandalia V, Wakeley CJ, Eldridge JD. Patellar height measurement in trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(12):1412-5.
34. Berg EE, Mason SL, Lucas MJ. Patellar height ratios. A comparison of four measurement methods. *Am J Sports Med.* 1996;24(2):218-21.
35. Hepp WR. [2 new methods for determination of the height of patella]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1984;122(2):159-66.
36. Grelsamer RP, Meadows S. The modified Insall-Salvati ratio for assessment of patellar height. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;(282):170-6.
37. Kesmezacar H, Erginer R, Ogut T, Seyahi A, Babacan M, Tenekecioglu Y. Evaluation of patellar height and measurement methods after valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13(7):539-44.
38. Nakamura E, Mizuta H, Kudo S, Takagi K, Sakamoto K. Open-wedge osteotomy of the proximal tibia hemicallotaxis. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(8):1111-5.
39. Gerdhem P, Abdon P, Odenbring S. Hemicallotaxis for medial gonarthrosis: a short-term follow-up of 21 patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2002;122(3):134-8.
40. Weale AE, Lee AS, MacEachern AG. High tibial osteotomy using a dynamic axial external fixator. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(382):154-67.