



## Artigo Original

# O sistema convencional de placa e parafusos na osteotomia tibial alta em cunha de abertura medial é suficientemente estável? Um estudo retrospectivo<sup>☆</sup>



Rodrigo Salim\*, Fabricio Fogagnolo, Mauricio Martins Perina, Ugo Messas Rubio e Mauricio Kfuri Junior

Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Hospital das Clínicas, Ribeirão Preto, SP, Brasil

### INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

#### Histórico do artigo:

Recebido em 27 de junho de 2016

Aceito em 9 de setembro de 2016

On-line em 8 de setembro de 2017

#### Palavras-chave:

Estudo retrospectivo

Osteotomia

Joelho

Osteoartrite

### R E S U M O

**Objetivo:** A osteotomia em cunha de abertura da tibia proximal é um procedimento amplamente feito para o tratamento da gonartrose medial em pacientes ativos e na presença de mau alinhamento em varo do membro inferior. O método de fixação é controverso e o uso de implantes convencionais foi substituído pelo uso de implantes com parafusos de bloqueio mais modernos. O objetivo do presente estudo clínico foi avaliar a manutenção da correção feita nos casos em que a fixação foi feita com implantes convencionais.

**Métodos:** Este estudo retrospectivo incluiu 51 pacientes submetidos a osteotomia tibial alta em cunha de abertura em que a fixação foi feita com implantes convencionais (placa de DCP de 4,5 mm e parafusos não bloqueados). Os achados radiológicos referentes à altura da patela, à inclinação tibial e à correção do varo no pós-operatório imediato e após consolidação foram analisados para avaliar a manutenção da correção obtida pela osteotomia.

**Resultados:** A perda de ângulo de correção média, calculada pela diferença entre o ângulo de correção no pós-operatório imediato e após a consolidação, foi de  $0,92^\circ \pm 0,9^\circ$ . Além disso, alterações na altura patelar, avaliadas pelo método de Blackburne-Peel, e na inclinação sagital do platô tibial não foram significativas ou clinicamente relevantes.

**Conclusão:** O uso de placas e parafusos convencionais é uma opção viável na fixação da osteotomia tibial alta em cunha de abertura, pois proporciona estabilidade suficiente para manter a correção obtida até a consolidação, sem alterações significativas.

© 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/>).

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rboe.2016.09.007>.

<sup>☆</sup> Trabalho desenvolvido na Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Hospital das Clínicas, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [rodsalim@gmail.com](mailto:rodsalim@gmail.com) (R. Salim).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2016.09.008>

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/>).

## Conventional plate and screws in medial opening-wedge high tibial osteotomy: are they sufficiently stable? A retrospective study

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Retrospective study  
Osteotomy  
Knee  
Osteoarthritis

**Objective:** Opening-wedge osteotomy of the proximal tibia is a widely performed procedure for treating medial gonarthrosis in active patients and in the presence of varus malalignment of the lower limb. The fixation method is controversial, and the use of conventional implants has been abandoned in favor of implants with more modern locking screws. The aim of the present clinical study was to assess the maintenance of the correction achieved in cases wherein fixation was performed using conventional implants.

**Methods:** This retrospective study included 51 patients who underwent opening-wedge high tibial osteotomy wherein fixation was performed using conventional implants (4.5-mm DCP plate and non-locking screws). Radiological findings regarding patellar height, tibial slope, and varus correction postoperatively and after consolidation were analyzed to assess the maintenance of the correction achieved by osteotomy.

**Results:** The mean loss of correction angle, calculated by the difference between the correction angle in the immediate postoperative period and that after consolidation, was  $0.92^\circ \pm 0.9^\circ$ . In addition, changes in patellar height determined by the Blackburne-Peel method and in the sagittal slope of the tibial plateau were not significant or clinically relevant.

**Conclusions:** The use of conventional plates and screws is viable in the fixation of opening-wedge high tibial osteotomy because they provide enough stability to maintain the achieved correction until consolidation, without significant changes.

© 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 osteotomia tibial proximal é um procedimento cirúrgico amplamente feito para o tratamento de artrose unicompartimental do joelho associada a mau alinhamento do eixo mecânico do membro (varo), particularmente em pacientes relativamente jovens e ativos. O procedimento possibilita que a artroplastia seja adiada por mais de 10 anos em aproximadamente 80% dos pacientes.<sup>1,2</sup> A osteotomia tibial alta com cunha de abertura medial tornou-se cada vez mais popular nos últimos anos, porque é uma técnica fácil que possibilita ajustes finos à correção desejada durante o procedimento cirúrgico<sup>3</sup> e não requer uma abordagem cirúrgica da fíbula ou articulação tibiofibular superior. No entanto, esse tipo de procedimento resulta em uma pequena superfície de contato ósseo no local da osteotomia, que geralmente é restrito ao ápice da osteotomia, o que aumenta a chance de falha de fixação e perda de correção.<sup>4</sup> Por esse motivo, vários autores enfatizaram a importância de preservar a integridade do córtex oposto à base da cunha de osteotomia como meio de prevenção de deformidades secundárias e há descrições de estratégias cirúrgicas para esse fim.<sup>5</sup> Estudos biomecânicos e clínicos enfatizaram a importância do implante usado na fixação de osteotomias com cunha de abertura, além da geometria da osteotomia, e novos implantes foram desenvolvidos com o objetivo de aumentar a estabilidade.<sup>6,7</sup> Alguns implantes têm cunhas ou blocos de tamanhos variados que são colocados de modo a apoiar o córtex da cunha de abertura e outros usam parafusos de bloqueio que criam estabilidade

angular em relação às placas.<sup>8</sup> Nos países em desenvolvimento, às vezes é difícil obter os implantes mais modernos e caros para a fixação de osteotomias e implantes convencionais que teoricamente não seriam a primeira escolha são usados como opção. Este estudo retrospectivo relata uma série de casos de osteotomia tibial alta feita com a técnica com cunha de abertura medial, em que as fixações foram feitas com placas convencionais DCP (Synthes, Paoli, EUA), e investiga a eficácia desses implantes na manutenção da correção alcançada até a união do local de osteotomia.

## Métodos

O presente estudo foi feito retrospectivamente por meio da avaliação de achados radiológicos e de prontuários de pacientes que se submeteram à osteotomia tibial alta com cunha de abertura medial, em que a fixação foi feita com placa DCP de 4,5 mm, entre 2000 e 2013 em um hospital escola da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Os pacientes incluídos tinham idade superior a 18 anos e exibiam dor localizada e limitações funcionais como resultado de artrose no compartimento medial do joelho associada a mau alinhamento do eixo mecânico do membro inferior (varo). Foram excluídos os pacientes com menos de dois anos de seguimento clínico, aqueles com idade inferior a 18 anos e aqueles que apresentavam condições reumatológicas e contração de flexão superior a  $15^\circ$ . Dos 51 pacientes (51 joelhos), 31 eram homens e 20 mulheres. A idade média dos pacientes foi de 48,8 anos (variação, 18-62 anos). Todos os procedimentos

foram feitos por um dos cirurgiões sêniores do hospital ou sob sua supervisão. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Médica. A avaliação radiográfica foi feita no pré-operatório e em todas as consultas de acompanhamento com 4, 8, 16 e 52 semanas de pós-operatório, por meio de uma incidência ortostática anteroposterior (AP) e uma incidência lateral normal. Radiografias panorâmicas foram obtidas na avaliação inicial pré-operatória e com 52 semanas. Para as radiografias anteroposteriores, os pacientes ficaram de pé com as patelas centradas sobre os côndilos femorais e os pés retos voltados para frente para obter uma verdadeira imagem anteroposterior e para controlar os efeitos da rotação dos pés nas medidas do alinhamento das extremidades inferiores. O feixe de raios X foi centrado no joelho a 2,5 metros e a exposição do feixe foi determinada com base na massa de perna de cada paciente. A artrose do joelho foi classificada de acordo com a classificação modificada de Ahlbäck.<sup>9</sup>

### Técnica cirúrgica

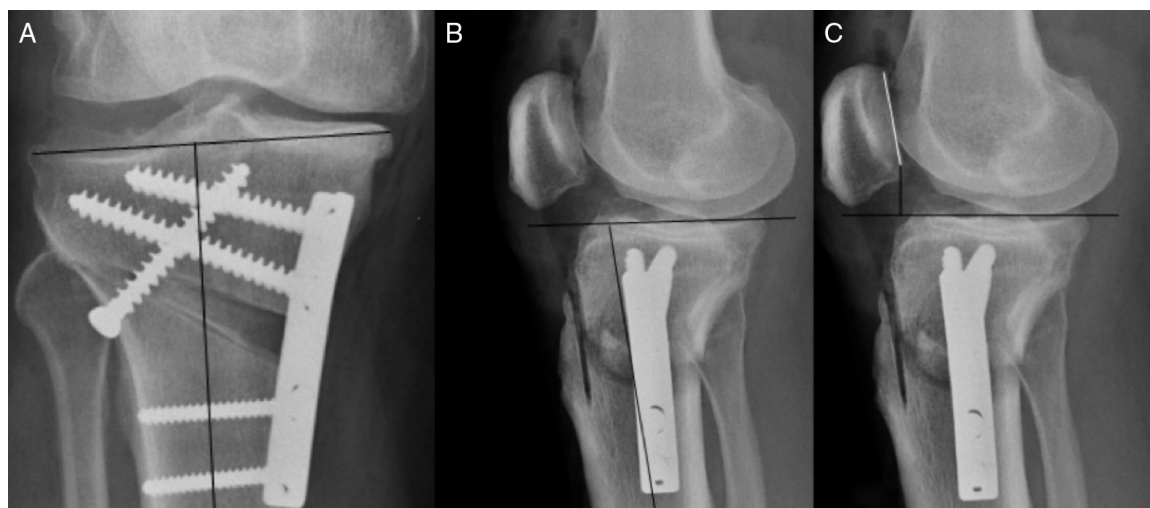
Os pacientes foram submetidos a exame ligamentar sob anestesia e colocados na posição supina na mesa radiolúcida, com torniquete pneumático na coxa. Todos foram submetidos a artroscopia diagnóstica para avaliar o estado do compartimento lateral do joelho e o tratamento de lesões condrais ou meniscais instáveis. As incisões anteromediais (de aproximadamente 8 cm) foram feitas longitudinalmente na pele do joelho e o limite proximal foi localizado a 1–2 cm distalmente da linha articular. A fáscia crural e os tendões da pata de ganso foram elevados e retraídos posteriormente. O ligamento colateral medial foi completamente liberado de sua inserção tibial em todos os casos. Um afastador do tipo Hohmann, colocado posteriormente na tibia, protegeu as estruturas neurovasculares. O desenho e o corte da osteotomia foram seguidos de acordo com a técnica descrita por Staubli.<sup>8</sup> Com o uso de intensificador de imagens, a primeira osteotomia no plano

coronal foi feita posteriormente à tuberosidade tibial anterior de maneira oblíqua. Começou 1 cm proximalmente à inserção do ligamento patelar e estendeu-se distalmente e posteriormente até o segundo componente axial da osteotomia ser encontrado. Em uma incidência em perfil, as duas linhas de osteotomia formaram um ângulo obtuso. Fios-guia foram inseridos obliquamente para guiar a osteotomia tibial axial com cunha de abertura medial, cujo corte iniciou-se no córtex medial da tibia 4 cm a partir da linha articular e estendeu-se para a projeção da cabeça da fíbula na incidência anteroposterior. Esse corte foi projetado para terminar em um ponto a 2 cm da linha articular e 1 cm do córtex lateral da tibia, que foi preservada (osteotomia incompleta).

A osteotomia foi feita com uma serra oscilante e osteótomos largos e a cunha foi feita para se obter a correção desejada. Um afastador laminar foi colocado posteriormente no córtex medial da tibia para esse fim. O eixo foi corrigido com a ajuda de um cordão de cauterização, estendido do centro da cabeça femoral para o centro do tornozelo para reproduzir o eixo mecânico do membro. O ponto de Fujisawa foi usado como referência para o limite de correção, eliminou-se assim a necessidade de planejamento pré-operatório da quantidade de correção angular.<sup>8,10</sup> A fixação da osteotomia foi subsequentemente feita com uma placa DCP de 4,5 mm com quatro ou cinco furos. Foram usados parafusos esponjosos (6,5 mm) e parafusos corticais (4,5 mm) na metáfise e diáfise, respectivamente. A fixação foi suplementada em todos os casos com um parafuso esponjoso de rosca parcial (6,5 mm) que atravessou a osteotomia, inserido através do córtex lateral proximalmente ao ápice da osteotomia e estendido para o platô medial, conforme descrito por Paccola.<sup>5</sup> A figura 1 mostra radiografias de um paciente submetido a cirurgia com a técnica descrita. Após a fixação, o enxerto ósseo com osso autólogo extraído da crista ilíaca do paciente foi geralmente feito nos casos em que a abertura do córtex medial no local da osteotomia era maior do que 1 cm (arbitrariamente definida na rotina da instituição) ou a critério do cirurgião sênior. Nos pacientes restantes, o espaço



**Figura 1** – Radiografias em incidências anteroposterior (AP) e perfil (P) de uma osteotomia com cunha de abertura na qual a fixação foi feita com uma placa DCP de 4,5 mm.



**Figura 2 – Radiografias em incidência anteroposterior (AP) e perfil (P) de uma osteotomia com cunha de abertura que demonstra os métodos usados para fazer as medições.**

foi preenchido com esponja de gelatina absorvível (Gelfoam<sup>®</sup>, Pfizer) e os fragmentos de osso esponjoso removidos da osteotomia em si foram colocados na projeção do córtex, em torno da esponja de gelatina. Foram obtidas imagens radiográficas intraoperatórias em todos os casos no fim do procedimento.

Fisioterapia foi iniciada no primeiro dia após o procedimento, com exercícios para melhorar a amplitude de movimentos e exercícios isométricos para fortalecer os músculos glúteos e quadríceps e para mobilização ativa do joelho. O apoio parcial ficou limitado por oito semanas e permitiu-se aumento de carga após a verificação da consolidação em radiografias obtidas com 4, 8, 16 e 52 semanas de pós-operatório. Nenhuma imobilização ou órtese foi necessária.

#### Avaliação radiológica

Para avaliar a manutenção da correção alcançada pela osteotomia, os ângulos da parte proximal da tibia foram medidos de acordo com o método descrito por Poignard *et al.*<sup>11</sup> Os valores registrados nas radiografias imediatamente após os procedimentos foram comparados com os registrados nas radiografias obtidas após a consolidação e as diferenças foram calculadas (fig. 2). Da mesma maneira, o índice de altura da patela com o método Blackburne-Peel e a inclinação sagital da linha articular (inclinação tibial) foram medidos. As diferenças entre esses ângulos possibilitaram confirmar se houve perda da correção alcançada pelo procedimento cirúrgico. A consolidação da osteotomia progride ao longo do tempo de lateral para medial e foi avaliada de acordo com a presença de osso trabecular cruzando o espaçamento inicial durante avaliações radiográficas anteroposteriores no seguimento.

#### Análise estatística

O teste t pareado foi usado para comparar a altura patelar, a inclinação tibial e a correção do varo no pós-operatório e após consolidação devido ao fato que considera respostas agrupadas e a suposição de independência entre as observações não

era adequada. A análise estatística foi feita com o software SAS<sup>®</sup> 9.2.

#### Resultados

Dos 54 pacientes submetidos a cirurgia durante esse período, três foram perdidos no seguimento de dois anos e, portanto, foram excluídos. Portanto, a amostra final incluiu 51 pacientes que se submeteram à osteotomia com cunha de abertura para corrigir a deformidade em varo na extremidade proximal da tibia, com fixação com uma placa DCP de grandes fragmentos de 4,5 mm. O enxerto ósseo autólogo colhido da crista ilíaca foi feito apenas em nove casos. A distribuição de caso de acordo com o grau de artrose (classificação de Ahlbäck) é mostrada na tabela 1. Nesta série de casos, três pacientes apresentaram falha de fixação com soltura dos implantes e perda de correção. Eles receberam fixação com placas de ângulo fixo e progrediram com consolidação e correção adequadas. Um paciente tinha um hematoma no local cirúrgico que necessitou de drenagem cirúrgica e que foi posteriormente resolvido. Com um ano de pós-operatório, todas as osteotomias estavam consolidadas. Não foram relatados casos de infecção, eventos tromboembólicos ou complicações neurovasculares.

A tabela 2 resume os achados do presente estudo. Não houve diferença clinicamente significativa nos parâmetros avaliados entre as radiografias pós-operatórias e radiografias obtidas após a consolidação das osteotomias. As mudanças na altura da patela determinadas com uso do método

**Tabela 1 – Distribuição de pacientes de acordo com a classificação de Ahlbäck modificada**

Ahlbäck	n
1	21
2	12
3	12
4	6

**Tabela 2 – Diferenças em três parâmetros avaliados entre radiografias obtidas imediatamente após os procedimentos e aqueles obtidos após consolidação da osteotomia**

	Diferença média	Desvio-padrão	Intervalo de confiança (95%)	Valor p
Perda de correção de varo	0,92	1,34	0,54–1,30	< 0,01
Perda de inclinação tibial	0,27	0,75	0,06–0,49	0,01
Perda de altura patelar	0,01	0,06	–0,01–0,03	0,29

Blackburne-Peel, inclinação tibial e correção tibial no plano anteroposterior não foram significativas e estavam dentro da variabilidade esperada para esse tipo de dimensão. A diferença no ângulo tibial proximal foi estatisticamente significativa. O ângulo médio de perda de correção, calculado pela diferença entre o ângulo de correção no pós-operatório imediato e após consolidação, foi de  $0,92^\circ \pm 0,9^\circ$ .

## Discussão

A principal contribuição do presente estudo foi demonstrar que os implantes convencionais e menos onerosos podem fornecer estabilidade adequada para um procedimento comumente feito em pacientes ativos com osteoartrite do joelho. Embora o número de osteotomias para o tratamento da gonartrose medial tenha diminuído ao longo dos anos em favor das artroplastias, esse procedimento ainda é amplamente feito. Melhora os sintomas e a capacidade funcional e possibilita o adiamento da artroplastia em um grande número de pacientes.<sup>12</sup> Vários fatores estão associados ao sucesso ou à falha das osteotomias; no entanto, a manutenção da correção é indubitavelmente importante para desfechos de longo prazo.<sup>13</sup> O tipo de fixação e o implante selecionado têm um papel decisivo na estabilidade da fixação. Além disso, a pequena superfície do contato ósseo na osteotomia com cunha de abertura leva a uma maior incidência de complicações.<sup>4,14</sup> Nelissen et al.<sup>14</sup> estudaram a fixação com placas curtas com afastadores e relataram uma maior taxa de complicações nos casos em que foram feitas correções mais extensas. Com o advento de implantes com parafusos de bloqueio, que proporcionam estabilidade angular à placa, a popularidade desse tipo de fixação aumentou significativamente.<sup>8,15,16</sup> Estudos biomecânicos confirmam que implantes com parafusos de bloqueio melhoram a estabilidade da fixação de osteotomias com cunha de abertura.<sup>15,17</sup> No entanto, o maior custo desses implantes limita seu uso rotineiro em países economicamente menos desenvolvidos. Além disso, mudanças importantes podem ocorrer no plano sagital e na altura da patela, dependem da técnica de osteotomia usada.<sup>18</sup> Mudanças na inclinação sagital do platô tibial e redução potencial na altura da patela após uma osteotomia com cunha de abertura na extremidade proximal da tibia podem levar a mudanças biomecânicas significativas que podem comprometer resultados em longo prazo.<sup>19</sup>

Os principais achados do presente estudo mostraram que a técnica de osteotomia e o método de fixação com placas e parafusos convencionais (teoricamente menos estáveis) usados em nosso hospital proporcionaram estabilidade suficiente para manter a correção alcançada até a consolidação, porque as diferenças observadas nos parâmetros avaliados não foram significativas. Não houve mudanças clinicamente relevantes

no plano frontal, no plano sagital ou na altura da patela com o método de fixação. O uso de um parafuso esponjoso lateral que atravessa a osteotomia pode ter proporcionado mais estabilidade à fixação. Um recente estudo biomecânico feito em nosso hospital mostrou que a adição desse parafuso, mesmo na presença de um espaço no córtex lateral, torna a resistência ao espaço de fixação comparável com o de um córtex lateral intacto.<sup>20</sup>

Embora o estudo tivesse limitações, como a limitação metodológica inerente ao estudo de casos e a ausência de comparação com outros métodos de fixação, as diferenças observadas entre os ângulos medidos não foram clinicamente ou estatisticamente significativas, o que nos permitiu concluir que as placas e parafusos convencionais usados com a técnica descrita proporcionaram estabilidade suficiente para esse tipo de fixação. Esses implantes ainda podem ser usados na rotina clínica, com a vantagem de ser uma solução economicamente factível.

## Conclusões

O uso de placas e parafusos convencionais é viável na fixação da osteotomia tibial alta com cunha de abertura porque promove estabilidade suficiente para manter a correção atingida até a consolidação, sem alterações significativas.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## REFERÊNCIAS

- Hui C, Salmon L, Kok A, Williams H, Hockers N, Tempel W, et al. Long-term survival of high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Am J Sports Med.* 2011;39(1):64–70.
- Efe T, Ahmed G, Heyse T, Boudriot U, Timmesfeld N, Fuchs-Winkelmann S, et al. Closing-wedge high tibial osteotomy: survival and risk factor analysis at long-term follow up. *BMC Musculoskeletal Disord.* 2011;12(1):46.
- McNamara I, Birmingham TB, Fowler PJ, Giffin JR. High tibial osteotomy: evolution of research and clinical applications – a Canadian experience. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(1):23–31.
- Duivenvoorden T, Brouwer R, Baan A, Bos P, Reijman M, Bierma-Zeinstra S, et al. Comparison of closing-wedge and opening-wedge high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis of the knee: a randomized controlled trial with a six-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(17):1425–32.
- Paccola CA, Fogagnolo F. Open-wedge high tibial osteotomy: a technical trick to avoid loss of reduction on the opposite

- cortex. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13(1):19-22.
6. Luo CA, Hua SY, Lin SC, Chen CM, Tseng CS. Stress and stability comparison between different systems for high tibial osteotomies. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:110.
  7. Agneskirchner JD, Freiling D, Hurschler C, Lobenhoffer P. Primary stability of four different implants for opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:291-300.
  8. Staubli A, Jacob H. Evolution of open-wedge high-tibial osteotomy: experience with a special angular stable device for internal fixation without interposition material. *Int Orthop.* 2010;34(2):167-72.
  9. Ahlbäck S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1968;277 Suppl:7-72.
  10. Fujisawa Y, Masuhara K, Shiomi S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee. Anarthroscopic study of 54 knee joints. *Orthop Clin North Am.* 1979;10(30):585-608.
  11. Pognard A, Lachaniette C, Amzallag J, Hernigou P. Revisiting high tibial osteotomy: fifty years of experience with the opening-wedge technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92 Suppl 2:187-95.
  12. W-Dahl A, Robertsson O, Lohmander LS. High tibial osteotomy in Sweden, 1998-2007: a population-based study of the use and rate of revision to knee arthroplasty. *Acta Orthop.* 2012;83(3):244-8.
  13. El-Azab HM, Morgenstern M, Ahrens P, Schuster T, Imhoff AB, Lorenz SG. Limb alignment after open-wedge high tibial osteotomy and its effect on the clinical outcome. *Orthopedics.* 2011;34(10):e622-8.
  14. Nelissen EM, van Langelaan EJ, Nelissen RG. Stability of medial opening wedge high tibial osteotomy: a failure analysis. *Int Orthop.* 2010;34(2):217-23.
  15. Gomoll AH. High tibial osteotomy for the treatment of unicompartmental knee osteoarthritis: a review of the literature, indications, and technique. *Phys Sportsmed.* 2011;39(3):45-54.
  16. Jung WH, Chun CW, Lee JH, Ha JH, Kim JH, Jeong JH. Comparative study of medial opening-wedge high tibial osteotomy using 2 different implants. *Arthroscopy.* 2013;29(6):1063-71.
  17. Raja Izaham RMA, Abdul Kadir MR, Abdul Rashid AH, Hossain MG, Kamarul T. Finite element analysis of Puddu and Tomofix plate fixation for open wedge high tibial osteotomy. *Injury.* 2012;43(6):898-902.
  18. Amis A. Biomechanics of high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(1):197-205.
  19. d'Entremont AG, McCormack RG, Horlick SGD, Stone TB, Manzary MM, Wilson DR. Effect of opening-wedge high tibial osteotomy on the three-dimensional kinematics of the knee. *Bone Joint J.* 2014;96-B:1214-21.
  20. Freitas RL, Rosa RC, Paccola CA, Shimano AC, Kfuri Junior M. Osteotomia alta da tibia com cunha de abertura medial: relevância biomecânica da cortical oposta. *Acta Ortop Bras.* 2010;18(4):224-9.