



Acta Ortopédica Brasileira

ISSN: 1413-7852

actaortopedicasociedade@uol.com.br

Sociedade Brasileira de Ortopedia e

Traumatologia

Brasil

Carvalho Matos, Luiz Felipe; Lopes Quintas Alves, André; Lima Sobreiro, Alberto; Giordano, Marcos Noberto; Satamini Pires de Albuquerque, Rodrigo; Pires Carvalho, Antônio Carlos

Navegação na artroplastia total do joelho: existe vantagem?

Acta Ortopédica Brasileira, vol. 19, núm. 4, 2011, pp. 184-188

Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65719949002>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

NAVEGAÇÃO NA ARTROPLASTIA TOTAL DO JOELHO: EXISTE VANTAGEM?

NAVIGATION IN TOTAL KNEE ARTHROPLASTY: IS THERE ANY ADVANTAGE?

LUIZ FELIPE CARVALHO MATOS¹, ANDRÉ LOPES QUINTAS ALVES¹, ALBERTO LIMA SOBREIRO¹, MARCOS NOBERTO GIORDANO¹, RODRIGO SATAMINI PIRES DE ALBUQUERQUE², ANTÔNIO CARLOS PIRES CARVALHO³

RESUMO

Objetivo: Avaliar se a cirurgia auxiliada por navegação oferece vantagens sobre a técnica convencional, foi desenvolvido um estudo randômico, prospectivo e comparativo analisando o posicionamento do implante, alinhamento do membro, tempo de cirurgia, perda sanguínea e reabilitação funcional. **Métodos:** Foram estudados 39 pacientes submetidos a 42 Artroplastias Totais de Joelho. No grupo 1 (n=21) a cirurgia foi navegada e no grupo 2 (n=21) convencional. Os pacientes foram avaliados com radiografia panorâmica de membros inferiores, tomografia computadorizada e pelo Knee Society Score (KSS) no pré-operatório e com três meses de pós-operatório. O tempo de cirurgia e a perda sanguínea pós-operatória também foram avaliados. **Resultados:** O tempo de cirurgia foi maior no grupo 1. Não houve diferença significativa quanto à perda sanguínea e ao KSS. Houve maior proximidade dos três graus de rotação externa e dos cinco graus de inclinação coronal nos pacientes do grupo 2. O eixo mecânico aproximou-se mais de zero grau no grupo 1. **Conclusões:** A navegação promove um posicionamento individualizado dos componentes da prótese oferecendo vantagens no realinhamento do membro. O tempo cirúrgico tende a ser maior na técnica navegada, porém, não foi estatisticamente significante. Não há diferenças na perda sanguínea e na melhora do KSS. Nível de Evidência I, estudo terapêutico.

Descritores: Artroplastia do joelho. Cirurgia assistida por computador/métodos. Prótese do joelho.

Citação: Matos LFC, Alves ALQ, Sobreiro AL, Giordano MN, Albuquerque RSP, Carvalho ACP. Navegação na artroplastia total do joelho: Existe vantagem? Acta Ortop Bras. [online]. 2011;19(4):184-8. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aoab>.

ABSTRACT

Objective: Aiming to evaluate whether surgery aided navigation offers any advantages over the conventional technique, a randomized, prospective, comparative study was carried out, analyzing the placement of components, alignment of the limb, surgical time, blood loss and functional rehabilitation. **Material and methods:** We studied 39 patients submitted 42 Total Knee Arthroplasties. In group 1 (n = 21) the surgery was navigated and in group 2 (n = 21) it was conventional. The patients were evaluated on panoramic radiographs of the lower limbs, CT scan and the Knee Society Score (KSS) preoperatively and three months postoperatively. Surgery time and postoperative blood loss were also evaluated. **Results:** Surgery time was longer in group 1. There was no significant difference in blood loss and the KSS. There was a greater proximity of the three degrees of external rotation and the five degrees of tilt in the coronal in group 2. The mechanical axis was closer to zero degree in group 1. **Conclusions:** Navigation promotes individualizing of the positioning of the components of the prosthesis, and offered advantages in limb realignment, compared with traditional methods. The surgerytime has a tendency to be higher in group 2, but this difference is not statistically significant. There were no differences between the groups in relation to blood loss and improvement in KSS. **Level of Evidence:** Level I, therapeutic studies.

Keywords: Arthroplasty, replacement, knee. Surgery, computer-assisted/methods. Knee prosthesis.

Citation: Matos LFC, Alves ALQ, Sobreiro AL, Giordano MN, Albuquerque RSP, Carvalho ACP. Navigation in total knee arthroplasty: Is there any advantage? Acta Ortop Bras. [online]. 2011;19(4):184-8. Available from URL: <http://www.scielo.br/aoab>.

INTRODUÇÃO

A artroplastia total do joelho (ATJ) está consagrada como um dos procedimentos ortopédicos de maior sucesso e melhor custo-benefício no campo da ortopedia, com melhora significativa da qualidade de vida e mais de 95% de sobrevida do implante após 15 anos.^{1,2}

A artroplastia total de joelho é um procedimento cirúrgico de alta complexidade que está em constante evolução desde sua criação. A longevidade da população humana tem tornado esta cirurgia cada vez mais cotidiana. Os implantes apresentam desenhos mais modernos assemelhando-se ao máximo à anatomia do joelho.

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

1- Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Hospital de Força Aérea do Galeão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2- Hospital Municipal Miguel Couto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

3- Departamento de Radiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Trabalho realizado no Hospital de Força Aérea do Galeão (HFAG). Correspondência: Rua Ribeiro Guimarães n:80 / apt:708 BL I – Vila Isabel – Rio de Janeiro – RJ, Brasil. CEP: 20511-070. E-mail: lufemat@hotmail.com

normal, associados ao instrumental mais preciso que causa menor agressão nas partes moles. Desta forma, a técnica cirúrgica torna-se mais reproduzível fazendo com que as indicações cirúrgicas sejam mais abrangentes.^{3,4}

As técnicas modernas de cirurgia assistida por computador (navegada) surgiram no início dos anos 80 com aplicações na neurocirurgia e, em seguida, esta tecnologia foi transferida para a ortopedia, inicialmente nas cirurgias de coluna e, gradualmente, nas cirurgias de quadril e joelho.⁵ A navegação pode ser aplicada no pré, intra e pós-operatório, para o planejamento, simulação, orientação e treinamento, com o objetivo principal de superar as limitações da técnica convencional.⁶

Com o objetivo de avaliar se a ATJ auxiliada por navegação apresenta vantagens sobre a técnica convencional (não navegada), foi desenvolvido um estudo randômico, prospectivo e comparativo com os seguintes parâmetros avaliados: alinhamento do membro, posicionamento dos componentes protéticos, tempo de cirurgia, perda sanguínea pós-operatória e reabilitação funcional pós-operatória.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados 39 pacientes submetidos a 42 artroplastias totais de joelho no período compreendido entre os dias 01 de março de 2009 e 31 de janeiro de 2010. Os pacientes foram randomizados e divididos em dois grupos iguais: os do grupo 1 ($n=21$) foram submetidos ao procedimento navegado e os do grupo 2 ($n=21$) foram submetidos à técnica convencional. A randomização foi baseada em amostragem aleatória simples (sorteio lotérico).

Os critérios de inclusão neste estudo foram presença de doença articular degenerativa avançada do joelho, Ahlbäck IV ou V, pacientes com idade superior a 55 anos e sem ATJ prévia. Foram excluídos os indivíduos que apresentavam grave instabilidade com indicação de prótese constrita.

Todas as cirurgias foram realizadas pelo mesmo cirurgião, especialista em substituições articulares do joelho e com experiência com a técnica navegada. O preparo dos pacientes seguiu a mesma rotina, e consistiu de banho de clorexidina duas horas antes do procedimento (na enfermaria), coleta de sangue antes da indução anestésica, a fim de se determinar o valor da hemoglobina (Hb) e do hematocrito (Ht) pré-operatórios, e administração de dois gramas de cefazolina. Nenhum paciente recebeu hidratação venosa e/ou hemotransfusão antes da cirurgia. Em todos os casos foi utilizado o manguito pneumático para isquemia do membro, realizada via de acesso parapatelar medial e introduzida prótese cimentada e não constrita (Search Evolution®, Aesculap Orthopaedics Navigation, Tuttlingen, Germany).

A informação sobre o grupo a que pertencia o paciente foi transmitida ao cirurgião após a confecção da via de acesso. A decisão pelo uso do componente femoral póstero-estabilizado sem preservação do ligamento cruzado posterior ocorreu intraoperatoriamente. Nos casos em que foi necessário um corte tibial mais espesso comprometendo a origem do ligamento cruzado posterior optou-se pelo componente femoral póstero-estabilizado. A patela não foi substituída em nenhum paciente, sendo abordada com remoção dos osteófitos e denervação parapatelar circumferencial. Em todos os casos utilizou-se dreno de succão contínua (Haemovac®). O tempo da cirurgia foi cronometrado desde o início da incisão até o completo fechamento da pele.

O protocolo pós-operatório seguiu a mesma rotina, com esvaziamento do dreno a cada 500 mililitros, e restabelecimento da aspiração, sendo registrado o volume total drenado nas primeiras 24 horas de pós-operatório. Novo exame laboratorial foi realizado com 24h de pós-operatório para determinação da Hb e do Ht pós-operatórios. Permitiu-se apoio de carga total sobre o joelho operado conforme

a tolerância à dor do paciente, e a reabilitação fisioterápica foi iniciada no 1º dia de pós-operatório. Trocou-se o primeiro curativo cerca de dois dias após o procedimento (na enfermaria), período em que os pacientes receberam alta hospitalar. Todos os curativos subsequentes foram trocados no ambulatório a cada dois dias e os pontos foram retirados com 21 dias de pós-operatório. Em seguida manteve-se um acompanhamento ambulatorial com uma consulta por mês até o 3º mês de pós-operatório quando foi aplicada uma avaliação funcional através do (KSS).

Nas cirurgias assistidas por computador foi utilizado o software TKA 4.0 do sistema de navegação Orthopilot® (Aesculap Orthopaedics, Tuttlingen, Germany). Os pinos de Schanz bicorticais para suporte dos sensores esféricos refletores foram posicionados através de incisões de pele separadas, a aproximadamente 10 cm proximal à superfície articular distal do fêmur e a 10 cm distal da tuberosidade anterior da tíbia. As referências anatômicas foram registradas pelo cirurgião e os cortes ósseos, o balanço de partes moles, o tamanho e posicionamento dos implantes foram guiados integralmente pela navegação. O corte femoral obedeceu às orientações da navegação para obter o melhor balanço de partes moles, e o corte tibial foi alinhado em 90° com eixo mecânico da tíbia no plano frontal, ambos com 0° de inclinação posterior (slope). Os dados pré e pós-operatórios foram gravados pelo sistema.

Na técnica convencional foram utilizados os guias intra e extramedular para o posicionamento dos componentes femoral e tibial, respectivamente. O planejamento do posicionamento do componente femoral no plano frontal foi determinado pelo ângulo entre os eixos mecânico e anatômico do fêmur na tomografia pré-operatória, no plano sagital foi paralelo à cortical anterior do fêmur e o posicionamento rotacional foi estabelecido em 3° de rotação externa em relação à região posterior dos côndilos femorais. O alinhamento tibial baseou-se nas mesmas referências utilizadas na cirurgia assistida por computador.

A avaliação radiográfica incluiu uma radiografia panorâmica e uma tomografia computadorizada dos membros inferiores realizadas sete dias antes da cirurgia e com três meses de pós-operatório. As imagens digitalizadas foram avaliadas utilizando o programa eFilmLite® (Merge eMed).

As radiografias panorâmicas dos membros inferiores foram realizadas na projeção ântero-posterior, em posição ortostática, com os pés juntos nos casos de deformidade em varo ou com os joelhos juntos nos casos em valgo, em extensão máxima dos joelhos e mantendo uma rotação neutra dos membros inferiores através do posicionamento da patela para frente na direção da ampola de raio-X.⁷

As tomografias computadorizadas foram realizadas no plano frontal com digitalização da imagem do quadril até o tornozelo constituindo o topograma dos membros inferiores. Os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal, com os calcânhares em cima de um calço permitindo extensão máxima dos joelhos, mantendo uma rotação neutra dos membros inferiores através do posicionamento da patela ao zênite e com os pés juntos nos casos de deformidade em varo ou com os joelhos juntos nos casos em valgo. O estudo tomográfico também incluiu os cortes axiais de 2 mm dos joelhos⁸.

A inclinação do eixo mecânico (EM) foi estabelecida pelo ângulo formado entre uma linha do centro de rotação da cabeça femoral até o centro de rotação do joelho (eixo mecânico do fêmur) e outra do centro de rotação do joelho até o centro de rotação do tornozelo (eixo mecânico da tíbia). (Figura 1) A inclinação coronal do componente femoral foi estabelecida pelo ângulo entre eixo anatômico do fêmur e linha da superfície articular do fêmur. (Figura 2) Estas medidas foram avaliadas tanto na radiografia panorâmica dos membros inferiores como na tomografia computadorizada (topograma).

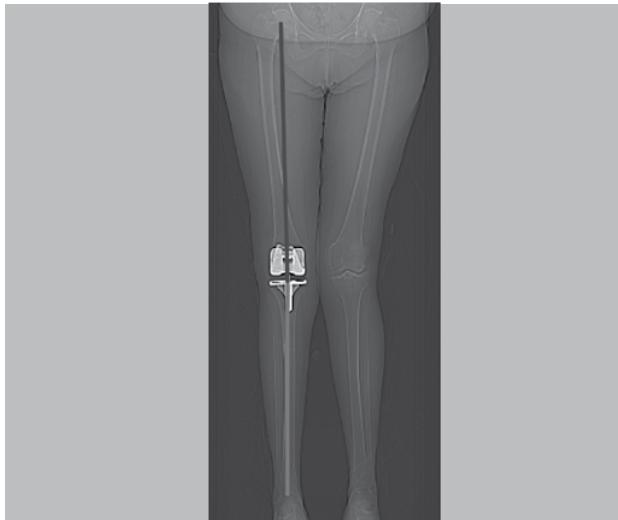


Figura 1. Eixo mecânico no topograma.

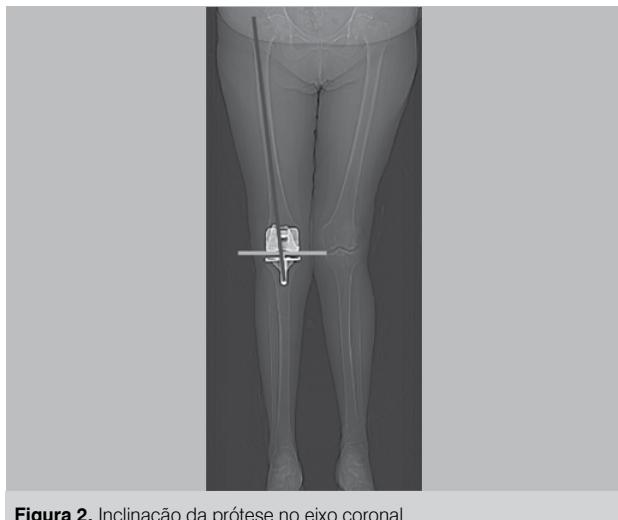


Figura 2. Inclinação da prótese no eixo coronal.

O alinhamento rotacional foi estudado nos cortes axiais de dois milímetros da tomografia computadorizada. No pré-operatório, o primeiro passo foi traçar uma linha pela região posterior dos côndilos femorais. Em seguida, traçou-se outra linha pelos epicôndilos medial e lateral (eixo transepicondilar). O ângulo formado entre estas linhas determinou a rotação do eixo transepicondilar em relação à região posterior dos côndilos femorais. (Figura 3) No pós-operatório, a rotação da prótese foi avaliada pela inclinação do eixo dos pinos intra-ósseos de fixação em relação ao eixo transepicondilar. (Figura 4) Isto permitiu determinar o posicionamento final real do componente femoral em relação à região posterior dos côndilos estabelecida no corte axial da tomografia computadorizada pré-operatória.

Para avaliação dos resultados foram considerados satisfatórios: eixo mecânico de 0°, aceitando-se variação de até 3° de varo ou valgo; inclinação coronal do componente femoral de 5° de valgo, aceitando-se variação de 3°; alinhamento rotacional de 3° de rotação externa do componente femoral em relação à região



Figura 3. Rotação do eixo transepicondilar no pré-operatório.

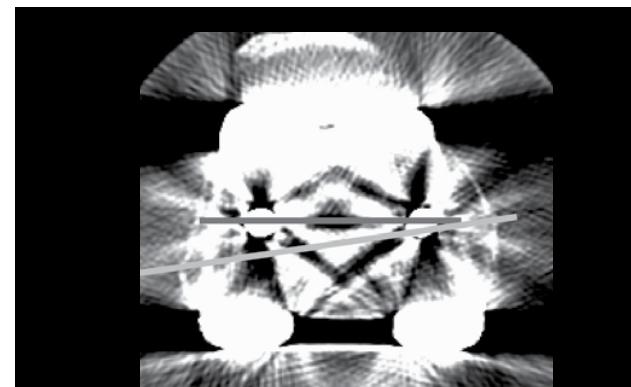


Figura 4. Rotação da prótese no pós-operatório.

posterior dos côndilos, estabelecida na tomografia pré-operatória, aceitando-se variação de 3°.

Na metodologia estatística, para verificar se existiu variação significativa no escore KSS e na perda sanguínea, foi utilizado o teste dos postos sinalizados de Wilcoxon. Para verificar se existiu diferença significativa entre os grupos de tratamento (navegada e convencional) nas variáveis numéricas e nos deltas (absoluto e relativo) foi aplicado o teste *t* de Student ou o de Mann-Whitney para amostras independentes, e nas variáveis categóricas foi aplicado o teste de qui-quadrado (χ^2) ou o exato de Fisher. Foram utilizados métodos não paramétricos, pois as variáveis não apresentaram distribuição normal (distribuição Gaussiana). O critério de determinação de significância adotado foi o nível de 5%. A análise estatística foi processada pelo software estatístico SAS® System.

RESULTADOS

Não existiu diferença significativa nas variáveis numéricas (idade, KSS pré-operatório, Hb e Ht pré-operatórios) e categóricas (lado e tipo: varo ou valgo) basais pré-operatórias entre os dois grupos de tratamento, ao nível de 5%. Portanto, os grupos foram semelhantes sob o ponto de vista destas variáveis no pré-operatório.

A variação absoluta do escore KSS do pré para o pós-operatório foi dada pela fórmula: Delta KSS = (escore KSS no pós – escore KSS no pré). A variação relativa (%) do escore KSS do pré para o pós-operatório foi dada pela fórmula: Delta relativo KSS (%) = (KSS no pós – KSS no pré) / KSS no pré x 100. A mesma

fórmula foi usada para a variável hemoglobina e hematócrito. Com o objetivo de verificar se os dois grupos evoluem de forma semelhante no escore KSS, Hb e Ht do pré para pós-operatório observou-se que não existe diferença significativa no delta absoluto ($p = 0,35$) e no delta relativo ($p = 0,32$) do escore KSS entre os grupos de tratamento. O mesmo ocorreu com a Hb ($p=0,79$ e $p=0,92$) e o Ht ($p=0,52$ e $p=0,78$).

Verificando se existe diferença significativa nas variáveis pós-operatórias entre os dois grupos de tratamento observou-se que não existe diferença significativa no tempo de cirurgia ($p = 0,060$) e no volume do dreno ($p = 0,35$) entre os dois grupos de tratamento, ao nível de 5%. Podemos dizer, que existe uma tendência do grupo navegado apresentar tempo de cirurgia (mediana igual a 99 minutos) maior que o grupo convencional (mediana igual a 88 minutos).

O grupo convencional apresentou EM satisfatório (33,3%) significativamente menor que o grupo navegado (76,2%), com $p = 0,005$. (Figura 5) O grupo convencional apresentou rotação externa satisfatória (80,9%) significativamente maior que o grupo navegado (38,1%), com $p = 0,005$. (Figura 6) Além disso, observou-se que não existe diferença significativa na inclinação coronal ($p = 0,34$) entre os dois grupos, ao nível de 5%. (Figura 7)

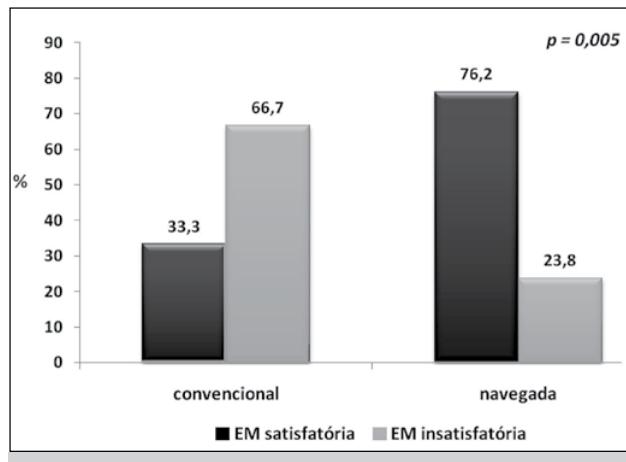


Figura 5. Eixo mecânico (EM) segundo o grupo de tratamento.

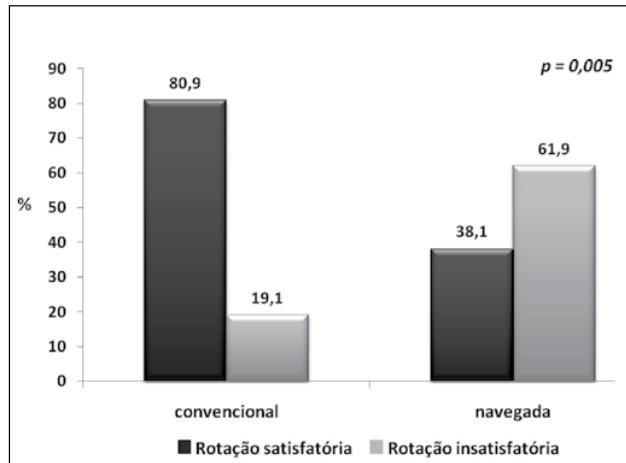


Figura 6. Rotação externa segundo o grupo de tratamento.

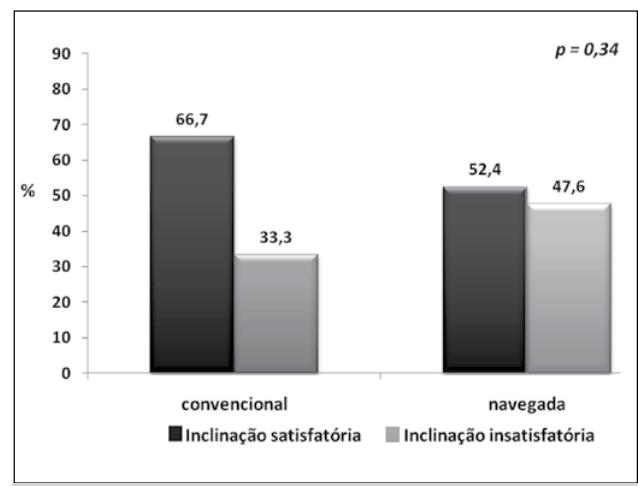


Figura 7. Inclinação Coronal segundo o grupo de tratamento.

DISCUSSÃO

O sucesso ou a fracasso da ATJ dependem da acurácia e da precisão da técnica cirúrgica^{7,9} e estão diretamente relacionados com o alinhamento do eixo mecânico e o posicionamento dos componentes protéticos.^{10,11} Numa avaliação de 3.152 ATJ, observou-se sobrevida de 90% quando o eixo mecânico ficou entre 0° e 4° de varo ou valgo, e de menos de 73% quando o eixo mecânico foi maior do que 4° de varo ou valgo apud Ensini et al⁴. Achamos que a navegação veio para corrigir pequenos desvios do eixo que ocorrem por falha humana podendo comprometer a sobrevida do implante.

As altas taxas de sucesso da técnica convencional apresentadas na literatura são questionáveis, pois a maioria dos trabalhos não inclui avaliação radiográfica adequada com radiografia panorâmica e tomografia computadorizada,^{12,13} e não apresentam um seguimento padronizado.¹⁴ O posicionamento inadequado dos componentes, além de aumentar o risco de falência mecânica e perda do implante, prejudica a reabilitação funcional reduzindo o arco de movimento e a estabilidade do joelho.^{15,16} Isto ocorre devido ao balanço insuficiente das partes moles gerado pelo mau posicionamento dos componentes e cortes ósseos assimétricos, pensamento que corroboramos e defendemos. A doença articular degenerativa provoca alterações estruturais no joelho. Os desgastes cartilaginosos e ósseos causam desvios rotacionais e angulares progressivos das superfícies articulares e, consequentemente, do eixo dos membros inferiores. Somado a isto, ocorrem modificações nos tecidos moles adjacentes - ligamentos, tendões e músculos - que se adaptam a nova conformação estrutural do joelho. Por isso, no momento da cirurgia, os pacientes apresentam alterações anatômicas que saem do padrão fisiológico esperado e que devem ser valorizadas individualmente para que o cirurgião possa atingir o objetivo final: um eixo mecânico de 0° e um balanço de partes moles adequado.

Na técnica convencional, o objetivo é posicionar o componente femoral com 3° de rotação externa em relação aos côndilos posteriores para que ele fique alinhado com o eixo trans-epicondilar. Além disso, objetiva-se posicionar o componente femoral com uma inclinação coronal baseada no ângulo entre os eixos mecânico e anatômico do fêmur. Este posicionamento levaria a um alinhamento final do eixo mecânico próximo de 0° e a um balanço de partes moles adequado, permitindo uma sobrevida longa da prótese.¹⁷

O presente estudo mostrou que no grupo de pacientes submetidos à ATJ pela técnica convencional a rotação axial e a inclinação coronal

do componente femoral foram satisfatórias em, respectivamente, 80% e 70% dos casos. Porém, apesar de terem ocorrido taxas mais altas de posicionamento adequado da prótese, o eixo mecânico foi satisfatório em somente 30% dos pacientes. Desta forma, observa-se que o posicionamento do componente protético nos padrões definidos como ideais não garante bom resultado do eixo final do membro.

No grupo de pacientes submetidos à ATJ assistida por computador, a rotação axial e a inclinação coronal do componente femoral foram satisfatórias em, respectivamente, 30 e 40% dos casos. Mesmo com este resultado fora dos padrões, o eixo mecânico foi satisfatório em 70% dos pacientes. Com isto, conclui-se que posicionar a prótese valorizando as características anatômicas de cada paciente, sem obedecer ao padrão convencional, não impede que o cirurgião atinja um resultado final adequado.

Na cirurgia navegada, o balanço de partes moles ocupa lugar de destaque. Após o corte tibial, o computador mede a diferença entre as tensões medial e lateral a fim de que o cirurgião faça o balanceamento adequado. Feito isto, o computador indica o posicionamento ideal do componente femoral para que o equilíbrio das partes moles seja mantido. Na maioria das vezes, este posicionamento não segue o padrão convencional como foi observado neste estudo. Isto se explica pelo fato de o computador usar como base as marcações anatômicas individuais feitas no inicio da cirurgia. Portanto, observa-se que a navegação apresenta vantagem em relação à técnica convencional para obter um eixo mecânico final satisfatório.

A variação do posicionamento do componente femoral demonstra que a navegação permite um tratamento individualizado dos pacientes. No entanto, isto não se correlacionou com a melhora da função pós-operatória precoce. Utilizando-se o KSS, não houve diferença significativa entre os grupos estudados. Desta forma, faz-se necessário um acompanhamento prolongado destes pacientes para avaliar, se além do restabelecimento da função, a sobrevida da prótese é realmente melhor na cirurgia navegada.

Kalairajah et al¹⁸ observaram uma menor perda sanguínea nas ATJ navegadas pela vantagem teórica da técnica navegada em não violar o canal medular para determinar a inclinação coronal do componente femoral como ocorre na técnica convencional proporcionando um sangramento intra e pós-operatório menor. No entanto, o presente estudo não demonstrou diferença significativa no volume drenado nas primeiras 24h e na variação dos exames laboratoriais pré e pós-operatórios. Assim, a cirurgia assistida por computador não apresentou vantagem em relação à técnica convencional no que se trata da perda sanguínea.

Albuquerque et al¹⁹ concluíram que a navegação em ATJ é um procedimento preciso proporcionando um alinhamento acurado não causando morbidade quando comparado a cirurgia convencional. A nossa pesquisa reafirma os benefícios da cirurgia navegada. O fator negativo que seria um tempo cirúrgico maior, em média de 11 minutos nesta série, devido ao posicionamento dos pinos de Schanz para os transdutores, é contrabalançado por um implante melhor posicionado, respeitando a anatomia do joelho do paciente levando teoricamente a uma maior durabilidade da prótese, e sem repercuções clínicas que aumentem o risco de vida. Além disso, um tempo de cirurgia adicional próximo de 10 minutos no procedimento navegado é aceitável, sem prejuízos para o paciente.²⁰

CONCLUSÕES

A navegação oferece vantagens no realinhamento do membro em relação à técnica convencional.

A navegação tem a vantagem de proporcionar o posicionamento individualizado dos componentes protéticos.

Há uma tendência do tempo de cirurgia ser maior na cirurgia por navegação, sem significância estatística.

A cirurgia navegada não melhora a reabilitação funcional no pós-operatório recente em relação à técnica convencional.

Não há diferença significativa em relação à perda sanguínea entre as duas técnicas.

REFERÊNCIAS

1. Hofmann AA, Evanich JD, Ferguson RP, Camargo MP. Ten- to 14-year clinical followup of the cementless Natural Knee system. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(388):85-94.
2. Khaw FM, Kirk LM, Gregg PJ. Survival analysis of cemented Press-Fit Condylar total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16:161-7.
3. Ek ET, Dowsey MM, Tse LF, Riasi A, Love BR, Stoney JD et al. Comparison of functional and radiological outcomes after computer-assisted versus conventional total knee arthroplasty: a matched-control retrospective study. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2008;16:192-6.
4. Ensini A, Catani F, Leardini A, Romagnoli M, Giannini S. Alignments and clinical results in conventional and navigated total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;457:156-62.
5. Mahmoud AH, Branislav J, Anthony D. Computer-assisted knee surgery: an overview. In: Scott N. Insall & Scott surgery of the knee. 4th. New York: Churchill Livingstone; 2006. p. 1655-74.
6. Stulberg SD. Computer-navigated total knee arthroplasty. In: Scott N. Insall & Scott surgery of the knee. 4th. New York: Churchill Livingstone; 2006. p. 1675-1688.
7. Lonner JH, Laird MT, Stuchin SA. Effect of rotation and knee flexion on radiographic alignment in total knee arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res.* 1996;(331):102-6.
8. Fehring TK, Odum S, Griffin WL, Mason JB, Nadaud M. Early failures in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(392):315-8.
9. 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.
10. Matziolis G, Krocker D, Weiss U, Tohtz S, Perka C. A prospective, randomized study of computer-assisted and conventional total knee arthroplasty. Three-dimensional evaluation of implant alignment and rotation. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:236-43.
11. Tingart M, Lüring C, Bäthis H, Beckmann J, Grifka J, Perlick L. Computer-assisted total knee arthroplasty versus the conventional technique: how precise is navigation in clinical routine? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosoc.* 2008;16:44-50.
12. Jazrawi LM, Birdzell L, Kummer FJ, Di Cesare PE. The accuracy of computed tomography for determining femoral and tibial total knee arthroplasty component rotation. *J Arthroplasty.* 2000;15:761-6.
13. Oberst M, Bertsch C, Würstlin S, Holz U. [CT analysis of leg alignment after conventional vs. navigated knee prosthesis implantation. Initial results of a controlled, prospective and randomized study]. *Unfallchirurg.* 2003;106:941-8.
14. Murray DW, Britton AR, Bulstrode CJ. Loss to follow-up matters. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79:254-7.
15. Michaut M, Beaufils P, Galaud B, Abadie P, Boisrenoult P, Fallet L. [Rotational alignment of femoral component with computed-assisted surgery (CAS) during total knee arthroplasty]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2008;94:580-4.
16. Lützner J, Krummenauer F, Wolf C, Günther KP, Kirschner S. Computer-assisted and conventional total knee replacement: a comparative, prospective, randomized study with radiological and CT evaluation. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90:1039-44.
17. Vail TP, Lang JE. Surgical techniques and instrumentation in total knee arthroplasty. In: Scott N. Insall & Scott surgery of the knee. 4th. New York: Churchill Livingstone; 2006. p. 1455-521.
18. Kalairajah Y, Simpson D, Cossey AJ, Verrall GM, Spriggins AJ. Blood loss after total knee replacement: effects of computer-assisted surgery. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:1480-2.
19. Albuquerque RFM, Pécora JR, Angelini FJ, Amatuzzi MM, Sasaki SU. Artroplastia total do joelho assistida por computador. *Acta Ortop Bras.* 2006;14:199-202.
20. Haaker RG, Stockheim M, Kamp M, Proff G, Breitenfelder J, Ottersbach A. Computer-assisted navigation increases precision of component placement in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(433):152-9.