



## Artigo Original

# Correlação entre a classificação radiográfica de Ahlbäck e o estado de conservação do ligamento cruzado anterior em gonartrose primária<sup>☆</sup>



Glaucus Cajaty Martins<sup>a,\*</sup>, Gilberto Luis Camanho<sup>b</sup>, Leonardo Marcolino Ayres<sup>a</sup> e Eduardo Soares de Oliveiras<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Hospital Federal de Ipanema, Serviço de Ortopedia e Traumatologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

<sup>b</sup> Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Ortopedia e Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

### INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 24 de janeiro de 2016

Aceito em 18 de fevereiro de 2016

On-line em 18 de julho de 2016

Palavras-chave:

Ligamento cruzado anterior

Artrose do joelho

Artroplastia do joelho

### R E S U M O

**Objetivo:** Correlacionar a classificação radiográfica de Ahlbäck com o estado de conservação do ligamento cruzado anterior (LCA).

**Métodos:** Avaliados 85 pacientes (89 joelhos) submetidos à artroplastia total de joelho por osteoartrose primária. Foram 16 homens e 69 mulheres com média de 69,79 anos (53 a 87). A osteoartrose foi subdividida em cinco graus de acordo com a classificação radiográfica de Ahlbäck. O LCA foi avaliado na cirurgia como presente ou ausente. Foi feita a correlação entre o estado do LCA e a classificação de Ahlbäck. Foi também analisada a correlação entre o estado do LCA e os parâmetros idade, sexo, angulação tibiofemoral (varo-valgo).

**Resultados:** Nos casos de joelho varo, foi observada uma correlação entre os graus I até III e a presença do LCA em 41/47 (86,7%) casos, bem como entre a ausência do LCA e os graus IV e V em 15/17 (88,2%) casos ( $p < 0,0001$ ). Por outro lado, nos casos de joelho valgo não houve relação estatisticamente significativa entre a presença ou ausência do LCA e a classificação de Ahlbäck. Nesta série, foi observado que a ausência do LCA foi mais comum entre os homens 9/17 (52%) do que em mulheres 19/72 (26%).

**Conclusões:** Nos casos de gonartrose do compartimento medial, a classificação de Ahlbäck é parâmetro confiável para prever a condição do LCA (presente ou ausente). Nos casos de gonartrose em genu valgo não se observou correlação entre a classificação de Ahlbäck e a condição do LCA.

© 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/>).

<sup>☆</sup> Trabalho desenvolvido no Hospital Federal de Ipanema, Rio de Janeiro, RJ, Brasil; e no Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [glaucusc@terra.com.br](mailto:glaucusc@terra.com.br) (G.C. Martins).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2016.02.012>

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/>).

## Correlation between Ahlbäck radiographic classification and anterior cruciate ligament status in primary knee arthrosis

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Anterior cruciate ligament  
Knee arthrosis  
Arthroplasty, knee

**Objective:** To correlate the Ahlbäck radiographic classification with the anterior cruciate ligament (ACL) status in knee arthrosis patients.

**Methods:** The study evaluated 89 knees of patients who underwent total knee arthroplasty due to primary osteoarthritis: 16 male and 69 females, with mean age 69.79 years (53-87 years). Osteoarthritis was classified radiographically by the Ahlbäck radiographic classification into five grades. The ACL was classified in the surgery as present or absent. The correlation of ACL status and Ahlbäck classification was assessed, as well as those of ACL status and the parameters age, gender, and tibiofemoral angulation (varus-valgus).

**Results:** In cases of varus knees, there was a correlation between grades I to III and ACL presence in 41/47 (86.7%) cases and between grades IV and V and ACL absence in 15/17 (88.2%) cases ( $p < 0.0001$ ). In valgus knees, no statistically significant correlation was observed between the ACL status and the Ahlbäck classification. In the present study, absence of the ACL was more common in men (9/17; 52%) than in women (19/72; 26%).

**Conclusion:** In cases of medial osteoarthritis, the Ahlbäck radiographic classification is a useful parameter to predict ACL status (presence or absence). In knee arthrosis in genu valgum, ACL status was not predicted by Ahlbäck's classification.

© 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 classificação radiográfica de Ahlbäck para artrose de joelho foi originalmente descrita por esse autor<sup>1</sup> em 1968 e modificada em 1992 por Keyes *et al.*<sup>2</sup> que a subdividiu em cinco graus (I a V). Essa classificação é a mais usada pelos ortopedistas não apenas para avaliar o grau de acometimento radiográfico, mas também para acompanhamento de progressão da patologia, assim como auxiliar na programação cirúrgica.

Apesar do uso muito difundido, essa classificação é alvo de críticas por apresentar em alguns trabalhos níveis inadequados de concordância entre observadores com graus de experiência distintos. No entanto, essa classificação seria mais reprodutível quando usada por observadores mais experientes.<sup>3,4</sup>

Um dos fatores a serem considerados na indicação de um procedimento cirúrgico no tratamento da gonartrose seria o estado de conservação do ligamento cruzado anterior (LCA). Keyes *et al.*,<sup>2</sup> em seu trabalho, indicavam a osteotomia ou prótese unicompartmental nos casos em que o LCA estivesse íntegro. Quando o LCA estivesse comprometido dever-se-ia indicar artroplastia total do joelho.

Nesse artigo clássico,<sup>2</sup> apesar de os autores analisarem 200 casos de gonartrose medial do joelho, em apenas 25% dos casos (50 joelhos) a presença ou não do LCA foi avaliada e descrita no estudo. Não encontramos na literatura outros trabalhos que avaliassem a mesma correlação. Tal fato levanta uma questão: qual seria efetivamente a relação entre o estado de conservação do LCA e a classificação de Ahlbäck.

A possibilidade de determinar o estado de preservação do LCA no pré-operatório por meio de análise radiográfica do joelho baseada na classificação de Ahlbäck

apresentaria relevância na programação da técnica cirúrgica mais adequada<sup>2</sup> em casos de artrose do joelho. Essa informação adquire maior significância quando consideramos a tendência crescente de se empregarem implantes que procurem preservar as estruturas ainda íntegras nos casos da gonartrose. Apresentam-se como exemplos dessa tendência o uso de próteses unicompartmentais<sup>5</sup> e as próteses mantenedoras de ambos os ligamentos cruzados atualmente em avaliação.<sup>6,7</sup>

O objetivo principal da pesquisa atual é correlacionar a classificação de artrose radiográfica do joelho por Ahlbäck com o estado de conservação do LCA (ausente/presente).

Como objetivos secundários correlacionou-se o estado de conservação do LCA com os parâmetros idade, sexo e angulação tibiofemoral (varo/valgo).

## Material e métodos

O presente estudo foi aprovado pela comissão de ética em pesquisa de nosso hospital e está de acordo com as normas da Convenção de Helsinque.

Foram estudados 85 pacientes consecutivos (89 joelhos) submetidos à artroplastia total de joelho com substituição do ligamento cruzado posterior de novembro de 2010 a novembro de 2014. Dos 85 pacientes, 16 eram do sexo masculino e 69 do feminino e a idade variava de 53 anos a 87 (média de 69,79).

Foram incluídos apenas casos de osteoartrose primária em indivíduos acima de 50 anos. Não preencheram critérios de inclusão os pacientes submetidos a cirurgias prévias de osteossíntese em joelho, osteotomias e artrotomias e os casos de osteonecrose, doença reumatológica ou seqüela pós-traumática.

**Tabela 1 – Classificação radiológica de Ahlbäck**

Grau	Radiografia em anteroposterior	Radiografia em perfil
I	Espaço articular diminuído	-
II	Obliteração do espaço articular	-
III	Contato ósseo menor do que 5 mm	Região posterior normal
IV	Contato ósseo entre 5 e 10 mm	Osteófitos posteriores
V	Subluxação severa	Subluxação anterior da tibia maior do que 10 mm

Foram feitas radiografias de padrão digital do joelho com apoio ortostático que englobassem a diáfise distal do fêmur e proximal da tibia. Foi medido com goniômetro o ângulo tibiofemoral, que consistiu da intersecção dos eixos anatômicos femoral e tibial conforme descrito por Kraus et al.<sup>8</sup> e Hinman et al.<sup>9</sup> Quando o eixo femorotibial era desviado para o compartimento medial consideramos o joelho como varo. Quando esse desvio era para o compartimento lateral considerou-se valgo. Em 25 (28%) casos o joelho foi descrito como valgo e em 64 (72%) como varo.

Os pacientes com genu varo foram divididos em um subgrupo igual ou acima de 10 graus de varo e outro abaixo de 10 graus. Os pacientes com genu valgo foram subdivididos em um subgrupo igual ou acima 15 graus de valgo e outro abaixo de 15 graus.

As radiografias acima foram avaliadas em cinco graus de artrose com o uso da classificação de Ahlbäck<sup>1</sup> (1968) modificada por Keyes et al.<sup>2</sup> (tabela 1).

Dois cirurgiões especialistas com mais de 15 anos de experiência em cirurgia de artroplastia fizeram a análise dos parâmetros radiográficos analisados (classificação de Ahlbäck e angulação tibiofemoral). Os dois avaliadores analisaram as radiografias simultaneamente e de forma conjunta. No caso de discordância houve a colaboração de um terceiro colega com a mesma capacitação para determinação do resultado final. Os avaliadores, durante o processo de análise radiográfica, não tiveram acesso à identificação ou aos dados dos pacientes. Os avaliadores tiveram à sua disposição para consulta a classificação de Ahlbäck durante todo o processo de análise das radiografias.

No ato cirúrgico foi verificado o estado de preservação do LCA pelo autor principal da pesquisa. Foi descrita apenas a presença ou ausência do ligamento (fig. 1). O LCA foi classificado como ausente quando havia perda total da continuidade de suas fibras. Quando esse ligamento apresentava fibras ainda com continuidade de sua origem femoral até sua inserção tibial, foi considerado como presente. Não se procurou classificar no caso de estar presente o grau de degeneração macroscópica (preservado versus degenerado), dado extremamente subjetivo.<sup>10</sup>

O estado de conservação do LCA (presença ou ausência) foi correlacionado com a classificação de Ahlbäck em cinco graus e foi feita separadamente a avaliação nos joelhos em varo e nos joelhos em valgo.

A presença ou ausência do LCA foi correlacionada com os parâmetros idade, sexo e angulação tibiofemoral.

#### Análise estatística

Foram usados os testes qui-quadrado e exato de Fisher para análise de dados paramétricos. Os testes de Kruskal-Wallis e



**Figura 1 – LCA presente e evidenciado acima de pinça cirúrgica.**

G2 de Wilks foram usados para análise de dados não paramétricos. Foi determinado como significativo  $p < 0,05$ .

#### Resultados

Em 27/89 pacientes (30,4%) não houve LCA detectável no ato cirúrgico. Estava presente nos demais 62 casos.

O LCA estava ausente em 19/72 (26%) das mulheres e em 9/17 (52%) dos homens. Houve significância estatística ao teste de Fisher ( $p = 0,0442$ ) (tabela 2).

O LCA estava ausente em 7/25 (28%) dos casos de genu valgo e em 16/64 (35,5%) de joelhos em varo, sem haver significância estatística ao teste G2 Wilks ( $p = 0,24$ ).

Não houve correlação estatística entre a angulação de genu varo maior ou menor de 10° e o estado de conservação do LCA ao teste de Fisher ( $p = 0,202$ ). O genu valgo maior ou menor do que 15° de valgo também não demonstrou correlação com o estado do LCA (teste de Fisher,  $p = 0,275$ ).

Os indivíduos com LCA presente tiveram média de 69,9 anos (DP + -7,9) enquanto no caso de LCA ausente a média foi de 70,1 (DP + - 6,7), sem haver diferença estatística ao teste t de Student ( $p = 0,385$ ).

**Tabela 2 – Correlação entre o estado do LCA e parâmetros clínico-radiográficos**

Variável		Estado de conservação do LCA		Estatística
		Ausente	Presente	
Sexo	masc	9 (52%)	8 (48%)	p = 0,044
	fem	19 (26%)	53 (74%)	
Idade		70,1 + - 6,7	69,6 = -7,9	p = 0,38
Ang TF	Varo	21 (35,5%)	38 (64,5%)	p = 0,274
	valgo	7 (28%)	18 (72%)	
Varo	< = 10	16 (29,6%)	38 (69,4%)	p = 0,275
	> 10 graus	5 (50%)	5 (50%)	
Valgo	< 15 graus	2 (15,4%)	11 (84,6%)	p = 0,202
	>= 15	5 (41,6%)	7 (58,4%)	

Ang TF, angulação tibiofemoral; LCA, ligamento cruzado anterior

**Tabela 3 – Correlação entre a condição do LCA e a classificação de Ahlbäck (varo)**

Classificação Ahlbäck	Condição do LCA		Total	Análise estatística
	Ausente	Presente		
I	0	7	7	p < 0,0001
II	3	8	11	
III	3	26	29	
IV	10	2	12	
V	5	0	5	

LCA, ligamento cruzado anterior

**Tabela 4 – Correlação entre a condição do LCA e a classificação de Ahlbäck (valgo)**

Classificação Ahlbäck	Condição do LCA		Total	Análise estatística
	Ausente	Presente		
I	1	8	9	p = 0,307
II	1	3	4	
III	1	3	4	
IV	4	3	7	
V	0	1	1	

LCA, ligamento cruzado anterior

Nos casos de artrose dos joelhos com deformidade em varo, a análise da correlação entre a classificação radiográfica de Ahlbäck e a condição do LCA (ausente/presente) evidenciou uma relação entre os graus I a III e a presença de LCA em 41/47 (86,7%) dos casos e entre os graus IV e V e a ausência do LCA em 15/17 (88,2%) casos. G2 Wilks teste  $p < 0.0001$  (tabela 3).

Nos casos de deformidade em valgo, não houve correlação estatística entre a classificação radiográfica de Ahlbäck e a condição do LCA. Nos graus I a III o LCA estava presente em 14/17 (82,4%) e nos graus IV e V o LCA estava presente em 4/8 (50%) dos casos (tabela 4).

## Discussão

Uma classificação na área médica idealmente deveria ser capaz de identificar o grau de gravidade da lesão avaliada e ter caráter prognóstico, além de auxiliar na indicação terapêutica. Além disso, deve ser simples, passível de fácil memorização e apresentar níveis elevados de concordância

inter e intraobservador.<sup>3,11</sup> Tal classificação na prática raramente está disponível.

Estudos de classificações radiográficas para avaliação de degeneração artrósica em joelho demonstraram que o estreitamento do espaço articular tibiofemoral seria parâmetro mais sensível para detecção de comprometimento articular.<sup>12-15</sup> Tal parâmetro apresentaria alta correlação intra e interobservador e é mais confiável para graduar a artrose do que a esclerose subcondral à radiografia.<sup>13</sup>

As classificações de Kelgren-Lawrence (KL),<sup>14,15</sup> JNS (joint space narrowing)<sup>14</sup> e do Colégio Americano de Reumatologia (American College of Rheumatology [ACR])<sup>14</sup> são confiáveis para o diagnóstico precoce de gonartite e acompanhamento da evolução clínico-radiográfica. Por esses motivos essas classificações são amplamente empregadas por reumatologistas no manejo clínico das patologias do joelho.

Quando a patologia artrósica evolui, não é mais passível de tratamento conservador e se impõe um tratamento cirúrgico, as alterações radiográficas também se agravam. As classificações de KL, JNS e ACR já não seriam tão úteis para o



ortopedista, pois os graus mais elevados por elas descritos não são suficientemente detalhados para escolha da opção cirúrgica mais adequada. Por exemplo: o grau 4, o mais elevado de KL, é definido por diminuição evidente do espaço tibiofemoral, com esclerose subcondral e osteófitos evidentes. Tal definição já corresponde ao grau II da classificação de Ahlbäck.<sup>15</sup>

Apesar de muito usada, a classificação de Ahlbäck apresentaria, segundo alguns estudos,<sup>3,4</sup> baixa reprodutibilidade e má diferenciação entre os graus I a III.

Weidow *et al.*<sup>4</sup> descreveram que sinais de atrito ósseo à radiografia seriam mais importantes do que a medida de estreitamento tibiofemoral para fins de classificação quanto ao grau por Ahlbäck. Esses autores descrevem que paciente que ainda evidencie espaço tibiofemoral radiográfico demonstrável e que inicialmente seria classificado como grau I poderia no ato cirúrgico apresentar atrito ósseo e desgaste articular marcantes. Na realidade, esse caso seria funcionalmente um grau III. Ou seja, esses pesquisadores demonstraram que seria difícil a diferenciação dos graus I a III de Ahlbäck.

Keyes *et al.*<sup>2</sup> estabeleceram em seu artigo clássico que em joelhos em varo nos graus I a III de Ahlbäck o LCA via de regra estaria presente, enquanto que no grau IV a lesão do LCA determinaria uma maior destruição do platô medial em sua porção central e posterior e eventualmente evoluiria para subluxação anterior da tibia (grau V). Os graus IV e V apresentariam semelhanças e se mostrariam radiograficamente e por definição sensivelmente diferentes dos graus I a III.

Os ortopedistas empregam amplamente a classificação de Ahlbäck, usam-na como diretriz para a escolha do tratamento operatório. Segundo Keyes *et al.*,<sup>2</sup> os graus I a III seriam passíveis de tratamento por osteotomias ou prótese unicompartmental, embora a prótese total possa ser empregada com segurança se considerarmos fatores como idade e grau de atividade física. Os graus IV e V, devido à associação de insuficiência do LCA e destruição articular mais grave, devem ser tratados com prótese total de joelho.

No artigo seminal de Keyes *et al.*,<sup>2</sup> apesar de esses autores avaliarem 200 casos de gonartrose medial do joelho, há relato explícito no texto de apenas 50 joelhos em que a presença do LCA foi realmente avaliada, não há referência quanto a esse aspecto nos demais 150 casos. Tal fato desperta uma questão: qual seria efetivamente a real correlação entre o estado de conservação do LCA e a classificação de Ahlbäck. O artigo original dá a impressão inicial de que em quase 100% dos casos descritos como I a III de Ahlbäck o LCA estaria presente e funcional. Como, após extensa procura na literatura, não se encontraram outros trabalhos que fizessem a correlação entre essa classificação e a presença do LCA, que confirmaria ou não os achados de Keyes *et al.*,<sup>2</sup> nosso grupo de estudo resolveu fazer a presente pesquisa.

A ausência do LCA ocasiona quadro de maior destruição do platô medial do joelho.<sup>2,16</sup> Moschella *et al.*,<sup>16</sup> em estudo do padrão de desgaste articular em 70 joelhos em varo submetidos a ATJ, evidenciaram que caso o LCA estivesse presente o desgaste articular seria central no platô medial. No entanto, quando o LCA estivesse deficiente, o desgaste seria no plano anteroposterior desse platô, portanto mais amplo. Achados similares foram descritos por Garrido *et al.*<sup>17</sup>

Lee *et al.*<sup>18</sup> descreveram que em pacientes com gonartrose medial a ausência do LCA estaria relacionada a

acometimento significativo da cartilagem articular do compartimento contralateral. Tal fato indicaria maior gravidade devido ao acometimento articular de ambos os platôs do joelho.

No atual estudo foi evidenciado que nos joelhos com deformidade em varo o LCA estava presente em 86,7% dos casos descritos como Ahlbäck graus I, II e III, enquanto que nos graus IV e V o LCA estava ausente em 88,2%, com significância estatística ( $p < 0.0001$ ). Esses resultados estão de acordo com Keyes *et al.*<sup>2</sup> e demonstraram que a classificação de Ahlbäck pode efetivamente dar uma noção relativamente confiável da condição do LCA e é, portanto, útil no planejamento cirúrgico nos casos de artrose no compartimento medial do joelho.

Neste estudo a classificação de Ahlbäck não foi capaz de prever a presença ou ausência do LCA nos joelhos com artrose e deformidade em valgo. Nos graus de I a III o LCA esteve presente em 82,4%, semelhantemente às taxas encontradas nos joelhos com deformidade em varo, enquanto que nos graus IV e V esteve ausente em somente 50%. Esses resultados menos confiáveis se devem em parte ao fato de que o atrito femoral radiográfico não pode ser adequadamente demonstrado na osteoartrose do compartimento lateral.<sup>4</sup> Tal fato evidencia que o emprego da classificação de Ahlbäck não seria adequado para avaliação dos casos de gonartrose em valgo<sup>4</sup> apesar de seu amplo uso na prática clínica diária.<sup>3,4,11</sup>

No atual estudo o LCA esteve ausente em 30,3% da casuística estudada, similar aos trabalhos de Allain *et al.*<sup>10</sup> e Lee *et al.*,<sup>18</sup> que descreveram respectivamente 40% e 39% de ausência de LCA em séries de artroplastia de joelho.

Em revisão da literatura não foram encontrados outros trabalhos com referência à análise do estado de conservação do LCA e sua correlação com parâmetros clínicos ou radiográficos. Neste estudo evidenciou-se estatisticamente que o sexo masculino apresentou maior prevalência de LCA ausente do que o feminino no ato cirúrgico de artroplastia de joelho (52% versus 26%).

Há um movimento crescente em ortopedia para que os procedimentos cirúrgicos sejam os menos agressivos possíveis, procura-se intervir nas estruturas efetivamente acometidas e geradoras da patologia. Tal tendência fica evidente nos casos de gonartrose medial em que o LCA está competente em que se opta por procedimentos de osteotomia ou de artroplastia parcial em vez de se proceder a uma artroplastia total de joelho.<sup>2,5,18</sup> Outra área de estudo atual é o uso de próteses totais de joelho com manutenção de ambos os ligamentos cruzados, que obviamente devem estar funcionais para o adequado funcionamento da artroplastia.<sup>6,7</sup> Essas tendências realçam a necessidade de termos noção da integridade do LCA no planejamento cirúrgico.

Devemos ressaltar que a integridade do LCA pode também, sem dúvida, ser avaliada por meio de ressonância magnética do joelho.<sup>12,14</sup> No entanto, apesar de ser um excelente método de imagem, constitui-se em exame caro, com longa fila de espera e infelizmente pouco acessível aos pacientes do SUS, com exceção de alguns hospitais universitários e centros de referência. Tal fato notório reforça a importância das informações que podem ser obtidas por meio de exames de radiografia simples do joelho.

Como ponto de crítica podemos citar que o estudo se baseia no uso da classificação de Ahlbäck, a qual estaria relacionada,

segundo alguns autores,<sup>3,4,11</sup> a baixos índices de correlação intra e interobservador. Com a finalidade de tornar nossa avaliação mais confiável, os casos foram classificados em concordância por dois especialistas em cirurgia de joelho e com extensa experiência no uso dessa classificação.<sup>3,4</sup> Além disso, os resultados foram avaliados em dois grupos mais homogêneos (grupos Ahlbäck Ia III e outro formado pelos graus IV e V) o que aumentaria a sua reprodutibilidade e confiabilidade.<sup>3,4</sup> Como ponto positivo pode-se ressaltar que os resultados confirmaram nos casos de genu varo a utilidade da classificação de Ahlbäck para prever o estado de conservação do LCA, o que não foi demonstrado nos casos de joelhos valgos.

## Conclusões

1. Nos casos de gonartrose do compartimento medial a classificação de Ahlbäck é parâmetro confiável para prever a condição do LCA (presente ou ausente).
2. Nos casos de gonartrose em genu valgo não se observou correlação entre a classificação de Ahlbäck e a condição do LCA.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## REFERÊNCIAS

1. Ahlbäck S. Osteoarthritis of the knee. A radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1968; Suppl 277:7-72.
2. Keyes GW, Carr AJ, Miller RK, Goodfellow JW. The radiographic classification of medial gonarthrosis. Correlation with operation methods in 200 knees. *Acta Orthop Scand*. 1992;63(5):497-501.
3. Galli M, De Santis V, Tafuro L. Reliability of the Ahlbäck classification of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2003;11(8):580-4.
4. Weidow J, Cederlund CG, Ranstam J, Kärrholm J. Ahlbäck grading of osteoarthritis of the knee: poor reproducibility and validity based on visual inspection of the joint. *Acta Orthop*. 2006;77(2):262-6.
5. Goodfellow J, O'Connor J. The anterior cruciate ligament in knee arthroplasty. A risk-factor with unconstrained meniscal prostheses. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;276:245-52.
6. Ries MD. Effect of ACL sacrifice, retention, or substitution on kinematics after TKA. *Orthopedics*. 2007;30 8 Suppl:74-6.
7. Christen M, Aghayev E, Christen B. Short-term functional versus patient-reported outcome of the bicruciate stabilized total knee arthroplasty: prospective consecutive case series. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014;6(15):435.
8. Kraus VB, Vail TP, Worrell T, McDaniel G. A comparative assessment of alignment angle of the knee by radiographic and physical examination methods. *Arthritis Rheum*. 2005;52(6):1730-5.
9. Hinman RS, May RL, Crossley KM. Is there an alternative to the full-leg radiograph for determining knee joint alignment in osteoarthritis? *Arthritis Rheum*. 2006;55(2):306-13.
10. Allain J, Goutallier D, Voisin MC. Macroscopic histological assessments of the cruciate ligaments in arthrosis of the knee. *Acta Orthop Scand*. 2001;72(3):266-9.
11. Vilarde AM, Mandarino M, Veiga LT. Evaluation of reproducibility from modified Ahlbäck's classification for knee osteoarthritis. *Rev Bras Ortop*. 2006;41(5):157-61.
12. Wada M, Baba H, Imura S, Morita A, Kusaka Y. Relationship between radiographic classification and arthroscopic findings of articular cartilage lesions in osteoarthritis of the knee. *Clin Exp Rheumatol*. 1998;16(1):15-20.
13. Günther KP, Scharf HP, Puhl W, Willauschus W, Kalke Y, Glückert K, et al. Reproducibility of radiologic diagnosis in gonarthrosis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 1997;135(3):197-202.
14. Wu CW, Morrell MR, Heinze E, Concoff AL, Wollaston SJ, Arnold EL, et al. Validation of American College of Rheumatology classification criteria for knee osteoarthritis using arthroscopically defined cartilage damage scores. *Semin Arthritis Rheum*. 2005;35(3):197-201.
15. Petersson IF, Boegård T, Saxne T, Silman AJ, Svensson B. Radiographic osteoarthritis of the knee classified by the Ahlbäck and Kellgren & Lawrence systems for the tibiofemoral joint in people aged 35-54 years with chronic knee pain. *Ann Rheum Dis*. 1997;56(8):493-6.
16. Moschella D, Blasi A, Leardini A, Ensini A, Catani F. Wear patterns on tibial plateau from varus osteoarthritic knees. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2006;21(2):152-8.
17. Garrido CA, Sampaio TCF, Ferreira FS. Estudo comparativo entre a classificação radiológica e análise macro e microscópica das lesões na osteoartrose do joelho. *Rev Bras Ortop*. 2011;46(2):155-9.
18. Lee GC, Cushner FD, Vigorita V, Scuderi GR, Insall JN, Scott WN. Evaluation of the anterior cruciate ligament integrity and degenerative arthritic patterns in patients undergoing total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2005;20(1):59-65.