



Artigo original

Estudo da relação entre a espessura do ligamento cruzado anterior, os dados antropométricos e as medidas anatômicas do joelho[☆]



Victor Marques de Oliveira, Gabriel Carmona Latorre, Alfredo dos Santos Netto, Rafael Baches Jorge, Guinel Hernandez Filho e Ricardo de Paula Leite Cury*

Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 15 de maio de 2015

Aceito em 1 de junho de 2015

On-line em 23 de outubro de 2015

Palavras-chave:

Joelho

Ligamento cruzado anterior

Anatomia

Imagem por ressonância magnética

R E S U M O

Objetivo: Obter as medidas da espessura do ligamento cruzado anterior (LCA) em seu terço médio em exames de ressonância magnética e avaliar se existe associação entre a variação da espessura do ligamento com a altura e a idade dos pacientes, bem como com as variações das medidas anatômicas do joelho.

Métodos: Foram avaliados os exames de ressonância magnética de 48 joelhos, aferidas as medidas do tamanho anteroposterior dos côndilos femorais, distância interepicondilar, distância intercondilar e as espessuras anteroposterior e mediolateral do LCA e avaliamos se existe relação estatística entre a espessura do LCA e a idade ou a altura dos pacientes e as demais medidas avaliadas.

Resultados: A média da espessura no terço médio do LCA foi de 4,5 mm no plano sagital e 4,3 mm no plano frontal. A espessura anteroposterior do LCA no seu terço médio tem relação positiva com o tamanho do côndilo lateral. A espessura mediolateral do LCA no seu terço médio tem relação positiva com o tamanho do côndilo lateral e com a distância intercondilar no plano axial. Não encontramos relação entre a espessura do LCA e a idade ou a altura dos pacientes.

Conclusão: A espessura do LCA apresenta uma associação positiva com o tamanho do côndilo femoral lateral e a distância intercondilar.

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

[☆] Trabalho desenvolvido no Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: ricacury@uol.com.br (R.d.P.L. Cury).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rbo.2015.06.006>

0102-3616/© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Study on the relationship between the thickness of the anterior cruciate ligament, anthropometric data and anatomical measurements on the knee

A B S T R A C T

Keywords:

Knee
Anterior cruciate ligament
Anatomy
Magnetic resonance imaging

Objectives: To ascertain thickness measurements on the anterior cruciate ligament (ACL) in its middle third on magnetic resonance imaging (MRI) scans and to assess whether there is any association between variations in ligament thickness and patients' heights and ages, along with variations in the anatomical measurements on the knee.

Methods: MRI scans on 48 knees were evaluated. The anteroposterior size of the femoral condyles, interepicondylar distance, intercondylar distance and anteroposterior and mediolateral thicknesses of the ACL were measured. It was assessed whether there was any statistical relationship between ACL thickness and the patients' age, height or other measurements evaluated.

Results: The mean thickness of the middle third of the ACL was 4.5 mm in the sagittal plane and 4.3 mm in the frontal plane. The anteroposterior thickness of the ACL in its middle third had a positive relationship with the size of the lateral condyle. The mediolateral thickness of the ACL in its middle third had a positive relationship with the size of the lateral condyle and with the intercondylar distance in the axial plane. There was no relationship between the thickness of the ACL and the patients' age or height.

Conclusion: The thickness of the ACL presented positive associations with the size of the lateral femoral condyle and the intercondylar distance.

© 2015 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

Introdução

A reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é um dos procedimentos cirúrgicos mais frequentemente feitos na prática clínica do ortopedista, com seus resultados bem estabelecidos na literatura.¹⁻⁶ O insucesso da reconstrução do ligamento está relacionado ao mau posicionamento dos túneis, não tratamento de lesões associadas e a problemas relacionados à fixação e à incorporação do enxerto, além de um protocolo de reabilitação inadequado.⁷

Recentemente, Magnussen et al.⁸ associaram o diâmetro do enxerto usado com a falha na reconstrução do LCA. Segundo os autores, enxertos com diâmetro menor ou igual a 8 mm tiveram índice maior de rerruptura quando comparados com enxertos com diâmetro maior do que 8 mm. Com isso, os autores sugerem que as reconstruções sejam feitas com enxerto com espessura mínima de 9 mm.

Apesar da vantagem relacionada ao uso de enxerto mais espesso possível, complicações na padronização dessa característica poderiam levar a um aumento desproporcional entre conteúdo e continente no joelho e gerar dor, limitação do arco de movimento e aumento no risco de falha da reconstrução.^{7,9}

A pesquisa de parâmetros que possibilitem uma programação cirúrgica individualizada pode melhorar a eficácia do tratamento e diminuir o risco de intercorrências no período intraoperatório. Os fatores preditores do enxerto a ser usado na reconstrução do ligamento correspondem a um desses parâmetros e a avaliação da morfologia do LCA e sua relação com os dados antropométricos e com as demais estruturas do joelho pode nos guiar com maior precisão e

com menor risco na escolha da espessura do enxerto a ser usado na cirurgia de reconstrução ligamentar.¹⁰

O objetivo deste trabalho é obter as medidas da espessura do LCA em seu terço médio em exames de ressonância magnética e avaliar se existe associação entre a variação da medida do ligamento com a altura e a idade dos pacientes, bem como com as variações das medidas anatômicas do joelho.

Métodos

Trata-se de um estudo retrospectivo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Santa Casa de São Paulo, que avaliou 48 exames de ressonância magnética (RM) de joelho de pacientes em acompanhamento médico no ambulatório do Grupo de Joelho da Santa Casa de São Paulo, 25 exames de mulheres e 23 de homens que fizeram o exame entre janeiro de 2013 e dezembro de 2013.

Foram registradas a idade e a altura dos pacientes referentes aos exames estudados. Para aferição de altura, o indivíduo permaneceu descalço e ereto com os braços estendidos ao longo do corpo e a cabeça erguida e encostada no estadiômetro. A média de idade dos pacientes foi de 44,3 anos e a altura média foi de 1,70 metro.

Foram excluídos pacientes com imaturidade esquelética, cirurgia prévia ou alteração degenerativa dos joelhos.

As imagens foram obtidas no Serviço de Diagnóstico por Imagem da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo com um aparelho de ressonância magnética de 1,5 T (Intera, Philips), bobina específica de oito canais e uso de sequências ponderadas em densidade de prótons (DP) em três planos



Figura 1 – Tamanho anteroposterior dos côndilos femorais.

(sagital, coronal e axial) com e sem saturação de gordura, com os seguintes parâmetros: TE 1642, TE 30; matrix 512×256 ; FOV, 16×16 ; espessura de cortes 3,5 mm, com intervalo de 0,3 mm. A análise das imagens, bem como a mensuração de todas as medidas necessárias e suas correlações, foi feita em estações de trabalho com o sistema PACS/RIS Agfa, por dois radiologistas especializados em radiologia do sistema musculoesquelético, que analisaram as imagens em conjunto e simultaneamente.

Foram obtidas as seguintes mensurações na ressonância magnética: Tamanho anteroposterior dos côndilos femorais, medial e lateral, obtido em sequência ponderada em DP no plano sagital (fig. 1). Distância interepicondilar obtida em sequência ponderada em DP no plano axial (fig. 2). Distância



Figura 2 – Distância interepicondilar no plano axial.

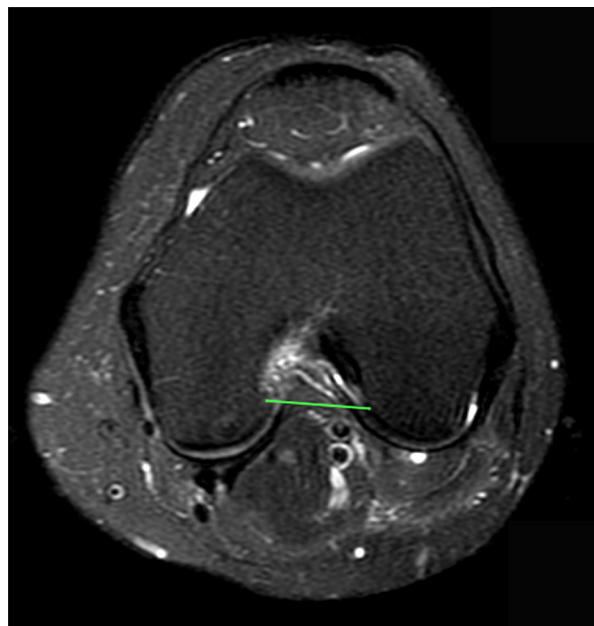


Figura 3 – Distância intercondilar no plano axial.

intercondilar obtida em sequência ponderada em DP no plano axial (fig. 3). Espessura anteroposterior do LCA mensurada em sequência ponderada em DP no plano sagital, por meio de medida linear em seu terço médio, perpendicular ao eixo longo das fibras do ligamento (fig. 4). Espessura mediolateral (transversa) do LCA obtida em sequência ponderada em DP no plano axial, por meio de medida linear transversa em seu terço médio, considerando-se o maior diâmetro das fibras do ligamento (fig. 5).

Os resultados foram organizados por meio de tabelas e gráficos, posteriormente submetidos a teste estatístico para análise e validação dos resultados deste trabalho.

Para fazer a análise descritiva geral, foram calculados: média, desvio padrão, valor mínimo, mediana e valor máximo de cada uma das medições.



Figura 4 – Espessura LCA anteroposterior no plano sagital.

Tabela 1 – Análise descritiva geral para as variáveis numéricas

Variável	Média	Mediana	Desvio	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	44,3	45,5	16,8	16,0	78,0
Altura (metros)	1,7	1,7	0,1	1,5	1,9
Tamanho anteroposterior cômulo lateral (mm)	62,2	61,2	5,4	48,1	74,7
Tamanho anteroposterior cômulo medial (mm)	55,7	55,4	5,2	43,2	67,4
Distância interepicondilar axial (mm)	77,8	78,3	6,6	61,8	91,7
Distância intercondilar axial (mm)	21,7	21,7	3,0	15,8	30,0
Espessura mediolateral LCA (axial) (mm)	4,3	4,3	0,8	2,9	6,2
Espessura anteroposterior LCA (sagital) (mm)	4,5	4,5	0,9	3,1	7,2

Tabela 2 – Relação entre a espessura anteroposterior LCA (sagital) e cada uma das variáveis

Comparações	Coefficiente de comparação	p-valor
Espessura anteroposterior LCA (sagital) X Estatura	0,280	0,054
Espessura anteroposterior LCA (sagital) X Idade	0,60	0,683
Espessura anteroposterior LCA (sagital) X Tamanho anteroposterior do cômulo medial	0,147	0,320
Espessura anteroposterior LCA (sagital) X Tamanho anteroposterior do cômulo lateral	0,398	0,005
Espessura anteroposterior LCA (sagital) X Distância interepicondilar (axial)	0,265	0,069
Espessura anteroposterior LCA (sagital) X Distância intercondilar (axial)	0,036	0,809

Para comparar as medidas da espessura do LCA no terço médio com as outras medidas aferidas no trabalho, foi usado o coeficiente de correlação de Pearson. Foi usado um nível de significância de 5% (p -valor $\leq 0,05$).

Na análise estatística foi usado o programa de computador SPSS® (Statistical Package for Social Sciences; versão 13.0, Chicago, IL, EUA).

Resultados

A média da espessura no terço médio do LCA foi 4,5 mm no plano sagital (3,1 a 7,2 mm) e 4,3 mm no plano frontal (2,9 a 6,2 mm).

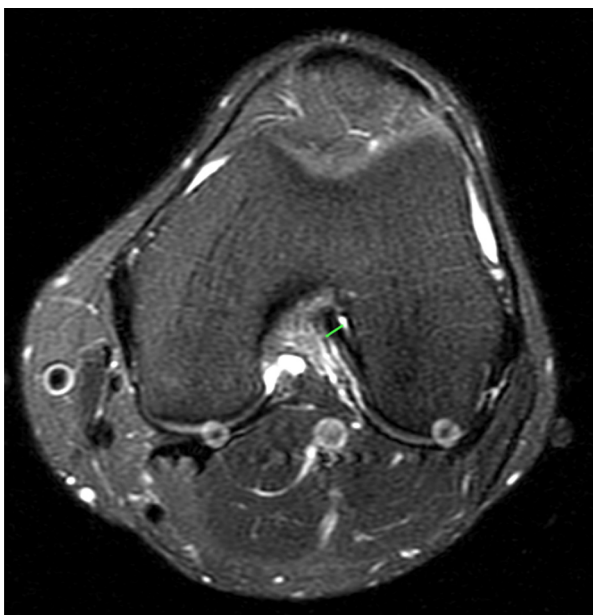


Figura 5 – Espessura LCA mediolateral no plano axial.

A média do tamanho do cômulo femoral lateral foi 62,2 mm (48,1 a 74,7 mm), enquanto que a média do tamanho do cômulo femoral medial foi 55,7 mm (43,2 mm a 67,4 mm). A distância interepicondilar apresentou média de 77,8 mm (61,8 a 91,7 mm). Já a média da distância intercondilar foi 21,7 mm, variação de 15,8 a 30 (tabela 1).

Verificou-se que a espessura anteroposterior do LCA no seu terço médio tem relação positiva com o tamanho do cômulo lateral. Não encontramos outra associação com significância estatística que envolvesse a espessura anteroposterior do LCA (tabela 2).

Verificou-se que a espessura mediolateral do LCA no seu terço médio tem relação positiva com o tamanho do cômulo lateral e com a distância intercondilar no plano axial. Não encontramos outra associação com significância estatística que envolvesse a espessura mediolateral do LCA (tabela 3).

Não encontramos relação entre a espessura do LCA e a idade ou a altura dos pacientes. Porém observamos uma tendência para uma relação positiva entre a espessura anteroposterior do LCA e a estatura com p : 0,054, porém sem significância estatística.

Discussão

Nas últimas décadas, na tentativa de diminuir as taxas de falha na reconstrução ligamentar, diversos estudos avaliaram aspectos da anatomia do LCA^{5,11} e das diversas técnicas cirúrgicas de reconstrução do ligamento.²⁻⁷

Magnussem et al.⁸ demonstraram que existe uma relação inversamente proporcional entre a espessura do enxerto usado na reconstrução do ligamento e o risco de rerruptura. Diante disso, estudamos a espessura do LCA em seu terço médio por meio de exames de ressonância magnética e avaliamos a existência de relações entre essas medidas e os valores das estruturas do joelho, a altura e a idade dos pacientes.

Tabela 3 – Relação entre a espessura mediolateral LCA (axial) e cada uma das variáveis

Comparações	Coefficiente de comparação	p-valor
Espessura mediolateral LCA (axial) X Estatura	0,113	0,444
Espessura mediolateral LCA (axial) X Idade	0,085	0,565
Espessura mediolateral LCA (axial) X Tamanho anteroposterior do côndilo medial	0,040	0,786
Espessura mediolateral LCA (axial) X Tamanho anteroposterior do côndilo lateral	0,346	0,017
Espessura mediolateral LCA (axial) X Distância interepicondilar (axial)	0,265	0,069
Espessura mediolateral LCA (axial) X Distância intercondilar (axial)	0,299	0,039

Em nosso estudo encontramos uma espessura média do LCA de 4,3 mm no plano frontal e de 4,5 mm no plano sagital, ambas em seu terço médio, com o uso de exames de ressonância magnética. Na literatura encontramos resultados conflitantes em relação à espessura do LCA no seu terço médio. Kupczik et al.¹² encontraram uma espessura média de 4,8 mm com o uso de exames de ressonância magnética, enquanto Anderson et al.¹³ obtiveram uma espessura frontal média de 4,75 mm em mulheres e 5,6 mm em homens e uma espessura sagital média de 7,6 mm em mulheres e 8,7 mm em homens. Essa diferença evidencia a dificuldade na obtenção das medidas do LCA em exames de ressonância magnética, pela morfologia complexa do ligamento e pela influência da altura do corte estudado na medida obtida.

Rezende et al.⁹ demonstraram que o intercôndilo estreito é um fator predisponente para lesão do LCA. Encontramos uma relação positiva entre a espessura mediolateral do LCA em seu terço médio e a distância intercondilar no plano axial. A literatura é controversa quando retrata a relação entre a morfologia do LCA e a morfologia da região intercondilar. Muneta et al.,¹⁴ em estudo com 16 joelhos de cadáveres, não encontraram relação entre o índice de largura da fossa intercondilar e a morfologia do LCA. Charlton et al.¹⁵ e Dienst et al.¹⁶ observaram uma relação positiva entre o volume da fossa intercondilar e o volume aproximado do LCA dentro da fossa intercondilar com o uso de exames de ressonância magnética de joelhos saudáveis. Anderson et al.¹³ relataram que o tamanho do LCA não apresenta relação direta com o tamanho da fossa intercondilar, enquanto Stijak et al.,¹⁷ em estudo em cadáveres, observaram que a espessura do LCA tem correlação positiva com a distância intercondilar somente no sexo masculino.

Foi encontrada uma associação positiva entre a espessura do LCA em seu terço médio tanto no plano frontal quanto no plano sagital e o tamanho do côndilo femoral lateral. Não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliaram essas relações, porém é plausível e esperado que joelhos maiores em seu diâmetro tenham todas as suas estruturas anatômicas de maiores dimensões, e não apenas o LCA.

Não foi observada relação com significância estatística entre a espessura do LCA e a idade. Também não encontramos uma relação com significância estatística entre a espessura do LCA e a altura dos pacientes, porém houve uma tendência para uma relação positiva entre a espessura anteroposterior do LCA e a estatura, porém com $p: 0,054$. Brown et al.¹⁸ estudaram 414 joelhos por meio de exames de ressonância magnética e encontraram uma correlação positiva entre o comprimento do LCA e a altura dos pacientes, associação importante principalmente quando a reconstrução do LCA é feita com enxerto do tendão patelar. Os autores não avaliaram associações que

envolvessem a espessura do LCA. Chan et al.¹⁹ avaliaram a espessura dos tendões flexores (semitendíneo e grácil) na ressonância magnética e no intraoperatório e avaliaram se existia associação entre essas medidas e a altura dos pacientes. Os autores encontraram uma associação positiva entre a altura dos pacientes e a espessura dos tendões flexores apenas com os dados intraoperatórios. Não foi encontrado associação entre a altura e a espessura dos tendões na ressonância magnética. Esse achado levanta a questão de se a altura dos pacientes tem uma relação positiva com a espessura do ligamento em si. Em nossa pesquisa na literatura não encontramos trabalhos que avaliaram essa associação. Apesar de o nosso estudo não ter verificado uma associação entre a espessura do LCA e a altura, encontramos uma tendência positiva, que poderia ser comprovada em um estudo com uma casuística maior.

A limitação do estudo foi que a mensuração de estruturas morfológicas por meio de imagens de ressonância apresenta uma discrepância em relação à mensuração feita em cadáveres, porém a literatura mostra que essa diferença de medidas não interfere na análise e nas conclusões obtidas a partir desses dados.²⁰ Outro ponto foi a dificuldade de estabelecer uma relação entre os achados do estudo e os problemas da prática cirúrgica, como qual a relação das medidas obtidas do LCA no seu terço médio e o tamanho do enxerto usado na reconstrução do LCA. Isso ocorreu porque as medidas foram feitas em dois planos, axial e sagital, e o LCA é uma estrutura helicoidal tridimensional, o que dificulta estabelecer uma relação geométrica exata desses parâmetros.

Conclusão

A média da espessura do LCA em seu terço médio foi de 4,5 mm no plano anteroposterior e de 4,3 mm no plano mediolateral.

Foi encontrada uma associação positiva entre a espessura do LCA em seu terço médio no plano sagital e o tamanho do côndilo femoral lateral e uma associação positiva entre a espessura do LCA em seu terço médio no plano frontal e tamanho do côndilo femoral lateral e a distância intercondilar.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Noyes FR, Matthews DS, Moar PA, Grood ES. The symptomatic anterior cruciate-deficient knee. Part II: the

- results of rehabilitation, activity modification, and counseling on functional disability. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65(2):163-74.
2. Alm A, Gillquist J. Reconstruction of the anterior cruciate ligament by using the medial third of the patellar ligament. Treatment and results. *Acta Chir Scand.* 1974;140(4):289-96.
 3. Severino NR, Camargo OPA, Aihara T, Cury RPL, Oliveira VM, Nishihara C. Utilização do parafuso Bone Mulch na reconstrução do ligamento cruzado anterior com tendões dos músculos semitendinoso e grácil. *Rev Bras Ortop.* 2001;36(3):79-83.
 4. Camanho GL, Viegas AC. Avaliação da reconstrução do ligamento cruzado anterior em pacientes com idade acima de 45 anos. *Rev Bras Ortop.* 2001;36(1/2):37-40.
 5. Hwang MD, Piefer JW, Lubowitz JH. Anterior cruciate ligament tibial footprint anatomy: systematic review of the 21st century literature. *Arthroscopy.* 2012;28(5):728-34.
 6. Camanho GL, Camanho LF, Viegas AC. Reconstrução do ligamento cruzado anterior com tendões dos músculos flexores do joelho fixos com Endobutton. *Rev Bras Ortop.* 2003;38(6):329-36.
 7. Kamath GV, Redfern JC, Greis PE, Burks RT. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2011;39(1):199-217.
 8. Magnussen RA, Lawrence JT, West RL, Toth AP, Taylor DC, Garrett WE. Graft size and patient age are predictors of early revision after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Arthroscopy.* 2012;28(4):526-31.
 9. Rezende MU, Camanho GL, Solto AR, Hernandez AJ. Estenose do intercôndilo como fator predisponente à lesão do ligamento cruzado anterior. *Rev Bras Ortop.* 1994;29(5):276-80.
 10. Hofbauer M, Muller B, Murawski CD, van Eck CF, Fu FH. The concept of individualized anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(5):979-86.
 11. Piefer JW, Pflugner TR, Hwang MD, Lubowitz JH. Anterior cruciate ligament femoral footprint anatomy: systematic review of the 21st century literature. *Arthroscopy.* 2012;28(6):872-81.
 12. Kupczik F, Schiavon MEG, Sbrissia B, Fávaro RC, Valério R. Enxerto ideal para ligamento cruzado anterior: correlação em ressonância magnética entre LCA, isquiotibiais, tendão patelar e tendão quadríceps. *Rev Bras Ortop.* 2013;48(5):441-7.
 13. Anderson AF, Dome DC, Gautam S, Awh MH, Rennert GW. Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tear rates. *Am J Sports Med.* 2001;29(1):58-66.
 14. Muneta T, Takakuda K, Yamamoto H. Intercondylar notch width and its relation to the configuration and cross-sectional area of the anterior cruciate ligament. A cadaveric knee study. *Am J Sports Med.* 1997;25(1):69-72.
 15. Charlton WP, St John TA, Ciccotti MG, Harrison N, Schweitzer M. Differences in femoral notch anatomy between men and women: a magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med.* 2002;30(3):329-33.
 16. Dienst M, Schneider G, Altmeyer K, Voelkerling K, Georg T, Kramann B, et al. Correlation of intercondylar notch cross sections to the ACL size: a high resolution MR tomographic in vivo analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127(4):253-60.
 17. Stijak L, Radonjić V, Nikolić V, Blagojević Z, Aksić M, Filipović B. Correlation between the morphometric parameters of the anterior cruciate ligament and the intercondylar width: gender and age differences. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17(7):812-7.
 18. Brown JA, Brophy RH, Franco J, Marquand A, Solomon TC, Watanabe D, et al. Avoiding allograft length mismatch during anterior cruciate ligament reconstruction: patient height as an indicator of appropriate graft length. *Am J Sports Med.* 2007;35(6):986-9.
 19. Chan KW, Kaplan K, Ong CC, Walsh MG, Schweitzer ME, Sherman OH. Using magnetic resonance imaging to determine preoperative autograft sizes in anterior cruciate ligament reconstruction. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2012;70(4):241-5.
 20. Ng AW, Lee RK, Ho EP, Law BK, Griffith JF. Anterior cruciate ligament bundle measurement by MRI. *Skeletal Radiol.* 2013;42(11):1549-54.