



## Artigo Original

# Ultrassonografia para avaliação do diâmetro dos tendões flexores do joelho: é possível prever o tamanho do enxerto?☆



Diego da Costa Astur, João Victor Novaretti\*, Andre Cicone Liggieri, César Janovsky, Alexandre Pedro Nicolini e Moises Cohen

Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

### INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 12 de dezembro de 2016

Aceito em 23 de fevereiro de 2017

On-line em 17 de maio de 2017

Palavras-chave:

Ligamento cruzado anterior

Traumatismos do joelho

Ultrassonografia

### R E S U M O

**Objetivo:** Fazer a mensuração pré-operatória dos tendões flexores do joelho com o uso do exame de ultrassonografia, validar e correlacionar o valor medido com aquele encontrado durante a reconstrução cirúrgica do ligamento.

**Métodos:** Estudo transversal com 24 pacientes submetidos a mensuração ultrassonográfica dos tendões dos músculos semitendíneo e grácil e posteriormente submetidos a reconstrução cirúrgica do LCA, com enxerto ipsilateral dos tendões semitendíneo e grácil do próprio paciente.

**Resultados:** A idade dos pacientes variou entre 16 e 43 anos, com média de 24,8 (DP = 8,4), 79,2% eram homens e a distribuição quanto ao lado foi de 41,7% joelhos direitos e 58,3% joelhos esquerdos. Foi encontrado coeficiente de correlação não significante entre a área calculada a partir do ultrassom ( $2 \times$  área do semitendíneo +  $2 \times$  área do grácil) e a medida obtida intraoperatoriamente ( $r = 0,16$ ,  $p = 0,443$ ). Não foi encontrada evidência de diferença entre medidas intraoperatórias  $< 8$  mm e  $\geq 8$  mm quanto à área calculada a partir do ultrassom ( $p = 0,746$ ). A diferença observada entre os grupos foi de  $-0,01$  (IC 95%:  $-0,09$  a  $0,07$ ).

**Conclusão:** A mensuração pré-operatória por método de imagem ultrassonográfico dos tendões dos músculos semitendíneo e grácil não apresenta correlação estatisticamente significante com a mensuração intraoperatória do enxerto quádruplo de flexores para reconstrução ligamentar.

© 2017 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/>).

☆ Trabalho desenvolvido na Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, Centro de Ortopedia e Traumatologia do Esporte (CETE), São Paulo, SP, Brasil.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [jvnovaretti@gmail.com](mailto:jvnovaretti@gmail.com) (J.V. Novaretti).

<https://doi.org/10.1016/j.rbo.2017.02.007>

0102-3616/© 2017 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/>).

## Ultrasonography for evaluation of hamstring tendon diameter: is it possible to predict the size of the graft?

### ABSTRACT

#### Keywords:

Anterior cruciate ligament  
Knee injuries  
Ultrasonography

**Objective:** Perform the preoperative measurement of the hamstring tendons using ultrasound imaging, validating and correlating the measured value with that found during surgical reconstruction of the ligament.

**Methods:** A cross-sectional study was carried out with 24 patients who underwent ultrasonographic measurement of the semitendinosus and gracilis muscle tendons and were subsequently submitted to surgical reconstruction of the ACL, with ipsilateral semitendinosus and gracilis tendon grafting.

**Results:** The patients' ages ranged from 16 to 43 years, with a mean of 24.8 years (SD = 8.4 years), 79.2% were men, and the distribution by side was 41.7% right knees and 58.3% left knees. A non-significant correlation coefficient was found between the area calculated by ultrasound ( $2 \times$  semitendinosus area +  $2 \times$  gracilis area) and the intraoperative measurement ( $r = 0.16$ ;  $p = 0.443$ ). No evidence of a difference between intraoperative measurements  $< 8$  mm and  $\geq 8$  mm was found for the area calculated by the ultrasound ( $p = 0.746$ ). The difference observed between the groups was  $-0.01$  (95% CI:  $-0.09$  to  $0.07$ ).

**Conclusion:** Preoperative ultrasound imaging of the semitendinosus and gracilis tendons does not present a statistically significant correlation with the intraoperative measurement of the quadruple hamstring graft for ligament reconstruction.

© 2017 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 reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é uma das cirurgias mais realizadas em todo o mundo, com mais de 120.000 por ano nos EUA.<sup>1</sup> Para o retorno da função desempenhada pelo LCA na estabilidade do joelho, a reconstrução com enxerto é atualmente considerada o padrão-ouro. O enxerto usado pode ser autólogo ou de um banco de tecidos (aloenxerto).<sup>2,3</sup>

A escolha do enxerto depende do paciente, do implante usado e da disponibilidade de um banco de tecidos.<sup>3,4</sup> Mais comumente, os enxertos usados são: tendões dos músculos flexores do joelho (isquiotibiais) semitendíneo e grácil, tendão patelar e tendão quadriciptal. Em nosso meio, o enxerto de flexores do joelho é o mais usado, por 82,3% dos especialistas de joelho que participaram de pesquisa em congresso nacional.<sup>5</sup> Além da técnica adequada, o tamanho do enxerto também é de extrema importância para o sucesso do procedimento.<sup>4</sup>

Quando usamos os enxertos quadriciptal ou patelar, é possível definir o tamanho do enxerto.<sup>4</sup> Porém, quando a opção de enxerto são os tendões dos músculos isquiotibiais (flexores do joelho), ainda não há descrito na literatura um método consagrado e preciso para prever o tamanho do enxerto pré-operatoriamente. Estudos prévios usaram diferentes métodos de mensuração pré-operatória para prever adequadamente o tamanho do enxerto de flexores, como dados antropométricos<sup>5-9</sup> e estudos de imagem.<sup>10-15</sup>

A limitação na mensuração pré-operatória em relação aos enxertos flexores é importante, uma vez que é descrito na literatura que enxertos menores do que 8mm de diâmetro aumentam a chance de falha da reconstrução do ligamento cruzado anterior.<sup>4,16-19</sup>

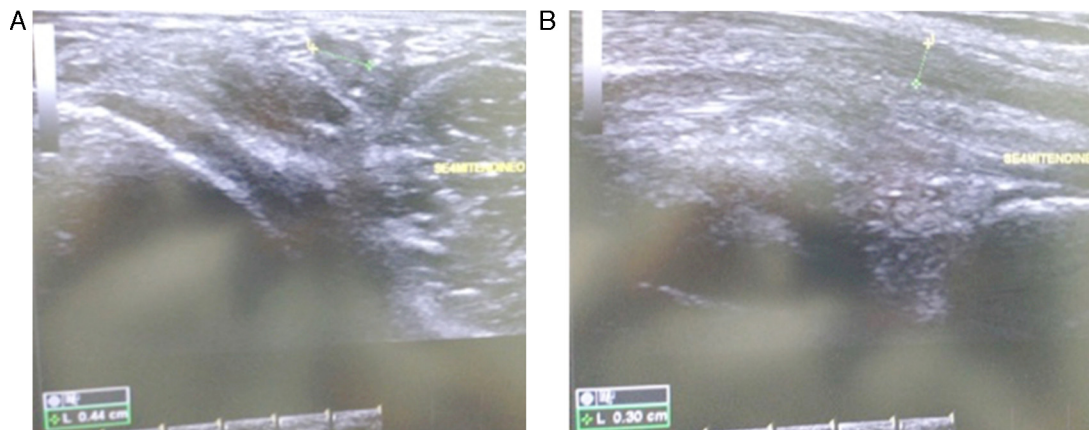
O objetivo do presente estudo é fazer a mensuração pré-operatória dos tendões flexores do joelho com o exame de ultrassonografia, validar e correlacionar o valor medido com aquele encontrado durante a reconstrução cirúrgica do ligamento.

## Material e métodos

Trata-se de um estudo transversal submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição na qual o estudo foi feito. Os critérios de inclusão foram pacientes com diagnóstico clínico e radiológico de lesão do ligamento cruzado anterior que seriam submetidos à reconstrução cirúrgica do LCA, com enxerto dos tendões semitendíneo e grácil do próprio paciente, ipsilateral, que concordaram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Os critérios de não inclusão foram pacientes nos quais já foram usados enxertos flexores para procedimento cirúrgico prévio e pacientes portadores de doenças reumatológicas. Os critérios de exclusão foram pacientes que, apesar da programação cirúrgica do enxerto de semitendíneo-grácil, por qualquer motivo tenha sido usado outro tipo de enxerto que não o enxerto de flexores no ato cirúrgico e pacientes que optaram por não mais participar do estudo.

## Avaliação ultrassonográfica

Na avaliação ultrassonográfica do joelho pré-operatória foi feita a mensuração do diâmetro dos tendões semitendíneo e grácil uma semana antes do procedimento cirúrgico. O mesmo médico radiologista fez todos os exames, com o aparelho GE Healthcare Logic P6 (GE Healthcare, Little Chalfont,



**Figura 1 – A, mensuração ultrassonográfica do tendão do músculo semitendíneo no plano transverso; B, mensuração ultrassonográfica do tendão do músculo semitendíneo no plano anteroposterior.**

Reino Unido) com o uso do transdutor de 7-11Mhz. O paciente era posicionado em decúbito ventral, foram mensurados os tendões, na altura da linha articular, e obtidos três valores: diâmetro anteroposterior (AP) e diâmetro transversal em milímetros (mm) e área de secção transversa, em milímetros quadrados (mm<sup>2</sup>) (fig. 1A e B).

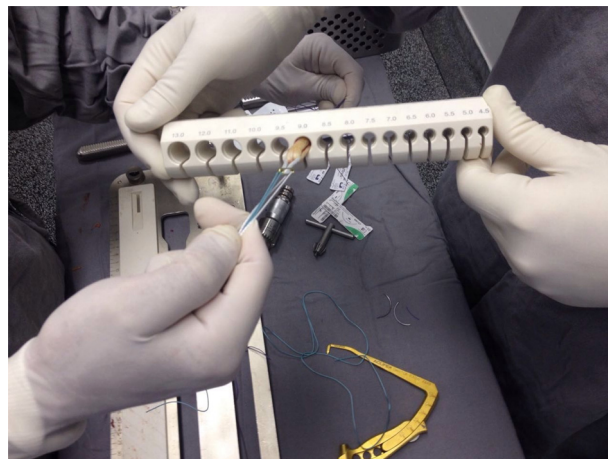
#### **Procedimento cirúrgico e mensuração intraoperatória**

Os pacientes foram então submetidos à cirurgia de reconstrução de LCA, com uso do enxerto de tendão dos músculos flexores semitendíneo e grácil, retirado sempre por um mesmo médico ortopedista pela seguinte técnica: incisão longitudinal de 3 cm, na região anteromedial da perna, com início 2 cm distais e mediais à tuberosidade da tibia. Em seguida era feita a dissecação dos tendões semitendíneo e grácil e a retirada deles com um instrumento *stripper* (Smith&Nephew, Londres, Inglaterra). O enxerto era limpo e preparado em uma mesa específica para esse fim (Smith&Nephew, Londres, Inglaterra). Os tendões tinham suas extremidades suturadas e era dobrados ao meio juntos para formar um enxerto quádruplo, rotineiramente usado dessa forma nas reconstruções ligamentares. O enxerto era então mensurado com o bloco de medição de enxerto (Smith&Nephew, Londres, Inglaterra), que apresenta orifícios para mensuração com incrementos de 0,5 mm. A mensuração era sempre feita na região central do enxerto para evitar diferenças de diâmetro nas extremidades pelas suturas ou irregularidades dos tendões devido à extração deles, e no tamanho do bloco no qual o enxerto apresentava um preenchimento máximo do orifício de mensuração, porém sem deformação do enxerto e com passagem livre dele (fig. 2).

#### **Análise estatística**

As variáveis numéricas foram descritas por média e desvio padrão (DP) e valores mínimos e máximos e as categóricas por frequências absolutas e relativas.

A correlação entre as medidas intraoperatórias e área calculada a partir do ultrassom ( $2 \times$  área do semitendíneo



**Figura 2 – Mensuração intraoperatória do tamanho do enxerto quádruplo de flexores com guia apropriado.**

+  $2 \times$  área do grácil) foi avaliada pelo coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ).

Foi aplicado o teste  $t$  de Student na comparação entre os grupos de medida intraoperatória ( $< 8$  mm e  $\geq 8$  mm) em relação às médias das medidas da área calculada a partir do ultrassom.

As análises foram feitas com o software SPSS<sup>®</sup> versão 18, adotou-se o nível de significância de 0,05 em todas.

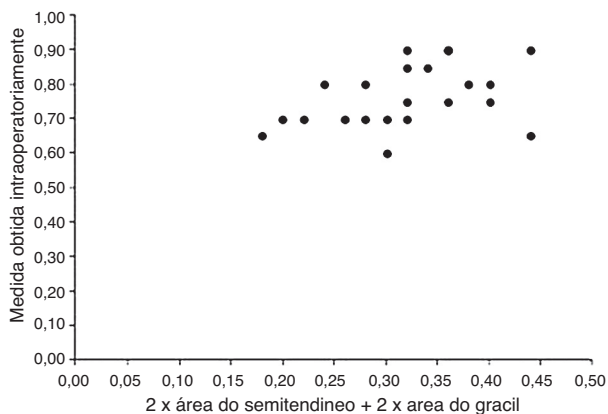
## **Resultados**

Foram incluídos neste estudo 24 pacientes com diagnóstico clínico e radiológico (ressonância magnética) de lesão do ligamento cruzado anterior submetidos à reconstrução cirúrgica do LCA, com enxerto dos tendões semitendíneo e grácil do próprio paciente, ipsilateral.

A idade dos pacientes variou entre 16 e 43 anos, com média de 24,8 (DP=8,4), 79,2% eram homens e a distribuição quanto ao lado foi de 41,7% joelhos direitos e 58,3% joelhos esquerdos.

**Tabela 1 – Características dos pacientes, medidas ultrassonográficas e intraoperatórias (n = 24)**

ST transverso	
Média (DP)	0,50 (0,07)
Mínimo-máximo	0,40-0,66
ST AP	
Média (DP)	0,27 (0,05)
Mínimo-máximo	0,18-0,36
Área ST	
Média (DP)	0,11 (0,03)
Mínimo-máximo	0,05-0,19
Grácil transverso	
Média (DP)	0,40 (0,07)
Mínimo-máximo	0,25-0,50
Grácil AP	
Média (DP)	0,19 (0,04)
Mínimo-máximo	0,11-0,26
Área grácil	
Média (DP)	0,06 (0,02)
Mínimo-máximo	0,03-0,10
Medida intraoperatória	
Média (DP)	0,76 (0,09)
Mínimo-máximo	0,60-0,90
Medida intraoperatória	
< 8 mm	14 (58,3)
≥ 8 mm	10 (41,7)
2 x área do semitendíneo + 2 x área do grácil	
Média (DP)	0,34 (0,09)
Mínimo-máximo	0,18-0,54

**Figura 3 – Correlação entre a área calculada a partir do ultrassom (2 x área do semitendíneo + 2 x área do grácil) e a medida obtida intraoperatóriamente na amostra de 24 pacientes.**

Na [tabela 1](#) são apresentadas as análises descritivas dos dados dos pacientes e das medidas ultrassonográficas e intraoperatórias.

Não foi encontrada correlação estatisticamente significativa entre a área calculada a partir do ultrassom (2 x área do semitendíneo + 2 x área do grácil) e a medida obtida intraoperatóriamente ([fig. 3](#):  $r = 0,16$ ,  $p = 0,443$ ).

Além disso, ao categorizarmos as medidas intraoperatórias em dois grupos, < 8 mm e ≥ 8 mm, não foi encontrada diferença

**Tabela 2 – Medida da área calculada a partir do ultrassom (2 x área do semitendíneo + 2 x área do grácil) segundo a medida obtida no intraoperatório**

Área calculada a partir do ultrassom (2 x área do semitendíneo + 2 x área do grácil)	Medida intraoperatória dos tendões flexores do joelho	
	< 8 mm (n = 14)	≥ 8 mm (n = 10)
Média (DP)	0,33 (0,11)	0,34 (0,06)
Mínimo-máximo	0,18-0,54	0,24-0,44
Teste t de Student	p = 0,746	

estatisticamente significativa quanto à área calculada a partir do ultrassom ([tabela 2](#);  $p = 0,746$ ). A diferença observada entre os grupos foi de -0,01 (IC<sub>95%</sub>: -0,09 a 0,07).

## Discussão

O achado mais importante de nosso estudo é que a medida pré-operatória ultrassonográfica dos tendões dos músculos semitendíneo e grácil não apresenta correlação estatisticamente significativa com a mensuração intraoperatória do enxerto quádruplo de flexores para reconstrução ligamentar.

Devido à publicação de estudos que mostram a importância do tamanho do enxerto de flexores em relação à maior chance de falha da reconstrução do ligamento cruzado anterior, especificamente quando menor do que 8 mm,<sup>4,16-19</sup> diversos trabalhos foram conduzidos na tentativa de mensurar pré-operatóriamente os tendões dos músculos semitendíneo e grácil e obter uma correlação com o tamanho de enxerto quádruplo de flexores que seria obtido no ato operatório.

Dados antropométricos foram estudados em diferentes populações, porém os resultados obtidos foram inconsistentes para uma correlação apropriada entre esses dados e a mensuração intra-operatória do enxerto quádruplo de flexores.<sup>6-9,20,21</sup>

Estudos que usaram exames de imagem também foram feitos para a mensuração pré-operatória dos tendões semitendíneo e grácil e apresentaram melhor correlação com a mensuração intraoperatória. Além de diversos estudos com ressonância magnética,<sup>10-14,22,23</sup> também foram usados a tomografia computadorizada com reconstrução 3-D<sup>15</sup> e mais recentemente a ultrassonografia.<sup>14</sup>

No estudo de Erquicia *et al.*,<sup>14</sup> usaram-se tanto a ressonância magnética (com ampliações de 2 x e 4 x) como método ultrassonográfico(USG). Eles concluíram que o cálculo da área de secção transversa com os três métodos foi adequado para estimar o tamanho do enxerto quádruplo de flexores no ato cirúrgico. Enquanto o USG foi comparável com a ressonância magnética com 2 x de amplificação, a RNM com 4 x apresentou acurácia muito maior. Por fim, eles afirmaram que valores de limite inferior de área de secção transversal de 25 mm<sup>2</sup>, 17 mm<sup>2</sup>, e 14 mm<sup>2</sup> em relação à RNM 2 x, à RNM 4 x e à USG, respectivamente, seriam adequados para prever um enxerto de flexores com no mínimo 8 mm.

Nosso estudo contraria os resultados obtidos por Erquicia *et al.*<sup>14</sup> em relação ao valor mínimo na mensuração por ultrassonografia de 14 mm<sup>2</sup> como um valor adequado para prever o valor mínimo de 8 mm de enxerto de flexores. Em nossos resultados alguns pacientes apresentaram valores maiores do

que 14 mm<sup>2</sup> no USG e enxertos menores do que 8 mm na cirurgia. Já em relação aos enxertos obtidos maiores do que 8 mm, a menor área obtida na ultrassonografia foi de 24 mm<sup>2</sup>. É possível que essa diferença se deva ao fato de o exame de ultrassonografia ser operador-dependente e que, especificamente no caso da mensuração de tendões por esse método radiológico, no qual os tendões sofrem deformações espaciais de acordo com a pressão feita com o transdutor pelo examinador, não é possível quantificá-la e padronizá-la. Dessa forma, esse exame não se mostrou reprodutível com relação a estudos progressos.

Objetivamos estudar o uso da ultrassonografia na mensuração dos tendões semitendíneo e grácil pré-operatoriamente devido à acessibilidade e ao baixo custo desse exame, aspectos de relevante importância em nosso meio, especialmente no setor público. Os exames de ressonância magnética, apesar de rotineiramente feitos nos casos de lesão ligamentar, não são usualmente submetidos às técnicas específicas propostas para a mensurações dos tendões semitendíneo e grácil nos estudos publicados. Assim, a USG para mensuração pré-operatória seria um método mais prático e barato em nosso meio. Entretanto, nossa hipótese de que a ultrassonografia seria um estudo adequado para prever o tamanho do enxerto quádruplo de flexores não foi confirmada.

Uma das limitações de nosso estudo foi a não mensuração separadamente dos tendões semitendíneo e grácil no intraoperatório e sua correlação com os dados obtidos no exame ultrassonográfico. Talvez dessa forma pudesse ser encontrada alguma correlação, e não apenas comparar com a medição do enxerto já no formato quádruplo, apesar das ações implementadas na mensuração para evitar discrepâncias. Outra limitação foi o não uso de outro método mais específico para mensuração intraoperatória, uma vez que os guias de medição presentes nos materiais rotineiramente usados para reconstrução do ligamento cruzado anterior apresentam incrementos apenas de 0,5 mm, o que por si só enfraquece a correlação com as mensurações pela USG, nas quais os valores gerados são precisos até a segunda casa decimal. Estudos que usaram alguma ferramenta intraoperatória com maior precisão de mensuração possivelmente podem investigar melhor essa correlação entre medição ultrassonográfica e intraoperatória.

## Conclusão

A mensuração pré-operatória por método de imagem ultrassonográfica dos tendões dos músculos semitendíneo e grácil não apresenta correlação estatisticamente significativa com a mensuração intraoperatória do enxerto quádruplo de flexores para reconstrução ligamentar.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## REFERÊNCIAS

1. Kim S, Bosque J, Meehan JP, Jamali A, Marder R. Increase in outpatient knee arthroscopy in the United States: a comparison of National Surveys of Ambulatory Surgery, 1996 and 2006. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(11):994-1000.
2. Bartlett RJ, Clatworthy MG, Nguyen TN. Graft selection in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(5):625-34.
3. West RV, Harner CD. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13(3):197-207.
4. 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.
5. Arliani GG, Astur Dda C, Kanas M, Kaleka CC, Cohen M. Anterior cruciate ligament injury: treatment and rehabilitation. Current perspectives and trends. *Rev Bras Ortop.* 2012;47(2):191-6.
6. Boisvert CB, Aubin ME, DeAngelis N. Relationship between anthropometric measurements and hamstring autograft diameter in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2011;40(6):293-5.
7. Ma CB, Keifa E, Dunn W, Fu FH, Harner CD. Can pre-operative measures predict quadruple hamstring graft diameter? *Knee.* 2010;17(1):81-3.
8. Treme G, Diduch DR, Billante MJ, Miller MD, Hart JM. Hamstring graft size prediction: a prospective clinical evaluation. *Am J Sports Med.* 2008;36(11):2204-9.
9. Tuman JM, Diduch DR, Rubino LJ, Baumfeld JA, Nguyen HS, Hart JM. Predictors for hamstring graft diameter in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2007;35(11):1945-9.
10. Bickel BA, Fowler TT, Mowbray JG, Adler B, Klingele K, Phillips G. Preoperative magnetic resonance imaging cross-sectional area for the measurement of hamstring autograft diameter for reconstruction of the adolescent anterior cruciate ligament. *Arthroscopy.* 2008;24(12):1336-41.
11. Han Y, Kurzencwyg D, Hart A, Powell T, Martineau PA. Measuring the anterior cruciate ligament's footprints by three-dimensional magnetic resonance imaging. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20(5):986-95.
12. Wernecke G, Harris IA, Houang MT, Seeto BG, Chen DB, MacDessi SJ. Using magnetic resonance imaging to predict adequate graft diameters for autologous hamstring double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2011;27(8):1055-9.
13. Leiter J, Elkurbo M, McRae S, Chiu J, Froese W, MacDonald P. Using pre-operative MRI to predict intraoperative hamstring graft size for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(1):229-35.
14. Erquicia JI, Gelber PE, Doreste JL, Pelfort X, Abat F, Monllau JC. How to improve the prediction of quadrupled semitendinosus and gracilis autograft sizes with magnetic resonance imaging and ultrasonography. *Am J Sports Med.* 2013;41(8):1857-63.
15. Yasumoto M, Deie M, Sunagawa T, Adachi N, Kobayashi K, Ochi M. Predictive value of preoperative 3-dimensional computer tomography measurement of semitendinosus tendon harvested for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2006;22(3):259-64.
16. Grood ES, Walz-Hasselfeld KA, Holden JP, Noyes FR, Levy MS, Butler DL, et al. The correlation between anterior-posterior translation and cross-sectional area of anterior cruciate ligament reconstructions. *J Orthop Res.* 1992;10(6):878-85.

17. Conte EJ, Hyatt AE, Gatt CJ Jr, Dhawan A. Hamstring autograft size can be predicted and is a potential risk factor for anterior cruciate ligament reconstruction failure. *Arthroscopy*. 2014;30(7):882-90.
18. Mariscalco MW, Flanigan DC, Mitchell J, Pedroza AD, Jones MH, Andrish JT, et al. The influence of hamstring autograft size on patient-reported outcomes and risk of revision after anterior cruciate ligament reconstruction: a Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) Cohort Study. *Arthroscopy*. 2013;29(12):1948-53.
19. Park SY, Oh H, Park S, Lee JH, Lee SH, Yoon KH. Factors predicting hamstring tendon autograft diameters and resulting failure rates after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(5):1111-8.
20. Xie G, Huangfu X, Zhao J. Prediction of the graft size of 4-stranded semitendinosus tendon and 4-stranded gracilis tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: a Chinese Han patient study. *Am J Sports Med*. 2012;40(5):1161-6.
21. Pichler W, Tesch NP, Schwantzer G, Fronhöfer G, Boldin C, Hausleitner L, et al. Differences in length and cross-section of semitendinosus and gracilis tendons and their effect on anterior cruciate ligament reconstruction: a cadaver study. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90(4):516-9.
22. Beyzadeoglu T, Akgun U, Tasdelen N, Karahan M. Prediction of semitendinosus and gracilis autograft sizes for ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20(7):1293-7.
23. Hamada M, Shino K, Mitsuoka T, Abe N, Horibe S. Cross-sectional area measurement of the semitendinosus tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 1998;14(7):696-701.