



# A influência de diferentes montagens dos tendões flexores no diâmetro final do enxerto na reconstrução do ligamento cruzado anterior

## *The Influence of Different Hamstrings Assemblies on the Final Graft Diameter in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*

Lúcio Flávio Biondi Pinheiro Junior<sup>1</sup> Marcos Henrique Frauendorf Cenni<sup>1</sup>   
Thiago César Ladeira Estefani<sup>1</sup> Allan José Lima Bueno<sup>1</sup> Thiago Penido Moreira Ferreira<sup>1</sup>   
Guilherme Cardoso Ferreira Pina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Rede Mater Dei de Saúde, Belo Horizonte, MG, Brasil

Rev Bras Ortop 2024;59(3):e393–e396.

Endereço para correspondência Lúcio Flávio Biondi Pinheiro Júnior, Rua Curitiba 2258 apt 1502 Lourdes, 30.170-122, Belo Horizonte, MG, Brasil (e-mail: lucibiondi@terra.com.br).

### Resumo

**Objetivo** Buscamos comparar o diâmetro dos enxertos com utilização dos tendões grácil e semitendíneo na reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) utilizando as montagens quádrupla, quádrupla e sêxtupla. Outro objetivo é avaliar em qual porcentagem de pacientes é possível cada tipo de montagem, em função do comprimento de cada tendão livre.

**Métodos** Setenta e um pacientes foram submetidos à reconstrução do LCA utilizando tendões isquiotibiais. Foram medidos os diâmetros das montagens quádrupla, quádrupla e sêxtupla em todos os pacientes. Registramos os comprimentos dos tendões e o diâmetro do enxerto com os três tipos de montagens.

**Resultados** As comparações entre as montagens mostraram diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ). A cada montagem, aumentou 1 mm o diâmetro do enxerto e isso foi estatisticamente significativo ( $p < 0,001$ ). Em 2,8% dos pacientes, somente a montagem quádrupla foi possível, pois os comprimentos livres dos 2 tendões retirados foram menores que 24 cm. Em 23,9% desses, foi possível a montagem quádrupla; pois somente o semitendíneo tinha comprimento mínimo de 24 cm e, em 73,2%, foi possível a montagem sêxtupla com o comprimento dos 2 tendões igual ou superior a 24 cm.

**Conclusão** Em 97,2% dos casos foi possível realizar a montagem quádrupla ou sêxtupla, já que o comprimento final do enxerto de no mínimo 8 cm apresenta diferença estatisticamente significativa entre as comparações.

### Palavras-chave

- ▶ enxertos osso-tendão patelar-osso
- ▶ joelho
- ▶ ligamento cruzado anterior
- ▶ tendões isquiotibiais

*Trabalho desenvolvido no Grupo de Cirurgia de Joelho, Rede Mater Dei de Saúde, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

recebido  
29 de agosto de 2023  
aceito  
19 de setembro de 2023

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0044-1785518>.  
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

**Abstract**

**Objective** This study aimed to compare gracilis and semitendinosus tendon graft diameters in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using quadruple, quintuple, and sextuple assemblies. Another objective was to evaluate the percentage of patients in which each assembly type is possible, depending on the length of each free tendon.

**Methods** Seventy-one patients underwent ACL reconstruction using hamstring tendons. We measured the diameters of the quadruple, quintuple, and sextuple assemblies in all patients. We recorded tendon length and graft diameter from three assembly types.

**Results** Assembly comparison showed a statistically significant difference ( $p < 0.001$ ). In each assembly, graft diameter increased by 1 mm, a statistically significant value ( $p < 0.001$ ). In 2.8% of patients, the only potential assembly was the quadruple assembly because the free lengths of the 2 tendons removed were lower than 24 cm. The quintuple assembly was possible in 23.9% of subjects, as only the semitendinosus had a minimum length of 24 cm. The sextuple assembly was possible in 73.2% of patients because both tendons were at least 24 cm in length.

**Conclusion** A quintuple or sextuple assembly is possible in 97.2% of cases since the final graft length of at least 8 cm is statistically significant between comparisons.

**Keywords**

- ▶ anterior cruciate ligament
- ▶ bone-patellar tendon-bone grafts
- ▶ hamstring tendons
- ▶ knee

**Introdução**

A cirurgia de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) é um dos procedimentos mais realizados na ortopedia, com resultados clínicos e funcionais satisfatórios.<sup>1,2</sup>

Na técnica de reconstrução do LCA, utiliza-se diferentes enxertos, de acordo com a escolha do cirurgião; como o auto enxerto de tendão patelar, de tendão do quadríceps, de tendões flexores (isquiotibiais), fibular longo e diversas fontes de enxertos alógenos.<sup>3</sup>

A utilização dos tendões flexores mediais tornou-se popular devido aos bons resultados clínicos e por possuir menor morbidade ao joelho em comparação com o tendão patelar.<sup>4</sup> No entanto, a re-ruptura ligamentar com lesão do neoligamento é uma preocupação importante entre os cirurgiões. Sabemos que a espessura do enxerto está diretamente ligada ao índice de re-ruptura, e o diâmetro dos tendões flexores depende da anatomia de cada paciente, o que pode influenciar na qualidade final da montagem do enxerto.

Este trabalho tem como objetivo comparar o diâmetro dos enxertos de isquiotibiais durante a reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) utilizando montagens quádrupla, quántupla e sêxtupla; avaliando se o aumento do número de bandas resulta em um enxerto de maior espessura. Outro objetivo é avaliar a porcentagem de pacientes em que é possível cada tipo de montagem, em função do comprimento de cada tendão livre.

**Materiais e métodos**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos sob o número do Certificado de Liberação: (CAAE: 57891522.0.0000.5128).

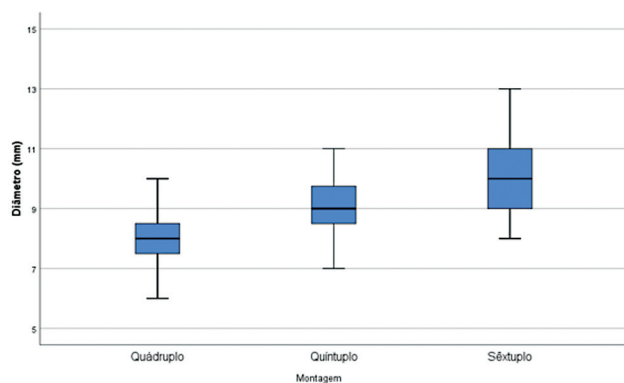
Setenta e um pacientes (57 homens e 14 mulheres) foram submetidos à reconstrução do LCA entre março e novembro de 2021 utilizando como enxertos os tendões flexores mediais, grácil e semitendíneo. A idade dos pacientes variou de 15 a 54 anos com média de idade de 32,54 anos. O preparo dos enxertos foi realizado em mesa auxiliar durante a cirurgia. Os tendões semitendíneo e grácil foram colhidos usando um coletor de tendão fechado (*striper*) e retirados do resíduo de tecido muscular. Os tendões foram medidos em separado; inicialmente, para se obter o seu comprimento inicial. Depois foram feitas as montagens quádrupla, quántupla e sêxtupla. No enxerto quádruplo, os tendões semitendíneo e grácil eram dobrados uma vez (duplos); no quántuplo, o semitendíneo era dobrado duas vezes (triplo) e o grácil uma (duplo). Na montagem sêxtupla, os dois tendões eram dobrados duas vezes (triplos). Essas medidas de diâmetro foram coletadas nos três tipos de montagem em todos os pacientes, independente de qual delas seria utilizada na cirurgia. A decisão sobre a montagem final a ser utilizada na cirurgia ficou a cargo do cirurgião, não entrando no escopo deste trabalho.

Os parâmetros que influenciaram na decisão de qual das montagens utilizar na cirurgia foram baseados na obtenção do enxerto mais espesso que tivesse um comprimento mínimo de 8 centímetros. Se os dois tendões tinham comprimento maior ou igual a 24 cm, era possível a montagem sêxtupla, dois tendões triplos. Nos casos em que o tendão semitendíneo teve comprimento maior ou igual a 24 cm e o grácil menor que 24 cm, poderíamos utilizar a montagem quántupla com semitendíneo triplo e grácil duplo. Nos casos em que os dois tendões possuíam comprimento inferior a 24 cm, utilizamos a montagem quádrupla com os dois tendões duplos.

**Tabela 1** Comparação dos diâmetros (mm) de acordo com as montagens

Diâmetro (mm)	Média	Desvio padrão	Mediana	P25	P75	Mínimo	Máximo	Valor de $p^*$
Quádruplo	8,0	0,8	8,0	7,5	8,5	6,0	10,0	
Quíntuplo	9,0	0,8	9,0	8,5	10,0	7,0	11,0	< 0,001
Sêxtuplo	10,0	0,9	10,0	9,0	11,0	8,0	13,0	

\*Teste Kruskal-Wallis; Comparações múltiplas: quádruplo X quádruplo; quádruplo X quádruplo e quádruplo X quádruplo ( $p < 0,001$ )

**Fig. 1** Comparação dos diâmetros (mm) de acordo com as montagens.

## Resultados

A amostra é composta por 71 pacientes e mesmo número de enxertos. O diâmetro quádruplo é estatisticamente menor que o quádruplo e o quádruplo,  $p < 0,001$ , e as comparações entre cada par de montagens também mostraram diferença estatisticamente significativa,  $p < 0,001$ . A diferença média da montagem quádrupla para quádrupla e da quádrupla para quádrupla foi um aumento de 1 mm o diâmetro do enxerto e isso foi estatisticamente significativo  $p < 0,001$  (► **Tabela 1**).

A ► **Fig. 1** abaixo mostra de forma ilustrativa essa comparação.

Em relação ao comprimento livre dos tendões semitendíneo e grácil, foi observado que em 2 pacientes (2,8%) somente a montagem quádrupla seria viável, pois o comprimento dos 2 tendões era menor que 24 cm. Em 17 pacientes (23,9%), seria possível a montagem quádrupla ou quádrupla; pois o semitendíneo tinha comprimento igual ou superior a 24 cm e o grácil inferior a 24 cm. Por fim, em 52 pacientes (73,2%) todas as montagens seriam possíveis, pois o comprimento de ambos os tendões era igual ou superior a 24 cm (► **Tabela 2**).

## Discussão

A reconstrução do LCA tem produzido boa estabilidade articular e bons resultados funcionais.<sup>3</sup>

A literatura nos mostra a relação do diâmetro do enxerto com a sua resistência e a taxa de revisão.<sup>5,6</sup> Magnussen et al. demonstraram, em seus casos, um índice de revisão de 1,57% em pacientes com enxerto de diâmetro maior que 8 mm, 6,5% em pacientes com enxerto entre 7,5 e 8 mm, e 13,6% em pacientes com enxerto menor que 7 mm de diâmetro, reforçando essa relação da re-ruptura com a espessura do enxerto obtido, assim como Conte et al. em revisão sistemática.<sup>7</sup>

**Tabela 2** Possibilidades de montagem de acordo com o comprimento livre dos tendões semitendíneo e grácil

Montagem	n	%
Quádrupla	2	2,8
Quíntupla	17	23,9
Sêxtupla	52	73,2
Total	71	100,0

Nosso trabalho mostrou que na grande maioria dos casos, em 97% dos pacientes, foi possível realizar uma montagem quádrupla ou quádrupla com o diâmetro do enxerto superior a 8 mm.

Calvo et al.<sup>8</sup> relataram um aumento de 2 mm no diâmetro do enxerto em um grupo de pacientes em que converteram a montagem quádrupla para quádrupla devido a espessura insuficiente. Esse grupo quádruplo teve diâmetro médio de 7,2 mm e passou a ter 9,2 mm quando convertido na montagem quádrupla. Esses dados estão de acordo com o nosso estudo em que também houve um aumento da espessura do enxerto da montagem quádrupla para quádrupla; porém, somente de 1 mm.

Fritsch et al.<sup>9</sup> descrevem uma técnica em que modificaram o preparo do enxerto de forma a aumentar o seu diâmetro, o que também está de acordo com os resultados do nosso trabalho. Relataram que mais importante que o tamanho absoluto do enxerto é a habilidade de obter um enxerto de dimensão apropriada para cada indivíduo baseado em seu tamanho e demanda.

Attia et al.<sup>10</sup> avaliaram 413 pacientes com enxertos de no mínimo 8 mm de diâmetro. O preparo com enxerto quádruplo teve um diâmetro médio de 8,25 mm, comparado com 9,14 do grupo com enxerto quádruplo e 8,95 do grupo com enxerto quádruplo. A diferença média no diâmetro dos enxertos foi estatisticamente significativa, quando comparados os grupos quádruplos com o quádruplo e quádruplo com quádruplo, concordante com o resultado obtido no nosso trabalho. No entanto, não houve diferença estatística no diâmetro quando comparados os grupos quádruplos com o quádruplo e quádruplo com quádruplo. O índice de falha no grupo quádruplo foi maior que nos grupos quádruplo e quádruplo 9,1% x 2,3% e 2,7%, respectivamente. Todavia, essa diferença não alcançou uma significância estatística, quando o enxerto é reconstruído com no mínimo 8 mm de diâmetro.<sup>10</sup>

Tutkus et al.<sup>2</sup> avaliaram 122 pacientes e obtiveram a montagem quádrupla em 74 pacientes (60,7%) e a montagem quádrupla em 48 pacientes (39,3%). Esse achado é semelhante ao do nosso estudo, no qual obtivemos a montagem

quíntupla em 23,9% e sêxtupla em 72,3% dos pacientes. O diâmetro da montagem quádrupla foi em média 8,9/8,3 mm em homens/mulheres, enquanto o da montagem sêxtupla foi 9,3/8,5 mm em homens/mulheres, respectivamente. Em 98,4% dos casos, a montagem quádrupla ou sêxtupla foi significativamente mais espessa que 8 mm. Isso também foi encontrado no nosso estudo; posto que, em que 97,2% dos casos, foi possível a montagem quádrupla ou sêxtupla com uma média de enxerto de 9 mm na quádrupla e 10 mm na sêxtupla.<sup>2</sup>

Smith et al.,<sup>11</sup> em revisão sistemática, encontraram uma média geral do diâmetro do enxerto quádruplo de 8,4 mm e do quádruplo de 9,1 mm, resultado semelhante ao do nosso estudo. Entretanto, não houve diferença significativa nos índices de falhas nem nos resultados clínicos entre os enxertos quádruplos e quádruplos.

Devido à grande variabilidade do diâmetro dos enxertos isquiotibiais entre os pacientes, vários autores descreveram o uso da ressonância magnética, peso, altura e sexo para fazer uma previsão do diâmetro do enxerto antes da reconstrução do LCA.<sup>4,12,13</sup>

Ao contrário dos enxertos de tendões patelar e do quádriceps, o diâmetro dos tendões flexores não dependem somente da habilidade do cirurgião em coletar o tamanho adequado, mas sim das variações anatômicas de cada paciente. De acordo com Pinheiro Júnior et al.,<sup>13</sup> a altura e o gênero são os fatores mais significativos que auxiliam a prever o diâmetro dos tendões flexores em seu preparo quádruplo. No presente estudo, não levamos em consideração a avaliação desses fatores preditores do diâmetro do enxerto, nem uma avaliação prospectiva correlacionando a espessura do enxerto com o índice de falha e resultados clínicos da cirurgia. Esses podem ser objeto de estudos futuros.

## Conclusão

O diâmetro do enxerto quádruplo medido foi, em média, 1 mm menor que o quádruplo, que foi em média, 1 mm menor que o sêxtuplo ( $p < 0,001$ ), e as comparações entre as montagens também mostraram diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ). Em 97,2% dos casos foi possível realizar a montagem quádrupla ou sêxtupla, com o comprimento mínimo final do enxerto de 8 cm.

### Suporte Financeiro

Não houve apoio financeiro de fontes públicas, comerciais ou sem fins lucrativos.

### Conflito de Interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

## Referências

- 1 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):2204–2209
- 2 Tutkus V, Kluonaitis K, Silove S, Tutkuviene J. ACL reconstruction using 5- or 6-strand hamstring autograft provides graft's diameter bigger than 8 mm. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26(05):1349–1356
- 3 Completo A, Noronha JC, Oliveira C, Fonseca F. Biomechanical Evidence on Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Rev Bras Ortop* 2019;54(02):190–197
- 4 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):1945–1949
- 5 Vaillant ER, Parks BG, Camire LM, Hinton RY. Five-strand versus four-strand hamstring tendon graft technique for anterior cruciate ligament reconstruction: a biomechanical comparison. *J Knee Surg* 2017;30(09):916–919
- 6 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(04):526–531
- 7 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(07):882–890
- 8 Calvo R, Figueroa D, Figueroa F, et al. Five-Strand Hamstring Autograft Versus Quadruple Hamstring Autograft With Graft Diameters 8.0 Millimeters or More in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Clinical Outcomes With a Minimum 2-Year Follow-Up. *Arthroscopy* 2017;33(05):1007–1013
- 9 Fritsch B, Figueroa F, Semay B. Graft Preparation Technique to Optimize Hamstring Graft Diameter for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc Tech* 2017;6(06):e2169–e2175
- 10 Attia AK, Nasef H, ElSweify KH, Adam MA, AbuShaaban F, Arun K. Failure Rates of 5-Strand and 6-Strand vs Quadrupled Hamstring Autograft ACL Reconstruction: A Comparative Study of 413 Patients With a Minimum 2-Year Follow-up. *Orthop J Sports Med* 2020;8(08):2325967120946326
- 11 Smith JH, Houck DA, Hart JA, et al. Five-Strand Hamstring Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *Orthop J Sports Med* 2019;7(02):2325967119826094
- 12 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):1336–1341
- 13 Pinheiro LF Jr, de Andrade MA, Teixeira LE, et al. Intra-operative four-stranded hamstring tendon graft diameter evaluation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(05):811–815