



ORIGINAL

Predicción del diámetro de autoinjerto semitendinoso-gracilis en pacientes con esqueleto inmaduro sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA): utilidad de las medidas antropométricas

M. Espinosa^{a,*}, R. Calvo^b, D. Figueroa^b, R. Calvo M.^c

^aUnidad Traumatología Infantil. Departamento de Traumatología. Clínica Alemana Santiago. Santiago. Chile.

^bUnidad de Rodilla. Departamento de Traumatología. Clínica Alemana Santiago. Santiago. Chile.

^cEstudiante de Medicina. Facultad de Medicina Clínica Alemana-Universidad del Desarrollo. Santiago. Chile.

Recibido el 1 de junio de 2015; aceptado el 20 de julio de 2015.

PALABRAS CLAVE

reconstrucción de ligamento cruzado anterior; autoinjerto semitendinoso-gracilis; predicción de diámetro de injerto; medidas antropométricas; esqueleto inmaduro

Resumen

Objetivo: El objetivo de este estudio fue evaluar si las medidas antropométricas y demográficas de pacientes con esqueleto inmaduro pueden ser utilizadas para predecir el diámetro del autoinjerto semitendinoso-gracilis (ST-G) en la cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA).

Métodos: Serie retrospectiva de 169 pacientes con esqueleto inmaduro (112 hombres, 57 mujeres, edad media 15,8 años) que se sometieron a cirugía de reconstrucción del LCA con autoinjerto ST-G. Se registraron las medidas antropométricas (peso, talla e índice de masa corporal [IMC]), datos demográficos (edad y sexo) y diámetro del autoinjerto ST-G utilizados. Se utilizaron coeficientes de correlación, regresión lineal y t de Student para determinar la relación entre variables antropométricas-demográficas y el diámetro del injerto. Los valores de $p < 0,05$ fueron considerados estadísticamente significativos.

Resultados: El análisis estadístico mostró una correlación positiva significativa tanto para la talla y el peso con el diámetro del injerto ($r = 0,483$, $p < 0,0001$; $r = 0,248$, $p = 0,001$, respectivamente). Sin embargo, la edad y el IMC no se correlacionaron con el diámetro del injerto ($r = 0,098$ y $p = 0,203$, $r = 0,009$ y $p = 0,905$, respectivamente). La media del diámetro del injerto en los hombres fue de 8,2 mm (rango 6-10) y 7,5 mm en las mujeres (rango 6-9), diferencia que fue estadísticamente significativa ($p < 0,001$).

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: maxespinosa@gmail.com

Conclusiones: La predicción del diámetro del injerto ST-G según la talla del paciente es un método fácil y fiable en pacientes con esqueleto inmaduro. Estos datos pueden proporcionar información preoperatoria relevante sobre la necesidad de una técnica para aumentar el injerto ante un eventual diámetro insuficiente de este.

© 2015, Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. Publicado por ELSEVIER ESPAÑA, S.L.U. Este es un artículo Open Acces distribuido bajo los términos de la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

KEYWORDS

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Semitendinosus-gracilis autograft, Graft diameter prediction, Anthropometric measures, Skeletally immature

Prediction of semitendinosus-gracilis autograft diameter in skeletally immature patients undergoing ACL reconstruction: Usefulness of anthropometric measurements

Abstract

Purpose: The aim of this study was to evaluate whether the anthropometric and demographic measures of patients under 18 years old can be used to predict the diameter of semitendinosus-gracilis (ST-G) autografts in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction surgery.

Methods: A study was conducted on retrospective series of 169 patients under 18 years (112 men, 57 women, average age 15.8 years) who underwent to ACL reconstruction surgery with ST-G autograft. The anthropometric measurements were recorded (weight, height and body mass index), demographics (age and gender) and the diameter of the ST-G used. Correlation coefficients, linear regression and unpaired *t*-test were used to determine the relationship between anthropometric/demographic variables and the diameter of the graft. *P* values <.05 were considered statistically significant.

Results: Correlation analysis showed a significant positive relationship between height and graft diameter ($r=0.483$, $P<.0001$), as well as between weight and graft diameter ($r=0.248$, $P=.001$). However, age and body mass index (BMI) did not correlate with graft thickness ($r=0.098$ and $P=.203$, $r=0.009$ and $P=.905$, respectively). The mean graft diameter in men was 8.2 (range 6-10) and 7.5 in women (range 6-9), a difference that was statistically significant ($P<.001$).

Conclusions: Prediction of the ST-G graft diameter according the height of the patient is an easy and reliable method in children and adolescents. These data can provide relevant preoperative information on the need for an alternative graft source for an eventual insufficient diameter of the latter.

© 2015, Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons CC BY-NC ND Licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) en niños y adolescentes son cada vez más frecuentes¹⁻³. Esto se explica por varios factores, incluyendo una participación cada vez mayor de esta población en actividades deportivas de contacto, un mejor conocimiento de este tipo de lesiones por los equipos de salud y la disponibilidad de mejores métodos de diagnóstico¹.

Existen múltiples opciones para la elección del injerto en una reconstrucción del LCA, incluyendo aloinjertos y autoinjertos como el hueso-tendón-hueso patelar, tendón del cuádriceps y tendones del semitendinoso y gracilis. Estas opciones tienen ventajas y desventajas inherentes que deben ser consideradas antes de su uso. En los últimos años, el autoinjerto semitendinoso-gracilis (ST-G) se ha utilizado con mayor frecuencia debido a los buenos resultados clínicos, la baja morbilidad del sitio donante y la mejora de los métodos de fijación⁴⁻⁷.

Los diámetros de los tendones ST-G tienen una alta variabilidad anatómica⁸. La dificultad en la predicción de su diámetro puede condicionar su uso como injertos. En una revisión sistemática reciente, Conte et al⁹ determinaron

que la reconstrucción del LCA con injerto de diámetro igual o mayor a 8 mm tiene menor riesgo de falla en comparación con injertos de menor diámetro. Esta revisión sistemática evaluó estudios de pacientes entre los 11 y 61 años. Además, las características anatómicas de los tendones de injerto ST-G son esenciales cuando se selecciona un tipo de fijación femoral o tibial¹⁰. Por estas razones, parece relevante para el cirujano tener herramientas para predecir el diámetro del injerto previo a la cirugía y así realizar un mejor plan preoperatorio. Esto es especialmente importante en paciente con fisis abierta, debido a la mayor complejidad de la cirugía y a la gran variabilidad de esta población en sus etapas de crecimiento y desarrollo¹¹.

En la literatura, hay muchos estudios que correlacionan las características anatómicas del injerto ST-G con las medidas antropométricas y demográficas de los pacientes¹²⁻²¹. Sin embargo, estos estudios se han realizado en población adulta y de acuerdo con nuestro conocimiento, no hay datos en la población con esqueleto inmaduro. El objetivo de nuestro estudio fue evaluar si las medidas antropométricas y demográficas de los pacientes con esqueleto inmaduro pueden ser utilizadas para predecir el diámetro del autoinjerto ST-G en la cirugía de reconstrucción del LCA.

Material y métodos

El comité de ética de nuestra institución aprobó este estudio retrospectivo. Los criterios de inclusión fueron pacientes con esqueleto inmaduro que se sometieron a reconstrucción del LCA con autoinjerto ST-G. Se realizó la búsqueda en nuestra base de datos del departamento de traumatología e identificamos 37 pacientes (33 hombres, 4 mujeres) entre junio de 2006 y mayo de 2013.

Todos los pacientes tenían estudio radiológico preoperatorio para evaluar la fisis del fémur distal y tibia proximal. Según lo descrito por McIntosh et al²² y Cohen et al²³, se definió fisis abierta como una imagen radiolúcida completa en el fémur distal, tibia proximal y la tuberosidad tibial anterior. En todos los pacientes incluidos en este estudio, las fisis midieron al menos 2 mm de altura.

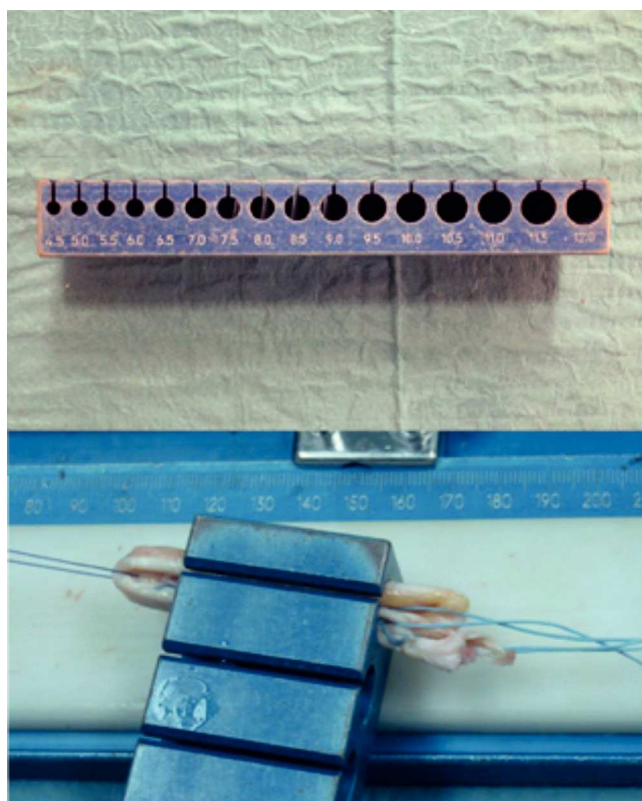


Figura 1. Medición intraoperatoria del diámetro del autoinjerto semitendinoso-gracilis (ST-G) con calíper de tejidos blandos.

Las medidas antropométricas y demográficas registradas fueron la talla (m), el peso (kg), el IMC (kg/m²), la edad (años) y el género. La información sobre el diámetro del autoinjerto ST-G (mm) se obtuvo de los protocolos quirúrgicos.

Todos los autoinjertos ST-G fueron cosechados con técnica estándar descrita por Wolf²⁴ por el mismo equipo quirúrgico. Una vez obtenidos los tendones ST-G y preparados los injertos, en una mesa lateral se midió el diámetro final con un calíper para tejidos blandos (Arthrex®, Naples, FL, EE. UU.), con incrementos de 0,5 mm entre agujeros (fig. 1).

Los coeficientes de correlación de Pearson (r), regresión lineal y la prueba t de Student para muestras no pareadas se utilizaron para determinar la relación entre la variable diámetro del autoinjerto y las variables predictoras (talla, peso, índice de masa corporal [IMC], sexo y edad). Valores de p < 0,05 fueron considerados estadísticamente significativos. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa Prism 6 (GraphPad Software Inc, California, EE. UU.).

Resultados

La edad promedio de los pacientes fue de 14,7 ± 1,1 años (rango 12-16). La razón hombre-mujer fue cercana a 9:1 (89.1% frente a 10.9%). El peso promedio fue de 58,7 ± 12,4 kg (rango de 37,5 a 109). La talla promedio fue de 1,7 ± 0,1 (rango de 1,46 a 1,83 m). El IMC promedio fue 20,6 ± 3,4 kg/m² (rango 15,8-34,7). El diámetro promedio del autoinjerto ST-G fue de 8,1 ± 0,9 mm (rango 6-10). El resumen de todos los datos se presentan en la tabla 1.

Se encontró una relación positiva con significancia estadística entre la talla y el diámetro del injerto (r = 0,630, p < 0,0001) así como entre la edad y el diámetro del injerto (r = 0,523, p = 0,0009). Sin embargo, el peso y el IMC no se correlacionaron con el diámetro del autoinjerto ST-G (r = 0,243, p = 0,146 y r = -0,077, p = 0,648, respectivamente) (tabla 2). Mediante regresión lineal, se obtuvo la siguiente ecuación para predecir el diámetro del injerto basado en la talla de la paciente:

$$\text{Diámetro del injerto ST-G} = 6,457 \times \text{talla (m)} - 2,824$$

De acuerdo con esta ecuación, los pacientes con una talla inferior a 1,52 m se encuentran en mayor riesgo de presentar un diámetro de injerto ST-G < 7 mm (fig. 2).

Tabla 1 Medidas antropométricas y demográficas (promedio ± DE) en población general y por género

	Total	Hombres	Mujeres	Valor de p ^a
Diámetro injerto ST-G (mm)	8,1 ± 0,9	8,2 ± 0,9	7,0 ± 0,8	0,0129
Talla (m)	1,7 ± 0,1	1,7 ± 0,1	1,6 ± 0,1	0,088
Peso (kg)	58,7 ± 12,4	59,5 ± 12,6	52,3 ± 9,6	0,279
IMC (kg/m ²)	20,6 ± 3,4	20,6 ± 3,45	20,2 ± 4,4	0,834
Edad (años)	14,7 ± 1,1	14,8 ± 1,1	14,3 ± 1,3	0,391

ST-G: semitendinoso-gracilis; IMC: índice de masa corporal.

^aLos valores de p corresponden a test t de Student entre las medidas de hombres y mujeres.

Tabla 2 Coeficientes de correlación (Pearson) entre las variables antropométricas y demográficas con el diámetro de injerto semitendinoso-gracilis (ST-G)

	Diámetro del trasplante ST-G (mm)			
	r	p	IC del 95%	R ²
Talla (m) ^a	0,630	< 0,0001	0,385 - 0,792	0,397
Peso (kg)	0,243	0,146	-0,087 - 0,526	0,059
IMC (kg/m ²)	-0,077	0,648	-0,391 - 0,253	0,005
Edad (años)	0,523	0,0009	0,240 - 0,724	0,274

ST-G: semitendinoso-gracilis; IMC: índice de masa corporal.

^aDel análisis de regresión lineal para la talla se obtuvo la siguiente ecuación predictiva:

Diámetro ST-G = 6.457 x talla (m) - 2.824

Cuando se realiza un análisis del diámetro del injerto según el género, se observó que el diámetro del injerto en los hombres fue de $8,2 \pm 0,9$ mm, mientras que en las mujeres fue de $7 \pm 0,8$ mm ($p = 0,0129$). En los hombres, las variables relacionadas con el diámetro del injerto fueron la talla del paciente y la edad ($r = 0,567$, $p = 0,0006$ y $r = 0,501$, $p = 0,003$, respectivamente). Al evaluar a las mujeres por separado, no se observó correlación significativa en ninguna de las variables antropométricas (tabla 3).

Discusión

El hallazgo más importante de nuestro estudio fue encontrar una correlación positiva entre la talla y el peso con el diámetro del autoinjerto ST-G en pacientes con esqueleto inmaduro sometidos a reconstrucción del LCA.

La lesión del LCA en niños y adolescentes ha aumentado en los últimos tiempos y, por lo tanto, la necesidad de tratamiento quirúrgico en estos pacientes¹⁻³. El autoinjerto ST-G se ha convertido en una opción utilizada frecuentemente en la reconstrucción del LCA, sin embargo, se ha observado una mayor tasa de falla en pacientes jóvenes con diámetros de injerto más pequeños⁹⁻²⁵. Por esta razón, nos parece relevante para el cirujano tener herramientas para predecir, en forma preoperatoria, el diámetro del injerto y así planificar de mejor manera la cirugía. Hay estudios que han evaluado el uso de medidas antropométricas como predictores de diá-

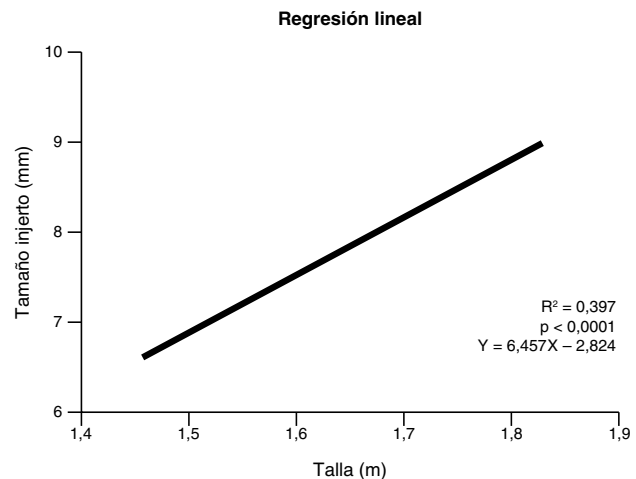


Figura 2. Gráfico de análisis de regresión lineal que demuestra la relación entre la talla y el diámetro del injerto semitendinoso-gracilis (ST-G). Se incluyen el coeficiente de correlación R², valor de p y la ecuación obtenida.

ST-G: semitendinoso-gracilis

metro de injerto en adultos¹²⁻²¹. Sin embargo, según nuestro conocimiento, no hay reportes de este tipo en la población pediátrica.

En nuestra serie, se observaron diámetros de injerto ST-G menores a 8 mm en el 24,3% de los pacientes. Esto es relevante ya que en una revisión sistemática reciente, Conte et al⁹ demostraron que los pacientes con injerto de diámetro de menos de 8 mm tenían un mayor riesgo de fracaso en comparación con aquellos con un diámetro mayor o igual a 8 mm. Si bien esto es objeto de controversia, ha sido aceptado en general para los adultos. Por su parte, en niños no hay mayor información al respecto. A nuestro parecer es un tema que considerar en los pacientes con esqueleto inmaduro, ya que tienen una mayor tasa de cirugía de revisión, que podría estar relacionado con un diámetro de injerto insuficiente. De acuerdo con nuestros datos, en un porcentaje significativo de niños y adolescentes con fisis abierta sería necesario utilizar una técnica para aumentar el diámetro del injerto en la reconstrucción del LCA, utilizando un autoinjerto triplicado o un injerto híbrido (auto/aloinjerto).

Nuestros resultados mostraron que en pacientes con esqueleto inmaduro, las variables antropométricas y demográficas individuales como la talla y la edad se correlacionaron con el diámetro autoinjerto ST-G. Encontramos que la talla

Tabla 3 Coeficientes de correlación (Pearson) por género

	Diámetro injerto ST-G (mm)							
	Hombres				Mujeres			
	r	p	IC del 95%	R ²	r	p	IC del 95%	R ²
Talla (m)	0,567	0,0006	0,277 - 0,762	0,321	0,865	0,134	-0,567 - 0,997	0,749
Peso (kg)	0,218	0,222	-0,135 - 0,522	0,047	-0,242	0,757	-0,976 - 0,937	0,058
IMC (kg/m ²)	-0,040	0,824	-0,378 - 0,307	0,001	-0,628	0,371	-0,991 - 0,839	0,395
Edad (años)	0,501	0,003	0,190 - 0,720	0,251	0,648	0,351	-0,829 - 0,991	0,421

ST-G: semitendinoso-gracilis; IMC: índice de masa corporal.

era el principal predictor para el diámetro del injerto, lo cual es similar a lo reportado por estudios previos en adultos^{14-19,21}. Por otra parte, el IMC y la edad no mostraron correlación con el diámetro del injerto.

Tuman et al²¹, en una serie retrospectiva de 106 pacientes (32,9 ± 13,0 años de edad), encontraron que, entre las medidas antropométricas evaluadas, la correlación más fuerte con el diámetro del injerto era la talla. En sus conclusiones, los autores señalan que los pacientes con una talla inferior a 140 cm tienen mayor probabilidad de presentar un autoinjerto de menos de 7 mm de diámetro. Estos resultados son similares a nuestros hallazgos. A partir de la ecuación obtenida en el análisis de regresión lineal, se puede predecir que los pacientes con una altura inferior a 152 cm tienen un mayor riesgo de tener un injerto menor de 7 mm de diámetro y, por lo tanto, en estos pacientes habría que considerar el aumento del injerto. En la misma línea, Treme et al²⁰ validaron, en una serie prospectiva de 50 pacientes (31,6 ± 13,6 años), la ecuación obtenida a partir de un trabajo anterior del mismo grupo. En este estudio, los diámetros de injerto predichos fueron, en promedio, 0,5 ± 0,5 mm diferentes del injerto obtenido durante la cirugía. Esto corresponde a una tasa de error del 6,7% en la predicción de diámetro del injerto con la talla del paciente. El valor de R² obtenido de la ecuación en el estudio mencionado fue de 0,13, mientras que el R² en nuestro estudio fue de 0,397. Esto sugiere que el modelo predictivo de acuerdo con la talla del paciente propuesto en este estudio sería aún más exacto.

Los datos en la literatura respecto a la correlación entre el IMC y el diámetro del injerto en la reconstrucción del LCA son controvertidos. En una serie de 132 pacientes (edad media de 17,9 años), Boisvert et al¹² encontraron una correlación positiva significativa entre el IMC y el diámetro de autoinjerto ST-G. Sin embargo, los autores mostraron que esta correlación fue más fuerte en pacientes con IMC alto. Por lo tanto, se podría predecir el diámetro del injerto en pacientes con IMC alto, pero no necesariamente detectar un injerto de diámetro menor de 7 mm en pacientes con un IMC bajo. En nuestro estudio no hemos encontrado ninguna correlación entre el IMC y el diámetro del injerto.

Se ha informado que las mujeres tienen una mayor laxitud clínica después de una reconstrucción del LCA²⁶. Hay varias teorías que explican esto: una sería que las mujeres tienen tendones más pequeños que los hombres y, por tanto, injertos de diámetros menores. En nuestro estudio hemos encontrado que los hombres tenían un mayor diámetro de injerto ST-G que las mujeres (8,2 ± 0,9 frente a 7 mm ± 0,8 mm, p = 0,0129). Esta diferencia es comparable con lo reportado en la literatura^{13,17-19}. Schwartzberg et al¹⁸ demostraron una diferencia estadísticamente significativa entre el diámetro del injerto ST-G entre hombres y mujeres, con valores muy similares a los reportados en este estudio (8,17 frente a 7,52).

La principal fortaleza de este estudio es ser la primera serie que busca determinar una manera de predecir el diámetro del injerto ST-G en pacientes con esqueleto inmaduro. Por otra parte, y dentro de las limitaciones, de trata de un estudio retrospectivo, por lo que su validez debe ser probada en una serie prospectiva. Otra debilidad es que las mediciones y predicciones que se presentan se basan en la edad cronológica y la edad no fisiológica. Esto es relevante,

ya que dos pacientes de la misma edad pueden tener diferentes estados fisiológicos y, por lo tanto, requerir diferentes técnicas de reconstrucción y diámetros de injerto. Por último, identificamos la falta de comparación con otro método de predicción como la ecografía o la resonancia magnética como otra limitación.

Conclusión

La predicción del diámetro del injerto ST-G según la talla es un método fácil y fiable en pacientes con esqueleto inmaduro. La relevancia clínica de este estudio es detectar en forma preoperatoria a los pacientes que presentan un diámetro de autoinjerto insuficiente. Esto podría ayudar en la planificación quirúrgica y evaluar la necesidad de una técnica para aumentar el injerto.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Bales CP, Guettler JH, Moorman CT 3rd. Anterior cruciate ligament injuries in children with open physes: evolving strategies of treatment. *Am J Sports Med.* 2004 Dec;32(8):1978-85.
- Kannus P, Järvinen M. Knee ligament injuries in adolescents. Eight year follow-up of conservative management. *J Bone Joint Surg Br.* 1988 Nov;70(5):772-6.
- McCarroll JR, Shelbourne KD, Porter DA, Rettig AC, Murray S. Patellar tendon graft reconstruction for midsubstance anterior cruciate ligament rupture in junior high school athletes. An algorithm for management. *Am J Sports Med.* 1994 Aug;22(4):478-84.
- Hamner DL, Brown CH, Steiner ME, Hecker AT, Hayes WC. Hamstring tendon grafts for reconstruction of the anterior cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 1999 Apr;81(4):549-57.
- Ibrahim SA-R, Al-Kussary IM, Al-Misfer ARK, Al-Mutairi HQ, Ghafar SA, El Noor TA. Clinical evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction: patellar tendon versus gracilis and semitendinosus autograft. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* 2005 Apr;21(4):412-7.
- Cassard X, Cavaignac E, Maubisson L, Bowen M. Anterior cruciate ligament reconstruction in children with a quadrupled semitendinosus graft: preliminary results with minimum 2 years of follow-up. *J Pediatr Orthop.* 2014 Jan;34(1):70-7.
- Shelton WR, Fagan BC. Autografts commonly used in anterior cruciate ligament reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011 May;19(5):259-64.
- 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 Apr;90(4):516-9.
- Conte EJ, Hyatt AE, Gatt CJ, Dhawan A. Hamstring autograft size can be predicted and is a potential risk factor for anterior cruciate ligament reconstruction failure. *Arthrosc J Arthrosc*

- Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc. 2014 Jul;30(7):882-90.
10. Hapa O, Barber FA. ACL fixation devices. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2009 Dec;17(4):217-23.
 11. Dodwell ER, Lamont LE, Green DW, Pan TJ, Marx RG, Lyman S. 20 years of pediatric anterior cruciate ligament reconstruction in New York State. *Am J Sports Med*. 2014 Mar;42(3):675-80.
 12. 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 Jun;40(6):293-5.
 13. Calvo R, Meleán P, Figueroa D, Vaisman A, Scheu M, Figueroa F. ¿Existe correlación entre el peso y la talla del paciente con el largo y diámetro del injerto semitendinoso? *Rev Esp Cir Ortopédica Traumatol*. 2011 Jan;55(1):2-8.
 14. Çeliktaş M, Gölpinar A, Köse Ö, Sütölk Z, Çelebi K, Sarpel Y. Prediction of the quadruple hamstring autograft thickness in ACL reconstruction using anthropometric measures. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2013;47(1):14-8.
 15. Ma CB, Keifa E, Dunn W, Fu FH, Harner CD. Can pre-operative measures predict quadruple hamstring graft diameter? *The Knee*. 2010 Jan;17(1):81-3.
 16. Papastergiou SG, Stergios PG, Konstantinidis GA, Georgios KA, Natsis K, Konstantinos N, et al. Adequacy of semitendinosus tendon alone for anterior cruciate ligament reconstruction graft and prediction of hamstring graft size by evaluating simple anthropometric parameters. *Anat Res Int*. 2012;2012:424158.
 17. Pinheiro LFB, de Andrade MAP, Teixeira LEM, Bicalho LAL, Lemos WG, Azeredo SAC, et al. Intra-operative four-stranded hamstring tendon graft diameter evaluation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2011 May;19(5):811-5.
 18. Schwartzberg R, Burkhart B, Lariviere C. Prediction of hamstring tendon autograft diameter and length for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Orthop Belle Mead NJ*. 2008 Mar;37(3):157-9.
 19. Thomas S, Bhattacharya R, Saltikov JB, Kramer DJ. Influence of anthropometric features on graft diameter in ACL reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013 Feb;133(2):215-8.
 20. Treme G, Diduch DR, Billante MJ, Miller MD, Hart JM. Hamstring graft size prediction: a prospective clinical evaluation. *Am J Sports Med*. 2008 Nov;36(11):2204-9.
 21. 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 Nov;35(11):1945-9.
 22. McIntosh AL, Dahm DL, Stuart MJ. Anterior cruciate ligament reconstruction in the skeletally immature patient. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2006 Dec;22(12):1325-30.
 23. Cohen M, Ferretti M, Quarteiro M, Marcondes FB, de Hollanda JPB, Amaro JT, et al. Transphyseal anterior cruciate ligament reconstruction in patients with open physes. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2009 Aug;25(8):831-8.
 24. Wolf E. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: Trans-Fix technique using doubled semitendinosus and gracilis tendons. In: Chow JCY, editor. *Advanced Arthroscopy*. Berlin Heidelberg New York: Springer Science & Business Media; 2001. p. 447-53.
 25. Magnussen RA, Lawrence JTR, 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. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc*. 2012 Apr;28(4):526-31.
 26. Salmon LJ, Refshauge KM, Russell VJ, Roe JP, Linklater J, Pinczewski LA. Gender differences in outcome after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med*. 2006 Apr;34(4):621-9.