

Estudio anatómico de las porciones tendinosas de los músculos semitendinoso y grácil aplicado a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior

Juan Kenny, Santiago Hermosilla, Nicolás Cancela,
Agustín Arruti, Juan Del Castillo

Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de La República, Montevideo, Uruguay

RESUMEN

Introducción: la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) con injerto autólogo con la porción tendinosa de los músculos grácil y semitendinoso ha ganado popularidad. El emplazamiento de la incisión para cosechar dicho injerto y la cantidad de tejido disponible son claves a la hora de su utilización. El estudio cadavérico y ecográfico permite evaluar mejor sus propiedades con aplicación quirúrgica.

Materiales y métodos: estudio descriptivo transversal. Se disecaron veinticuatro miembros inferiores de adultos, formolados. Se realizó ecografía de partes blandas en dieciocho miembros inferiores de adultos de ambos sexos. Se midieron los tendones de los músculos grácil y semitendinoso en longitud y diámetro. Se topografió su inserción en relación al borde anterior de la tibia (BAT) y a la interlínea articular (IA).

Resultados: en el estudio cadavérico, la inserción promedio del grácil fue a 2.7 cm del BAT y 4.6 cm de la IA, y del semitendinoso fue a 2.7 cm del BAT y 5.7 cm de la IA. El diámetro y longitud de los tendones fue de 0.55 cm y 13.29 cm, respectivamente, para el grácil y de 0.68 cm y 16.42 cm para el semitendinoso. La ecografía mostró valores estadísticamente distintos en todas las variables. Se establecieron regresiones lineales significativas entre el largo de la pierna y la longitudes de los tendones, así como la distancia a la IA.

Conclusiones: el presente estudio aporta información precisa sobre el punto de inserción de los dos músculos. Las propiedades morfológicas de ambos tendones se prestan para su utilización como injerto. La ecografía no mostró resultados comparables con los cadavéricos.

Palabras clave: Rodilla; Ligamento Cruzado Anterior; Isquiotibiales; Semitendinoso; Grácil; Anatomía Clínica; Ecografía de Partes Blandas

ABSTRACT

Introduction: anterior cruciate ligament (ACL) using autologous hamstring graft, with gracilis and semitendinosus muscles tendons, has gained popularity. Incision emplacement for harvesting the aforementioned graft, and tissue availability are key points when considering its utilization. Cadaveric and ultrasonography study allows a better evaluation of its properties, with surgical application.

Materials and methods: descriptive cross-sectional study. Twenty-four adult formaldehyde-fixed lower limbs were dissected, there were limbs of both sexes. Soft tissue ultrasonography was performed in eighteen lower limbs of adults of both sexes. The tendons of the gracilis and semitendinosus muscles were measured in length and diameter. Their insertion was surveyed in relation to tibial anterior border (TAB) and joint line (JL). The results obtained were compared, with a *p* value <0.05 considered significant.

Results: in cadaveric study, mean insertion site for gracilis was 2.7 cm medial to TAB and 4.6 distal to JL, and for semitendinosus it was 2.7 cm medial to TAB and 5.7 cm distal to JL. Diameter and length of tendon was 0.55 cm and 13.29 cm respectively for gracilis, and 0.68 cm and 16.42 for semitendinosus. Ultrasonography showed statistically different results for all variables. Significant lineal regressions were established between leg length and tendon length or distance of insertion to JL.

Conclusions: the present study provides precise information on the insertion point of both muscles, applied to ACL reconstruction. Morphological properties of both tendons allow their use as grafts. Ultrasound did not show comparable results with cadaveric study.

Keywords: Knee; Anterior Cruciate Ligament; Hamstring; Semitendinosus; Gracilis; Clinical Anatomy; Soft Tissue Ultrasonography

INTRODUCCIÓN

Debido al auge de las actividades deportivas en la sociedad en los últimos tiempos, la prevalencia de las lesiones ligamentarias de la rodilla han ido en aumento. Dentro de estas, la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) cobra jerarquía por su frecuencia y por su rol en la estabilización de la articulación en los planos sagital y axial, limitando la traslación anterior de la tibia y brindando estabilidad rotacional.

Actualmente, de los numerosos procesos quirúrgicos que se pueden utilizar para corregir la inestabilidad de la rodilla, la reconstrucción anatómica del LCA con injerto autólogo es el método estándar.¹ Diversas técnicas han

sido descriptas para dicho procedimiento, entre ellas: anatómicas, no anatómicas, con injerto autólogo o injerto heterólogo de donante. Históricamente, la más usada fue la técnica de reconstrucción transtibial o isométrica, ya sea con autoinjerto o aloinjerto.² Con autoinjerto, una posibilidad es utilizar el tercio medio del ligamento rotuliano, injerto denominado hueso-tendón-hueso (H-T-H). Últimamente, el empleo de la porción tendinosa de los músculos semitendinoso y grácil (STG) ha cobrado fuerza, con estudios que muestran resultados comparables desde el punto de vista biomecánico y con similar recuperación postoperatoria.^{3,4}

Desde que el uso del STG como injerto autólogo para reconstrucción del LCA se volvió más popular, se han estudiado sus posibles ventajas: Noyes *et al.* demostraron en su estudio biomecánico que los tendones de dichos músculos presentan mayor fuerza mecánica que el H-T-H cuando se utilizan cuadruplicados, como es habitual.^{5,6}

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Juan Del Castillo

jdelcastillo86@gmail.com

Recibido: Febrero de 2022. Aceptado: Febrero de 2022.



Figura 1: Vista medial de disección cadavérica de rodilla izquierda. Se aprecian con claridad los tres músculos que forman la pata de ganso.

Además, se ha probado que disminuye el dolor patelofemoral postoperatorio, presenta menor pérdida de extensión y conserva la fuerza de flexión.⁷ Los tendones STG se regeneran hasta en un 75% de los pacientes, aunque no en su sección completa.⁸

Una de las grandes limitantes para el uso del STG puede ser la disponibilidad de tejido, ya que, como se mencionó, la técnica de preparación del injerto incluye cuadruplicarlo, sacrificando longitud para obtener mayor espesor y, consecuentemente, mejores propiedades mecánicas.¹ Otra complicación que puede presentar es el abordaje mal emplazado, y la posibilidad de lesionar estructuras adyacentes. Estudios de imagen como la ecografía de partes blandas o la resonancia magnética han sido evaluados en cuanto a su capacidad para predecir el diámetro y largo de estos tendones de forma no invasiva.⁹ Habitualmente, no se realizan dichos estudios en forma previa al procedimiento de reconstrucción del LCA.

El objetivo del presente trabajo es estudiar la anatomía de las porciones tendinosas de los músculos semitendinoso y grácil, así como precisar el sitio de inserción distal en vistas a su aplicación en la reconstrucción de LCA. Además, ponemos a prueba la utilidad de la ecografía a la hora de predecir los valores ya mencionados. Como objetivos secundarios planteamos evaluar si existe una relación en-

tre la longitud de la pierna y la longitud y el espesor de dichos tendones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trata de un estudio descriptivo transversal. Se diseccionaron un total de veinticuatro miembros inferiores ($n = 24$) de cadáveres adultos, pertenecientes a ambos sexos, fijados previamente con solución Montevideo, la cual cuenta como componente principal con formaldehído al 10%.

Se realizaron disecciones sistematizadas que incluían las regiones de rodilla y pierna, con un abordaje anteromedial. Se registraron como variables: el lado (izquierdo/derecho); la altura de la pierna medida desde la interlínea articular (IA) hasta el maléolo externo (ME) en el sector externo; las distancias desde la inserción tendinosa hasta la IA y el borde anterior de la tibia (BAT); la longitud del tendón, y su diámetro para los músculos grácil y semitendinoso; y la distancia entre ambos puntos de inserción. El largo de los tendones fue medido desde el sector más distal de la unión miotendinosa (apreciada macroscópicamente) hasta el sitio de inserción, mientras que su diámetro fue medido en el sector más estrecho. El proceso de disección y registro de medidas fue realizado solo por dos de los autores con el fin de disminuir el sesgo de observación. Para las longitudes se utilizó una cinta métrica flexible, mientras que para la medición de diámetros se prefirió un calibre milimetrado.

Se les realizó un estudio de ecografía de partes blandas a nueve voluntarios de ambos sexos, en ambos miembros inferiores. Se utilizó un equipo Alpinion I7 con sonda lineal L3-12T. Dicho procedimiento fue llevado a cabo por uno de los autores, con experiencia en la materia. Se obtuvieron variables similares a las obtenidas en la disección cadavérica. Los datos fueron registrados en una planilla de Microsoft Excel®, y luego se procesaron utilizando el programa de análisis estadístico SPSS® versión 23.0 para Windows. Las variables cuantitativas fueron comparadas mediante test *t* de Student, y se realizaron modelos de regresión lineal para correlacionar algunas de ellas. Se consideró estadísticamente significativo un valor $p < 0.05$.

RESULTADOS

Disección cadavérica

De la disección de los veinticuatro miembros inferiores (fig. 1), trece (54.2%) correspondieron a miembros izquierdos y once (45.8%) a miembros derechos. La altura de las piernas, medidas desde la IA hasta el ME, varió en un rango de entre 31 y 41.5 cm, con una media de 36.23 cm y un desvío estándar de 2.94 cm.

Las medidas de distancia desde el punto de inserción del

TABLA 1. VARIABLES MORFOMÉTRICAS Y DE INSERCIÓN DE AMBOS TENDONES

Variable	Grácil	Semitendinoso	Valor p
Distancia a la IA	4.62 ± 0.53	5.71 ± 0.68	<0.001*
Distancia al BAT	2.71 ± 0.79	2.71 ± 0.62	1
Longitud del tendón	13.29 ± 0.92	16.42 ± 1.81	<0.001*
Diámetro del tendón	0.55 ± 0.12	0.68 ± 0.20	0.009*

Todos los valores se expresan como media ± DE y se encuentran en cm. * Diferencia estadísticamente significativa.

TABLA 2. COMPARACIÓN ENTRE MEDIDAS DE DISECCIÓN Y ECOGRÁFICAS

Variable	Disección cadavérica (n = 24)	Ecografía (n = 18)	Valor p
Altura de la pierna	36.23	38.67	0.004*
Longitud del tendón grácil	13.29	15.22	<0.001*
Diámetro del tendón grácil	0.55	0.42	<0.001*
Longitud del tendón ST	16.42	17.61	0.012*
Diámetro del tendón ST	0.68	0.57	0.023*

Todos los valores se expresan como media, en cm. * Diferencia estadísticamente significativa.

tendón hasta la IA y hasta el BAT, así como la longitud y el diámetro de los tendones de los músculos grácil y semitendinoso se presentan en la Tabla 1. Se destaca que al comparar las distintas medidas entre estos dos tendones se halló una diferencia estadísticamente significativa en la distancia desde la inserción a la IA, la longitud del tendón y el diámetro del tendón. En estas tres medidas, el semitendinoso presentaba valores superiores a los del grácil.

Las distancias desde la inserción tendinosa de los músculos hasta la IA y hasta el BAT pueden ser visualizadas en el gráfico 1, donde se presentan en forma de sistema de coordenadas, con los respectivos promedios explicitados.

Al medir directamente la distancia entre los puntos de inserción de ambos músculos, el valor obtenido fue de 1.10 cm en promedio, con un desvío estándar de 0.30 cm.

Realizando un gráfico de dispersión de puntos entre las variables altura de la pierna versus longitud de los tendones, y altura de la pierna versus distancia desde la inserción hasta la IA, se visualiza una cierta línea de tendencia (gráf. 2 y 3). Se realizó un modelo de regresión lineal simple para cada una de estas relaciones. Los modelos fueron significativos para predecir la longitud del tendón del grácil ($p = 0.043$), la distancia de inserción del grácil a la IA ($p = 0.016$) y la distancia de inserción del semitendinoso a la IA ($p = 0.009$), en función del largo de la pierna. El modelo para predecir la longitud del tendón del semitendinoso no fue significativo ($p = 0.105$). Las ecuaciones se presentan en los respectivos gráficos.

Ecografía de partes blandas

En cuanto al estudio de la pata de ganso mediante ecografía (fig. 2), se destaca que los voluntarios presentaron

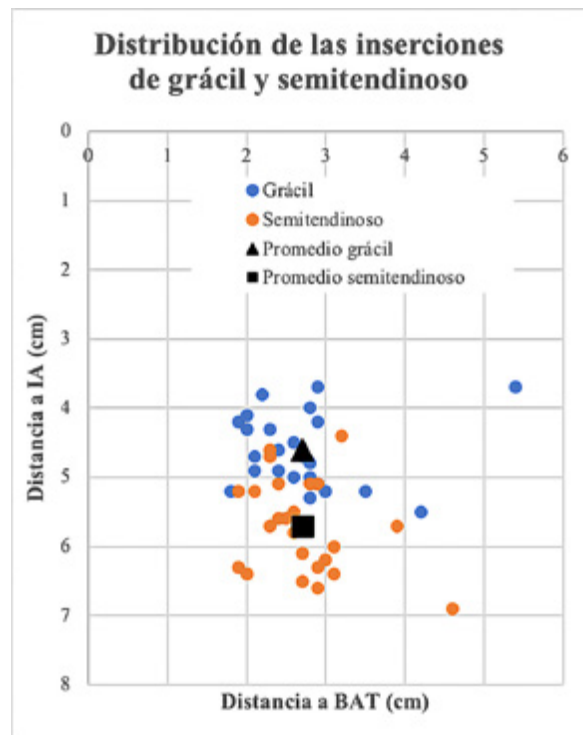


Gráfico 1: Distribución de las inserciones de grácil y semitendinoso.

un largo de pierna promedio de 38.67 cm, mayor al de la población cadavérica (valor $p = 0.004$).

Los valores promedio de las variables de longitud y diámetro de los tendones obtenidos mediante ecografía se muestran en la Tabla 2, en comparación con los valores cadavéricos. Cabe destacar que se hallaron diferencias estadísticamente significativas para todas las variables.

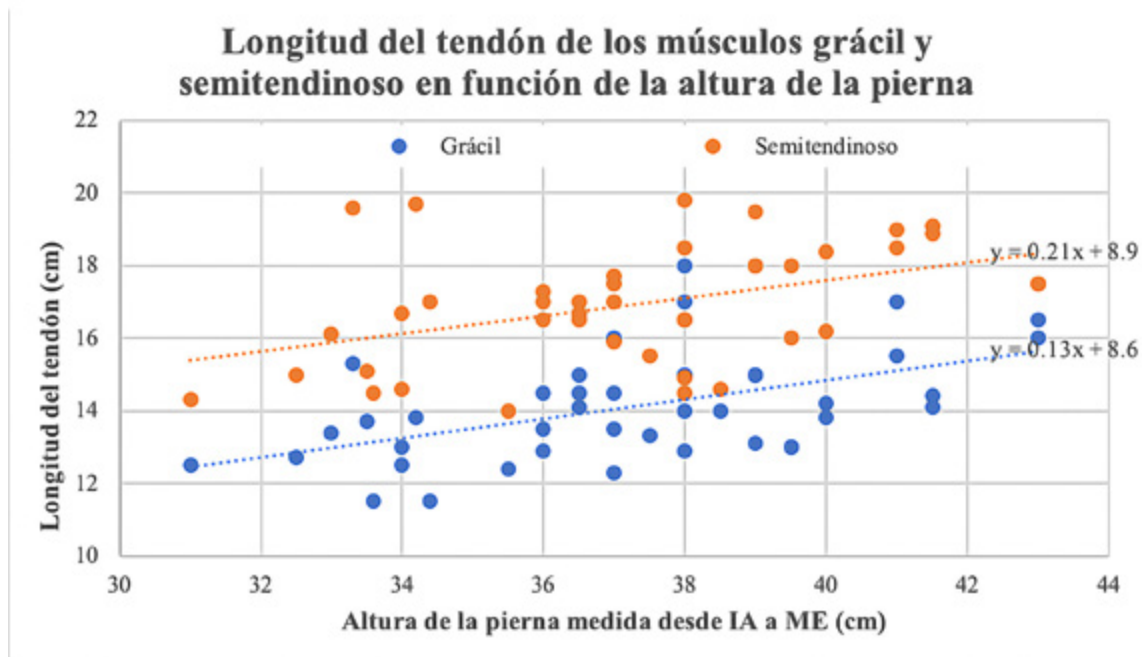


Gráfico 2: Longitud del tendón de los músculos grácil y semitendinoso en función de la altura de la pierna.

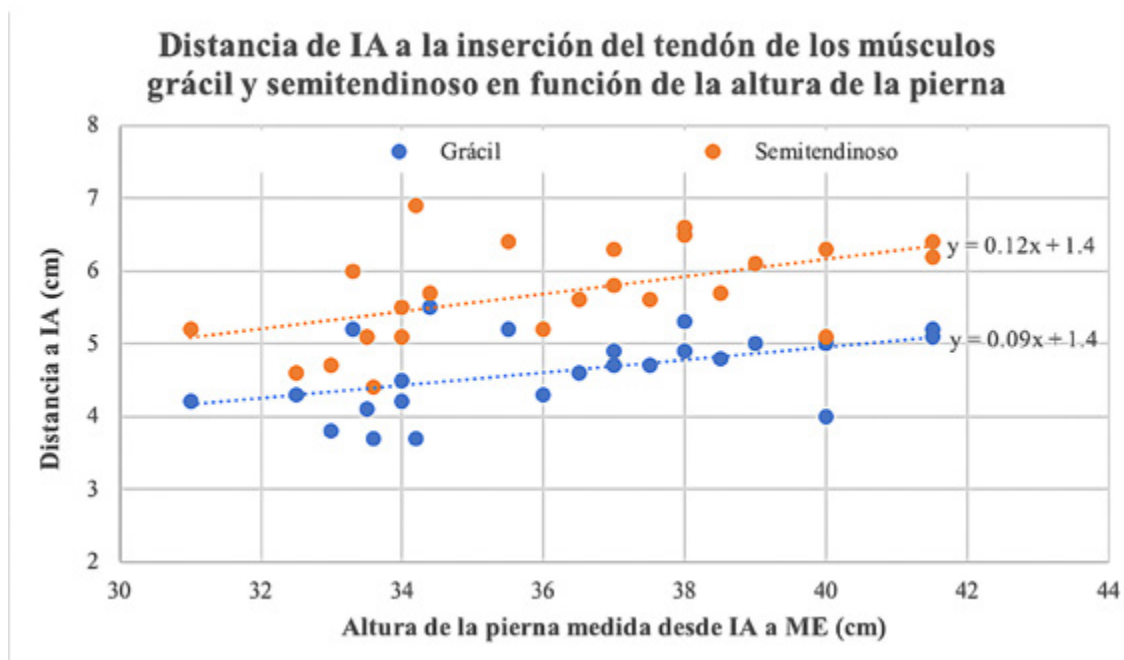


Gráfico 3: Distancia de IA a la inserción del tendón de los músculos grácil y semitendinoso en función de la altura.

A nivel distal, los tendones de la pata de ganso se tornan imposibles de individualizar mediante ecografía, dado que se visualiza un área de inserción común. La topografía del área se estableció midiendo desde la IA has-

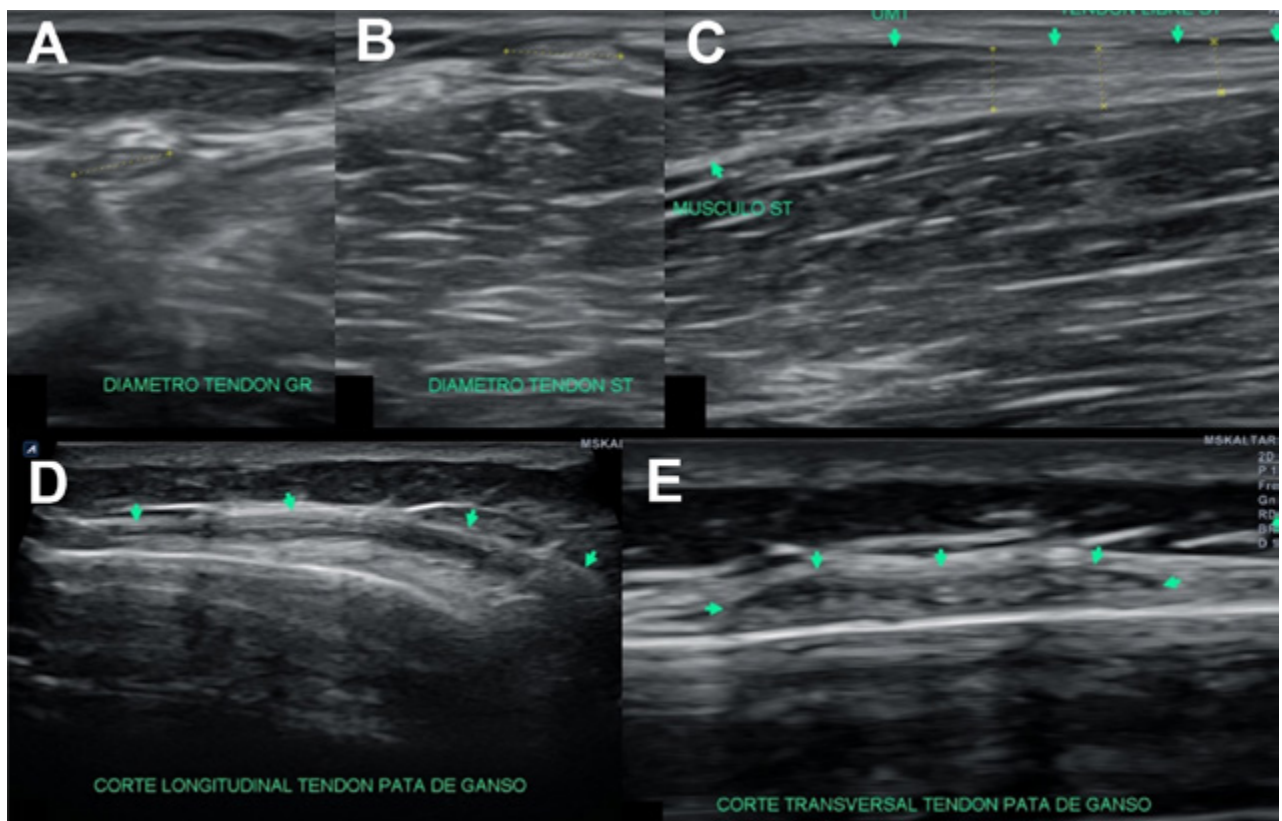


Figura 2: Imágenes ecográficas de los tendones grácil y semitendinoso y sus inserciones A) Corte transversal para medir diámetro del grácil. B) Corte transversal para medir diámetro del semitendinoso. C) Corte longitudinal que involucra al músculo semitendinoso, la unión miotendinosa y su tendón. D) Corte longitudinal de área de inserción común de la pata de ganso. E) Corte transversal del sitio de inserción común de la pata de ganso.

ta su sector superior y desde el BAT hasta su sector lateral. Las medidas promedio fueron de 3.93 ± 0.42 cm y 1.02 ± 0.29 cm, respectivamente. La altura (cefalocaudal) de dicha área fue en promedio 1.73 ± 0.28 cm.

DISCUSIÓN

Los músculos grácil y semitendinoso se encuentran en la cara medial de la rodilla, localizados entre las capas I y II descritas por Warren y Marshall. La capa I incluye el sartorio y la fascia del muslo asociada a dicho músculo, mientras que en la capa II encontramos al ligamento colateral medial superficial de la articulación de la rodilla. La inserción de estos músculos en el sector anteromedial de la tibia se da por medio de una estructura común denominada pata de ganso, donde la aponeurosis de inserción es compartida.^{10, 11} Al cosechar el injerto, el cirujano debe incidir sobre el punto de inserción y diferenciar ambas estructuras, por lo que se torna importante la noción anatómica de estos tendones por separado.

A la hora de utilizar el injerto para la reconstrucción del LCA, toman especial relevancia las características morfológicas de los tendones, ya que sus propiedades biomecánicas estarán en directa relación con el diámetro del injerto logrado.⁵ A menudos los tendones se prepa-



Figura 3: Vista anteromedial de tibia izquierda. El área de inserción para los músculos grácil y semitendinoso se marca en rojo mientras se indica de forma más precisa la inserción promedio de cada uno de ellos por separado. GR: Grácil. ST: Semitendinoso.

ran formando un injerto cuadruplicado con el fin de obtener el diámetro adecuado para la reconstrucción, que deberá ser lo más cercano posible a los 9 mm.¹ Estudios recientes que sugieren una tasa de fallo superior en los injertos con menos de 8 mm de diámetro son los que fundamentan esta afirmación.¹² Claro está que las chances de multiplicar el tendón quedan supeditadas a su largo.

Puntos de inserción y emplazamiento de la incisión

El presente estudio muestra que la inserción de los dos tendones se da a igual distancia del borde anterior de la tibia (2.7 cm de media para ambos tendones), variando significativamente en la distancia hasta la interlínea articular (4.62 cm de media para el grácil y 5.71 cm para el semitendinoso). Tomando en cuenta los valores promedio, podemos decir entonces que la inserción del grácil se da 1 cm más proximal a la del semitendinoso. Utilizando las medias y dos desvíos estándar hacia cada lado, determinamos que el área de inserción se encuentra de 1 a 4 cm medial al BAT y de 3.5 a 7 cm inferior a la IA (fig. 3).

A la hora de comparar nuestros resultados con trabajos similares que estudian la anatomía de la inserción de la pata de ganso, debemos destacar que los puntos de referencia a menudo varían. Diversos estudios toman como referencia la tuberosidad anterior de la tibia, lo cual dificulta la comparación en el eje longitudinal.^{10,13} En cuanto a la distancia al borde anterior de la tibia, Pagnani *et al.* reportan 22.5 mm, una medida algo menor a la hallada en el presente estudio.¹⁰

En busca de una relación directa entre la longitud de la pierna y la distancia desde la IA al punto de inserción, se planteó una regresión lineal. Esta fue significativa, y las ecuaciones presentadas en el gráfico 3 muestran que dicha distancia se estima en una décima parte de la altura total de la pierna, con la pequeña variabilidad correspondiente a uno y otro tendón. Este conocimiento puede ser de utilidad a la hora de enfrentarse a un paciente de estatura extremadamente alta o baja, ya que las referencias típicas para la inserción suelen ser en medidas absolutas.

Morfología de los tendones

Las medidas de largo y diámetro de cada uno de los tendones cobran especial importancia para la reconstrucción del LCA, ya que se requieren medidas mínimas para poder llevar a cabo el procedimiento. Como ya se mencionó anteriormente, el diámetro deseado de 9 mm es el óptimo para que las propiedades mecánicas del injerto cumplan con los requisitos de la reconstrucción.^{1,5} La fuerza y rigidez del injerto se incrementan según su cantidad de hebras.¹³

El diámetro promedio hallado en las disecciones del presente estudio es de 5.5 para el músculo grácil mm y de 6.8 mm para el semitendinoso. Tomando esto en cuenta

podemos acordar que dichos tendones son suficientemente gruesos para obtener el diámetro teórico deseado. Pueden encontrarse diferencias entre las medidas del presente estudio y las medidas quirúrgicas de los mismos tendones, ya que estas últimas se realizan luego de limpiar las fibras musculares que puedan permanecer en el injerto.

Para llevar a cabo la preparación del injerto cuadruplicándolo, es necesario contar con la longitud adecuada, dado que se dividirá según el número de dobleces a realizar. El valor promedio para el largo del grácil fue de 13.29 cm y para el semitendinoso fue de 16.42 cm. Queda claro que la limitación para el injerto estará ligada al más corto de ambos, es decir, el grácil.

Diversos estudios han intentado predecir la morfología de estos tendones basándose en diversas variables independientes. En uno de estos, el largo de la pierna mostró una fuerte correlación con el largo del injerto y moderada correlación con el diámetro.¹⁴ El presente estudio consiguió, a través de una regresión lineal, establecer un vínculo entre el largo de los tendones y el largo de la pierna (tomado mediante medidas externas). Las ecuaciones correspondientes se presentan en el gráfico 2 y muestran que las longitudes de los tendones se pueden aproximar de la siguiente manera: para el grácil se calcula la décima parte de la longitud de la pierna y se le suman 10 cm; para el semitendinoso se calcula la quinta parte de la longitud de la pierna y se le suman 9 cm. Este método innovador de calcular el largo de estos tendones cobra fuerza al tratar a pacientes de estatura extremadamente alta o baja, como sucedía con la regresión previamente mencionada.

Estudio por ecografía

Al comparar las medidas cadavéricas con las ecográficas destacan más las diferencias que las similitudes. El largo de la pierna, variable independiente dada enteramente por la población estudiada, resultó ser mayor que la cadavérica. Esto puede ser causado por un sesgo de conveniencia, ya que para el estudio ecográfico se utilizaron voluntarios jóvenes y la mayoría de los cadáveres utilizados fueron de personas mayores.

Al comparar el resto de las variables encontramos más diferencias, con la ecografía sobreestimando el largo de los tendones y subestimando el diámetro de estos con respecto al estudio cadavérico. Esto puede deberse a la diferencia de base en el largo de pierna, y también a dificultades de esta técnica imagenológica. Es difícil saber el peso relativo de cada una de estas posibles causas, por lo que sería ideal profundizar este problema de investigación en futuros trabajos, donde se logren poblaciones comparables.

El área de inserción determinado mediante ecografía se encuentra a una distancia similar de la IA que la hallada mediante disección, al igual que sucede con la distancia al BAT.

Como otra posible causa de diferencias entre la ecografía y la disección siempre se ha de tener en cuenta que las mediciones cadavéricas fueron realizadas en cadáveres formolados, que pueden presentar retracción de los tejidos y leves cambios morfológicos.

CONCLUSIONES

Se presenta un estudio que profundiza en la anatomía de los tendones de los músculos grácil y semitendinoso, aplicado a la reconstrucción del LCA. Concluimos que el punto de inserción distal del tendón del músculo grácil fue en promedio a 2.7 cm del BAT y a 4.6 cm de la IA, para el tendón del semitendinoso dichas medidas fueron 2.7 cm y 5.7 cm, respectivamente. Las medidas obtenidas en cuanto a longitud y diámetro prueban que los tendones son pasibles de ser utilizados como injerto, cumpliendo las propiedades biomecánicas buscadas.

La ecografía no mostró ser un buen estudio para determinar la morfología de los tendones grácil y semitendinoso, aunque sí puede ayudar al momento de visualizar el punto de inserción tendinoso. La diferencia en las mues-

tras poblacionales puede haber influido este resultado.

Finalmente, presentamos métodos innovadores de calcular, tanto la distancia a la IA como la longitud de los tendones basados en el largo de la pierna, lo cual puede ser de utilidad en casos particulares.

Consentimiento informado

Los cadáveres utilizados para la realización del presente trabajo de investigación fueron donados en vida y voluntariamente al Departamento de Anatomía de la Universidad de la República (Montevideo, Uruguay), para la investigación y la docencia. Los autores agradecen a todos aquellos que llevan a cabo dicho proceso en favor de la ciencia.

Contribuciones

Diseño del estudio y elaboración del protocolo: NC, JDC

Disección y medidas: NC, SH

Ecografía: AA

Búsqueda bibliográfica: JK, JDC

Procesamiento estadístico: JK

Elaboración del manuscrito: JK, SH

Aprobación del manuscrito: JK, SH, NC, AA, JDC

BIBLIOGRAFÍA

- Monllau JC; Petersen W; Fink C; Scheffler SU; Gelber PE; Hoser C. Graft harvest and preparation. *Anterior Cruciate Ligament Reconstr*, 2014; 17: 129–46.
- Mirzatooei F. Comparison of short term clinical outcomes between transtibial and transportal TransFix® femoral fixation in hamstring ACL reconstruction. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2012; 46(5): 361–36.
- Marder RA; Raskind JR; Carroll M. Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med*, 1991; 19(5): 478–84.
- Ágüetti P; Buzzi R; Zaccherotti G; De Biase P. Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 1994; 22(2): 211–8.
- Noyes F; Butler D; Grood E; Zernicke R; Hefzy M. Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone J Surg Am*, 1984; 66: 344–52.
- Rosenberg T; Deffner K. ACL Reconstruction: Semitendinosus tendon is the graft of choice. *Orthopedics*, 1997; 20(5): 396–8.
- Shaieb MD; Kan DM; Chang SK; Marumoto JM; Richardson AB. A prospective randomized comparison of patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 2002; 30(2): 214–20.
- Eriksson K; Hamberg P; Jansson E; Larsson H; Shalabi A; Wredmark T. Semitendinosus muscle in anterior cruciate ligament surgery: Morphology and function. *Arthroscopy*, 2001; 17(8): 808–17.
- Gelber PE. How to improve the prediction of quadruple semitendinosus and gracilis autograft sizes with magnetic resonance imaging and ultrasonography. *Orthop J Sport Med*, 2013; 1(4): 1–2.
- Pagnani MJ; Warner JJP; O'Brien SJ; Warren RF. Anatomic considerations in harvesting the semitendinosus and gracilis tendons and a technique of harvest. *Am J Sports Med*, 1993; 21(4): 565–71.
- Solman CG; Pagnani MJ. Hamstring tendon harvesting reviewing anatomic relationships and avoiding pitfalls. *Orthop Clin North Am*, 2003; 34(1): 1–8.
- 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. *Arthroscopy*, 2012; 28: 526–31.
- Tillett E; Madsen R; Rogers R; Nyland J. Localization of the Semitendinosus-gracilis tendon bifurcation point relative to the tibial tuberosity: an aid to hamstring tendon harvest. *Arthroscopy*, 2004; 20(1): 51–4.
- Schwartzberg R; Burkhart B; Larivière C. Prediction of hamstring tendon autograft diameter and length for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2008; 37(3): 157–9.