



Contents lists available at ScienceDirect

Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

journal homepage: www.elsevier.es/rot

Original

Análisis de los resultados de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior asociado al refuerzo con cinta de alta resistencia (material de polietileno trenzado de ultra alto peso molecular)

Analysis of the results of anterior cruciate ligament reconstruction associated with high-resistance tape reinforcement (ultra-high molecular weight polyethylene braided material)

A.N. Toro-Ibarguen ^{a,*}, E. Sánchez Benito ^b y J.M. Cortés Villar ^b^a Unidad de Cadera y Rodilla, Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Hospital Universitario de Fuenlabrada, Fuenlabrada, Madrid, España^b Clínica Centro, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Palabras clave:

Reconstrucción del LCA
Refuerzo
Cinta de alta resistencia
XBraid

RESUMEN

Antecedentes y objetivo: El objetivo primario es evaluar los resultados clínicos y funcionales del refuerzo con cinta en las reconstrucciones del ligamento cruzado anterior (LCA), registrando las complicaciones, así como la tasa de reintervenciones y de fracaso del injerto del LCA.

Materiales y métodos: Análisis retrospectivo de reconstrucciones del LCA con autoinjerto de isquiotibiales (IQT) a los que se les asoció un refuerzo con cinta de alta resistencia. Incluimos pacientes en los que obtuvimos un injerto de IQT < 8 mm o ≥ 8 mm de mala calidad. Se registró edad, sexo, índice de masa corporal (IMC) y actividad previa. Se realizó una evaluación clínica y funcional donde se registró el rango de movilidad posoperatoria (ROM), el dolor y la escala funcional de Lysholm. Se analizaron la tasa de complicaciones, la tasa de fallo del injerto y la tasa de reintervenciones.

Resultados: Se incluyeron un total de 160 pacientes con una edad media de 29,19 años. De estos, 98 eran varones y 62 mujeres, y el IMC medio fue de 23,5. El seguimiento medio fue de 31,7 meses. El ROM medio fue de 137,2°, el dolor medio fue de 0,8 y la puntuación media en la escala de Lysholm fue de 95,1. Detectamos una tasa de complicaciones del 11%, de los cuales hubo que reintervenir al 5%. La tasa de fallo del injerto fue del 1,3%. Se asoció la obtención de una plastia < 8 mm al sexo femenino con una $p < 0,0001$ con el test exacto de Fischer. En los demás parámetros, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre aquellos pacientes que habían recibido un injerto < 8 mm y aquellos con injertos ≥ 8 mm.

Conclusiones: El presente estudio muestra que el uso de un refuerzo en la reconstrucción del LCA es un procedimiento seguro, que ofrece excelentes resultados clínicos y funcionales. y una baja tasa de reintervenciones y de fallo del injerto.

ABSTRACT

Background and objective: The primary objective is to evaluate the clinical and functional outcomes of tape reinforcement in anterior cruciate ligament (ACL) reconstructions, recording complications, as well as the rate of reinterventions and graft failure.

Materials and methods: Retrospective analysis of ACL reconstructions with hamstring (HS) autograft that were reinforced with high-strength tape. We included patients in whom we obtained a graft of HS < 8 mm or ≥ 8 mm of poor quality. Age, sex, body mass index (BMI), and previous activity were recorded. Clinical and functional evaluation were made and postoperative range of motion (ROM), pain, and Lysholm functional scale were recorded. Complication rate, graft failure rate, and reintervention rate were analyzed.

Keywords:

ACL reconstruction
Reinforcement
High-resistance tape
XBraid

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: aonia.orot@gmail.com (A.N. Toro-Ibarguen).<https://doi.org/10.1016/j.recot.2025.05.005>

Recibido el 28 de enero de 2025; Aceptado el 19 de mayo de 2025

On-line xxx

1888-4415/© 2025 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Cómo citar este artículo: A.N. Toro-Ibarguen, E. Sánchez Benito and J.M. Cortés Villar, Análisis de los resultados de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior asociado al refuerzo con cinta de alta resistencia (material de polietileno trenzado de ultra alto peso molecular), Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología, <https://doi.org/10.1016/j.recot.2025.05.005>

Results: A total of 160 patients were included, with a mean age of 29.19 years. Of these, 98 were male and 62 female, with a mean BMI of 23.5. The mean follow-up period was 31.7 months. The average ROM was 137.2°, the mean pain level was 0.8, and the average Lysholm score was 95.1. The complication rate was 11%, with 5% requiring reoperation. The graft failure rate was 1.3%. A graft diameter < 8 mm was associated with females with Fisher's exact test of $P < .0001$. In the other parameters, no statistically significant differences were found between patients with grafts < 8 mm and those with grafts ≥ 8 mm.

Conclusions: This study demonstrates that tape reinforcement in ACL reconstruction is a safe procedure, offering excellent clinical and functional outcomes with low reinterventions and graft failure rates.

Introducción

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) es uno de los procedimientos quirúrgicos ortopédicos más realizados en el mundo^{1,2}. A pesar de sus elevadas tasas de éxito, la laxitud residual y el fracaso del injerto siguen suponiendo un desafío para los cirujanos³⁻⁵.

Se ha observado que uno de los factores que más predisponen al riesgo de rotura del injerto es el diámetro del injerto, observándose menores tasas de fracaso en injertos iguales o mayores a 8 mm de diámetro⁶⁻⁹. Si bien existen algunos trabajos^{10,11} que permiten predecir el diámetro del injerto antes de la intervención, estos no garantizan que la obtención de la misma sea completa, ni predice la calidad de los mismos. Por otro lado, se ha comprobado que el éxito de la cirugía del LCA está sujeta a la capacidad del injerto para soportar las cargas apropiadas durante la rehabilitación y la práctica deportiva posterior. Durante el primer año posterior a la reconstrucción, es decir, durante la maduración temprana, los injertos son particularmente vulnerables a una nueva lesión ya que la resistencia del injerto se reduce entre un 30 y un 50%^{12,13}. Es por ello que los métodos quirúrgicos que se emplean para aumentar la fuerza de la construcción del injerto y proteger al injerto durante las primeras fases de integración/ligamentización son de gran interés.

Recientemente, se ha descrito el uso de una cinta de sutura (un material de polietileno trenzado de ultra alto peso molecular) como refuerzo para la reconstrucción del LCA^{14,15}. El objetivo del mismo es proteger al injerto durante su proceso de ligamentización de cargas excesivas, en otras palabras, la cinta de alta resistencia actúa como un cinturón de seguridad, protegiendo al injerto y brindando soporte biomecánico durante las fases de proliferación, maduración y cicatrización del injerto^{14,15}. Hasta la fecha, el refuerzo con cinta de sutura ha mostrado resultados favorables en varias reparaciones primarias ligamentosas¹⁶⁻²¹. Pero a la hora de agregar un procedimiento quirúrgico, no debemos olvidarnos de las complicaciones que puede acarrear. Se han realizado pocos estudios en los que se analice los resultados del uso del refuerzo con cinta de sutura en las reconstrucciones del LCA²²⁻²⁴.

Es por todo esto que el objetivo primario del estudio fue evaluar los resultados clínicos y funcionales del refuerzo con cinta de alta resistencia en la reconstrucción del LCA. Los objetivos secundarios incluían la descripción de las complicaciones postoperatorias, así como la tasa de reintervenciones y de fracaso del injerto de LCA.

Material y método

Estudio retrospectivo de pacientes intervenidos por vía artroscópica de una reconstrucción del LCA a los que se les asoció un refuerzo con cinta de alta resistencia entre enero de 2020 y diciembre de 2020 en nuestra institución. Todos ellos fueron intervenidos y supervisados por 3 cirujanos con formación especial en rodilla. El estudio se realizó de conformidad con los estándares éticos reconocidos por la Declaración de Helsinki y la resolución 008430 de 1993 y cuenta con la aprobación del Comité Ético de la Institución con código interno CE042309.

Quedaron incluidos aquellos pacientes en los que durante la cirugía obtuvimos un injerto de isquiotibiales (IQT) con un diámetro < 8 mm o bien, aquellos en los que a pesar de que el diámetro obtenido fuera ≥ 8 mm el injerto fue considerado de mala calidad. Fueron excluidos

del estudio los pacientes esqueléticamente inmaduros, aquellos sometidos a una cirugía de revisión de plastia del ligamento cruzado anterior (LCA), las reconstrucciones primarias de LCA en las que se emplearon aloinjertos o autoinjertos distintos a los IQT, así como aquellos casos en los que se obtuvo un injerto de IQT con un diámetro ≥ 8 mm y que no fue considerado de mala calidad. También se excluyeron los pacientes en los que se realizó una cirugía concomitante del ligamento cruzado posterior, ligamentos colaterales u osteotomías.

Técnica quirúrgica

El procedimiento se realizó en todos los casos con anestesia raquídea. Se administró profilaxis antibiótica de 2 g de cefazolina. Se colocó al paciente en decúbito supino y se realizó isquemia mediante sistema a 300 mmHg. El primer paso fue la extracción de los tendones semitendinosos y recto interno, estos injertos se reforzaron con cinta de sutura XBraid TT® (Stryker), la cual se pasó a través del botón femoral ProCinch® (Stryker) creando un aumento doble de XBraid TT® (Stryker) (fig. 1).

Para evitar infecciones se colocó este injerto en solución fisiológica con vancomicina (500 mg/100 cc de suero salino fisiológico). Se realizó una artroscopia diagnóstica por portales estándares. Se identificó la huella del remanente del LCA. Se realizó portal accesorio anteromedial. Se le realizó reconstrucción del LCA mediante técnica anatómica. En el lado femoral se empleó un dispositivo de suspensión ajustable ProCinch® (Stryker). En el lado tibial se fijó la plastia de LCA con un tornillo interferencial Biosteon® (Stryker) (fig. 2) y una grapa, pasando una de las suturas de alta resistencia por fuera de la misma (fig. 3) utilizándolo de manera de poste y atándose sobre esta (fig. 4).

Evaluación clínica y funcional

Las historias clínicas de los pacientes se revisaron individualmente para obtener datos demográficos como edad, sexo, índice de masa corporal (IMC) y actividad previa. Se analizaron, así mismo, las lesiones asociadas a la rotura del LCA como, roturas meniscales, de raíz posterior o lesiones condrales.

La evaluación clínica se realizó en las sucesivas revisiones presenciales al mes, 3 meses, 6 meses y al año. A los 2 años se le realizó una última revisión telefónica. Se registró el rango de movimiento posquirúrgico y el dolor mediante el uso de la escala visual analógica del dolor (EVA). La escala Lysholm²⁵ la utilizamos para poder determinar la función posterior a la cirugía. La puntuación varía de 0 (elevada discapacidad) a 100 (menor discapacidad). Según la puntuación obtenida en el cuestionario, el score funcional se dividió en: Pobre con puntuación menor de 65, justa entre 65-83, buena entre 84-90 y excelente con puntuaciones mayores a 90.

Se registraron complicaciones postoperatorias inmediatas o a corto plazo, dividiéndolas en: sinovitis o derrame aséptico, infección, lesiones neurovasculares, presencia de lesión de cílope y rigidez, la cual definimos como una incapacidad para la flexión de la rodilla de más de 60° a las 6 semanas. Así mismo, estudiamos la tasa de reintervenciones a corto plazo y la tasa de fracaso del injerto. El fracaso de la reconstrucción del LCA se definió como la rotura del injerto diagnosticado por resonancia magnética y/o la necesidad de realizar un procedimiento de revisión de

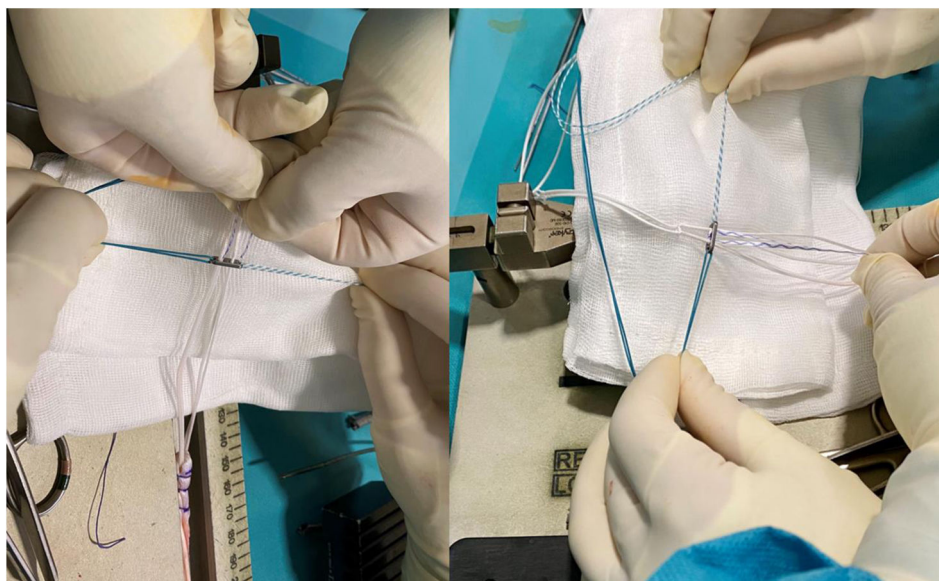


Figura 1. Autoinjerto de LCA de IQT cuadruplicado preparado con el sistema de fijación suspensoria. Los 2 extremos de la cinta de sutura se pasan a través de los orificios del botón femoral, de proximal a distal, de modo que ambos extremos de la sutura se dirijan distalmente acompañando al injerto, actuando como un «cinturón de seguridad».



Figura 2. Fijación tibial con tornillo interferencial, colocando siempre la cinta XBraid posterior al injerto.

la plastia. Al final del seguimiento se registró la tasa de reincorporación a la actividad deportiva previa de nuestros pacientes.

Sabiendo que la tasa de fallo es mayor en el subgrupo de pacientes con injertos $< 8\text{ mm}$ ⁸, quisimos realizar un análisis comparativo entre aquellos pacientes con injertos $< 8\text{ mm}$ y aquellos en los que se obtienen diámetros $\geq 8\text{ mm}$.

Por último, y conociendo que la asociación de un procedimiento extraarticular lateral podría tener un efecto protector sobre plastias $< 8\text{ mm}$ ²⁶, también realizamos una tabla comparativa entre aquellos pacientes en los que se había asociado una tenodesis extra-articular lateral modificada y en los que no.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa IBM® SPSS® Statistics version 22 (SPSS Inc. Chicago, Illinois, EE. UU.). Las variables cualitativas o categóricas se expresaron mediante recuentos o porcentajes de las distintas categorías. La relación entre estas variables cualitativas se estudió mediante tablas de contingencia que se analizaron



Figura 3. Una vez colocado el tornillo interferencial, se vuelve a tensar la cinta de refuerzo y se fija una de las hebras de la sutura XBraid y el injerto con una grapa.

por medio de la prueba exacta de Fisher (tablas 2×2) o de la χ^2 de Pearson (resto de tablas de contingencia). Las variables cuantitativas se expresaron con la media como medida de tendencia central y con la



Figura 4. Se tensa la cinta XBraid una vez más y se anuda sobre la grapa.

desviación típica como medida de dispersión. La normalidad de estas variables se determinó mediante el contraste de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizó la prueba de la t de Student para comparar las medias de las variables con distribución normal entre las distintas categorías de variables cualitativas. En el caso de variables sin distribución normal, se utilizó la prueba de la U de Mann-Whitney para los contrastes de hipótesis.

Todas las comparaciones estadísticas fueron bilaterales, considerándose un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

Resultados

Un total de 181 pacientes fueron sometidos a una cirugía de reconstrucción del LCA con autoinjerto de IQT asociados a cinta de alta resistencia independiente de refuerzo. De estos, 15 pacientes fueron excluidos; 8 casos por cirugía de revisión de LCA, 5 casos en los que se empleó aloinjerto de IQT, un caso en el que se realizó una cirugía concomitante de ligamento cruzado posterior y otro caso en el que se realizó una plastia asociada de ligamento colateral medial. El seguimiento mínimo fue de 24 meses, con una media de $31,7 \text{ meses} \pm 3,7$ (rango: 24-37 meses). De los 166 pacientes que cumplían los criterios de inclusión para el estudio, 6 se perdieron en el seguimiento quedando un total de 160 pacientes para ser finalmente analizados (fig. 5).

La edad media fue de $29,19 \text{ años} \pm 11,45$ (rango: 15-63 años), 98 (61,3%) fueron varones y 62 (38,8%) fueron mujeres, y el IMC medio fue de $23,5 \pm 2,8$ (rango: 18,1-33,6). De nuestros pacientes el 91,9% realizaban deporte previo a la rotura del LCA.

Durante el procedimiento quirúrgico se confirmó la rotura del LCA en todos los pacientes. Los hallazgos intraoperatorios asociados, así como las cirugías adicionales que se realizaron en el momento de la cirugía, se resumen en la tabla 1.

Los resultados de la evaluación clínica y funcional están resumidos en la tabla 2.

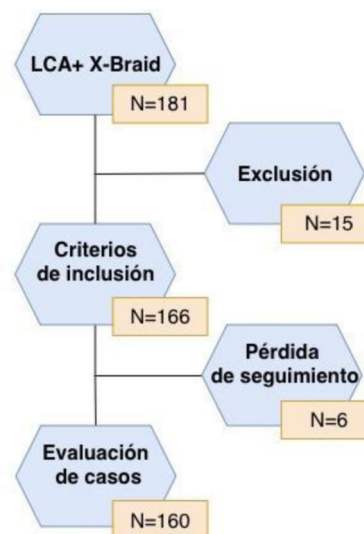


Figura 5. Diagrama de flujo de los pacientes del estudio.

Detectamos una tasa de complicaciones postoperatorias del 11% (18 pacientes), observándose 5 derrames asépticos a los que tuvimos que realizar una artrocentesis, sin ningún procedimiento más asociado; ninguna infección o lesión neurovascular y 8 casos de rigidez postoperatoria, de los cuales 3 tuvieron que ser reintervenidos para realizar una artroscopia artroscópica, los otros 5 restantes obtuvieron un rango de movilidad adecuado tan solo mediante la realización de una movilización bajo anestesia. En 2 casos observamos una lesión de cópelo que les creaba un flexo de rodilla de 10° , un caso de dolor en relación con la grapa de fijación tibial y 2 casos (1,3%) de fallo del injerto a los 20 y 26 meses postoperatorios. La tasa de reintervenciones fue del 5% (8 casos): 3 debido a una rigidez postoperatoria (6 semanas tras la cirugía primaria), 2 casos por lesión de cópelo, uno por molestias en relación con la grapa y 2 casos por fracaso del injerto. La tasa de reincorporación a la actividad deportiva previa fue del 92,5%, siendo nuestros pacientes en su mayoría deportistas recreacionales.

Los injertos obtenidos de IQT tuvieron un diámetro medio de $7,7 \pm 0,6$ (rango: 6,5-10 mm). Se encontró que 93 pacientes (58,1%) obtuvieron un injerto $< 8 \text{ mm}$ y 67 pacientes (41,8%) un injerto $\geq 8 \text{ mm}$. Se asoció la obtención de una plastia $< 8 \text{ mm}$ al sexo femenino con una $p < 0,0001$ con el test exacto de Fischer. En los demás parámetros, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (tabla 3).

Se asoció una tenodesis extra-articular lateral modificada en 65 pacientes (40,6%). No se encontró diferencias estadísticamente significativas entre aquellos pacientes en los que se asoció una tenodesis lateral y en los que no (tabla 4).

Discusión

Nuestro estudio evidencia una mejora funcional importante tras la reconstrucción del LCA asociado a un refuerzo de sutura. Obtuvimos una media de dolor según la escala EVA de $0,8 \pm 1,5$, tan solo 4 pacientes presentaba una puntuación mayor a 5; uno debido posiblemente a un síndrome postmeniscectomía externa, otro paciente probablemente a consecuencia de la artrofibrosis que tuvo en el postoperatorio inmediato, y otros 2 a consecuencia de una rotura posterior del menisco interno al volver a practicar su deporte habitual.

La tasa de complicaciones total fue del 11% (18 pacientes), tasa que puede aparentar alta, pero teniendo en cuenta que el rango descrito por diversos autores oscila entre el 4 al 17,5%^{8,27-29}, la misma, se encuentra dentro de los parámetros esperados.

Tabla 1

Hallazgos intraoperatorios asociados a la lesión del LCA y procedimientos adicionales realizados durante la cirugía

Lesiones asociadas a la lesión del LCA			Cirugía adicional		
Raíz meniscal, n (%)	Interna	4 (2,5%)	Reinserción raíz meniscal, n (%)	Interna	4 (100%)
	Externa	14 (8,8%)		Externa	14 (100%)
Menisco, n (%)	Interna	56 (35%)	Sutura meniscal, n (%)	Interna	34 (73%)
	Externa	21 (13,1%)		Externa	9 (42,9%)
	Ambos	14 (8,8%)		Ambos	8 (57,1%)
Cartilago, n (%)	Fémur	9 (5,6%)	Meniscectomía, n (%)	39 (24,4%)	
	Tibia	3 (1,9%)		Desbridamiento lesión condral, n (%)	
				12 (7,5%)	

LCA: ligamento cruzado anterior.

Tabla 2Evaluación clínica y funcional de los pacientes analizados, donde observamos el rango de movimiento posquirúrgico; el dolor mediante el uso de la escala visual analógica del dolor (EVA) y la escala funcional de rodilla Lysholm²⁵

	Media	Rango o %	± desviación estándar
<i>Rango articular de movimiento posquirúrgico</i>	137,2°	110-140°	7,9
Extensión	137,7°	110-140°	6,5
Flexión	0,5°	0-10°	2,1
<i>Dolor EVA</i>	0,8	0-8	1,5
<i>Lysholm</i>	95,1	79-100	5,9
Excelente > 90	67	79,8%	
Bueno 84-90	16	19%	
Justa 65-83	1	1,2%	
Pobre < 65	0	0%	

Tabla 3

Comparación de los resultados en los pacientes con un diámetro del injerto de IQT < 8 mm y un diámetro ≥ 8 mm

	< 8 mm	≥ 8 mm	Valor de p
N	92 (57,5%)	68 (42,5%)	
Edad	29,22	29,15	> 0,05 (Test U de Mann-Whitney)
Mujeres, n (%)	48 (30%)	15 (9%)	< 0,0001 (Test de Fisher)
Varones, n (%)	44 (28%)	53 (33%)	> 0,05 (Test de Fisher)
IMC	23,1	24,0	> 0,05 (Test U de Mann-Whitney)
Actividad previa Sí	88 (55%)	63 (39%)	> 0,05 (Test de Fisher)
Lemaire	35 (38%)	30 (44%)	> 0,05 (Test de Fisher)
Rango articular de movimiento posquirúrgico	137,6	138,2	> 0,05 (Test U de Mann-Whitney)
Lysholm	94,7 ± 7,1	96,74 ± 5,0	> 0,05 (Test U de Mann-Whitney)
EVA	0,96 ± 1,6	0,68 ± 1,3	> 0,05 (Test U de Mann-Whitney)
Complicaciones	10 (10.9%)	8 (11.8%)	> 0,05 (Test de Fisher)
Fallo del injerto	1 (1%)	1 (1.5%)	> 0,05 (Test de Fisher)
Reintervenciones	3 (3.7%)	5 (7.4%)	> 0,05 (Test de Fisher)
Retorno al deporte	84 (53%)	66 (41%)	> 0,05 (Test de Fisher)

EVA: escala visual analógica del dolor; IMC: índice de masa corporal; IQT: isquiotibiales.

Tan solo observamos 5 derrames asépticos (2,8%), que precisaron de la realización de una artrocentesis para mejorar su clínica. El uso de las cintas de refuerzo se popularizó en la década de 1980, pero pronto se dejaron de emplear ya que condujeron a altas tasas de fra-

caso y a la aparición de sinovitis crónicas o derrame de rodilla aséptica. Esto se debía principalmente al material empleado como el Dacron®, Gore-Tex® o Proplast®, que resultaban altamente reactivos para el tejido sinovial^{18,19}. Hoy en día la cinta de refuerzo está hecha de poli-

Tabla 4

Comparación de los resultados en los pacientes en los que se asoció una plastia de Lemaire y en los que no

	Lemaire Sí	Lemaire No	Valor de p
N	65	95	> 0,05
Lysholm	96,36	94,7	> 0,05 (Test U de Mann-Whitney)
EVA	0,97	0,8	> 0,05 (Test U de Mann-Whitney)
Complicaciones	10	8	> 0,05 (Test de Fisher)
Fallo del injerto	1	1	> 0,05 (Test de Fisher)
Reintervenciones	3	5	> 0,05 (Test de Fisher)

EVA: escala visual analógica del dolor.

etileno/poliéster trenzado de ultra alto peso molecular, que mejora la integración tisular y protege al injerto durante el proceso de ligamentización²⁰, y parece que con ello ha disminuido la prevalencia de sinovitis crónica a cifras prácticamente nulas (0,2%)^{17,30}. Pero siguen existiendo autores que alertan sobre el uso de estas cintas de refuerzo encontrando sinovitis crónicas en porcentajes altos que oscilan entre 20-31%^{31,32}. Ekhtiari et al.³³ afirmaron que la artrofibrosis es reconocida como la complicación más frecuente en la reconstrucción del LCA, con tasas que oscilan entre el 4 al 38% según diferentes fuentes bibliográficas. En nuestro estudio la artrofibrosis fue efectivamente la complicación más frecuente, estando presente en 8 pacientes, es decir, en el 5%, y de estos en 3 casos fue necesaria la realización de una artrolysis artroscópica.

A pesar del uso de las técnicas modernas para la reconstrucción del LCA, sigue existiendo una elevada tasa de fallo del injerto que oscila entre un 5 y un 10%⁴ ocurriendo el 50% de los fallos en el primer año y casi el 75% de los fracasos en los primeros 2 años³⁴. En nuestro estudio, se observó tan solo 2 casos (1,3%) de fracaso del injerto a los 20 y 26 meses postoperatorios, tratándose ambos casos de un traumatismo directo mientras realizaban su deporte previo, habiendo estado hasta entonces con buena sensación de estabilidad. En estudios recientes se han identificado ciertas subpoblaciones con una tasa que puede llegar al 23% de rerrotura⁵. Los grupos con mayor riesgo incluyen: menores de 20 años que regresan a los deportes de pivoteo, injertos de diámetro < 8 mm y pacientes con una pendiente tibial mayor de 12°⁸. Samuelsen et al.⁴, en su metaanálisis, informaron que la tasa de fracaso del LCA usando injerto de IQT está en torno al 2,84%, pero esta tasa asciende al 7% cuando el diámetro es menor a 8 mm⁹. En nuestro estudio la tasa de fallo del injerto con diámetro < 8 mm fue del 1%, no observándose diferencias estadísticamente significativas con diámetros ≥ 8 mm.

Se han descrito técnicas que parecen disminuir las tasas de fracaso en aquellos pacientes en los que obtenemos diámetros de injerto de IQT < 8 mm, como podría ser la aumentación con los tendones IQT contralaterales o con aloinjertos; usar un nuevo injerto como podría ser hueso-tendón rotuliano-hueso o cuádriceps; o agregar una reconstrucción del ligamento anterolateral o tenodesis extraarticular lateral. Pero se ha visto que no todas estas opciones tienen buenos resultados: los injertos aumentados con IQT contralaterales tienen más tasas de fracasos que los IQT de diámetro pequeño (13 frente al 3%) y los injertos híbridos (auto- y aloinjerto) parecen tener tasas de fracaso más altas que los autoinjertos más pequeños sin refuerzo de aloinjerto (30 frente al 5%). Por otro lado, el uso de un nuevo injerto puede aumentar la morbilidad en el sitio donante con una consecuente disminución de la fuerza y un posible aumento del riesgo de rotura del LCA contralateral³⁵. Estudios recientes han demostrado que la presencia de un procedimiento extraarticular lateral podría ser una alternativa para minimizar la posibilidad de fracaso en pacientes con un diámetro de injerto de IQT < 8 mm²⁶. En nuestro estudio no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre aquellos pacientes en los que asociamos un refuerzo

extrarticular lateral y aquellos en los que no lo hicimos. Otra de las alternativas sería la posibilidad de trenzar la plastia, como describen Samitier et al.³⁶ o triplicar la plastia de IQT según describen varios autores^{37,38}, pero consideramos la fijación tibial en los sistemas de IQT un punto de debilidad importante en el constructo³⁹, y es por eso que priorizamos una doble fijación tibial con una grapa de 6 mm y el tornillo interferencial, no permitiéndonos esto triplicar la plastia para aumentar el diámetro, prefiriendo de esta manera aumentar la plastia con un refuerzo, tal y como explicamos en este artículo.

Al final del seguimiento la tasa de reincorporación a la actividad deportiva previa fue del 91,9%, tasas parecidas a las obtenidas en diferentes estudios donde se observa que oscilan entre el 80 al 100%²⁴. Bodendorfer et al.²⁷ apreciaron así mismo, que en aquellos pacientes en los que se empleó un refuerzo asociado a la reconstrucción el retorno deportivo fue significativamente más rápido ($p < 0,05$).

Creemos que el descubrimiento de métodos quirúrgicos que sean efectivos para aumentar la fuerza de la construcción del injerto y proteger al injerto durante las primeras fases de integración/ligamentización, son fundamentales para mejorar los resultados de los pacientes después de la reconstrucción del LCA.

Antes de comparar nuestros resultados con otros estudios, es importante detallar la diferencia que existe entre aumentación y refuerzo con cinta de alta resistencia: la aumentación se trata de la técnica de crear un injerto de mayor diámetro, y el refuerzo se usa para describir la técnica de fortalecer una construcción sin hacer necesariamente que el injerto tenga un diámetro mayor²⁹.

Existen varios estudios biomecánicos que muestran una ventaja potencial del uso de la cinta de alta resistencia como refuerzo en la reconstrucción del LCA, observándose una menor elongación del injerto bajo cargas cíclicas y una menor laxitud postoperatoria de la rodilla, así como un aumento de la última carga necesaria para el fallo^{18,40}. Clínicamente se han publicado varios estudios retrospectivos que comparan los resultados entre el uso o no de un refuerzo asociado a la reconstrucción del LCA con el uso de IQT, arrojando excelentes resultados con escasas complicaciones²⁷⁻²⁹. Parkes et al.²⁸ realizaron un estudio de cohortes pareadas 1:2, estudiando 36 pacientes con refuerzo y 72 sin refuerzo con un seguimiento mínimo de 2 años. La tasa de fallo del injerto en el grupo con sutura de refuerzo fue del 3%, siendo necesario reintervenir al 14% (5 pacientes) de ese grupo: 2 por una lesión del menisco interno, uno por un cólope y 2 casos de artrofibrosis. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en la tasa de complicaciones, resultados clínicos, tasa de fallo del injerto o necesidad de reintervenciones. Tan solo observaron una mejora estadísticamente significativa en la escala de actividad de Tegner. Bodendorfer et al.²⁷ analizaron una cohorte 1:1 donde compararon 30 pacientes con cinta de refuerzo frente a 30 pacientes sin el uso de este refuerzo. Observaron una tasa de fallo del injerto en el grupo de refuerzo del 6,7% (2 pacientes), igual que en el grupo control y una tasa de reintervención del 13,3%

en el grupo de refuerzo (2 artrofibrosis (6,7%) y 2 fallo del injerto) frente al 16,7% del grupo control, no existiendo diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, apreciaron que en el grupo en el que se usó cinta de refuerzo obtuvieron mejores resultados funcionales, menos dolor y un mayor porcentaje, así como más temprano, de retorno deportivo al mismo nivel.

Por último, Kitchen et al.²⁹ en su estudio, compararon 40 pacientes en los que se empleó sutura de refuerzo frente a 40 pacientes en las que no se empleó, con un seguimiento mínimo de 2 años. Tan solo observaron una mejora estadísticamente significativa en la escala de actividad de Tegner en el grupo con refuerzo. En el grupo con refuerzo la tasa de fallo del injerto fue del 5% (2 pacientes) con una tasa de reintervención del 12,5%. En este estudio tan solo el 69,2% de los pacientes se reincorporaron a su actividad deportiva previa. Al igual que en nuestro análisis, realizaron un subanálisis entre los pacientes en los que el injerto era < 8 mm frente a ≥ 8 mm sin demostrar ninguna diferencia estadísticamente significativa. En nuestra opinión, la principal conclusión de todos estos estudios es que no hay «banderas rojas» para el uso de la cinta de sutura de alta resistencia como refuerzo en las reconstrucciones del LCA, ya que no se ha demostrado que aumenten la tasa de complicaciones en las reconstrucciones del LCA²⁷⁻²⁹. Por otro lado, parece que este dispositivo puede ser una buena herramienta para mejorar los resultados y disminuir las altas tasas de fallo del injerto, pero se necesitan estudios clínicos mayores y ensayos clínicos aleatorizados que confirmen que el uso de este refuerzo suponga una ventaja y mejore los resultados en comparación con la clásica reconstrucción del LCA, y así poder justificar el coste adicional del implante⁴¹. No debemos considerar nuestros resultados sin conocer las limitaciones que presenta nuestro estudio. El diseño del mismo y el tamaño muestral nos limita a realizar un análisis estadístico más riguroso. Además, a la hora de analizar el registro postoperatorio, no quedaron registradas en la historia clínica la laxitud residual, ni las maniobras de lachman y cajón anterior. Pero nuestro estudio también presenta fortalezas. Todos los pacientes fueron intervenidos por el mismo equipo quirúrgico, sin heterogeneidad en el tipo de injerto, la técnica quirúrgica, el manejo de las lesiones meniscales y cartilaginosas o el plan de rehabilitación postoperatoria y finalmente el tamaño muestral es mayor a otros estudios en los que se analizan este tipo de técnica.

Conclusiones

El presente estudio muestra que el uso de un refuerzo con cinta de alta resistencia en la reconstrucción del LCA es un procedimiento seguro, que ofrece excelentes resultados clínicos y funcionales y una baja tasa de reintervenciones y de fallo del injerto.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia iv.

Consideraciones éticas

El estudio se realizó de conformidad con los estándares éticos reconocidos por la Declaración de Helsinki y la resolución 008430 de 1993 y cuenta con la aprobación del Comité Ético de Investigación de la Clínica Cemtro con código interno CE042309. Se obtuvo el consentimiento informado verbal de todos los participantes incluidos en el estudio.

Conflicto de intereses

El autor principal, en representación de todos los autores del artículo afirma que no existe ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Mall NA, Chalmers PN, Moric M, et al. Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Am J Sports Med.* 2014;42:2363-2370.
- Spindler KP, Wright RW. Clinical practice. Anterior cruciate ligament tear. *N Engl J Med.* 2008;359:2135-2142.
- Bach BR, Tradonsky S, Bojchuk J. Arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft: Five- to nine-year follow-up evaluation. *Am J Sports Med.* 1998;26:20-29.
- Samuels BT, Webster KE, Johnson NR, Hewett TE, Krych AJ. Hamstring autograft versus patellar tendon autograft for ACL reconstruction: Is there a difference in graft failure rate? A meta-analysis of 47,613 patients. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475:2459-2468.
- Takazawa Y, Ikeda H, Saita Y, et al. Return to play of rugby players after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autograft: Return to sports and graft failure according to age. *Arthroscopy.* 2017;33:181-189.
- 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;30:882-890.
- Spragg L, Chen J, Mirzayan R, Love R, Maletis G. The effect of autologous hamstring graft diameter on the likelihood for revision of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2016;44:1475-1481.
- 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;28:526-531.
- Mariscalco MW, Flanagan DC, Mitchell J, 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;29:1948-1953.
- Frodl A, Mayr M, Siegel M, et al. Predicting the Hamstring Graft Size for ACL Reconstruction Using a 3 D Tendon Model in Preoperative MRI. *J Clin Med.* 2025;14:2128, <http://dx.doi.org/10.3390/jcm14062128>.
- Hollnagel K, Johnson BM, Whitmer KK, Hanna A, Miller TK. Prediction of Autograft Hamstring Size for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using MRI. *Clin Orthop Relat Res.* 2019;477:2677-2684, <http://dx.doi.org/10.1097/CORR.0000000000000952>.
- Nuelle CW, Cook JL, Gallizzi MA, Smith PA. Posterior single-incision semitendinosus harvest for a quadrupled anterior cruciate ligament graft construct: Determination of graft length and diameter based on patient sex, height, weight, and body mass index. *Arthroscopy.* 2015;31:684-690.
- Treme G, Diduch DR, Billante MJ, Miller MD, Hart JM. Hamstring graft size prediction: A prospective clinical evaluation. *Am J Sports Med.* 2008;36:2204-2209.
- Claes S, Verdonk P, Forsyth R, Bellemans J. The "ligamentization" process in anterior cruciate ligament reconstruction: What happens to the human graft? A systematic review of the literature. *Am J Sports Med.* 2011;39:2476-2483.
- Drez DJ, DeLee J, Holden JP. Anterior cruciate reconstruction using bone- patellar tendon-bone allografts: A biological and biomechanical evaluation in goats. *Am J Sports Med.* 1991;19:256-263.
- Kennedy JC, Roth JH, Mendenhall HV, Sanford JB. Presidential address. Intraarticular replacement in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med.* 1980;8:1-8.
- Batty LM, Norsworthy CJ, Lash NJ, Wasiak J, Richmond AK, Feller JA. Synthetic devices for reconstructive surgery of the cruciate ligaments: A systematic review. *Arthroscopy.* 2015;31:957-968.
- Bachmaier S, Smith PA, Bley J, Wijdicks CA. Independent Suture Tape Reinforcement of Small and Standard Diameter Grafts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Biomechanical Full Construct Model. *Arthroscopy.* 2018;34:490-499.
- Soreide E, Denbeigh JM, Lewallen EA, et al. In vivo assessment of high- molecular-weight polyethylene core suture tape for intra-articular ligament reconstruction: an animal study. *Bone Joint J.* 2019;101B:238-247.
- Black AK, Schlepp C, Zapf M, Reid JB 3rd. Technique for Arthroscopically Assisted Superficial and Deep Medial Collateral Ligament-Meniscoltibial Ligament Repair With Internal Brace Augmentation. *Arthrosc Tech.* 2018;7:e1215-e1219.
- Hopper GP, Heusdens CHW, Dossche L, Mackay GM. Posterolateral Corner Repair With Suture Tape Augmentation. *Arthrosc Tech.* 2018;7:e1299-e1303.
- Hopper GP, Heusdens CHW, Dossche L, Mackay GM. Posterior Cruciate Ligament Repair With Suture Tape Augmentation. *Arthrosc Tech.* 2019;8:e7-e10.
- Wilson WT, Hopper GP, Byrne PA, MacKay GM. Anterior Cruciate Ligament Repair with Internal Brace Ligament Augmentation. *Surg Technol Int.* 2016;29:273-278.
- Van der List JP, DiFelice GS. Arthroscopic Primary Anterior Cruciate Ligament Repair With Suture Augmentation. *Arthrosc Tech.* 2017;6:e1529-e1534.
- Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med.* 1982;10:150-154.
- Helito CP, da Silva AGM, Sobrado MF, Guimarães TM, Gobbi RG, Pécora JR. Small Hamstring Tendon Graft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Combined With Anterolateral Ligament Reconstruction Results in the Same Failure Rate as Larger Hamstring Tendon Graft Reconstruction Alone. *Arthroscopy.* 2023;39:1671-1679.
- Bodendorfer BM, Michaelson EM, Shu HT, et al. Suture Augmented Versus Standard Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Matched Comparative Analysis. *Arthroscopy.* 2019;35:2114-2122.
- Parkes CW, Leland DP, Levy BA, et al. Hamstring Autograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using an All-Inside Technique With and Without Independent Suture Tape Reinforcement. *Arthroscopy.* 2021;37:609-616.
- Kitchen BT, Mitchell BC, Cognetti DJ, et al. Reconstruction With Suture Tape Reinforcement in Adolescent Athletes. *Orthop J Sports Med.* 2022;10, 23259671221085577.

30. Parchi PD, Gianluca C, Dolfi L, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with LARS™ artificial ligament results at a mean follow-up of eight years. *Int Orthop*. 2013;37:1567–1574, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-013-1917-2>.
31. Joshi A, Sable A, Usman S, Sabnis B, Bagaria V. Chronic reactive synovitis in patients undergoing ACL reconstruction and augmentation with tape-type sutures. *J Clin Orthop Trauma*. 2024;24:61.
32. Struwer J, Ziring E, Ishaque B, et al. Second-look arthroscopic findings and clinical results after polyethylene terephthalate augmented anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop*. 2013;37:327–335, <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-012-1652-0>.
33. Ekhtiari S, Horner NS, de Sa D, et al. Arthrofibrosis after ACL reconstruction is best treated in a step-wise approach with early recognition and intervention: A systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25:3929–3937.
34. Ho B, Edmonds EW, Chambers HG, Bastrom TP, Pennock AT. Risk factors for early ACL reconstruction failure in pediatric and adolescent patients: A review of 561 cases. *J Pediatr Orthop*. 2018;38:388–392.
35. Van der List JP. Editorial Commentary: What to Reinforce When You Have a Small Anterior Cruciate Ligament Graft? Focus on the Anterolateral Side. *Arthroscopy*. 2023;39:1680–1681.
36. Samitier G, Vinagre G. Hamstring Braid Graft Technique for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthrosc Tech*. 2019;8:e815–e820.
37. Nazari G, Barton KI, Bryant D, Getgood A, Brown CH Jr. Five- and six-strand hamstring grafts consistently produce appropriate graft diameters for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021;29:2940–2947.
38. Malesa K, Tramš E, Kuliński K, Kamiński R. The effectiveness of quadrupled semitendinosus graft technique in anterior cruciate ligament reconstruction: A network meta-analysis assessing various graft preparation techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2024, <http://dx.doi.org/10.1002/ksa.12421>.
39. Milankov MZ, Miljkovic N, Janjic N. Hybrid hamstring graft tibial fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010;130:1033–1036, <http://dx.doi.org/10.1007/s00402-010-1124-1>.
40. Noonan BC, Bachmaier S, Wijdicks CA, Bedi A. Independent suture tape reinforcement of tripled smaller-diameter and quadrupled grafts for anterior cruciate ligament reconstruction with tibial screw fixation: A biomechanical full construct model. *Arthroscopy*. 2020;36:481–489.
41. Christiaan CHW. Editorial Commentary: Independent Suture Tape Reinforcement Could Be a Part of the Holy Anterior Cruciate Ligament Grail Puzzle? *Arthroscopy*. 2021;37:617–618.