

Reparación primaria versus reparación y aumentación con cinta de polietileno de alto peso molecular en lesiones del LCA: resultados funcionales

Jorge Pablo Batista, Agustín Quesada, Jorge Chahla,
Lucía Verónica Cangiano, Francisco Vega
Centro Artroscópico Jorge Batista, C.A.B.A., Argentina

RESUMEN

Introducción: el objetivo del trabajo es evaluar y comparar resultados funcionales en pacientes que fueron sometidos a una reparación primaria del LCA y aquellos en quienes se efectuó reparación asociada con aumentación con cinta de polietileno.

Materiales y métodos: se realizó un estudio comparativo en el que se analizaron ochenta y siete pacientes intervenidos quirúrgicamente por lesión proximal del LCA entre 2017 y 2019. El grupo 1, con lesión Sherman I, fue tratado con reparación primaria (cincuenta y seis pacientes). En el grupo 2, con lesiones Sherman II, se efectuó reparación más aumentación (treinta y un pacientes). Se evaluaron el IKDC (Lysholm, Tegner, International Knee Documentation Committee), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), y KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Score), preoperatorio y a los seis, doce y veinticuatro meses postoperatorios. Se consideraron significativas aquellas pruebas con $p < 0.001$ (IC 95%). Los análisis estadísticos fueron llevados a cabo en el software estadístico R (R Core Team, 2022).

Resultados: el índice de falla fue de 10.4% y 7.6% para los grupos 1 y 2, respectivamente, a los dos años del postoperatorio. Todos los scores mejoraron en el postoperatorio y fue estadísticamente significativa la diferencia con el preoperatorio a los seis y a los veinticuatro meses ($p < 0.001$). El tipo de cirugía no tiene un efecto estadísticamente significativo en los scores clínicos.

Conclusión: la reparación en una lesión proximal de LCA (Sherman I o II) es una buena alternativa quirúrgica que permite una mejoría rápida de los scores clínicos, buenos resultados y con bajo índice de complicaciones.

Nivel de evidencia: IV

Palabras clave: Reparación Primaria; LCA; Aumentación

ABSTRACT

Introduction: the objective of this study is to compare clinical and functional results in patients who underwent primary ACL repair and primary repair associated with augmentation with polyethylene tape.

Materials and methods: eighty-seven patients who underwent surgery for proximal ACL injury between 2017 and 2019 were analyzed. The group 1, with Sherman I injury was treated with primary repair (fifty-six patients). In the group 2, with Sherman II lesions, repair plus augmentation was performed (thirty-one patients). IKDC (Lysholm, Tegner, International Knee Documentation Committee), WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), and KOOS (Knee Injury and Osteoarthritis Score) were evaluated preoperatively and at six, twelve, and twenty-four months postoperatively. Those tests with $p < 0.001$ (95% CI) were considered significant. Statistical analyzes were carried out in the statistical software R (R Core Team, 2022).

Results: the failure rate was 10.4% and 7.6% for groups 1 and 2, respectively, at two years after surgery. All the scores improved in the postoperative period, with significant difference respect to the preoperative period at six and at twenty-four months ($p < 0.001$). Type of surgery does not have a significant effect on clinical scores.

Conclusion: repairing a proximal ACL injury (Sherman I or II) is a good surgical alternative, which allows fast improvement of clinical scores, good results and a low rate of complications.

Level of Evidence: IV

Keywords: Primary Repair; ACL; Augmentation

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son de las lesiones más comunes observadas en ortopedia y traumatología y generalmente son tratadas mediante una reconstrucción del LCA.¹

Recientemente, se ha observado un incrementado del interés en intentar la reparación artroscópica del LCA como una opción para los pacientes con lesiones proximales, agudas.² Esta técnica se realizaba rutinariamente uti-

lizando un abordaje abierto; sin embargo, se observaron resultados variables a largo plazo y tasas de fallo altas, por lo que la técnica fue abandonada.³⁻⁶

Esto condujo al estudio y una mejor comprensión de la fisiopatología de la regeneración y cicatrización de los ligamentos, los candidatos quirúrgicos apropiados que, junto con nuevas clasificaciones (Sherman) y los avances técnicos en las capacidades de los dispositivos quirúrgicos, han generado un resurgimiento de la reparación primaria del LCA para tratar desgarros proximales.

En las reparaciones del LCA, la importancia en la selección del paciente es de suma importancia para disminuir la tasa de fallo. El LCA es un ligamento extrasinovial intraarticular, cuyo suministro de sangre es proporcionado

Agustín Quesada

agu_quesada@hotmail.com

Recibido: Noviembre de 2022. Aceptado: Enero de 2023.

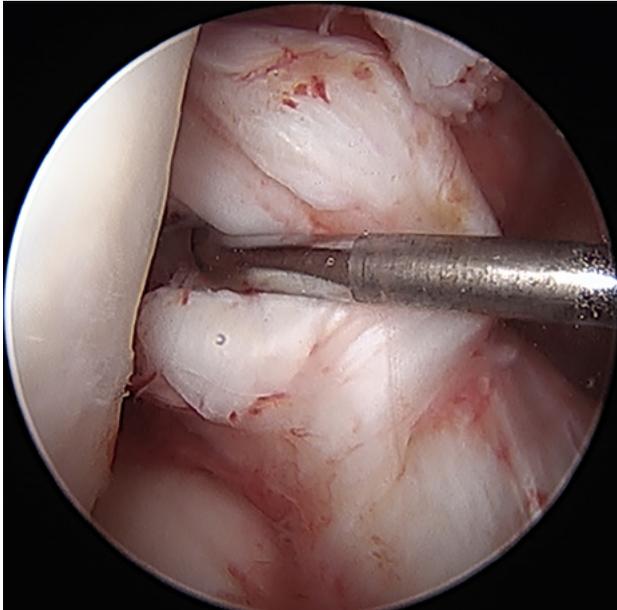


Figura 1: Imagen artroscópica de ruptura proximal tipo Sherman I del LCA. Nótese la vascularización del tercio proximal del ligamento.

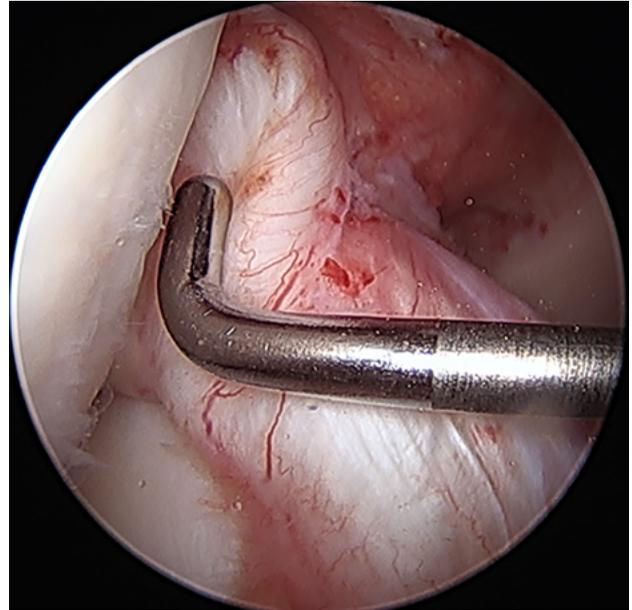


Figura 2: Introducción del palpador para comprobar la ruptura proximal del LCA.

por el hecho de que está cubierto casi en su totalidad por tejido sinovial, rico en vasos sanguíneos, y su aporte principal es proporcionado por la arteria genicular media.^{7,8} La parte proximal del LCA está mejor vascularizada que el resto del ligamento, lo que hace que su suministro de sangre sea más importante. Basado en estas características anatómicas, la literatura actual apoya que sólo las lesiones agudas del LCA proximal con un remanente de buena calidad son adecuadas para una reparación ya que estos tienen una mayor densidad celular y potencial para sanar.⁷⁻⁹

Actualmente quedaron bien definidas las indicaciones para reparar un LCA: son las lesiones proximales Sherman I o avulsiones (figs. 1 a 3) en un tiempo inferior a las seis a ocho semanas, antes de las cuatro como ideal, para aumentar el porcentaje de buen estado del remanente ligamentario.^{2,7-8,10,11}

En este contexto surgieron varias técnicas nuevas para la reparación del LCA. Los beneficios de la reparación primaria del LCA incluyen mantenimiento potencial de densidad celular, fibras propioceptivas y mecanorreceptores de la rodilla, menor morbilidad del donante y, finalmente, el potencial para convertir a reconstrucción en caso de falla.⁸

Esta técnica es susceptible de tratamiento en pacientes de todas las edades y niveles de actividad y aprovecha la reparación de los fascículos anteromedial (AM) y posterolateral (PL) con la misma sutura si se prefiere, lo que permite una reparación anatómica por artroscopia. Adicionalmente, en casos de aumentación con fibras de polietileno, pueden utilizarse túneles óseos que en caso de falla admiten la reconstrucción primaria.^{8,13}

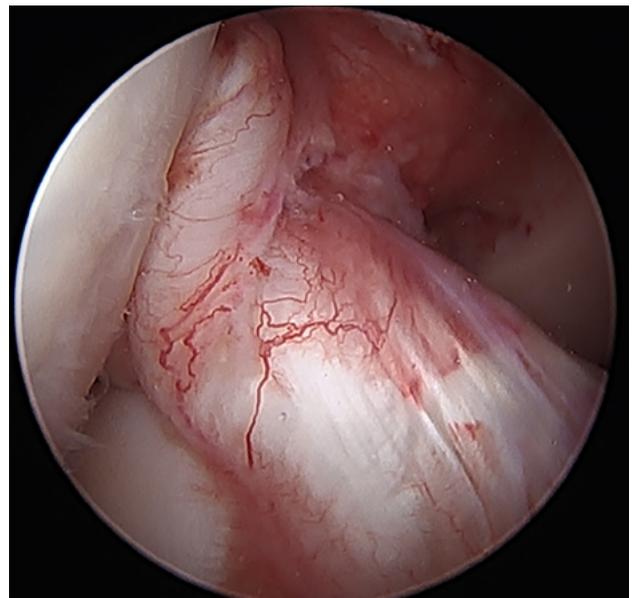


Figura 3: Obsérvese que, a la tracción del palpador, el LCA se separa de su inserción no más de 5-6 mm.

El objetivo del trabajo es evaluar resultados clínicos y funcionales en pacientes que fueron sometidos a una reparación primaria del LCA y reparación primaria asociada a aumentación con cinta de polietileno. Se planteó que las lesiones proximales tratadas con reparación pura deberían tener menor índice de fallo que las lesiones más distales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio retrospectivo observacional en el que se incluyeron trescientas cuarenta y ocho cirugías de pa-

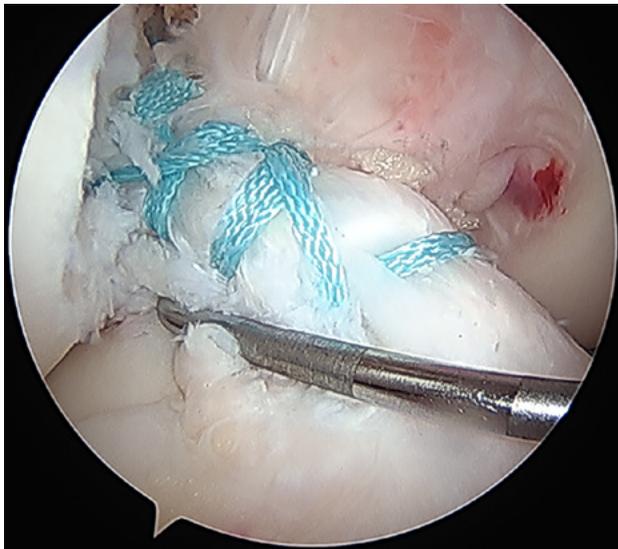


Figura 4: Reparación del LCA combinando la utilización de sutura de polietileno de alto peso molecular.

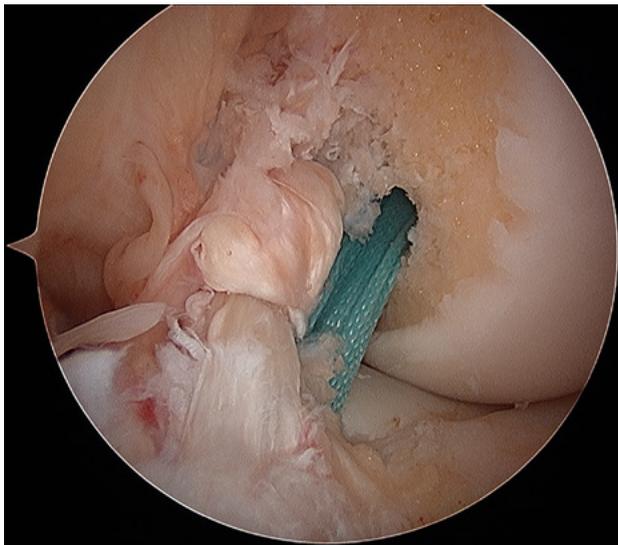


Figura 5: Imagen artroscópica desde portal anteromedial en la que se visualiza la reparación del LCA. Se refuerza con una aumentación de fibra de polietileno de alto peso molecular.

cientes con lesión del ligamento cruzado anterior (LCA), diagnosticada mediante antecedentes clínicos, examen físico y resonancia magnética (RM) de rodilla. Se analizaron registros clínico-quirúrgicos de historias clínicas electrónicas, dentro un mismo equipo quirúrgico.

De los trescientos cuarenta y ocho pacientes, ochenta y siete cumplieron los criterios para reparación pura o con aumentación establecidos en este estudio.

Técnica quirúrgica

Todos los pacientes (n = 87) fueron intervenidos por el mismo equipo quirúrgico, encabezado por el mismo cirujano senior, autor de este trabajo.

TABLA 1. PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN

Tiempo postquirúrgico	Protocolo de rehabilitación
1 y 2 semanas	Movilidad y ejercicios autoasistidos
3 semanas	Isométricos en camilla - Lograr extensión completa
4 semanas	Reeducación de marcha - Core
8 semanas	Bicicleta - CCA isométrica
14 semanas	CCC bipodal
16 semanas	CCC unipodal
20 semanas	Amortiguación y propulsión
28 a 30 semanas	Práctica deportiva

Tener en cuenta que estos tiempos son estimativos. CCA (ejercicios de cadena cinemática abierta), CCC (ejercicios de cadena cinemática cerrada).

Los pacientes fueron colocados en decúbito dorsal con rodilla en flexión de 90°. Se realizó en primer lugar una artroscopía diagnóstica, en la que se constató la lesión previamente evaluada en RM. Luego, en caso de que las hubiera, se repararon las lesiones asociadas. Posteriormente, se comenzó con la reparación, para ello, en primer lugar, se debridó la zona insercional con *shaver* (para mejorar el sangrado y aporte de células mesenquimales). En caso de *notch* estrecha, se procedió con la *notchplastia*, que no solo ayuda con el aporte biológico, sino también con la visión del sitio de inserción ligamentaria.

Seguidamente, con rodilla en flexión de 90°, se efectuó el orificio para el primer arpón a nivel de la inserción de la banda anteromedial. Se montaron las suturas de dicha banda en un arpón de 4 mm, y se impactó. Se repitió lo mismo para la banda posterolateral, pero con la rodilla en hiperflexión, para visualizar su sitio de inserción.

Una vez esto, con una pinza pasadora de sutura se tomó cada una de las bandas por separado y se les dio tres o cuatro puntos a cada una, con ambos extremos de la sutura (fig. 4).

En cuanto a la aumentación, se realizó un túnel tibial con guía convencional utilizada para la reconstrucción de LCA. Por este mismo se pasó una sutura de polietileno y se fijó con un arpón en el sitio de inserción ligamentaria (fig. 5).

El protocolo postoperatorio es el mismo que utilizamos para las reconstrucciones de LCA (Tabla 1).

Los pacientes fueron agrupados según la clasificación artroscópica de Sherman. El grupo 1 (Sherman I) fue tratado con reparación pura, y quedó integrado por cincuenta y seis pacientes con una edad media de 29.9 años. El grupo 2 (Sherman II), tratado mediante reparación más aumentación, estuvo integrado por treinta y un pacientes, con una media de 25.1 años.

Se registraron características basales de cada individuo, tales como edad, IMC, comorbilidades y tiempo hasta la

cirugía. Se evaluaron diferencias en dichas características entre los grupos comparados mediante análisis de la varianza y diferencias t-Student para muestras independientes (ver Tablas 2 y 3). Fueron excluidos pacientes con lesiones mayores a III según la clasificación de Sherman.

El estado clínico pre y postoperatorio fue valorado a través de los *scores* Tegner, Lisholm, IKDC, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Womac. Todas las mediciones se realizaron en el preoperatorio y a los seis, doce y veinticuatro meses postoperatorios.

Las diferencias en las puntuaciones entre los pacientes sometidos a reparación más aumentación y aquellos tratados mediante reparación pura fueron estudiadas mediante análisis de la varianza factorial de modelo mixto (diseño de medidas repetidas). Teniendo en cuenta el tipo de cirugía (reparación simple o reparación con aumentación, y tiempo de seguimiento (cero, seis, doce y veinticuatro meses). Se testeó la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homocedasticidad por métodos gráficos. Se consideraron significativas aquellas pruebas con $p < 0.001$, nivel de confianza del 95%. Todos los análisis estadísticos fueron llevados a cabo en el software estadístico R (R Core Team, 2022).

RESULTADOS

Todos los pacientes ($n = 87$), cumplieron el mismo protocolo de rehabilitación y seguimiento descripto anteriormente.

Escalas clínicas

Se realizó un análisis de la varianza factorial con modelo mixto para las distintas “escalas clínicas medidas” (Tegner, Lisholm, IKDC, Womac, KOOS ADL, KOOS Sport, KOOS QOL, KOOS Symptoms, KOOS Pain), calculándose sus estadísticos y valores p .

Los resultados revelan que no hay interacción significativa entre tipo de reparación (pura o con aumentación) y

tiempo de seguimiento (Tablas 2, 3 y 4).

Los efectos marginales de cada factor demostraron que el tipo de cirugía no tiene un efecto estadísticamente significativo en los *scores* clínicos, en tanto sí hubo diferencias significativas en los *scores* para cada tiempo de seguimiento. La prueba de Tukey para comparaciones múltiples reveló que para todos los *scores* había diferencia en el preoperatorio versus postoperatorio. Entre estos últimos, la diferencia resultó significativa cuando se medían a los seis y a los veinticuatro meses, pero no se encontró dicha diferencia cuando, en la mayoría de las pruebas, se comparaban los seis versus los doce meses, y los doce meses versus veinticuatro. Dichos hallazgos se comprueban al analizar los gráficos para cada *score* (gráf. 1).

Cuando se efectuaron comparaciones múltiples para evidenciar diferencias entre los efectos simples para cada tipo de cirugía en las escalas clínicas, ninguno arrojó sig-

TABLA 2. VALORES BASALES GENERALES

VARIABLES	TOTAL (N = 87)
Edad	
Media	29.35
(DE)	-10.34
Sexo	
Femenino	31 (31.6%)
Masculino	67 (68.4%)
Índice de masa corporal	
Mediana	23.70
ICC	90
Tiempo hasta cirugía (en semanas)	
Mediana	4.00
ICC	5.00
Sherman	
I	56 (64.3%)
II	31 (35.7%)

TABLA 3. VALORES BASALES POR GRUPO (TIPO DE REPARACIÓN)

	Aumentación (N = 31)	Pura (N = 56)	Total (N = 87)	Valor p
Edad				0.166 ¹
Media (DE)	27.80 (9.79)	30.71 (10.71)	29.35 (10.34)	
Sexo				0.500 ²
Femenino	28.30%	34.60%	31.60%	
Masculino	71.70%	65.40%	68.40%	
Índice de masa corporal				0.055 ³
Mediana	24.4	23.2	23.7	
ICC	3.32	4.35	3.9	
Tiempo hasta cirugía (en semanas)				0.029 ³
Mediana	4.00	4.00	4.00	
ICC	4.75	6.00	5.00	

1. Test t de muestras independientes. 2. Test de Chi cuadrado. 3. Test de Wilcoxon.

TABLA 4. ESTADÍSTICOS F Y VALORES P DE ANOVA FACTORIAL

	TEGNER		LISHOLM		IKDC	
	F	Valor p	F	Valor p	F	Valor p
Reparación	0.35	0.55	0.12	0.72	0.77	0.38
Sherman	0.63	0.42	0.39	0.53	0.0507	0.82
Tiempo de Seguimiento	239	<0.0001*	299.55	<0.0001*	2.975.442	<0.0001*
Interacción	0.35	0.78	0.36	0.78	0.1	0.95
	WOMAC		KOOS ADL			
	F	Valor p	F	Valor p		
Reparación	0.83	0.36	0.05	0.82		
Sherman	0.0042	0.94	0.12	0.72		
Tiempo de Seguimiento	4.136.610	<0.0001*	3.216.037	<0.0001*		
Interacción	0.19	0.89	0.53	0.66		
	KOOS SPORT		KOOS QOL			
	F	Valor p	F	Valor p		
Reparación	0.13	0.71	0.017	0.89		
Sherman	0.24	0.62	0.012	0.91		
Tiempo de Seguimiento	5.956.024	<0.0001*	3.416.543	<0.0001*		
Interacción	0.3	0.82	0.192	0.9		
	KOOS SYMPTOM		KOOS PAIN			
	F	Valor p	F	Valor p		
Reparación	0.41	0.52	0	0.99		
Sherman	0.76	0.38	0.01	0.9		
Tiempo de Seguimiento	3.197.488	<0.0001*	2.752.997	<0.0001*		
Interacción	0.32	0.8	0.15	0.92		

*Estadísticamente significativo.

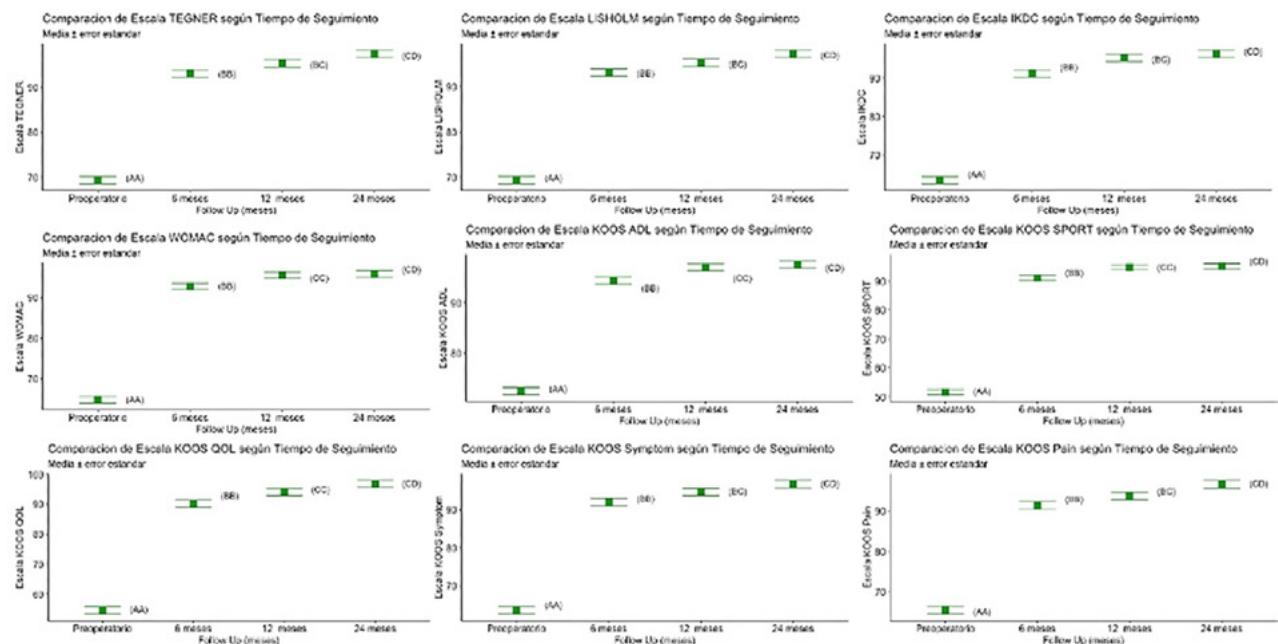


Gráfico 1: Comparación de cada escala clínica para cada tiempo de seguimiento. Las notaciones entre () denotan si existe diferencia entre cada grupo (i.e. AA no difiere de AB pero sí de CD).

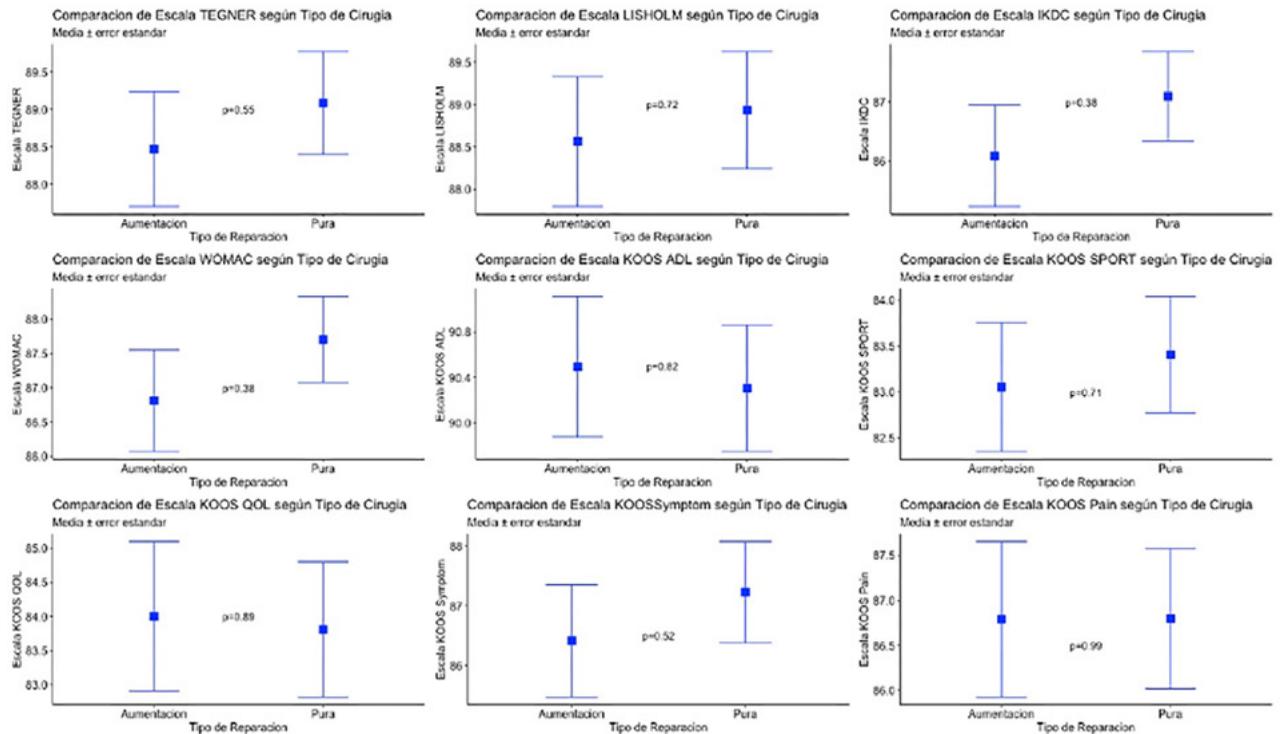


Gráfico 2: Comparación de cada escala clínica para cada tipo de cirugía.

nificancia estadística. Por tanto, no hay diferencia en los *scores* clínicos de reparación pura versus reparación con aumentación (gráf. 2).

Tasa de re-ruptura ligamentaria

El índice de falla fue para reparación pura de 10.6% (siete pacientes) y de 7.4% (cuatro pacientes) para reparación más aumentación en los primeros dos años de seguimiento postoperatorio sin significancia estadística (OR = 1.4 IC 95% 0.35- 7.29) (figs. 6 y 7).

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio fue los buenos resultados clínicos a corto plazo (dos años) de la reparación primaria y reparación más aumentación de LCA en pacientes con desgarros del LCA proximal. Todos los *scores* mejoraron a los seis y doce meses postoperatorios, manteniéndose en el tiempo.

Además, las rodillas se encontraron estables (es decir, pruebas de Lachman y *pivot shift* negativas), con altos niveles de retorno a la actividad. Aunque la evaluación por resonancia magnética de la continuidad del ligamento se midió en otro estudio, todos los pacientes estaban clínicamente estables.

Diversos estudios informaron resultados prometedores a

corto plazo de la reparación artroscópica primaria de desgarros proximales.^{1,2} En la literatura histórica, sin embargo, los resultados de la reparación primaria abierta también fueron prometedores en el seguimiento a corto plazo,^{3,4} pero se deterioraron en el seguimiento a mediano plazo (cinco años).^{5,6} Un factor que podría haber influido en los hallazgos de este estudio es la elección del paciente teniendo en cuenta el tipo de ruptura (en nuestra serie la reparación primaria se realizó para los desgarros tipo I únicamente, y la aumentación con sutura de alta resistencia en las lesiones tipo II).

La tasa de fallo fue de 10.4% y 7.6% en reparación pura y con aumentación, respectivamente. Achtnich *et al.* y Jonkergouw *et al.*^{2,13} encontraron resultados similares usando anclajes de sutura (15% y 10.7%).

En la actualidad, la resonancia magnética permite el reconocimiento de los diferentes tipos de desgarros del LCA, pero es necesario confirmar mediante visualización directa artroscópica debido a que, en algunos casos, existe una discordancia entre el estudio de imagen y la lesión propiamente dicha. Por lo tanto, el cirujano debe estar preparado para la existencia de un remanente de mala calidad y convertir hacia una reconstrucción de LCA. Además, consideramos que la presencia de un desgarrado tipo Sherman II debe ser una contraindicación para reparación primaria ya que el daño ligamentario es en ocasiones irropa-

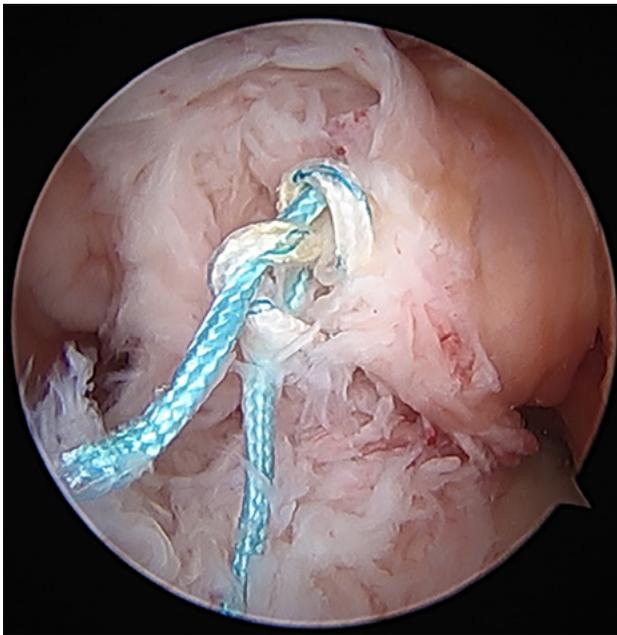


Figura 6: Imagen artroscópica de ruptura de una reparación del LCA.

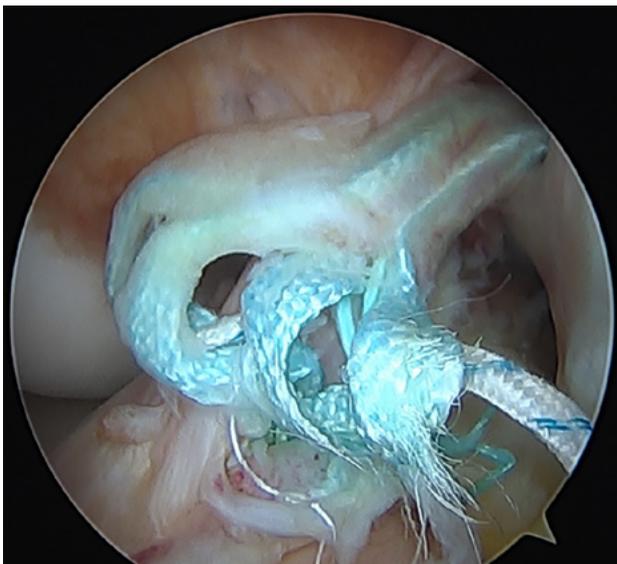


Figura 7: Imagen de ruptura de una reparación y aumentación del LCA.

able. Aunque no hay evidencia científica que avale estas conclusiones en humanos, sí existen estudios biomecánicos en animales.¹⁴

Asimismo, deben tenerse en cuenta también el índice de masa corporal o lesiones del menisco lateral asociadas¹⁵ y, finalmente, la presencia de un remanente de buena calidad, esto es un aspecto crucial en una reparación exitosa del LCA. Se recomienda que la técnica se realice en el caso agudo o fase subaguda, lo que significa que debe efectuarse dentro de los tres meses de la lesión. Nuestras recomendaciones están de acuerdo con literatura previa que ha sugerido que existe una probabilidad significativamente mayor de encontrar un remanente reparable cuando la cirugía se

TABLA 5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE REPARACIÓN DE LCA

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Preserva la anatomía del ligamento cruzado anterior (LCA)	Selección del paciente
Preserva la función propioceptiva	No siempre es posible
No es necesario recolectar injertos	Curva de aprendizaje artroscópica
Conserva la cinemática de la rodilla	Instrumental diferente a la reconstrucción estándar de LCA
Menos invasivo	Falta de resultados a largo plazo
Minimiza el tiempo de recuperación	Tiempo entre la lesión y la cirugía (mejor dentro de las cuatro semanas)
Reconstrucción primaria de LCA en caso de falla	
Tratamiento conservador de la placa de crecimiento para pacientes pediátricos	

realiza dentro de los primeros meses de la lesión.^{9,13,15}

La adición de aumento de una cinta de polietileno a la reparación del LCA proporciona apoyo al ligamento y previene el exceso estiramiento durante el proceso de curación.¹⁶ En el presente trabajo se decidió aumentar la reparación del LCA sólo en casos seleccionados para proteger el ligamento reparado, y en pacientes de mayor riesgo (laxitud y deportes de alto contacto) o ante la presencia de una lesión Sherman tipo II. Algunos autores realizan rutinariamente esta técnica en todos los casos. Esto es debido a que se ha propuesto que el aumento protege al ligamento durante la rehabilitación temprana. Además, algunos estudios *in vitro* han demostrado una curación más rápida con aumentación en comparación con reparaciones no aumentadas.¹⁴ Sin embargo, tal como se describe previamente, en el presente estudio, con la selección propuesta, hemos observado buenos resultados clínicos y funcionales sin diferencias significativas entre una técnica y la otra en dos años de seguimiento. En la Tabla 5 se puede ver el resumen de las ventajas y desventajas en la comparación entre las reparaciones del LCA con las reconstrucciones del LCA.

La principal diferencia entre las indicaciones de reconstrucción y reparación del LCA es la ubicación y el grado de lesión. A pesar de esto, ambos procedimientos siguen siendo eficaces en una amplia variedad de rangos de edad y para pacientes de varios niveles de actividad.

Para finalizar, este estudio tiene limitaciones, es un estudio retrospectivo, realizado en un único centro y equipo quirúrgico, lo que no permite evaluar la variabilidad de re-

sultados y compararlos.

CONCLUSIÓN

Ambas técnicas resultan una buena alternativa quirúrgica

sólo para el tratamiento de lesiones proximales del LCA, con mejoría rápida de los *scores* clínicos y tasa de re-ruptura similares a reconstrucciones con injertos autólogos. Por último, la elección de los pacientes resulta fundamental para obtener buenos resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- DiFelice GS; van der List JP. Clinical outcomes of arthroscopic primary repair of proximal anterior cruciate ligament tears are maintained at mid-term follow-up. *Arthroscopy*, 2018; 34: 1085-93.
- Achtnich A; Herbst E; Forkel P; et al. Acute proximal anterior cruciate ligament tears: Outcomes after arthroscopic suture anchor repair versus anatomic single-bundle reconstruction. *Arthroscopy*, 2016; 32: 2562-9.
- Feagin JA; Abbott HG; Rokous JR. The isolated tear of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 1972; 54: 1340-1.
- England RL. Repair of the ligaments about the knee. *Orthop Clin North Am*, 1976; 7: 195-204.
- Lysholm J; Gillquist J; Liljedahl SO. Long-term results after early treatment of knee injuries. *Acta Orthop Scand*, 1982; 53: 109-18.
- Odensten M; Lysholm J; Gillquist J. Suture of fresh ruptures of the anterior cruciate ligament. A 5-year follow-up. *Acta Orthop Scand*, 1984; 55: 270-2.
- Petersen W; Tillmann B. Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anat Embryol*, 1999; 200: 325-34.
- Scapinelli R. Vascular anatomy of the human cruciate ligaments and surrounding structures. *Clin Anat*, 1997; 10: 151-62.
- Batista JP; Chahla J; Dalmau-Pastor M; Maestu R; Kunze KN; Guelfi M. Arthroscopic anterior cruciate ligament repair with and without suture augmentation: technical note. *J ISAKOS*, 2021; 6(4): 251-6. DOI: 10.1136/jisakos-2020-000508.
- Sherman MF; Bonamo JR. Primary repair of the anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med*, 1988; 7(4): 739-50. PMID: 3052880.
- Sherman MF; Lieber L; Bonamo JR; et al. The long-term follow-up of primary anterior cruciate ligament repair. defining a rationale for augmentation. *Am J Sports Med*, 1991; 19: 243-55.
- Taylor SA; Khair MM; Roberts TR; DiFelice GS. Primary repair of the anterior cruciate ligament: A systematic review. *Arthroscopy*, 2015; 31(11): 2233-4.
- Jonkergouw A; van der List JP; DiFelice GS. Arthroscopic primary repair of proximal anterior cruciate ligament tears: outcomes of the first 56 consecutive patients and the role of additional internal bracing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019; 27(1): 21-8. DOI: 10.1007/s00167-018-5338-z.
- Seitz H; Pichl W; Matzi V; Nau T. Biomechanical evaluation of augmented and nonaugmented primary repair of the anterior cruciate ligament: An in vivo animal study. *Int Orthop*, 2013; 37(11): 2305-11.
- van der List JP; Jonkergouw A; van Noort A; et al. Identifying candidates for arthroscopic primary repair of the anterior cruciate ligament: a case-control study. *Knee*, 2019; 26: 619-27.
- van der List JP; DiFelice GS. Arthroscopic primary anterior cruciate ligament repair with suture augmentation. *Arthrosc Tech*, 2017; 6: e1529-34.