

Modificación de la técnica de Micheli-Kocher con preservación y aumentación del remanente del ligamento cruzado anterior en pacientes pediátricos: nota técnica

Genaro R. Cucalón,* Gerardo Fernández-Staudacher,* Daniel Veloz Serrano**

*Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital de Pediatría "Prof. Dr. Juan P. Garrahan", Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

**Servicio de Ortopedia y Traumatología, Hospital Británico de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Objetivo: Describir una modificación de la técnica de Micheli-Kocher que integra la preservación y aumentación del remanente del ligamento cruzado anterior (LCA) para mejorar el potencial biológico en pacientes con inmadurez esquelética. **Materiales y Métodos:** Se detalla el procedimiento quirúrgico en un varón de 8 años (Tanner I), piloto de motocross competitivo. El paso distintivo consiste en realizar, con una rasuradora para artroscopia, un ojal oblicuo en la región superolateral del remanente para el pasaje del injerto de banda iliotibial, de modo que el tejido remanente actúe como soporte biológico y guía del neoligamento.

Resultados: A los 12 meses de seguimiento, el paciente tenía una estabilidad clínica completa (pruebas de Lachman y del pivote negativas), sin disimetrías ni alteraciones angulares en las radiografías. Se reintegró, con éxito, a la competición de alto impacto (motocross), la recuperación propioceptiva fue notable y el rango de movilidad, completo. **Conclusiones:** Esta modificación técnica combina la seguridad mecánica de la reconstrucción extrafisaria con el aporte biológico potencial de la preservación del remanente. En este reporte de un único caso, la técnica resultó ser una alternativa segura; no obstante, se requieren estudios de mayor nivel de evidencia para confirmar sus ventajas comparativas en términos de ligamentización y propiocepción.

Palabras clave: Ligamento cruzado anterior; pediatría; técnica de Micheli-Kocher; preservación del remanente; banda iliotibial.

Nivel de Evidencia: IV

Modification of the Micheli-Kocher Technique with Anterior Cruciate Ligament Remnant Preservation and Augmentation in Pediatric Patients: A Technical Note

ABSTRACT

Objective: To describe a modification of the Micheli-Kocher technique that incorporates anterior cruciate ligament (ACL) remnant preservation and augmentation to enhance biological potential in skeletally immature patients. **Materials and Methods:** The surgical procedure is described in an 8-year-old boy (Tanner stage I) who competes in motocross. The key modification involves using an arthroscopic shaver to create an oblique opening in the superolateral portion of the remnant, through which the iliotibial band graft is passed. This allows the remnant tissue to provide biological support and guide the neoligament. **Results:** At the 12-month follow-up, the patient's knee was clinically stable (negative Lachman and pivot-shift tests), and radiographs showed no limb length discrepancies or angular deformities. He successfully returned to high-impact competitive sport (motocross), with marked proprioceptive recovery and full range of motion. **Conclusions:** This technical modification combines the mechanical safety of extraphyseal reconstruction with the potential biological benefits of remnant preservation. The technique was a safe alternative in this single case; however, studies with a higher level of evidence are needed to confirm its comparative advantages in ligamentization and proprioception.

Keywords: Anterior cruciate ligament; pediatrics; Micheli-Kocher technique; remnant preservation; iliotibial band.

Level of Evidence: IV

Recibido el 19-2-2026. Aceptado luego de la evaluación el 28-5-2026 • Dr. GENARO R. CUCALÓN • gcucalonoyt@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2551-713X>

Cómo citar este artículo: Cucalón GR, Fernández-Staudacher G, Veloz Serrano D. Modificación de la técnica de Micheli-Kocher con preservación y aumentación del remanente del ligamento cruzado anterior en pacientes pediátricos: nota técnica. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2026;91(5):503-509. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2026.91.5.2315>

INTRODUCCIÓN

El manejo de las roturas del ligamento cruzado anterior (LCA) en la población pediátrica requiere un equilibrio delicado entre la restauración de la estabilidad articular y la protección de la fisis. En pacientes prepúberes con inmadurez esquelética significativa (grados I y II de Tanner), las técnicas transfisarias tradicionales conllevan un riesgo documentado de detención del crecimiento y deformidades angulares.¹

Como solución a este dilema, Kocher, Garg y Micheli describieron una técnica de reconstrucción combinada intra y extrarticular que respeta las fisis, utilizando un autoinjerto de banda iliotibial (BIT) y evitando deliberadamente la creación de túneles óseos que crucen las fisis femoral o tibial.¹ Esta técnica ha demostrado ser segura y efectiva a largo plazo, con excelentes tasas de retorno deportivo² y una fijación robusta gracias a la versatilidad y resistencia de la BIT.³

Sin embargo, la técnica estándar no contempla rutinariamente la preservación del muñón del LCA, un tejido que, en la literatura médica reciente, se valora por su potencial biológico. Revisiones sistemáticas actuales sugieren que la preservación del remanente es superior a la técnica estándar en términos de revascularización y recuperación de la propiocepción,⁴ y puede ofrecer mejores resultados clínicos funcionales.⁵

Aunque existen diversas técnicas pediátricas descritas,⁶ no hay reportes previos que combinen específicamente la técnica de Micheli-Kocher con la preservación del remanente. La técnica se indicó ante una rotura del haz anteromedial con un remanente del haz posterolateral mecánicamente estable y con fibras sinoviales vascularizadas. Se realizó un desbridamiento selectivo del intercóndilo para preservar este tejido nativo.

El objetivo de esta nota técnica es describir esta modificación quirúrgica que busca sinergizar la seguridad extrafisaria con las ventajas de la preservación biológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los padres del paciente para la realización del procedimiento y la publicación del reporte de caso, garantizando el anonimato y la protección de sus datos personales según las normativas vigentes.

Posición y abordaje

Se coloca al paciente en decúbito supino y se realiza un examen bajo anestesia para confirmar el grado de inestabilidad. Se efectúa una incisión lateral longitudinal de aproximadamente 8 cm centrada sobre la BIT distal y el epicóndilo lateral femoral, siguiendo los principios de abordaje descritos para el uso de la BIT.³

Toma y preparación del injerto

Se disea por planos hasta exponer la fascia lata. Se realizan dos incisiones paralelas en la BIT distal con una separación de 15 a 20 mm. Se prolongan las incisiones hacia proximal, de manera subcutánea, para obtener un injerto de longitud suficiente (generalmente 16-18 cm) (Figura 1). Es fundamental preservar la inserción distal de la BIT en el tubérculo de Gerdy, manteniendo su anclaje anatómico natural. El extremo proximal del injerto se libera, se extrae a través de la herida y se tubuliza con suturas de alta resistencia tipo Krackow.

Tiempo artroscópico y manejo del remanente

Se realizan portales artroscópicos estándar. A diferencia de la técnica clásica descrita por Kocher y Micheli donde se desbrida el intercóndilo para visualizar claramente el punto “over-the-top”;¹ en esta modificación, se efectúa un desbridamiento selectivo. Se preserva el tejido remanente del LCA, especialmente si mantiene una inserción tibial robusta y fibras sinoviales vascularizadas.

Pasaje y asociación al remanente

Se prepara el paso “over-the-top” disecando cuidadosamente la cápsula posterior y el periostio en la región posterior del cóndilo femoral lateral, evitando dañar el anillo pericondral. El injerto tubulizado se pasa profundo al ligamento colateral lateral y se introduce en la articulación mediante la técnica “over-the-top” (Figura 2).



Figura 1. Obtención y preparación del injerto. Se observa la incisión lateral y el aislamiento de la banda iliotibial central, manteniendo la inserción distal en el tubérculo de Gerdy. El injerto ha sido tubulizado en su extremo proximal.



Figura 2. Visión artroscópica de la modificación de la técnica. El injerto de banda iliotibial tubulizado (flecha blanca) ingresa en la articulación vía "over-the-top" y se encuentra asociado íntimamente al remanente nativo del ligamento cruzado anterior preservado (flecha amarilla).

Paso clave: una vez que el injerto de BIT está en la articulación, se pasa a través o adyacente al remanente preservado. Con una rasuradora para artroscopia, se realiza un ojal oblicuo de aproximadamente 7 mm de diámetro en la esquina superolateral del remanente del LCA, siguiendo la orientación de sus fibras y procurando preservar la mayor cantidad posible de tejido viable. A través de dicho ojal, se pasa el injerto de BIT de posterior a anterior. Si el injerto no progresa adecuadamente por discrepancia de calibre, el ojal se ensancha, de manera progresiva, hasta obtener un diámetro lo más similar posible al grosor del injerto, evitando una resección excesiva del remanente. De esta manera, el tejido nativo envuelve al injerto y actúa como un soporte biológico y mecánico que guía la dirección del neoligamento y maximiza el contacto tejido-injerto para la revascularización, sin necesidad de suturas adicionales de fijación entre el remanente y el injerto.

Fijación tibial

El injerto se tracciona distalmente hacia la tibia. La fijación tibial se realiza de manera extraepifisaria, pasando el injerto por debajo del ligamento intermeniscal y suturándolo al periostio tibial medial (**Figura 3**). Se puede reforzar con grapas o anclajes óseos distales a la fisis tibial anterior, asegurando la tensión adecuada en 20°-30° de flexión de rodilla.

Por último, se comprueba clínicamente y por vía artroscópica la extensión completa de la rodilla para descartar un pinzamiento del injerto o interposición del remanente dentro del *notch*.



Figura 3. Fijación tibial. Se realiza el pase distal entre la superficie tibial y el ligamento intermeniscal para proceder a su fijación extraepifisaria en la tibia proximal, evitando la fisis de crecimiento.

RESULTADOS

Presentamos el caso de un varón de 8 años, piloto de *motocross* a nivel competitivo, con inmadurez esquelética (grado I de Tanner). Sufrió una lesión de rodilla con diagnóstico de rotura del LCA confirmado por resonancia magnética (Figura 4) y examen físico. Durante la cirugía, se confirmó una rotura del haz anteromedial con preservación del haz posterolateral y un remanente tibial viable.



Figura 4. Resonancia magnética de rodilla, corte parasagital, preoperatoria. Es posible observar la rotura del ligamento cruzado anterior.

Se realizó la técnica de Micheli-Kocher modificada con preservación del muñón antes descrita. El protocolo posoperatorio incluyó inmovilización con férula inguinomaleolar por 6 semanas y carga progresiva según la tolerancia. A los 12 meses de seguimiento, el paciente tenía una estabilidad clínica completa (pruebas de Lachman y del pivote negativas), un rango de movilidad completo y había retornado a su nivel competitivo previo sin dolor ni limitaciones. Las radiografías de control no mostraron disimetrías ni alteraciones angulares en las extremidades inferiores. En la resonancia magnética, se observó un neoligamento en correcta posición y dirección, sin horizontalización (Figura 5).

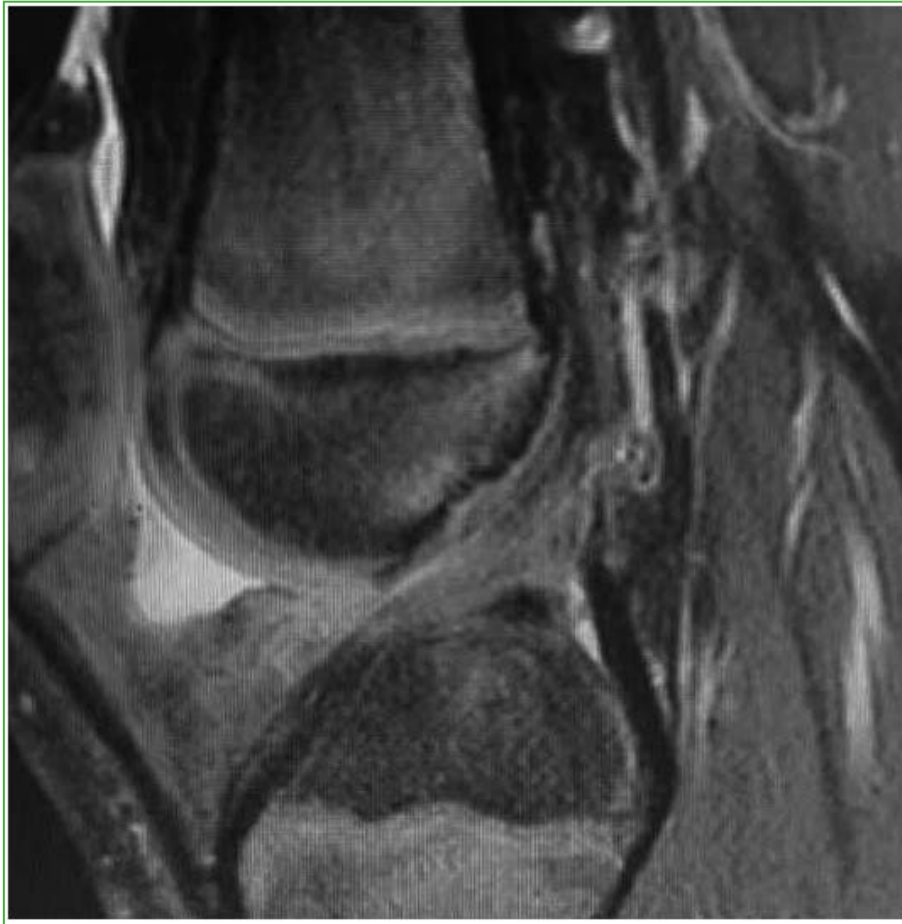


Figura 5. Resonancia magnética de rodilla, corte parasagital, posoperatoria. Se observa el neoligamento en correcta posición y dirección, sin horizontalización.

DISCUSIÓN

La reconstrucción del LCA en pacientes con inmadurez esquelética, generalmente en el rango de 6 a 13 años, plantea desafíos únicos y la técnica de Micheli-Kocher se mantiene como el procedimiento de referencia debido a su respeto absoluto por la fisis.^{1,2} Nuestra modificación busca enriquecer este procedimiento mecánico probado con un aporte biológico significativo.

El principal argumento para integrar la preservación del remanente radica en la biología de la “ligamentización”. En la literatura médica actual, se sugiere que la preservación del remanente podría acelerar la repoblación celular y mejorar la vascularización. La evidencia disponible señala que la preservación del remanente puede favorecer la repoblación celular, la revascularización y la integración biomecánica del injerto.⁴ En nuestro caso, el retorno exitoso al *motocross* indica una buena recuperación funcional; sin embargo, debe aclararse que los beneficios en términos de reinervación propioceptiva y calidad de la ligamentización son hipotéticos y no fueron evaluados con mediciones objetivas. En el contexto pediátrico, donde la respuesta biológica es mayor, maximizar este potencial es un paso lógico. Además, la preservación del muñón tibial puede ofrecer ventajas cruciales en la rehabilitación, dado que la pérdida de mecanorreceptores es una preocupación central en las reconstrucciones y el remanente actúa como fuente de reinervación propioceptiva.⁵

Desde el punto de vista biomecánico, aunque la tendencia moderna busca la reconstrucción anatómica,⁷ la técnica de Micheli-Kocher prioriza la seguridad fisaria sobre la anatomía femoral exacta. Al realizar el ojal en la esquina superolateral, el tejido remanente gana una importancia aún mayor, dado que va a actuar a manera de hamaca o andamio natural (*scaffolding*), ayudando a que el neoligamento adquiera una dirección más similar al tejido ori-

ginal y evitando su horizontalidad. Todo esto hace que la integración de tejidos blandos sea aún más crítica. Esta sinergia no sólo es biológica, sino que también la preservación del remanente ayuda a controlar las rotaciones de forma más eficaz que la reconstrucción aislada.⁵ Sin embargo, es imperativo diferenciar estos supuestos beneficios teóricos de los resultados clínicos observados, que se limitan a la estabilidad mecánica y el rango de movilidad.

Es importante mencionar que esta técnica requiere una selección cuidadosa del paciente. Como señalan Pascual-Leone y cols., es vital personalizar la técnica quirúrgica en pediatría según las características individuales.⁶ No todos los pacientes son candidatos, intentar preservar un muñón fibrótico, insuficiente o que obstruya la visión podría llevar a complicaciones, como el síndrome de cíclope o déficits de extensión. Como advierte Colombet, el cirujano debe evaluar siempre el riesgo-beneficio intraoperatorio al realizar aumentaciones para no comprometer la mecánica articular.⁸

En conclusión, esta modificación de la técnica de Micheli-Kocher mantiene la seguridad probada de la reconstrucción extrafisaria e incorpora un concepto de preservación biológica del remanente mediante el pasaje del injerto a través de un ojal superolateral. En este reporte de un único caso, la técnica mostró ser factible y segura, aunque se requieren estudios prospectivos con una muestra más grande para determinar si ofrece ventajas clínicas superiores respecto de la técnica convencional.

Este trabajo presenta las limitaciones propias de un reporte de caso único (nivel de evidencia V), lo que impide la generalización de los resultados o la comparación estadística con la técnica estándar. Asimismo, la ausencia de escalas funcionales validadas y de pruebas objetivas de propiocepción limita la evaluación del beneficio biológico real de la técnica descrita.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de G. Fernández-Staudacher: <https://orcid.org/0009-0007-7297-9413>

ORCID de D. Veloz Serrano: <https://orcid.org/0000-0003-3350-2157>

BIBLIOGRAFÍA

1. Kocher MS, Garg S, Micheli LJ. Physeal sparing reconstruction of the anterior cruciate ligament in skeletally immature prepubescent children and adolescents. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(11):2371-9. <https://doi.org/10.2106/JBJS.D.02802>
2. Willimon SC, Jones CR, Herzog MM, May KH, Leake MJ, Busch MT. Micheli anterior cruciate ligament reconstruction in skeletally immature youths: A retrospective case series with a mean 3-year follow-up. *Am J Sports Med* 2015;43(12):2974-81. <https://doi.org/10.1177/0363546515608477>
3. Baxter T, Majumdar A, Heyworth BE. Anterior cruciate ligament reconstruction procedures using the iliotibial band autograft. *Clin Sports Med* 2022;41(4):549-67. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2022.05.001>
4. Zhang Y, Xiao X, Deng W, Wang J, Gao H, Han J. Is remnant preservation in anterior cruciate ligament reconstruction superior to the standard technique? An overview of systematic reviews. *BMC Musculoskelet Disord* 2023;24(1):910. <https://doi.org/10.1186/s12891-023-07010-0>
5. Hu J, Qu J, Xu D, Zhou J, Lu H. Clinical outcomes of remnant preserving augmentation in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(9):1976-85. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2749-8>
6. Pascual-Leone N, Gross PW, Meza BC, Fabricant PD. Techniques in pediatric anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2022;38(10):2784-6. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2022.08.003>
7. Fox MA, Zsidai B, Dadoo S, Greiner JJ, Musahl V. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2023;39(9):1968-70. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2023.03.004>
8. Colombet P. Editorial Commentary: Anterior cruciate ligament augmentation: A bold, technically demanding surgical technique... but don't forget to evaluate the benefit-risk ratio! *Arthroscopy* 2018;34(3):723-5. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.10.020>