

Reconstrucción del ligamento cruzado anterior en niños preadolescentes con técnica extrafisaria intra y extraarticular con autoinjerto de bandeleta ilirotibial

Luis Alfonso Pinzon,^{1,2,3} Diana Gomez,¹ Eiber A. Sanabria,^{1,2} Carlos W. Mosquera^{1,2}

¹Cirugía de rodilla y artroscopia, Hospital de San José, Bogotá, Colombia

²Hospital Infantil Universitario de San José, Bogotá, Colombia

³MedSport, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Introducción: el propósito de este trabajo es hacer una evaluación retrospectiva clínica, funcional e imagenológica de una serie de pacientes con esqueleto inmaduro Tanner I y II intervenidos quirúrgicamente mediante la técnica de preservación fisaria de reconstrucción extra e intraarticular con autoinjerto de bandeleta ilirotibial, técnica de Micheli. Evaluar si existieron alteraciones del crecimiento o angulares relacionadas con la cirugía.

Materiales y métodos: se analizaron un total de veintidós rodillas en veinte pacientes con edad ósea promedio de 10.1 años y un seguimiento promedio de 5.6 años. Se realizó una evaluación clínica de movilidad, estabilidad incluyendo artrometría KT-1000, escalas funcionales y valoración por imágenes de discrepancia de longitud de miembros inferiores, alteraciones angulares y evaluación de integridad por resonancia magnética.

Resultados: no hubo déficit de la movilidad con respecto a la rodilla contralateral, el test de Lachman, *Pivot shift* y la evaluación con KT-1000 fue normal en el 91, 95 y 95% de los pacientes, respectivamente. Se presentaron dos re-rupturas del injerto (9%). No hubo deformidades angulares del fémur o tibia ni discrepancia longitudinal de las extremidades inferiores. Las escalas funcionales mostraron un IKDC de 95.4 y un IKDC pediátrico de 92.3 en los pacientes a los que se les alcanzó a aplicar esta escala. Lysholm de 94.1 y un Tegner de 7 con un retorno al mismo deporte o actividad que causó la lesión del 90%. En la evaluación por resonancia magnética, el 100% de los pacientes que no presentaron re-ruptura tuvieron integridad del injerto.

Conclusión: el procedimiento quirúrgico es seguro, reproducible, restaura la estabilidad anteroposterior y rotacional de la rodilla, sin causar alteraciones del crecimiento en este grupo poblacional, obteniendo excelentes puntajes en las escalas de valoración subjetivas, y un alto índice de retorno deportivo con un porcentaje menor de re-rupturas.

Nivel de Evidencia: IV

Palabras Claves: Ligamento Cruzado Anterior; Esqueleto Inmaduro; Evaluación de Tanner; Riesgo Fisario.

ABSTRACT

Introduction: the purpose of this paper is to retrospectively evaluate clinical, functional and imagenological outcomes of a series of patients with skeletal immaturity Tanner 1 and 2, surgically intervened by physis preservation intra and extra articular reconstruction with ilirotibial band autograft method described by Micheli. Evaluate growth or angular disturbances related to the surgical technique.

Materials and methods: twenty-two knees in twenty patients with average bone age 10.1 years were evaluated with a 5.6 year follow up. Clinical evaluation of ROM and stability was made by arthrometry KT-1000, functional scales were applied, image evaluation of length discrepancy, angular deformity and integrity evaluation by magnetic resonance were also done.

Results: no ROM deficit compared with the contralateral knee was observed, Lachman, *Pivot shift* tests and KT-1000 evaluation were normal in 91, 95 and 95% of patients, respectively. There were two cases of graft rupture (9%). No angular femoral or tibial deformities or length discrepancies were observed. Functional scales showed IKDC 95.4, pediatric IKDC 92.3 in patients who underwent the scale, Lysholm 94.1 and Tegner 7 with return to sports of 90% to pre level activity. 100% of patients without graft rupture had graft integrity in the RM evaluation.

Conclusion: the surgical technique is safe and reproducible, restores anteroposterior and rotational stability of the knee without growth arrest in this population, obtaining excellent scores in subjective rating scales, high return to sports index with low re-rupture rates.

Key words: Patellofemoral Dislocation; Medial Patellofemoral Ligament; Anatomical Reconstruction.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, las lesiones del ligamento cruzado anterior han sido consideradas como lesiones raras en el paciente esqueléticamente inmaduro, y son más frecuente-

mente reportadas aquellas por avulsión ósea de la espina tibial que las de la sustancia media.¹ Sin embargo, estas lesiones en niños y adolescentes han incrementado su incidencia en las últimas dos décadas (cerca de catorce por cien mil exposiciones),² así como se observa un aumento en los procedimientos reconstructivos de cerca del 425% entre 1994 y 2006.¹⁻³ Las causas están relacionadas con un crecimiento en la participación en actividades

Diana Gómez

mdgomezsalazar@gmail.com

Recibido: Marzo de 2021. Aceptado: Marzo de 2021.

deportivas de tipo recreacional o competitivo y, particularmente en nuestro medio, como un indicio de mejora socioeconómica. Además, se relaciona con la práctica de fútbol, deporte en el que la rodilla es el sitio más común de trauma, lo que hace a esta población responsable de cerca del 6.7% del total de las lesiones del ligamento cruzado anterior y del 30.8% de los casos en los pacientes jóvenes.^{4,5}

Un diagnóstico temprano de esta lesión es necesario para un adecuado tratamiento y prevención de una futura lesión meniscal y condral asociada. Sin embargo, el tratamiento en esta subpoblación es controversial; no solo por definir entre manejo ortopédico versus tratamiento quirúrgico, sino también por decidir cuál de las diferentes modalidades quirúrgicas es mejor para el paciente con fisis abierta en términos de menor índice de complicaciones, restablecimiento de la biomecánica y estabilidad de la rodilla, menos revisiones y sobre todo evitar la evolución a lesiones degenerativas tempranas.⁶⁻⁸

La decisión debe estar soportada por la consideración de la edad y madurez esquelética, grado de inestabilidad, los deseos y cumplimiento del paciente y su familia, lesiones asociadas, la experiencia del cirujano y el riesgo o posibles secuelas de la intervención en caso de realizarse.^{4,9}

La opción no quirúrgica contempla la educación del paciente, modificación de la actividad deportiva, utilización de ortesis estabilizadoras y el inicio de un proceso de rehabilitación adecuado hasta el cierre de la fisis;^{8,10} por lo cual, requiere de una gran colaboración y adherencia por parte del paciente y su familia, con algunos costos relacionados con el desarrollo psicosocial y de sus habilidades psicomotoras. Además, Graft y otros autores han notado que, en atletas jóvenes, con una rodilla con deficiencia del ligamento cruzado anterior, las ortesis solas no previenen las lesiones meniscales y condrales en ausencia de una importante restricción de la actividad.¹¹ Aplazar más allá de las doce semanas la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en pacientes por debajo de los catorce años de edad, ha mostrado cuatro veces más de riesgo de tener una lesión meniscal medial irreparable.¹¹ También se ha considerado que en este grupo etario puede existir una pobre adherencia al tratamiento respecto de los cambios en su actividad física, el uso de la ortesis y la continua asistencia a los programas de fortalecimiento muscular.¹²

Los procedimientos quirúrgicos incluyen desde la reparación primaria,^{13,14} procedimientos no anatómicos de tenodesis extraarticulares, procedimientos que no afectan o respetan las fisis, otros parcialmente transfisarios hasta aquellos transfisarios convencionales de reconstrucción del ligamento cruzado anterior.^{8,10,11} El obje-

tivo de estos procedimientos es obtener la más alta estabilidad posible en el tiempo, prefiriendo aquellos que utilicen un injerto con adecuada fijación en los extremos articulares. Sin embargo, el alcance de este objetivo en presencia de una fisis abierta puede resultar en alteraciones en el crecimiento y en deformidades angulares asociadas, y aunque varias publicaciones han examinado los riesgos asociados a los procedimientos que atraviesan la fisis tibial y/o femoral con diferentes injertos de partes blandas, diferentes angulaciones, diámetros y porcentajes de ocupación de la fisis y los han considerado seguros,^{8,15} grupos de cirujanos de experiencia del Herodicus Society and The ACL Study Group han identificado quince casos de pacientes con deformidad postoperatoria debido a lesión de la fisis, incluyendo *genu valgo femoral*, *recurvatum* tibial y discrepancia de longitud de sus miembros inferiores.^{1,11,15,16} Al revisar la literatura pertinente, la mayoría de esos estudios han sido realizados en pacientes con Tanner II a III en adelante, donde el proceso de cierre de sus fisis ya ha comenzado.

El propósito de nuestro estudio es evaluar los resultados en un seguimiento retrospectivo de la técnica de respeto fisario combinada extra e intraarticular con la utilización de autoinjerto de la bandeleta ilirotibial (procedimiento de Micheli) en pacientes preadolescentes con estadios Tanner I y II.

Según nuestro conocimiento, existen pocos reportes de series de casos de esta técnica aparte de los elaborados por el autor principal, los cuales muestran excelentes resultados, pocas o ningunas complicaciones, y un bajo índice de revisión.¹⁶⁻¹⁹

Determinación de la madurez esquelética y elección del procedimiento quirúrgico

Consideraciones biológicas y anatómicas

La edad fisiológica del paciente y el potencial de crecimiento fueron vitales a la hora de escoger el procedimiento quirúrgico apropiado para la reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA). Radiografías de la mano izquierda y su interpretación en la tabla de Greulich y Pyle fueron utilizados para determinar la edad ósea, y las tablas de Anderson y Green para calcular el crecimiento residual. También se estableció la madurez sexual mediante la escala de Tanner.⁴

El niño preadolescente (Tanner I o II) con ruptura del LCA representa una gran dificultad. Debido a esa gran cantidad de crecimiento remanente, las consecuencias de un arresto fisario pueden ser severas. Para esta edad no es fácil aplazar la cirugía sabiendo que puede haber una pobre respuesta al tratamiento conservador, pero también se reconoce el riesgo de una discrepancia de longitud de miembros inferiores cuando existe un predictor de creci-

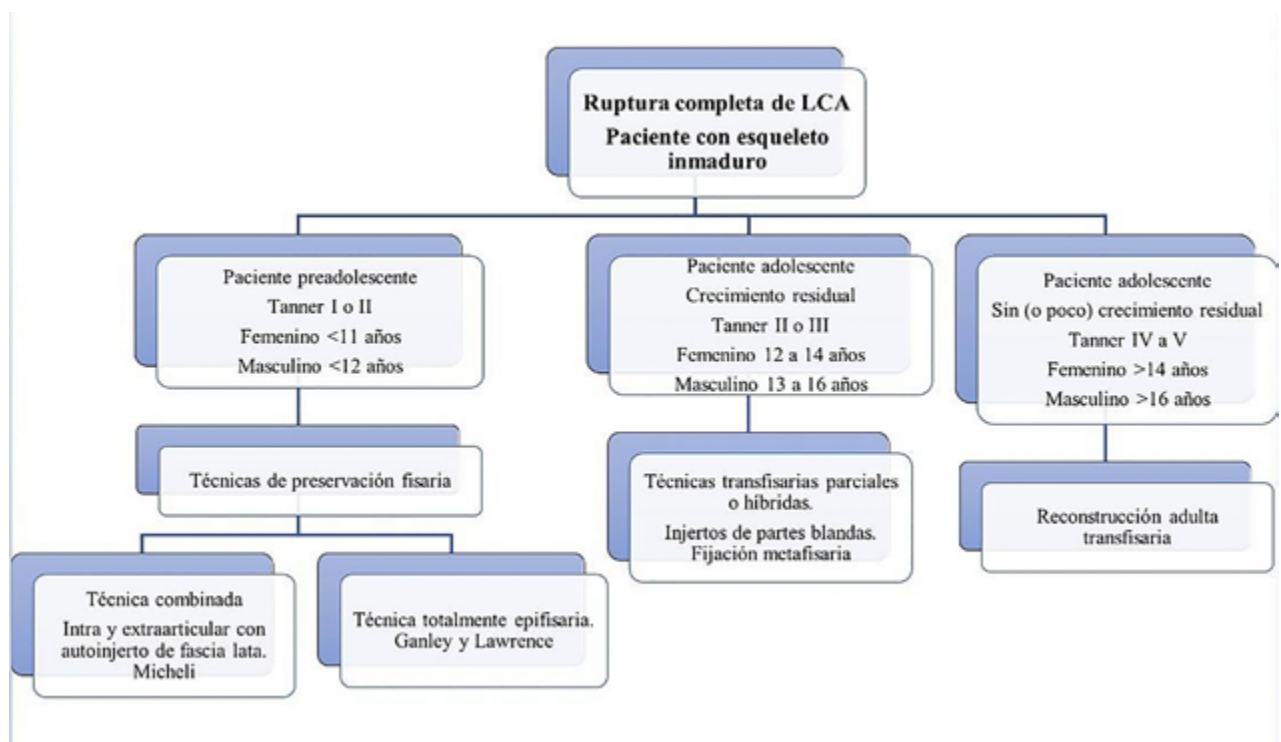


Figura 1: Algoritmo de manejo de lesión del ligamento cruzado anterior en el esqueleto inmaduro.^{4, 6, 22}

miento de la extremidad mayor de 5 cm.^{4, 20}

MATERIALES Y MÉTODOS

En un intento por determinar la edad en la cual es factible realizar un procedimiento de reconstrucción de LCA transfisario, múltiples autores han categorizado a los pacientes en diferentes grupos basados en el estadio de Tanner y el crecimiento residual,⁴ y a su vez reunirlos en diferentes grupos de riesgo tal y como lo muestra Guzanti.^{1, 4, 21}

- **Grupo 1 (riesgo alto):** preadolescentes que tienen un potencial de crecimiento de más de 7 cm. Tanner I. Edad ósea en mujeres de menos de once años y hombres de doce años.
- **Grupo 2 (riesgo intermedio):** potencial de crecimiento entre 5 y 7 cm, que incluye Tanner II y III con edad ósea en sexo femenino entre once y trece años y de sexo masculino entre los doce y quince años.
- **Grupo 3 (riesgo bajo):** potencial de crecimiento menor de 5 cm con Tanner IV y V, edad ósea mayor de catorce años en mujeres y de dieciséis en hombres.

Sobre la base de este conjunto de criterios, los autores nos acogemos a este algoritmo de manejo propuesto por Micheli, Kocher, Frank y Gambacorta.²²

Entre 2006 y 2018, se revisaron de manera retrospectiva veintidós rodillas en veinte pacientes con esqueleto inmaduro que habían sido sometidos a cirugía de recons-

trucción del ligamento cruzado anterior con técnica de Micheli, operados en cuatro instituciones hospitalarias distintas.

Los criterios de inclusión fueron pacientes preadolescentes Tanner I o II, con ruptura traumática del ligamento cruzado anterior, documentada clínicamente y por resonancia magnética, que hubieran tenido un crecimiento residual igual o de más de 5 cm o con tres años más de crecimiento de acuerdo con las tablas de Anderson o de Kelly y Dimeglio, y con un seguimiento mínimo de dos años.

Se evaluó la edad cronológica promedio, madurez esquelética y sexual (Tanner), se registró el tiempo de seguimiento, la prevalencia por género, la actividad deportiva de los pacientes, el tiempo promedio entre el momento de la lesión y el procedimiento quirúrgico, así como el promedio de crecimiento óseo residual, las lesiones asociadas, incluso en la extremidad contralateral, las complicaciones y los motivos de reintervención.

Radiológicamente se hizo seguimiento mediante Test de Farril y goniometría para analizar discrepancias de longitud residual, así como deformidades angulares. Clínicamente se hizo seguimiento de los arcos de movilidad, se aplicaron los test de Lachman y *Pivot shift*, y los pacientes fueron evaluados mediante medición objetiva con KT-1000. También se reportaron hallazgos asociados al abordaje quirúrgico.

Subjetivamente se hizo seguimiento mediante la apli-

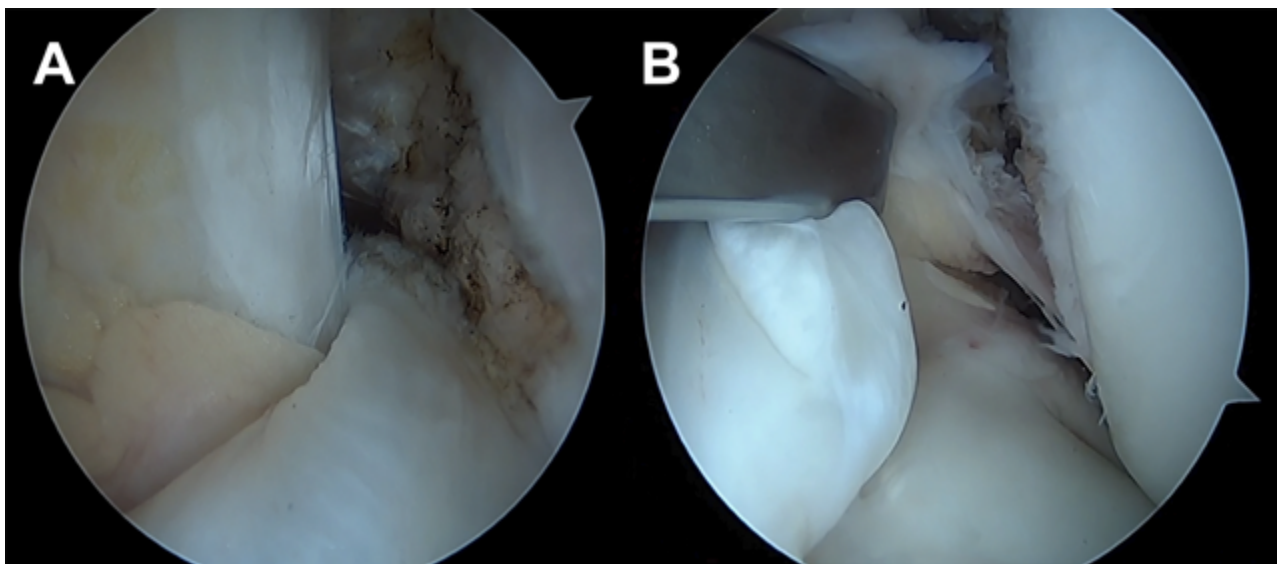


Figura 2: A) Evaluación artroscópica de ruptura de ligamento cruzado anterior en paciente de nueve años. B) Remanente tibial preservado.

cación de escalas funcionales IKDC e IKDC pediátrico, Lysholm y Tegner pre y postquirúrgico, así como el retorno a la actividad deportiva prelesión.

Técnica quirúrgica

El procedimiento quirúrgico realizado fue una modificación de la reconstrucción intra y extraarticular del ligamento, con injerto autólogo de la bandeleta ilirotibial descrito por Macintosh y Derby, modificación realizada por Micheli la que consiste en aplicar la técnica al esqueleto inmaduro, asistencia artroscópica, fijación del injerto y una rehabilitación acelerada.^{16, 17}

El paciente es operado en decúbito supino con torniquete neumático en su muslo con la extremidad exsangüinada. Se realiza el examen articular bajo anestesia y la confirmación artroscópica de la ruptura del ligamento cruzado anterior por portales artroscópicos tradicionales, y se efectúa un inventario de las lesiones intraarticulares asociadas y resección de los remanentes del LCA (realizado hasta 2013) o su preservación (origen tibial desde 2013 hasta la fecha) (fig. 2). Se realiza una incisión lateral oblicua desde la interlínea articular lateral, dirigida proximalmente unos 10 cm y distalmente hacia la inserción de la cintilla en el tubérculo de Gerdy (fig. 3a).

Se prosigue con una toma de un injerto central de la bandeleta ilirotibial con un ancho entre 6 y 8 mm, según el tamaño del paciente, cortándolo proximalmente con una tijera o un tenótomo (fig. 3b) y, posteriormente, se efectúa una liberación hacia distal de la cápsula lateral y del retináculo lateral (fig. 3c). El extremo proximal libre es reparado con una trampa lateral utilizando una hebra de FiberLoop® (Arthrex Inc.) (fig. 3d).

Se continúa con el tiempo artroscópico realizando una

plastia mínima de la escotadura intercondílea, evitando lesionar el anillo pericondral del fémur. Se identifica el ligamento intermeniscal (fig. 4a) y la posición femoral over de top desde la vista frontal (fig. 4b). Por el portal anteromedial, se realiza la inserción de pinza hemostática curva y larga en la posición over the top (fig. 4c) hacia la incisión lateral para, de esta manera, recuperar las hebras del extremo libre del autoinjerto de la bandeleta ilirotibial para su ingreso articular (figs. 4d, e y f).

Se realiza una segunda incisión longitudinal a la altura de la pata de ganso y se disecciona hasta el periostio (Fig. 5a). A través de esta incisión se introduce un SutureLasso™ recuperador de sutura (Arthrex Inc.) que pasa por debajo del ligamento intermeniscal para traccionar la sutura de reparo del extremo libre del injerto (Figs. 5b y c), pasando el injerto intraarticular por debajo del ligamento intermeniscal y extrayéndolo por la incisión tibial (Figs. 5d, e y f).

Finalmente se procede a realizar la fijación del injerto en el lado femoral a través de la incisión lateral con la rodilla en flexión de 90° y rotación externa de 15°, con puntos de FiberWire® 2 (Arthrex Inc.) al cóndilo lateral, a la altura del *septum* intermuscular lateral (figs. 6a y b). La fijación tibial es realizada distal a la fisis tibial con la rodilla en flexión de 20° y suturados con tensión del injerto al periostio tibial medial (Fig. 6d) y, desde 2012, suplementado con sistemas de anclaje sin nudos SwiveLock® o PushLock® (Arthrex Inc.) a manera de fijación postcortical (fig. 6c)

El manejo postoperatorio fue estándar para todos los pacientes: las primeras dos semanas inmovilización de la rodilla en extensión con un inmovilizador y posterior movilidad libre hasta alcanzar la movilidad completa. Se permitió marcha con muletas y apoyo parcial en las pri-

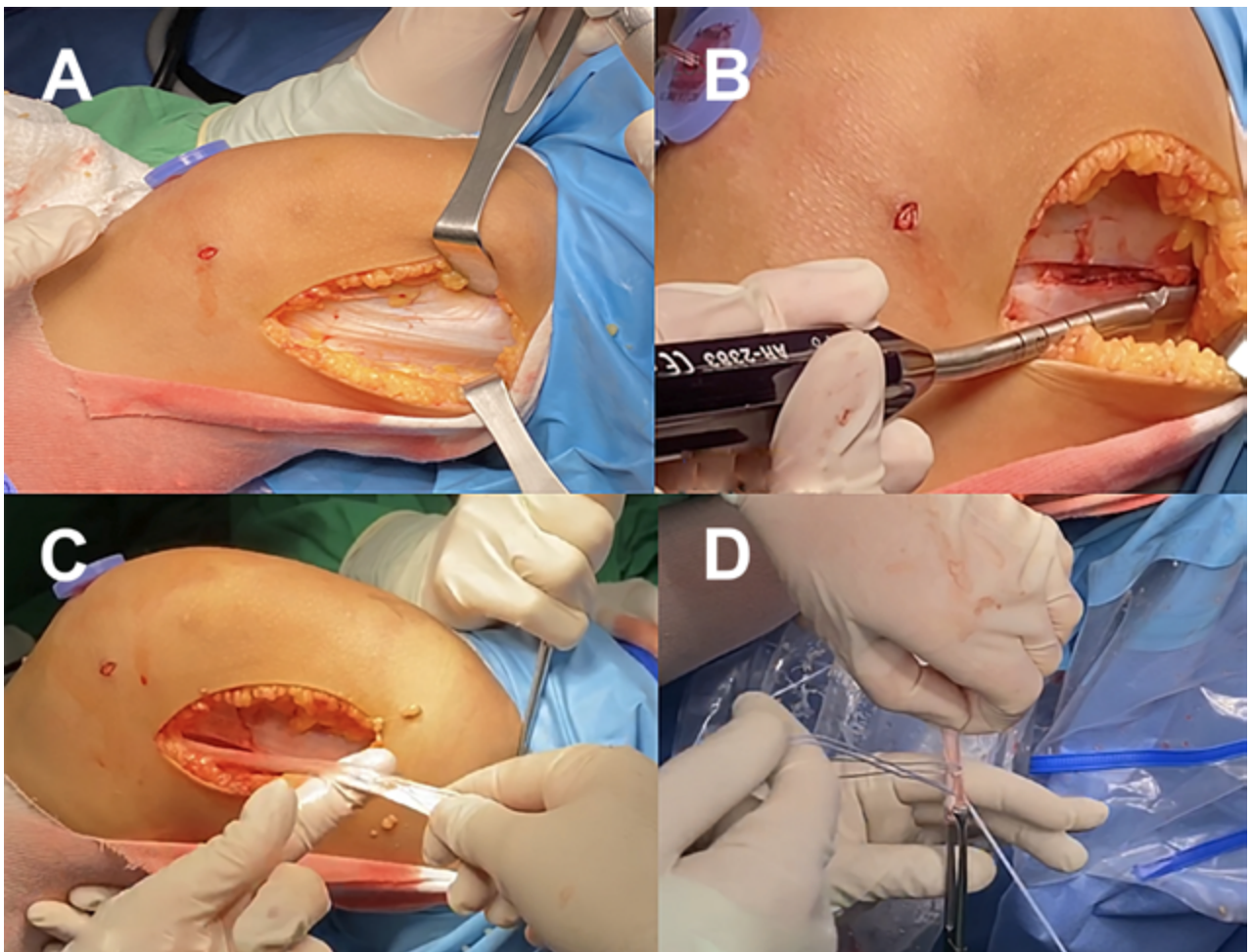


Figura 3: Toma y preparación del injerto. A) Incisión lateral a la altura de la bandeleta ilirotibial. B) Incisión hacia proximal con tenótomo. C) Liberación proximal y distal del injerto. D) Preparación con sutura del extremo libre del injerto.

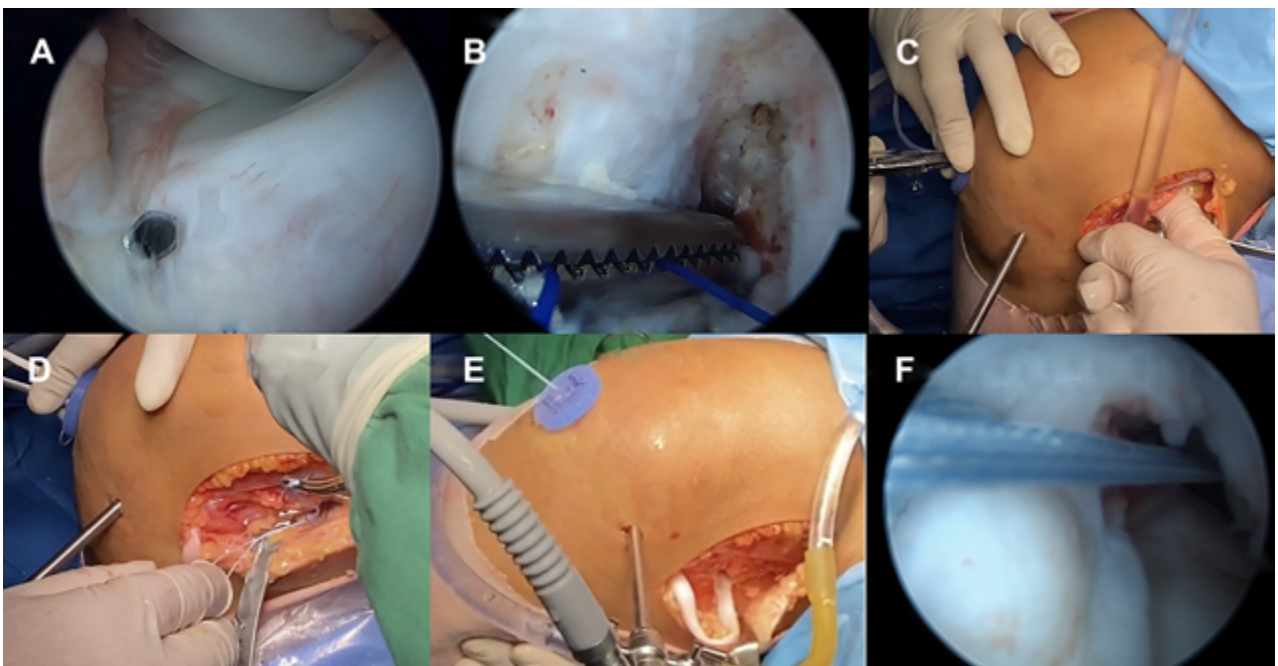


Figura 4: Paso del injerto a una posición intraarticular. A) Identificación del ligamento intermeniscal. B y C) Paso de pinza curva por portal medial hacia la posición *over the top*. Vista intra y extraarticular. D) Recuperación de la hebra transportadora de sutura por la incisión lateral. E y F) Paso de las hebras del injerto hacia el trayecto intraarticular. Vista extra e intraarticular.

meras seis semanas y luego apoyo completo progresivo. Inicio de plan formal de rehabilitación desde la segunda semana del postoperatorio enfocado en cadena cinética cerrada los primeros tres meses. No se permitió actividad deportiva los primeros seis meses. No se utilizó ninguna ortesis especial en el postoperatorio temprano ni tardío.

RESULTADOS

Veinte pacientes con veintidós rodillas cumplieron los criterios de inclusión y seguimiento para el estudio. El 100% con fisis abiertas al momento de la cirugía y con una edad cronológica promedio de 10.4 años (rango 8.2 a 12.2) y edad ósea determinada por las tablas de Greulich y Pyle de 10.1 años (rango 8 a 12.3). El 68.2% (n = 15) de las rodillas fueron en pacientes Tanner I; el 31.8% (n = 7) restante, Tanner II. El tiempo de seguimiento promedio fue de 5.6 años (rango de 18 meses a 12.3 años). Dieciocho pacientes de sexo masculino y todas las lesiones relacionadas con trauma deportivo en fútbol, y dos de sexo femenino con afección bilateral de rodilla ocurridas durante la práctica de gimnasia olímpica. El tiempo promedio entre el momento de la lesión y el procedimiento quirúrgico fue de 11.5 meses (13 días a 33.4 meses).

Al momento de la cirugía el promedio de crecimiento residual del fémur distal y tibia proximal sumados fue de 25.7 cm (7.8 a 61.2 cm) calculados con las tablas de Kelly y Dimeglio. Al final del seguimiento, el crecien-

to total logrado estaba un 4.7% por debajo del calculado y solo el 74% de los pacientes tenían ya cerradas las fisis (línea radioluciente fisaria menor de 2 mm o ausencia de fisis).

Las lesiones asociadas encontradas fueron del 45.4%: seis lesiones del menisco lateral, dos del menisco medial y dos lesiones condrales de espesor parcial ambas ubicadas en el cóndilo femoral medial. Todas las lesiones meniscales fueron suturadas simultáneamente con la reconstrucción ligamentaria y las lesiones condrales manejadas con condroplastia mecánica (Tabla 1).

Durante el seguimiento se manifestaron dos fallas del injerto (9%), catalogadas como re-ruptura por evaluación clínica y resonancia magnética. Ambas se presentaron en los dos pacientes de sexo femenino que a su vez también fueron los únicos dos casos (9%) de cirugía de rodilla contralateral por ruptura traumática de ligamento cruzado anterior, presentándose a los 2.1 y 2.3 años de la cirugía primaria de la rodilla contralateral. La falla se observó a los 3.4 y 4.1 años de la cirugía primaria por nuevo evento traumático durante la práctica de gimnasia olímpica, y fueron revisadas a la edad de 13.2 y 13.8 años con reconstrucción totalmente epifisaria todo-adentro técnica de Ganley y Lawrence. Al final del seguimiento, a excepción de estos dos casos, no hubo más fallas ni re-rupturas.

Hubo dos casos más de reintervención por falla de la sutura meniscal (un menisco lateral y un menisco me-

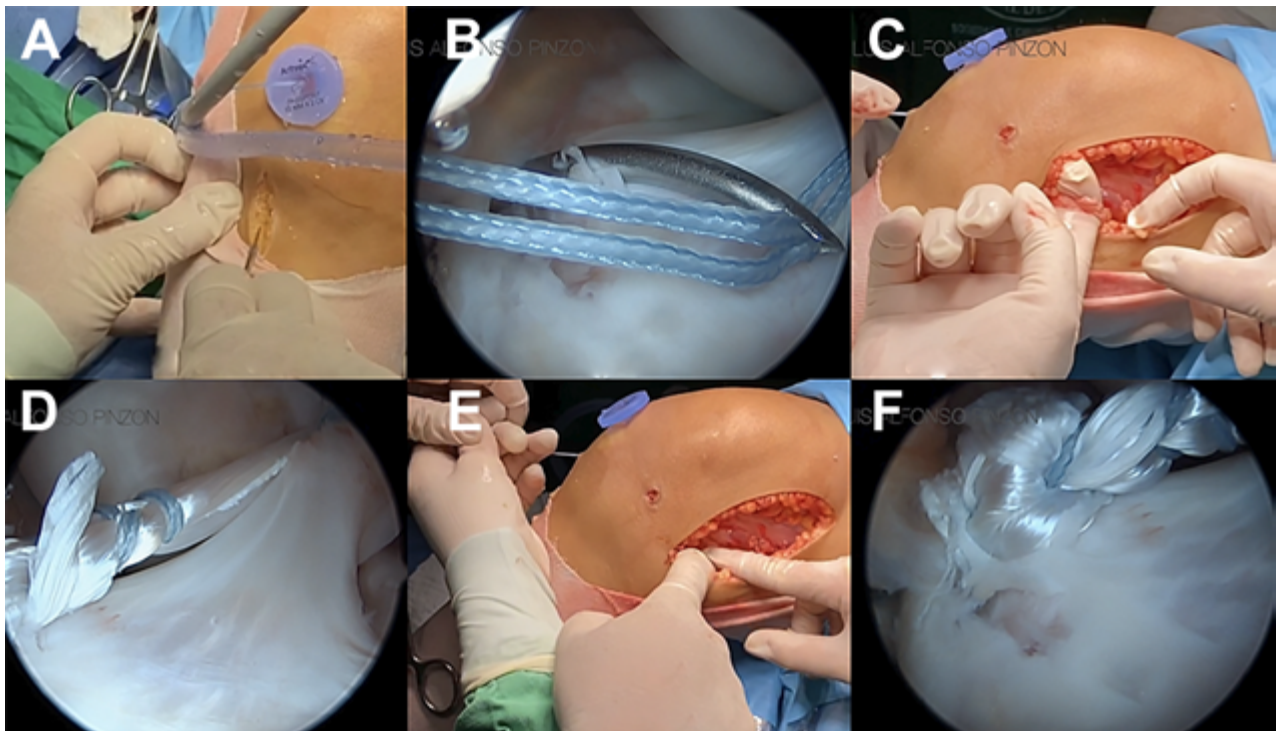


Figura 5: Posicionamiento intraarticular del injerto. A) Incisión sobre tibia medial proximal. B) Toma de la hebra de tracción del injerto con recuperador de sutura por debajo del ligamento intermeniscal. C, D y E) Tracción del injerto. Vista intra y extraarticular. F) Paso del injerto por debajo del ligamento intermeniscal.

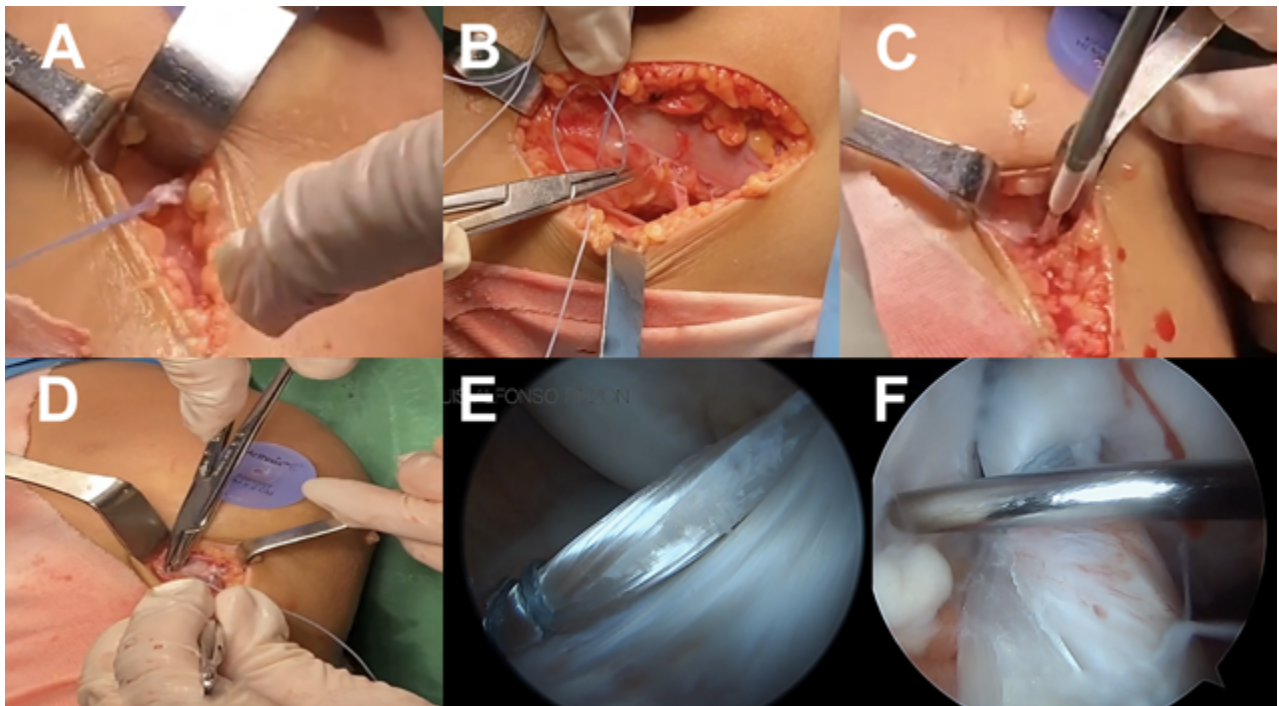


Figura 6: Fijación del injerto y vista final. A) Longitud final del injerto sobre tibia medial. B) Fijación femoral del injerto sobre cóndilo femoral lateral a la altura del septum intermuscular lateral. C) Fijación tibial distal a la fisis proximal con implante sin nudos. D) Sutura del tendón al periostio tibial. E) Vista intraarticular del injerto desde el portal lateral. F) Vista intraarticular del injerto desde el portal anteromedial.

TABLA 1. RESUMEN DE DATOS

Edad cronológica	Edad ósea	Sexo M	Sexo F	Tanner I	Tanner II	Seguimiento promedio	Trauma deportivo	Tiempo lesión a cirugía	Lesiones asociadas	bilateralidad
10.4	10.1	18	2	15	7	5.6 años	100%	11.5 M	45.40%	2 pacientes

dial) manejado con resutura y meniscectomía parcial, respectivamente. No hubo complicaciones en términos de artrofibrosis, infección ni problemas en la cicatrización de las heridas (Tabla 2).

Hallazgos por imágenes

Al 100% de las rodillas se le realizó un seguimiento radiográfico con test de Farrill y goniometría angular de sus miembros inferiores: no se encontró deformidad o discrepancia de longitud de sus miembros superior a 1° o a 8 mm, respectivamente. Se había considerado como hallazgo significativo diferencia de 5° grados de valgo o *recurvatum* y de 2 cm de longitud. Se efectuó seguimiento con resonancia magnética en todos los pacientes, se encontró integridad del injerto en el 100% de las no revisadas por falla (veinte de veintidós) y sin estigmas de lesiones fisarias (Tabla 3).

Hallazgos clínicos

No se documentó déficit en la movilidad ni en flexión ni en extensión en ninguna de las veintidós rodillas.

El test de Lachman comparativo fue entre normal y

TABLA 2. RESUMEN DE DATOS

Reintervención diferente a ligamento	Lesión LCA contralateral	Complicaciones
2 (9.1%)	2 (9.1%)	0%

con tope firme (1A) en el 90.9% de las veintidós rodillas evaluadas. El test de *Pivot shift* fue negativo en el 95.5% (n = 21) de las rodillas.

Se realizó una evaluación con KT-1000 al final del seguimiento en diecinueve de las veintidós (86%) rodillas con una diferencia menor de 3 mm con la rodilla contralateral en dieciocho de estas (94.7%).

Al examinar molestias, dolor o déficit relacionado con el abordaje lateral del muslo, o el abordaje anteromedial, solo se encontró una asimetría y pequeño defecto del cierre de la fascia no doloroso en una de las veintidós rodillas evaluadas (4.6%) (Tabla 4).

Evaluaciones funcionales

La escala funcional IKDC fue aplicada a trece de los veinte pacientes (quince rodillas) hasta el 2012 con un resultado promedio de 95.4 (89 a 100 puntos), y se apli-

TABLA 3. RESUMEN DE HALLAZGOS POR IMÁGENES

Discrepancia longitud postquirúrgica	Alteración angular coronal	Recurvatum	Crecimiento residual calculado segmento inferior	Crecimiento residual efectivo segmento inferior	Integridad del injerto por resonancia
8 mm	0.7°	0%	25.7cm (7.8 a 61.2 cm)	24.5 cm	100% en las rodillas no revisadas por falla del injerto

TABLA 4. HALLAZGOS CLÍNICOS

Movilidad comparativa	Test de Lachman 1A	Test de Pivot shift	Evaluación KT-1000 < a 3 mm a 30 y 90°	Molestias relacionadas con el abordaje tibial	Molestias relacionadas con el abordaje de la bandeleta iliotibial
100% de la movilidad contralateral	90.9%	95.4%	95.4%	0%	4.6%

có el IKDC pediátrico (Kocher) a partir de 2012 en los últimos siete pacientes (siete rodillas) con un resultado promedio de 92.3 puntos.

La escala de Lysholm aplicada a los veinte pacientes mostró un puntaje promedio de 94.1. El índice de satisfacción subjetiva de Tegner fue evaluado en la totalidad de los pacientes y respondido entre estos y el mayor responsable. Su actividad deportiva recreacional prelesión era de 7 y postoperatoria fue también de 7 en dieciséis de los pacientes. Cuatro, que al momento de la valoración tenían seguimientos promedio de 8.2 años, eran ya atletas competitivos con un valor Tegner de 8. El retorno a la actividad deportiva que causó la lesión fue del 90%. Los dos (10%) pacientes de abandono de la actividad deportiva fueron de sexo femenino que practicaban gimnasia olímpica, con re-ruptura del injerto previa ruptura del ligamento cruzado de la rodilla contralateral (Tabla 5).

DISCUSIÓN

Cada vez más nos vemos enfrentados a una mayor cantidad de niños practicantes de deportes, por sus efectos positivos sobre la salud y el crecimiento, pero muchos de ellos también están inmersos en la cultura de la competición, especialización del deporte y con regímenes de entrenamiento de alto nivel e incluso con aspiraciones profesionales.

Esta práctica recreativa y competitiva ha llevado a un aumento vertiginoso en la incidencia y diagnóstico de las lesiones del ligamento cruzado anterior, especialmente en las últimas dos décadas.²³

Sin embargo, el tratamiento en este grupo poblacional aún sigue siendo motivo de controversia entre los que

abogan por el manejo conservador hasta lograr la madurez esquelética y los que optan por una opción quirúrgica.²³ Moksnes propuso el manejo ortopédico en estos pacientes bajo el concepto de que los atletas jóvenes pueden convivir exitosamente con una rodilla sin ligamento cruzado anterior, pero en su propio seguimiento prospectivo basado en resonancia magnética, encontró que en los primeros cuatro años, uno de tres pacientes requirió reconstrucción ligamentaria por inestabilidad persistente, y uno de cada cinco presentó una nueva lesión meniscal que requirió tratamiento.²⁴ Esto representa claramente la historia natural de esta patología en estas edades. Además, existe el riesgo de la pobre adherencia al tratamiento no quirúrgico, manteniendo la rodilla en riesgo de episodios de inestabilidad repetidos. Pero de cumplirse con el objetivo restrictivo del tratamiento, esta disminución de las actividades deportivas, lúdicas y recreativas propias de los niños va a tener un costo importante en su desarrollo físico, mental y de sus habilidades sociales necesarias en esta edad escolar.

Estas razones y la evidencia hasta ahora encontrada en la literatura favorecerían la decisión de optar por un manejo quirúrgico.⁸ Pero siempre existe el temor por afectar el crecimiento fisario, por lo que es vital escoger el procedimiento ideal acorde con la edad del paciente para evitar o minimizar los riesgos.

Múltiples técnicas quirúrgicas han sido desarrolladas,^{8, 11, 17, 25} incluyendo algunas que evitan o respetan la fisis, técnicas contenidas dentro de la fisis femoral y tibial, o totalmente epifisarias; técnicas que atraviesan solo la fisis femoral y/o la fisis tibial (técnicas parcial o completas transfisarias), estas últimas utilizando túneles más verticales para minimizar el riesgo de lesión de la fisis, tanto por la orientación del túnel como por

la disminución de su área de ocupación (situación que va en contra del concepto de posicionamiento anatómico del túnel femoral, es decir, más oblicuo). También se busca evitar cruzar la fisis con injertos diferentes a los de partes blandas, no atravesarla con material de fijación, siendo preferibles las fijaciones metafisarias y sin sobretensión del injerto. Sin embargo, hay estudios que demuestran que, a pesar de tener las precauciones anteriormente descritas, estos pacientes pueden desarrollar barras fisarias aun en ausencia de un franco arresto del crecimiento.²⁶

En cuanto a las técnicas de túneles completamente contenidos en las fisis, inicialmente descritas por A. Anderson, y posteriormente evolucionada a la técnica totalmente epifisaria todo-adentro por Lawrence y Ganley;¹¹ Cordasco²⁷ y otros autores, son una opción terapéutica muy válida en el grupo poblacional pediátrico con riesgo de alteraciones del crecimiento producto de la lesión fisaria.

Uno de los autores del presente trabajo (L.A.P.), con experiencia no publicada pero presentada en el Congreso

de la Sociedad Latinoamericana de Artroscopía, Rodilla y Deporte (SLARD) en 2012, y premiado mejor trabajo libre, mostró su experiencia con técnica totalmente epifisaria todo-adentro en treinta y tres pacientes con edad promedio de 12.3 (11.4 a 15.2) años con Tanner II a IV y un riesgo intermedio de lesión fisaria, con resultados satisfactorios en el 94% de los pacientes con IKDC y Lysholm score cercano a 95 puntos y solo dos re-rupturas en un seguimiento promedio de 3.3 años. La selección del autor entre una técnica extra e intraarticular combinada versus una totalmente epifisaria depende del tamaño de la epífisis femoral y, tomando en cuenta los reparos anatómicos evaluados por resonancia magnética publicado por Xerogeaneas,²⁸ se hace técnicamente difícil en pacientes menores de talla baja, a pesar del control fluoroscópico continuo intraoperatorio y más aún en presencia de fisis onduladas e irregulares donde no solo la penetración de la fisis puede causar su daño, sino la posible lesión térmica por la creación del túnel que a su vez puede inducir una hipervascularidad con estimulación fisaria, con la posibilidad, además, del riesgo de perforación condral o

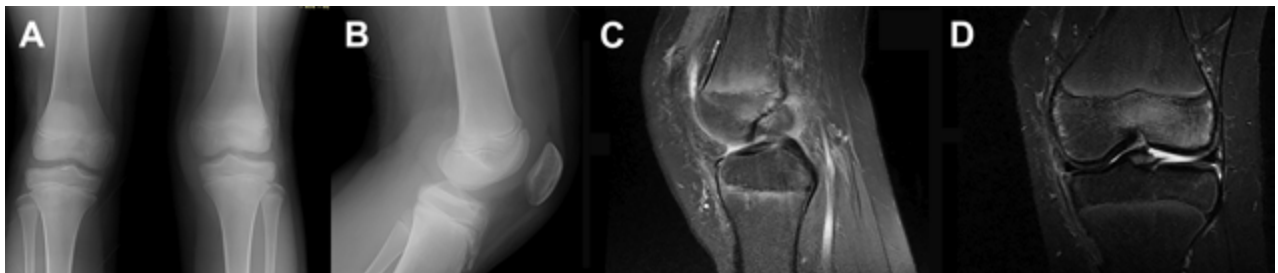


Figura 7: A y B) Estudio radiográfico simple en paciente de diez años con trauma en rodilla izquierda y ruptura de ligamento cruzado anterior. C y D) Imagen de resonancia magnética. Se observa ausencia de LCA y áreas de contusión del cóndilo femoral lateral.

TABLA 5. EVALUACIONES FUNCIONALES

IKDC	IKDCP	Lysholm	Tegner prequirúrgico	Tegner postquirúrgico	Retorno a la misma actividad deportiva
95.4	92.3	94.1	7	7	90.00%

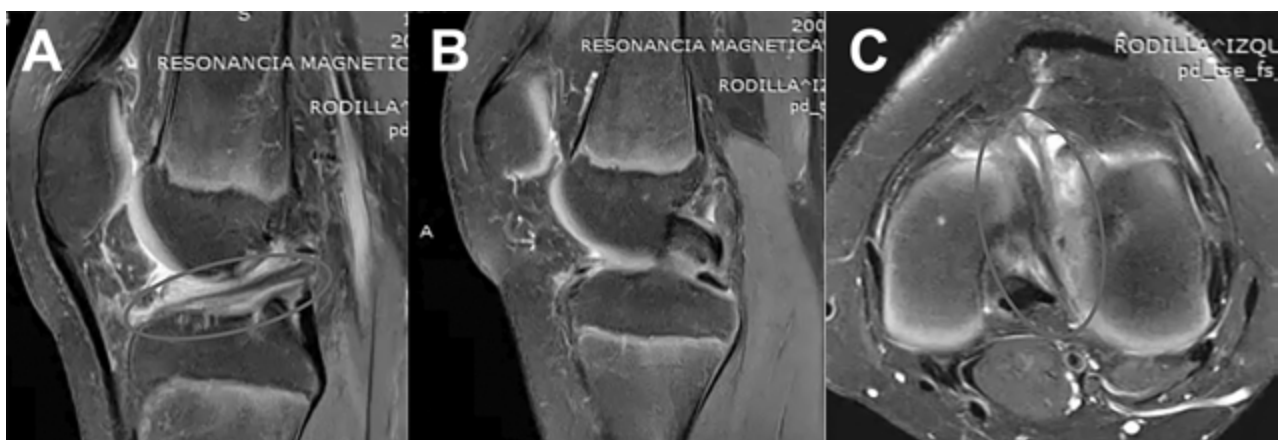


Figura 8: Estudio postoperatorio de resonancia magnética de la paciente de la figura 7. A) Corte sagital. El óvalo destaca el trayecto intraarticular sin túneles del injerto de la bandeleta ilirotibial. B) Corte sagital. El óvalo destaca la fijación tibial distal con elemento de sistema sin nudos a manera de poste cortical, suplementando la sutura perióstica del injerto. C) Corte axial. El óvalo denota el trayecto intercondíleo del injerto de la bandeleta ilirotibial.

subcondral del cóndilo femoral lateral.

Cordasco y Green en 2017 publican sus resultados de la técnica todo-adentro totalmente epifisaria en veintitrés pacientes con edad ósea promedio de 12.2 años y seguimiento promedio de 32.1 años. Obtuvieron un IKDC y Lysholm postoperatorio de 94.6 y 97.9, respectivamente. No existieron diferencias significativas en la artrometría con KT-1000, pero sí reportan seis pacientes con sobrecrecimiento de la extremidad, dos de los cuales fue mayor de 15 mm, 8.7% de los pacientes requirieron reoperación por re-ruptura.²⁷

Por estas razones los autores escogen el procedimiento de reconstrucción de ligamento cruzado anterior con técnica extraarticular e intraarticular con injerto de la bandeleta ilirotibial en pacientes Tanner I o II, edades con riesgo de lesión fisaria que tengan más de 5 cm o tres años de crecimiento residual.

Esta técnica popularizada por Micheli y Kocher,^{17, 18, 25, 29} inicialmente pensada como un procedimiento temporal o en puente hasta lograr la madurez esquelética y realizarse un procedimiento definitivo, fue diseñada con tres posibles ventajas: evitar lesiones fisarias, facilitar la cirugía de revisión en caso de necesitarse al no existir túneles ni en el fémur ni en la tibia y adicionar una estabilización rotacional extraarticular lateral.

A pesar de ser una técnica no anatómica, los estudios biomecánicos de Kennedy y Metzger³⁰ en seis rodillas cadavéricas, comparando procedimientos todo epifisarios, transfisarios *over de top* y la técnica intra y extraarticular de Micheli, mostraron que es la que mejor restablece la estabilidad anterior y el control rotacional, aunque con el riesgo de sobreconstruir en rotación interna a más de 30° de flexión.

Kocher en 2005, y posteriormente en 2018,^{18, 29} muestra hasta ahora la serie más larga de pacientes (244) con esta técnica, con un seguimiento promedio de 6.2 años. Sus evaluaciones funcionales postoperatorias muestran una IKDC de 93, Lysholm de 93 y su evaluación Tegner de 7.8. Su porcentaje de re-ruptura fue de 6.6% y un retorno deportivo a la misma disciplina de 96.5%, sin ninguna alteración del crecimiento de la extremidad ni deformidad residual angular.

Willimon y Jones, en 2015, reportan su experiencia de seguimiento de tres años en veintidós pacientes y veintidós rodillas, con la misma técnica, con edad cronológica promedio de 11.8. El IKDC fue de 96.5, Lysholm de 9.5 y un Tegner final de 8. Su tasa de retorno deportivo fue algo menor, cercana al 79%. Su porcentaje de re-ruptura fue del 14%.¹⁹

En cuanto a las técnicas transfisarias en pacientes Tanner I y II, Hui y Roe muestran su experiencia en dieciséis pacientes, con seguimiento de dos años y doce años

de promedio de edad, con la novedad de incluir entre los injertos catorce aloinjertos de isquiotibiales de donante vivo (padre). Un IKDC de 96, once pacientes con test de Lachmann negativo y catorce con *Pivot shift* negativo. El 100% retornó a actividades deportivas y no se reportaron deformidades angulares ni alteraciones del crecimiento.¹⁰

Liddle y Imbuldeniya publican su experiencia en diecisiete pacientes Tanner I y II, promedio de cuarenta y cuatro meses y 12.1 años de seguimiento y edad, respectivamente, con un Lysholm de 97.5 y Tegner de 7.9. Reportan un porcentaje de re-ruptura de 5.8% y un 5.8% de deformidades angulares en valgo, sin discrepancias de longitud de miembros inferiores.³¹

Cohen y Ferreti en 2009 reportan veintiséis pacientes con edad promedio de 13.2 años (11 a 15). Técnica transfisaria. Solo cinco pacientes Tanner I y II y seguimiento promedio de cuarenta y cuatro meses. Obtuvieron un IKDC de 91.5, Lysholm de 93.5 con un porcentaje de re-rupturas por nuevo episodio traumático del 14.2%. El 11.2% de los pacientes no logró alcanzar el nivel prelesión. No reportan alteraciones angulares o discrepancias significativas de la longitud de sus miembros inferiores.³²

Calvo y Figueroa en 2014 publican sus resultados en veintisiete pacientes con edad promedio de trece años (12 a 17) y seguimiento promedio de 10.3 años. Solo tres fueron Tanner II, los demás fueron Tanner III en adelante. Técnica monotúnel vertical en fémur y tibia. Obtuvieron un IKDC, Lysholm y Tegner postoperatorio de 94, 92 y 6 respectivamente, sin encontrar deformidades angulares y diferencias de longitud. Reportan dos pacientes con inestabilidad persistente (7.4 %) y tres con re-ruptura del injerto (11.1%).³³

Aunque el diseño de estudio no permite realizar comparaciones con resultados, ya sea de la misma técnica por otros autores o técnicas diferentes en el mismo grupo etario, o incluso en pacientes pediátricos aún mayores, los resultados obtenidos son bastante satisfactorios, en términos de cumplir con sus objetivos iniciales: estabilización de la rodilla, retorno a una actividad física recreativa o competitiva similar a la prelesión con un bajo índice de revisión (9.4%); revisión que se realizó, además, en dos pacientes femeninas hiperlaxas, con *genu recurvatum*, practicantes de gimnasia olímpica, quienes a su vez también fueron las únicas dos pacientes con ruptura bilateral de ligamento cruzado anterior, también operadas con técnica intra y extraarticular. Fueron revisadas de su primera rodilla con técnica todo-adentro totalmente epifisaria. Estas pacientes abandonaron la práctica de gimnasia.

El procedimiento cumplió también con el objetivo de no causar daño en el crecimiento; no se encontró, durante el tiempo de seguimiento, pacientes con deformida-

des en valgo femoral, *recurvatum* tibial o discrepancia de longitud de sus miembros inferiores, complicaciones que han sido reportadas entre un 2%³⁴ al 11%³⁵ y que sin lugar a dudas son las causas por las que tanto ortopedistas y familiares de estos pacientes aún optan y recomiendan el manejo ortopédico hasta alcanzar la madurez esquelética, con los consecuentes efectos deletéreos en las estructuras condrales y meniscales de la rodilla, derivadas de la inestabilidad recurrente.

Aunque el procedimiento pueda ser considerado como una cirugía “puente o contemporizadora”, fue la cirugía definitiva en más del 90% de los pacientes hasta el final del seguimiento, teniendo en cuenta que al final de este el 74% de ellos ya tenían las fisis cerradas. Si estos pacientes llegasen a necesitar revisión, esta técnica quirúrgica no comprometería la realización de otro procedimiento, al no tener túneles ni elementos de fijación en fémur ni tibia, ni al haber recurrido a los injertos convencionalmente utilizados en reconstrucción primaria, todo lo que, finalmente, es otro de los objetivos.

Las fortalezas de este artículo están en que es un buen número de pacientes solo Tanner I y II, con edad ósea promedio al momento de la cirugía de 10.1 años (tal vez la más baja reportada hasta ahora en la literatura), con expectativas de crecimiento significativas, edad en la cual el riesgo de lesión fisaria podría causar mayores consecuencias por estar dentro del grupo de alto riesgo.^{20, 21}

También existen pacientes con seguimiento largo, hasta 12.3 años, y un porcentaje alto de ellos (74%) ya tenían las fisis cerradas, con lo que se podría concluir que fue un procedimiento definitivo durante el período de crecimiento y sin complicaciones relacionadas con lesión fisaria. Además, se aplicaron las escalas de resultados más utilizadas: IKDC en quince rodillas, IKDC pediátrico en los siete restantes, Tegner y Lysholm. Además, se realizó en todos los pacientes, como complemento del estudio de goniometría radiográfica, seguimiento por resonancia magnética para corroborar, no solo la integridad

del injerto sino para confirmar la ausencia de lesiones fisarias que no causarían deformidad (figs. 7 y 8).

El estudio también tiene limitaciones. Se trata de un estudio retrospectivo que adolece de un grupo comparativo para no entrar en cotejos de resultados contra la literatura similar ya publicada. También carece de una evaluación prequirúrgica subjetiva de escalas funcionales para determinar qué tanta mejoría presentaron los pacientes y no solo inferirla por los altos puntajes postoperatorios obtenidos. Se realizó la artrometría con KT-1000 solo en el 86% de los pacientes por no contar con artrómetro en los primeros pacientes del seguimiento. Finalmente, las escalas de evaluación no fueron 100% específicas para la población pediátrica, dado que el IKDC, el KOOS y el HSS FABS pediátricos fueron descriptos y publicados en 2011, 2012 y 2013, respectivamente, posterior al inicio de la recolección de datos, aunque aún no existe consenso de cuál o cuáles deben ser las escalas validadas para la evaluación de resultados de cirugía de LCA en niños.^{36, 37}

CONCLUSIÓN

La reconstrucción de ligamento cruzado anterior con la técnica de preservación fisaria extra e intraarticular, con autoinjerto de bandeleta iliotibial, en pacientes con esqueleto inmaduro, en la población de alto riesgo Tanner I y II, con expectativas de crecimiento mayor a 5 cm o de más de tres años, es un procedimiento reproducible que proporciona adecuada estabilidad a la rodilla, resultados funcionales muy satisfactorios, con altos índices de retorno a las actividades deportivas, no solo recreativas propias de la edad, sino incluso competitivas, sin secuelas por lesiones fisarias. Es un procedimiento seguro sin afectar el crecimiento residual, y aunque puede ser considerado transitorio o “puente” mientras se consigue la madurez esquelética, fue el procedimiento definitivo en la gran mayoría de los pacientes durante el seguimiento con solo un 9% de falla y revisión.

BIBLIOGRAFÍA

- Perkins AC; Willimon SC. Pediatric anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Clin North Am*, 2020; 51(1): 55-63.
- Comstock RD; Collins CL. National high school sports-related injury surveillance study. 2009-2010 School year. Disponible en: <http://www.nationwidechildrens.org/Document/Get/103353>.
- Buller LT; Baraga MG. Best trends in anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Orthop J Sports Med*, 2014; 3(1): 2325967114563664.
- Chicorell AM; Nasreddine AY; Kocher MS. Physseal-sparing anterior cruciate ligament reconstruction with iliotibial band. *Clin Sports Med*, 2011; 30(4): 767-77.
- Shea KG; Pfeiffer R; Wang JH et al. Anterior cruciate ligament injury in pediatric and adolescent soccer players: an analysis of insurance data. *J Pediatric Orthop*, 2004; 24: 622-8.
- Lang PJ; Sugimoto D; Micheli LJ. Prevention, treatment, and rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries in children. *Open Access J Sports Med*, 2017; 8(1): 133-41.
- Ardem CL; Ekås RG; Moksnes H; Anderson AF; et al. 2018 International Olympic Committee consensus statement on prevention, diagnosis and management of pediatric anterior cruciate ligament (ACL) injuries. *Br J Sports Med*, 2018; 52(7): 422-38.
- Ramski DE; Kanj Wajdi; Ganley T. Anterior cruciate ligament tears in children and adolescent: a meta-analysis of nonoperative versus treatment. *Am J Sports Med*, 2014; 42(11): 2769-76.
- Gausden E; Calcei JG; Fabricant PD; Green DW. Surgical options for anterior cruciate ligament reconstruction in the young child. *Curr Opin Pediatr*, 2015; 27(1): 82-91.
- Hui C; Roe J; et al. Outcome of anatomic transphyseal anterior cruciate ligament reconstruction in Tanner 1 and 2 patients with open physes. *Am J Sports Med*, 2012; 40(5): 1093-8.
- Milewski M; Beck N; Lawrence JT; Ganley T. Anterior cruciate ligament reconstruction in the young athlete: a treatment algorithm

- for the skeletally immature. *Clin Sports Med*, 2011; 30: 801-10.
12. Lopes Junior OV; Saggini PR; Kuhn A. Reconstruction of the anterior cruciate ligament in skeletally immature patients: and individualized approach. *Rev Bras Ortop*, 2014; 49(3): 252-9.
 13. Bigoni M; Gaddi D; Gorla M; et al. Arthroscopic anterior cruciate ligament repair for proximal anterior cruciate ligament tears in skeletally immature patients: Surgical technique and preliminary results. *Knee*, 2017; 24(1): 40-8.
 14. van der List JP; DiFelice GS. "The Role of Primary Repair in Pediatric Anterior Cruciate Ligament Injuries". En: Parikh SN (ed.). *The Pediatric Anterior Cruciate Ligament*. Springer, Cham, 2018, pp: 227-39.
 15. Fabricant Peter; Kocher Mininder. Management of ACL injuries in children and adolescents. *J Bone Joint Surg*, 2017; 99(7): 600-12.
 16. Peterson DC; Ayeni OR. Pediatric anterior cruciate ligament reconstruction outcomes. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2016; 9(4): 339-47.
 17. Kocher MS; Garg S; Micheli LJ. Physal sparing reconstruction of the anterior cruciate ligament in skeletally immature prepubescent children and adolescents. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am*, 2006; 88 Supp 1, Part 2: 283-93.
 18. Kocher MS; Garg S; Micheli LJ. Physal sparing reconstruction of the anterior cruciate ligament in skeletally immature prepubescent children and adolescents. *J Bone Joint Surg Am*, 2005; 87(11): 2371-9.
 19. Willimon SC; Jones CR; Herzog M. Micheli anterior cruciate ligament reconstruction in skeletally immature youths. *Am J Sports Med*, 2015; 43(12): 2974-81.
 20. Falciglia F; Panni AS; Giordani M; Guzzanti V. Anterior cruciate ligament reconstruction in adolescent (Tanner stages 2 and 3). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016; 24: 807-14.
 21. Kelly PM; Dimeglio A. Lower-limb growth: Hoe predictable are predictions. *J Child Orthop*, 2008; 2: 407-15.
 22. Frank SJ; Gambacorta PL. Anterior cruciate ligament injuries in the skeletally immature athlete: diagnosis and management. *J Am Acad Orthop Surg*, 2013; 21: 79-87.
 23. Wojtys E; Brower A. Anterior cruciate ligament injuries in the prepubescent and adolescent athlete: clinical and research considerations. *J Athl Train*, 2010; 45(5): 509-12.
 24. Moksnes H; Engebretsen L; Risberg MA. Prevalence and incidence of new meniscus and cartilage injuries after a nonoperative treatment algorithm for ACL tears in skeletally immature children: a prospective MRI study. *Am J Sports Med*, 2013; 41(8): 1771-9.
 25. Micheli LJ; Rask B; Gerberg L. Anterior cruciate ligament reconstruction in patients who are prepubescent. *Clin Orthop Relat Res*, 1999; Jul; (364): 40-7.
 26. Yoo WJ; Kocher MS; Micheli LJ. Growth plate disturbance after transphyseal reconstruction of the anterior cruciate ligament in skeletally immature adolescent patients: an MR imaging study. *J Pediatric Orthop*, 2011; 31(6): 691-6.
 27. Cordasco FA; Watson Mayer S; Green DW; et al. All-inside, All-epiphyseal anterior cruciate ligament reconstruction in skeletally immature athletes. *Am J Sports Med*, 2017; 45(4): 856-63.
 28. Xerogeanes JW; Hammond KE; Todd DC. Anatomic landmarks utilized for physal-sparing; anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. An MRI-Based Study. *J Bone Joint Surg Am*, 2012; 94: 268-76.
 29. Kocher MS; Heyworth B; Fabricant P; Micheli L. Outcomes of physal-sparing ACL reconstruction with iliotibial band autograft in skeletally immature prepubescent children. *J Bone Joint Surg Am*, 2018; 100: 1087-94.
 30. Kennedy A; Coughlin D; Metzger M; et al. Biomechanical evaluation of pediatric anterior cruciate ligament reconstruction techniques. *Am J Sports Med*, 2011; 39(5): 964-71.
 31. Liddle AD; Imbuldeniya AM; Hunt DM. Transphyseal reconstruction of the anterior cruciate ligament in prepubescent children. *J Bone Joint Surg Br*, 2008; 90(10): 1317-22.
 32. Cohen M; Ferreti M; Quarteiro M. Transphyseal anterior cruciate ligament reconstruction in patients with open physes. *Arthroscopy*, 2009; 25(8): 831-8.
 33. Calvo R; Figueroa D; Gil F. Transphyseal anterior cruciate ligament reconstruction in patients with open physes: 10-year follow up study. *Am J Sports Med*, 2015; 43(2): 289-94.
 34. Frosch KH; Stangel D; Brodhun T; et al. Outcomes and risks of operative treatment of rupture of the anterior cruciate ligament in children and adolescents. *Arthroscopy*, 2010; 26(11): 1539-50.
 35. Kocher MS; Saxon HS; Hovis WD; Hawkins RJ. Management and complications of anterior cruciate ligament injuries in skeletally immature patients: survey of the Herodicus Society and the ACL Study Group. *J Pediatr Orthop*, 2002; 22(4): 452-7.
 36. Kocher MS; Smith JT; Iversen MD; et al. Reliability, validity, and responsiveness of modified International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form (Pedi-IKDC) in children with knee disorders. *Am J Sports Med*, 2011; 39(5): 933-9.
 37. Zabis MK; Warming S; Pedersen M, et al. Outcomes measures after ACL injury in pediatric patients, a scoping review. *Orthop J Sports Med*, 2019; 7(7): 2325967119861803.