

Artículo original

doi: 10.35366/120454

# Manejo quirúrgico de la luxación patelofemoral usando injerto autólogo del tendón cuadricipital para la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial. Resultados clínicos y funcionales de una cohorte retrospectiva de pacientes pediátricos

*Surgical management of patellofemoral dislocation using an autologous quadriceps tendon graft for medial patellofemoral ligament reconstruction. Clinical and functional outcomes in a retrospective cohort of pediatric patients*

Pérez-Abdala JI,\* Semeschenko D,\* Halliburton C,\* Bosio S,\* Puigdevall M\*

Hospital Italiano de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

**RESUMEN. Introducción:** la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial (LPFM) con injerto autólogo de tendón cuadricipital (TC) en el tratamiento de la luxación patelofemoral en población pediátrica es una alternativa quirúrgica con algunas ventajas respecto otros tipos de injerto. Se evalúan los resultados clínicos, funcionales, el retorno al deporte y las complicaciones de una cohorte de pacientes pediátricos. **Material y métodos:** estudio de cohorte retrospectivo y descriptivo. Se incluyeron los pacientes pediátricos con luxación recidivante patelofemoral tratados con reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de tendón cuadricipital, con o sin otro procedimiento asociado, con un seguimiento mínimo de dos años. Se excluyeron los casos con luxación patelofemoral congénita, cirugías previas, enfermedad del tejido conectivo y luxación patelar medial. Se calculó la escala funcional de Kujala, con su diferencia clínica mínimamente importante (DCMI) y la escala de actividad de Tegner. Se analizó la diferencia entre el pre y postoperatorio de la escala de Kujala y Tegner usando la prueba Wilcoxon *signed-rank*, con un valor estadístico significativo  $p < 0.05$ . **Resultados:** se incluyeron nueve pacientes (12 rodillas) con un promedio de edad de 16.5 años.

**ABSTRACT. Introduction:** medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction using an autologous quadriceps tendon graft to treat patellofemoral dislocation in the pediatric population is a surgical alternative that may offer advantages compared to other types of grafts. We assessed clinical and functional outcomes, rate of return to sport, and complications in a cohort of pediatric patients. **Material and methods:** retrospective and descriptive cohort study. Pediatric patients with recurrent patellofemoral dislocation treated with MPFL reconstruction using an autologous quadriceps tendon graft, with or without an additional procedure, were included. A minimum follow-up of two years was required. Patients with congenital patellofemoral dislocation, previous surgeries, connective tissue disorders, and medial patellar dislocation were excluded. We measured the Kujala functional score, its minimally clinically important difference (MCID), and the Tegner activity scale. The difference between preoperative and postoperative Kujala and Tegner scores was analyzed using the Wilcoxon signed-rank test. **Results:** we selected nine patients (12 knees) with a mean age of 16.5 years. The median preoperative

## Nivel de evidencia: IV

\* Sector de Ortopedia Infantil, Instituto de Ortopedia y Traumatología «Carlos E. Ottolenghi», Hospital Italiano de Buenos Aires. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

**Correspondencia:**

Juan Ignacio Pérez-Abdala

**E-mail:** ignacio.perez@hospitalitaliano.org.ar

Recibido: 24-04-2024. Aceptado: 25-12-2024.

**Citar como:** Pérez-Abdala JI, Semeschenko D, Halliburton C, Bosio S, Puigdevall M. Manejo quirúrgico de la luxación patelofemoral usando injerto autólogo del tendón cuadricipital para la reconstrucción del ligamento patelofemoral medial. Resultados clínicos y funcionales de una cohorte retrospectiva de pacientes pediátricos.

Acta Ortop Mex. 2025; 39(4): 220-230. <https://dx.doi.org/10.35366/120454>



[www.medicgraphic.com/actaortopedica](http://www.medicgraphic.com/actaortopedica)



La mediana de la escala de Kujala preoperatoria fue de 56 con un rango intercuartílico (RIC) 51-65 y de 99 (RIC 95-100) en el postoperatorio, se obtuvo una DCMI y una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ). La mediana de la escala de Tegner preoperatoria fue de 6 (RIC 6-8.5) y de 5.5 (RIC 4-7) en el postoperatorio, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.02$ ). El tiempo promedio de retorno deportivo fue a los 6.5 meses. Hubo cuatro complicaciones. **Conclusiones:** la reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de tendón cuadricipital en pacientes pediátricos es una alternativa reproducible que mostró buenos resultados clínicos y funcionales.

**Palabras clave:** luxación patelar, ligamento patelofemoral medial, injerto tendón cuadricipital.

#### Abreviaturas:

BP = Blackbourn-peel

CD = Catton Deschamps

DCMI = diferencia clínica mínimamente importante

EVA = escala visual analógica

IMC = índice de masa corporal

IS = Insall-Salvati

LPFM = ligamento patelofemoral medial

RIC = rango intercuartílico

RM = rango de movilidad

ST-TAT = surco troclear - tuberosidad anterior de la tibia

TAT = tuberosidad anterior de la tibia

TC = tendón cuadricipital

## Introducción

La luxación patelofemoral es una entidad común en la población pediátrica con incidencia estimada de 29 a 43 por cada 100,000 habitantes.<sup>1,2</sup> El tratamiento de un primer episodio es, en la mayoría de los casos, conservador.<sup>1,3,4</sup> El riesgo de recurrencia después de un primer episodio varía entre 35 y 45% y se incrementa con la presencia de factores anatómicos que alteran la biomecánica patelofemoral, como patela alta, displasia troclear y patelar, mala alineación coronal y axial del miembro inferior, y la inmadurez esquelética.<sup>2,3,4,5,6,7</sup> Ante una luxación recidivante, la opción terapéutica de primera línea consiste en reconstruir quirúrgicamente el ligamento patelofemoral medial (LPFM), asociado o no a correcciones óseas.<sup>3,8,9,10</sup> Anatómicamente, el LPFM forma parte de la capa intermedia de la región medial y se inserta 1.9 mm anterior y 3.8 mm distal del tubérculo aductor, entre el epicóndilo medial y el tubérculo aductor, mientras que en la patela se inserta en la mitad superior del lado medial. Biomecánicamente funciona como el principal estabilizador medial de partes blandas, previniendo la traslación lateral de la patela durante los primeros 30° de flexión y más allá de ese rango la tróclea pasa a ser el estabilizador principal.<sup>1,3,4,10</sup>

Existen numerosas técnicas de reconstrucción del LPFM que han sido descritas en la población pediátrica con resultados satisfactorios.<sup>10,11,12,13,14,15</sup> No obstante, cual-

Kujala score was 56 with an interquartile range (IQR) of 51-65, and 99 (IQR 95-100) postoperatively. A MCID and a statistically significant difference were achieved ( $p < 0.01$ ). The median preoperative Tegner score was 6 (IQR 6-8.5) and 5.5 (IQR 4-7) postoperatively, with this difference being statistically significant ( $p = 0.02$ ). The average time to return to sports was 6.5 months. Four complications were found. **Conclusiones:** MPFL reconstruction using autologous quadriceps tendon graft in pediatric patients is a reliable option with good clinical and functional outcomes.

**Keywords:** patellar dislocation, medial patellofemoral ligament, quadriceps tendon graft.

quiero que sea el procedimiento elegido, el pilar del tratamiento es restaurar la estabilidad patelofemoral sin causar daño en la fisis, que podría llevar a alteraciones en el crecimiento.<sup>2,16,17,18</sup> Noyes y colaboradores fueron los primeros en describir como alternativa a la reconstrucción del LPFM el uso del injerto autólogo de tendón cuadricipital (TC) y hoy en día existen numerosas variantes de la original.<sup>11,17,18,19,20,21,22</sup> Una revisión de la literatura demostró muy buenos resultados clínicos y baja tasa de complicaciones, las cuales remarcaban que las ventajas de reconstruir el LPFM con TC son: el evitar complicaciones con la fijación en la patela –como fracturas por la realización de túneles o lesiones condrales–, la similitud de morfología tipo cinta con el LPFM nativo, la posibilidad de reconstrucción anatómica y el poder preservar los tendones isquiotibiales para una eventual reconstrucción ligamentaria posterior.<sup>13,17,23,24</sup> Existen escasas publicaciones de reconstrucción del LPFM con TC en la población pediátrica y todas con grupos heterogéneos.

Nuestro objetivo es reportar los resultados clínicos, funcionales, la diferencia clínica mínimamente importante (DCMI), el retorno al deporte y las complicaciones de una cohorte de pacientes pediátricos con luxación patelofemoral recidivante que fueron sometidos a la reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de TC.

## Material y métodos

El estudio fue aprobado previamente por el Comité de Ética Institucional. Se realizó un estudio longitudinal, retrospectivo y descriptivo analizando la base de datos del sector de Ortopedia Infantil de nuestra institución. La búsqueda abarcó el período 2010 a 2021 y se incluyeron todos los pacientes pediátricos intervenidos por diagnóstico de luxación patelofemoral recidivante con reconstrucción del LPFM con TC como injerto autólogo. Se consideró luxación recidivante a dos o más luxaciones patelofemorales con fracaso del tratamiento conservador con férula inmovilizadora de rodilla y kinesiología. Se excluyeron pacien-

tes con luxación patelofemoral congénita, cirugías previas, enfermedad del tejido conectivo, luxación patelar medial, información incompleta pre y postoperatoria y seguimiento menor a dos años.

Todas las variables se recabaron de la historia clínica electrónica (HCE) por los autores J.P.A. y D.S. Los pacientes fueron evaluados preoperatoriamente por los cirujanos M.P. y S.B. mediante un interrogatorio y examen clínico e imagenológico. De la anamnesis, se recabaron datos sobre: edad, sexo, índice de masa corporal (IMC), número de luxaciones, nivel de actividad previa reportado según la escala de Tegner, nivel de función de la rodilla según Kujala y el dolor preoperatorio en reposo y actividad según la escala visual analógica (EVA). La escala de Tegner jerarquiza la demanda funcional de la rodilla de acuerdo a un deporte, actividad recreativa o actividad laboral que realiza el paciente y asigna un puntaje, dependiendo la exigencia que requiere, siendo cero el valor mínimo y diez el máximo (*Tabla 1*).<sup>25,26</sup> Kujala es una escala de puntaje conformada por diferentes dominios relacionados al dolor y capacidad funcional de la rodilla, que va del 0 al 100 (*Anexo 1*).<sup>26</sup> La EVA mide el nivel del dolor del paciente de forma subjetiva en reposo y actividad, con una escala numérica de 0 (nivel nulo de dolor) a 10 (nivel máximo de dolor).

Rutinariamente, durante el examen clínico se evalúa el rango de movilidad (RM) de la rodilla, considerado completo cuando se logra una extensión de 0° y una flexión mayor a 130°, el signo de la J (positivo cuando había una desviación lateral de la patela durante la extensión activa de la rodilla) y la aprehensión patelar (dolor o sensación de inestabilidad al ejercer una fuerza lateral a la patela desde la extensión a la flexión).<sup>9</sup> También se determina, clínica o radiográficamente, el ángulo Q, con un valor normal de 14 a 16° y 16 a 18° para el sexo masculino y femenino, respectivamente.<sup>27</sup> Además, se calcula clínicamente la versión femoral con el método de Ruwe, con un valor normal de 8 a 15° de anteverción; y la rotación tibial siguiendo lo descrito

por Hawi y colaboradores, con un valor normal de 10° de rotación interna a 20° de rotación externa.<sup>28,29</sup>

El estudio de estos pacientes incluye radiografías anteroposterior y lateral de la rodilla, con 30° de flexión, para calcular la altura patelar según Insall-Salvati (IS), Catton Deschamps (CD) y Blackburne-peel (BP), considerando un rango normal de 0.8 a 1.2, 0.8 a 1.2 y 0.5 a 1, respectivamente.<sup>30,31,32</sup> También sirven para determinar la presencia de fisura en el fémur y tibia. Mediante resonancia magnética nuclear (RMN) se evalúa la presencia y características de posibles lesiones condrales, la morfología de la patela según Wiberg, la morfología de la tróclea según Dejour y la distancia transversal entre el surco troclear y la tuberosidad anterior de la tibia (ST-TAT), medida en cortes axiales superpuestos y considerando como normal un valor menor o igual a 15 mm.<sup>33,34,35</sup> Además, se calcula el ángulo del surco troclear, con un valor normal de 138 ± 6°; la inclinación patelar, con un valor normal menor a 20°; y el ángulo patelofemoral, que indica la inclinación patelar, considerando la apertura del ángulo hacia lateral como normal y cuando tiene apertura hacia medial como alterado.<sup>36,37</sup>

**Técnica quirúrgica.** Se utiliza anestesia general y bloqueo regional para el manejo del dolor postoperatorio en todos los casos. El paciente se posiciona en decúbito dorsal con manguito hemostático en el muslo a una presión de 250 mmHg. Primero se realiza una artroscopía de rodilla diagnóstica para evaluar lesiones asociadas, como afecciones osteocondrales, y determinar la traslación patelar durante el rango de movimiento. Si presenta alguna lesión asociada se trata durante el mismo acto quirúrgico.

La técnica de reconstrucción del LPFM con TC utilizada por el sector es la descrita por Nelitz.<sup>17</sup> Para la obtención del injerto autólogo de TC se realiza un abordaje longitudinal suprapatelar 1 cm medial de la línea media que se extendió 4-5 cm desde el polo superior de la patela y 2 cm distal al mismo. Se diseña por planos hasta identificar el tendón cuadricipital en su ancho y desde la inserción en el polo su-

Tabla 1: Escala de actividad de Tegner.

Nivel	Tipo de actividad	Descripción
10	Deportes competitivos	Fútbol (élite nacional e internacional)
9	Deportes competitivos	Fútbol (divisiones inferiores), hockey sobre hielo, lucha, gimnasia
8	Deportes competitivos	Bandy, squash/bádminton, atletismo (saltos), esquí alpino
7	Competitivos	Tenis, atletismo (carreras), motocross, balonmano, baloncesto
	Recreativos	Fútbol, bandy/hockey sobre hielo, squash, atletismo (saltos y campo traviesa)
6	Deportes recreativos	Tenis, bádminton, balonmano, baloncesto, esquí alpino, jogging (≥ 5 veces/semana)
5	Trabajo físico pesado y deportes	<b>Trabajo:</b> construcción, forestal. <b>Deportes:</b> ciclismo, esquí de fondo, jogging en terreno irregular (≥ 2 veces/semana)
4	Trabajo moderado y deportes recreativos	<b>Trabajo:</b> camioneros, tareas domésticas pesadas. <b>Deportes:</b> ciclismo, esquí de fondo, jogging en terreno llano (≥ 2 veces/semana)
3	Trabajo liviano y deportes	<b>Trabajo:</b> Enfermería. <b>Deportes:</b> Natación, puede caminar por bosque o montaña o terrenos escabrosos.
2	Trabajo liviano y movilidad limitada	
1	Trabajo sedentario	Caminar en terreno llano
0	Incapacidad laboral por problemas de rodilla	Licencia médica o pensión por discapacidad



**Figura 1:** Disección del tendón cuadripalpital (TC). Se observan dos incisiones longitudinales entre el primer y tercer cuadrante del TC (de medial a lateral del ancho del TC) y la utilización de las capas superficial e intermedia del mismo. Se mantiene íntegra la inserción patelar.

terior de la patela. El ancho del tendón se divide en cuatro y se realizan dos incisiones verticales entre el primer y tercer cuadrante desde medial a lateral, disecando hasta la capa profunda del tendón y usando solamente las capas superficiales e intermedia del mismo (*Figura 1*). A proximal se diseña hasta la unión miotendinosa y se respeta el anclaje del tendón al polo superior de la patela. Así, queda un injerto de 1 cm de ancho y 8 a 10 cm de largo aproximadamente, dejando los bordes laterales remanentes del tendón para su cierre y preservar la resistencia del tendón (*Figura 2*). Se repara el extremo libre del injerto con sutura fiberwire Nº 1 con técnica Krakow y se realiza una incisión longitudinal en el cóndilo medial a la altura del sitio de inserción femoral anatómico del LPFM guiado con radioscopía. Se repliega el injerto sobre su inserción en la patela, reforzando el anclaje patelar con sutura continua al periostio patelar. Luego se realiza una pequeña incisión longitudinal de 5 mm en el retináculo medial a nivel superolateral de la patela y se realiza la tunelización entre el retináculo y la cápsula articular con una pinza hasta encontrar la incisión del cóndilo medial. Se pasa el injerto y hay que asegurar un buen deslizamiento por el túnel subretinacular. Bajo guía radioscópica, observando la incidencia anteroposterior y lateral, se coloca la clavija guía en el punto de Schottle y se dirige el orificio con una angulación de 15 a 20° distal y anteriormente para evitar el daño de la fisis y la penetración en la escotadura intercondilea o cartílago articular con el tornillo interferencial.<sup>38</sup> Hay que tener especial consideración con la ondulación de la fisis.<sup>10</sup> Luego se fija el LPFM con un tornillo interferencial, mientras se mantiene la rodilla en flexión de 30° y la patela centrada en la tróclea, permitiendo una translación de 25% del ancho de la patela para evitar una excesiva tensión medial. Por último, se controla el encarrilamiento patelar en todo su rango de movimiento.

En pacientes con patela alta y alteración de la relación ST-TAT se asocia a un procedimiento de realineación del tendón patelar con o sin osteotomía de la tuberosidad anterior de la tibia (TAT), dependiendo el estado de la fisis. En casos de alteración rotacional o coronal severa del fémur o la tibia se realiza osteotomía para su corrección.

**Protocolo postoperatorio.** Consiste en inmovilización de la rodilla en extensión con férula y carga parcial las primeras dos semanas con muletas y luego progresión a carga total. Desde el primer día se comienza con ejercicios isométricos de fortalecimiento y a las cuatro semanas se continua con movilidad activa y pasiva hasta los 90° de forma progresiva. En casos de osteotomía de la TAT, la carga se restringe seis semanas. Durante los siguientes meses se busca alcanzar un RM completo y ganar fuerza, propiocepción y control neuromuscular de la rodilla, cadera y pelvis, bajo la supervisión de un fisioterapeuta. El retorno a la actividad deportiva se autoriza cuando el paciente cumple con los criterios descritos por Ménétréy.<sup>39</sup>

Los controles postoperatorios son a las dos, cuatro y seis semanas, luego a los tres y seis meses; y se continua con controles anuales. Se recabaron los procedimientos asociados a la reconstrucción del LPFM, las complicaciones relacionadas a la cirugía, el RM postoperatorio, la aprehensión postoperatoria y se midió clínica o radiológicamente la alineación coronal y sagital, para evaluar la alineación debido a una posible lesión fisaria en los casos correspondientes. Se repitieron las escalas de Tegner, Kujala y EVA al último control. Con la escala de Kujala se calculó la DCMI, teniendo como punto de cohorte una diferencia mínima de 9.9 puntos entre el preoperatorio y el postoperatorio según los valores previamente publicados.<sup>40</sup>

**Métodos estadísticos.** La normalidad de la distribución se evaluó de manera gráfica mediante un histograma. Las variables con distribución normal se reportaron como media ± desviación estándar, mientras que aquellas que no presentaron distribución normal se expresaron como mediana y rango intercuartílico (RIC). Para las variables categóricas se empleó valor absoluto y frecuencia. Para comparar las mediciones pre y postquirúrgicas, se utilizó la prueba Wilcoxon *signed-rank*. En el caso de las variables con distribución normal, se empleó el *t-test* pareado. Se consideró como significativo un valor de  $p < 0.05$ . Los cálculos se realizaron con el software Epi Info 7<sup>TM</sup>.



**Figura 2:** Injerto autólogo del tendón cuadripalpital (TC). Se observa la obtención del injerto de TC, donde se realizó liberación del TC en la unión miotendinosa y se respetó el anclaje del tendón al polo superior de la patela (donde señala la tijera). Así queda un injerto de 1 cm de ancho y 8 a 10 cm de largo aproximadamente, dejando los bordes remanentes del tendón para cerrarlo.

## Resultados

Se reclutaron 33 pacientes que fueron intervenidos por reconstrucción del LPFM, de los cuales 11 fueron operados con la técnica de injerto autólogo del TC. Uno fue excluido por tratarse de una luxación congénita de patela y otro por no alcanzar el período mínimo de seguimiento, quedando nueve pacientes y un total de 12 rodillas que cumplían con los criterios de inclusión. Respecto a las variables demográficas, de los nueve pacientes incluidos, siete (77.8%) eran mujeres; la mediana de edad al momento de la cirugía era 16.5 años (RIC14-18). En ocho (75%) de las doce rodillas operadas, el lado afectado era el izquierdo; seis de las doce rodillas (50%) tuvieron entre dos y cuatro episodios de luxación, mientras que el resto tuvo más de cuatro. La mediana del IMC fue 24 kg/m<sup>2</sup> (RIC 17-31). La mediana de seguimiento fue 30.83 meses (RIC 24-73). Las características demográficas, clínicas, funcionales y quirúrgicas de los pacientes se muestran en la *Tabla 2*.

Todos los pacientes tenían RM preoperatorio completo, pero con dolor a la flexión máxima, aprehensión positiva y el signo de la J estaba presente en ocho (66.67%) rodillas. El ángulo Q fue patológico en seis casos, con media de 12.1 ± 7.12° y la altura patelar radiológica tuvo media de 1.49 ± 0.25, 1.38 ± 0.28 y 1.08 ± 0.15 para IS, CD y BP, respectivamente. La fisis femoral se encontraba en seis (50%)

pacientes. La distancia ST-TAT se encontraba alterada en nueve pacientes, con mediana de 18 mm (rango 6-26 mm). Respecto a la morfología troclear y patelar, todos los casos tenían algún grado de displasia. Seis (50%) casos tenían displasia troclear Dejour B, dos (16.66%) C y cuatro (33.33%) D; mientras que la patela se clasificó como Wiberg B en dos (16.66%) casos y C en los restantes (83.34%). Sólo dos (16.66%) casos tenían los valores del surco troclear e inclinación patelar dentro de los parámetros normales y la media fue 159.75 ± 13.18° y 27.16 ± 13.01°, respectivamente. El ángulo patelofemoral estaba alterado en todos los casos a excepción de uno. La media de la extrarrotación tibial fue 20.08 ± 11.41° y de la anteversión femoral de 20.33 ± 5.45°.

En un sólo caso se realizó reconstrucción del LPFM de forma aislada, mientras que en el resto se asoció a otro procedimiento concomitante. Una paciente de 17 de años, sin fisis, tenía anteversión femoral de 29° y displasia troclear grado D, por lo que se realizó una osteotomía desrotadora de fémur y trocleoplastía. En tres pacientes se realizó la técnica de Grammont modificada, debido a la presencia de fisis en la TAT; mientras que en el resto se efectuó osteotomía de la TAT con medialización y distalización. En un caso se fijó un fragmento osteocondral troclear y en otro se hizo condroplastía patelar. No hubo ningún caso de alteración del crecimiento durante el seguimiento, ya sea medido clínica o radiológicamente.

Tabla 2: Características demográficas, clínicas, funcionales y quirúrgicas de la cohorte de pacientes.

Paciente Sexo	Edad (años)	Kujala/Tegner preoperatorio	Procedimientos	Kujala/Tegner postoperatorio	Retorno deportivo (meses)	Complicaciones
#1 Femenino	17	55/6	Reconstrucción LPFM con TC aislado	95/6	7	Ninguna
#2 Femenino	17	63/7	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía desrotadora de fémur + trocleoplastía	100/5	15	Intolerancia a implante de fémur/ Retiro
#3 Masculino	14	45/10	Reconstrucción del LPFM con TC + Grammont modificada	92/7	9	Nueva luxación aislada/ Tratamiento conservador
#4 Femenino	18	80/4	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	96/4	6	Ninguna
#5 Femenino	18	80/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	98/6	6	Ninguna
#6 Femenino	16	52/7	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	100/7	6	Ninguna
#7 (I) Femenino	18	57/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT + condroplastía patelar	90/4	6	Ninguna
#7 (D) Femenino	16	42/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT + fijación de fragmento osteocondral de tróclea	95/4	4	Rigidez/Movilización bajo anestesia
#8 (I) Masculino	15	65/10	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	100/10	8	Ninguna
#8 (D) Masculino	14	65/10	Reconstrucción del LPFM con TC + Grammont modificada	100/10	6	Ninguna
#9 (I) Femenino	14	50/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	100/3	4	Ninguna
#9 (D) Femenino	17	55/6	Reconstrucción del LPFM con TC + osteotomía TAT	100/3	4	Fractura TAT/ Conservador

D = derecho. I = izquierdo. LPFM = ligamento patelofemoral medial. TAT = tuberosidad anterior de la tibia. TC = tendón cuadríceps.

Hubo cuatro (33%) complicaciones, de las cuales dos (16.66%) mayores que requirieron una nueva intervención. Un caso de rigidez que requirió movilización bajo anestesia a los cuatro meses del postoperatorio con buena evolución, recuperando el RM completo, aunque nunca volvió a su nivel deportivo previo por motivos personales. El paciente con osteotomía desrotadora de fémur manifestó intolerancia a la osteosíntesis, por lo que se extrajo al año de la cirugía sin inconvenientes. A un paciente con osteotomía de la TAT se le detectó una fractura de la misma en el control del sexto mes, pero no presentaba dolor ni déficit de extensión de la rodilla, por lo tanto, se decidió expectar. Por último, otro paciente presentó una nueva luxación traumática al hacer actividad deportiva (fútbol recreativo) a los tres años de la cirugía. Se manejó con tratamiento conservador y el paciente recuperó su función y no presentó aprehensión en el seguimiento. Cabe mencionar que este último paciente tenía una displasia troclear grado D que no fue corregida quirúrgicamente.

La mediana de la escala de Kujala preoperatoria fue de 56 (RIC 51-65) y de 99 (RIC 95-100) en el postoperatorio ( $p < 0.01$ ). La diferencia entre los valores postoperatorio y preoperatorio fue de 38.09, siendo superior a 9.9 y, por lo tanto, alcanzando una DMCI. La mediana de la escala de Tegner preoperatoria fue de 6 (RIC 6-8.5) y de 5.5 (RIC 4-7) en el postoperatorio ( $p = 0.02$ ). Respecto a la escala de Tegner, esta diferencia fue a favor de la medición preoperatoria. Cincuenta por ciento de los pacientes volvieron al mismo nivel previo de actividad, mientras que la otra mitad disminuyó su actividad, de los cuales dos casos no volvieron por motivos ajenos a la función de la rodilla, ya que habían obtenido los criterios clínicos para retornar. La media de la EVA de dolor preoperatorio en reposo y actividad fue de  $4.42 \pm 2.5$  y de  $7.42 \pm 1.68$ , respectivamente; mientras que la EVA postoperatorio en reposo fue cero en todos los casos y la media en actividad fue  $1 \pm 1.04$ . El tiempo promedio al retorno deportivo fue  $6.58 \pm 3$  meses y uno de los pacientes volvió a los 15 meses de la cirugía por motivos personales.

## Discusión

Este estudio muestra que la reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de TC es una alternativa quirúrgica válida en el tratamiento de la luxación recidivante patelofemoral en la población pediátrica. Hay muchas publicaciones de alto nivel de evidencia en pacientes adultos, mientras que los estudios en la población pediátrica son de moderado a bajo nivel de evidencia y con grupos heterogéneos.<sup>8,10,12,13,14,16,17,23</sup>

Los resultados de reconstrucción del LPFM en la población pediátrica son satisfactorios, pero con una tasa de inestabilidad recurrente muy variable.<sup>12,13</sup> Las revisiones sistemáticas en población pediátrica reportaron una proporción de inestabilidad entre 5.1 y 15.2%, sin hallar diferencias entre el tipo de injerto y el modo de fijación femoral.<sup>12,13,14,24</sup> En 2013, Nelitz publicó una serie de 21 pacientes y no tuvieron ningún caso de reluxación, aunque dos casos

con displasia troclear severa persistieron con aprehensión, sin requerir nueva intervención.<sup>41</sup> Lind y colaboradores reportaron una proporción de reluxación de 20% y, a pesar de esto, tuvieron una mejoría significativa en la escala de Kujala ( $p < 0.05$ ).<sup>42</sup> Otra publicación reciente reportó una proporción de 24.1% de inestabilidad recurrente en una serie de 39 pacientes.<sup>8</sup> En este estudio, más de 90% de los pacientes tenían dos o más factores anatómicos que predisponían a la inestabilidad recurrente. Masquijo reportó una serie de 25 pacientes tratados con reconstrucción del LPFM con injerto alogénico con un seguimiento mínimo de un año y registraron un sólo caso de recidiva de inestabilidad, que no requirió tratamiento quirúrgico.<sup>10</sup> En nuestra serie tuvimos un (8.33%) sólo caso de reluxación a los tres años de la cirugía, en contexto de actividad recreativa de contacto, que no requirió nueva intervención. Este paciente tenía displasia troclear grado D, al igual que otros tres pacientes que no tuvieron ningún episodio de reluxación. La variedad en los resultados publicada en la literatura podría estar relacionada con la heterogeneidad de los grupos estudiados, ya que los pacientes tenían distintas causas biomecánicas subyacentes a la inestabilidad patelofemoral y diferentes aspectos técnicos de la cirugía, como el tipo de injerto utilizado y el modo de fijación.<sup>8,10,12,13,24,41</sup>

Respecto al tipo de injerto utilizado, Noyes y asociados fueron pioneros en popularizar la técnica del TC como injerto autólogo para reconstrucción del LPFM como se lo conoce actualmente.<sup>17,19</sup> Las ventajas del TC son mantener el punto de fijación anatómico en la patela, para favorecer la isometría del ligamento durante todo el RM; la posibilidad de reforzar el sitio de inserción del TC en la patela con sutura fuerte al periostio y retináculo medial, sin necesidad de fijarlo con túneles óseos a la patela, con el potencial riesgo de fracturar o violar la articulación que tiene este último.<sup>17,19,23</sup> Otros beneficios son el mismo origen embrionario del TC y el LPFM; la morfología acintada del injerto de TC obtenido, que se asemeja al LPFM nativo; y que se reservan los isquiotibiales para una eventual intervención.<sup>18,43</sup> Una preocupación de la toma de injerto del TC es la posibilidad de debilidad remanente del TC con riesgo de ruptura.<sup>19,43</sup> Se estima que el injerto tomado corresponde a 40% del volumen, pero no se ha reportado ningún tipo complicación al respecto.<sup>20,43</sup> En nuestra serie, la toma de injerto del TC se realizó dejando la capa profunda y los bordes medial y lateral del tendón para el cierre del mismo, sin tener complicaciones ni retrasos durante la rehabilitación.

Se han reportado distintas variantes de la técnica con TC, que se basan en la zona y profundidad de toma de injerto del TC, el pasaje al sitio de inserción femoral y el tipo de fijación femoral.<sup>43</sup> A pesar de estas diferencias, la técnica con TC ha demostrado una mejoría clínica y funcional significativa, una alta tasa de satisfacción y un índice de reluxación bajo, tanto en población adulta como pediátrica.<sup>20,43,44</sup> Hasta donde conocemos, se han reportado tres estudios de reconstrucción del LPFM con injerto del TC en población pediátrica (*Tabla 3*). En 2015, Abouel-

**Tabla 3: Reconstrucción del ligamento patelofemoral medial (LPFM) con tendón cuadricipital (TC) en pacientes pediátricos.**

Variables	Abouelsoud <sup>23</sup>	Nelitz <sup>17</sup>	Leite <sup>8</sup>	Nuestro estudio
Año	2015	2018	2023	2023
Pacientes (masculino/femenino)	16 (5/11)	25 (9/16)	LPFM aislado: 10 LPFM + LPTM: 19	9 (2/7) 12 rodillas
Seguimiento	22 meses [24-34]	2.6 años [2-3.4]	5.2 a 5.8 años	30.8 meses [24-73]
Edad (años), mediana [rango]	11.5 [8-15]	12.8 [9.5-14.7]	13.5 a 14	16.5 [14-18]
Características poblacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Todos con laxitud ligamentaria (Beighton +)</li> <li>– Sin displasia troclear severa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ningún paciente con displasia troclear</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Todos con fisis femoral y tibial abiertas</li> <li>– 93% con dos factores de riesgo anatómicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– 50% fisis femoral abierta</li> <li>– Todos con algún grado de displasia troclear</li> </ul>
Procedimiento asociado	Ninguno	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> <li>– LPFM aislado: cuatro casos con liberación del retináculo lateral + cuatro casos con avance del vasto medial oblicuo</li> <li>– LPFM + LPTM: cuatro casos con liberación del retináculo lateral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Un caso osteotomía femoral + trocleoplastía</li> <li>– Tres casos Grammont modificada</li> <li>– Siete casos osteotomía TAT</li> </ul>
Fijación femoral	Sutura a partes blandas y transósea	Tornillo interferencial	Arpón	Tornillo interferencial
Resultados	Kujala pre/post: 56/94 Tegner pre/post: 4.5/5.25	Kujala pre/post: 63/89 Tegner pre/post: 4/5	LPFM aislado: Kujala pre/post: 52/80 Tegner pre/post: 4/3	Kujala pre/post: 59/97 Tegner pre/post: 7/6.3 DMCI: 38
Complicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sin recurrencia</li> <li>– Cinco pacientes episodio de subluxación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sin recurrencia</li> <li>– Sin mala alineación del miembro</li> </ul>	Recurrencia LPFM aislado: 26.3% LPFM + LPTM: 20%	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Un caso recurrencia</li> <li>– Un caso rigidez</li> <li>– Una fractura TAT</li> </ul>

DMCI = diferencia mínima clínicamente importante. LPFM = ligamento patelofemoral medial. LPTM = ligamento patelotibial medial. Post = postoperatorio. Pre = preoperatorio. TAT = tuberosidad anterior de tibia.

soud publicó una serie de 16 pacientes, de entre ocho y 15 años, con un seguimiento mínimo de dos años y todos los pacientes tenían laxitud ligamentaria según los criterios de Beighton.<sup>23</sup> No reportaron episodios de relajación y se observó mejoría de la escala de Kujala y Tegner, entre el pre y postoperatorio, de 56 a 94 y de 4.5 a 5.25, respectivamente, siendo la diferencia de Kujala estadísticamente significativa. En 2018, Nelitz y colaboradores reportaron una serie de 25 casos con un rango de edad de 9.5 a 14.7 años, todos con fisis y sin displasia troclear.<sup>17</sup> Tuvieron como mínimo dos años de seguimiento y reportaron mejoría clínica y funcional, sin casos de relajación. Por último, se reportó una serie de 29 casos, entre 10 y 17 años, con un mínimo de seguimiento de cinco años;<sup>8</sup> 93% tenían dos o más factores anatómicos que predisponían a la inestabilidad patelofemoral. En 19 casos se realizó reconstrucción del LPFM aislado y en 10 se agregó la reconstrucción del ligamento patelotibial medial. Tuvieron siete (24.1%) casos de relajación, de los cuales todos tenían dos o más factores anatómicos asociados. Tanto en los pacientes con y sin relajación hubo mejoría en la escala de Kujala, mien-

tras que la escala de Tegner no mostró mejoría. Destacaron que no hubo diferencias funcionales ni de inestabilidad postoperatoria entre los dos grupos, aunque el grupo que asoció la reconstrucción del ligamento patelotibial medial tuvo mayor estabilidad clínica, evaluada con el desplazamiento patelar lateral.<sup>8</sup> Nuestros resultados coinciden con lo reportado en la literatura, con una mejoría significativa en la escala de Kujala de 56 a 99, entre el preoperatorio y postoperatorio, respectivamente, y un sólo caso de relajación, que fue manejado de forma conservadora sin nuevos eventos. El resto de las complicaciones no estuvieron relacionadas directamente con la reconstrucción del LPFM con TC. Durante el seguimiento no registramos alteraciones del crecimiento en el subgrupo de pacientes con fisis, utilizando un tornillo interferencial durante la fijación femoral. Además, fuimos los únicos en calcular la DCMI de Kujala. Creemos que la DCMI es útil porque permite definir de forma más objetiva la mínima diferencia en la escala de Kujala que se necesita para percibir un cambio clínico importante que impacte en la actividad diaria de los pacientes. Hay que considerar que no siempre una mejoría

con cambio estadístico significativo va a tener una DCMI y viceversa. Sin embargo, la heterogeneidad de las series mencionadas, con características poblacionales y aspectos quirúrgicos diferentes, no permiten tomar conclusiones generalizables.

Uno de los objetivos que se busca con la cirugía es lograr el retorno a la actividad deportiva y poder llegar al mismo nivel previo a la lesión. En la actualidad, no existen consensos validados que guíen el retorno deportivo posteriores a la reconstrucción del LPFM, aunque se basa fundamentalmente en la adquisición de criterios funcionales específicos para cada deporte.<sup>45</sup> Una revisión sistemática reciente reportó un retorno deportivo de 92.8% de los pacientes, en un tiempo promedio de seis meses posterior a la reconstrucción del LPFM aislado o asociado a una corrección ósea.<sup>46</sup> Sin embargo, 30% no volvió a su nivel de intensidad previo y puede deberse a causas psicológicas, como el miedo a lesionarse nuevamente o a causas físicas, como menor fuerza, movilidad o sintomatología de microinestabilidad patelofemoral. La población pediátrica tratada con injerto de TC volvió al deporte en todos los casos con un incremento ligero de la escala de Tegner.<sup>8,17,23</sup> En nuestra serie todos, a excepción de dos pacientes, retornaron a la actividad deportiva; y la mediana del puntaje de Tegner disminuyó de forma significativa de 6 a 5.5. Creemos que esto puede deberse a que muchos pacientes eran deportistas recreativos y decidieron pasar a un deporte de menor exigencia para evitar nuevas lesiones. Además, es importante manejar las expectativas y tiempos de recuperación del paciente, a la vez de manejar los miedos que puedan surgir y enfocar la rehabilitación de forma integral, con un equipo de fisioterapeutas especializados en la patología.

La displasia troclear es un factor anatómico predisponente en la recurrencia de la inestabilidad patelofemoral, tanto cuando se trata el paciente de forma conservadora como cuando se lo trata quirúrgicamente sin haber corregido la deformidad troclear.<sup>2,6,47,48,49</sup> Habitualmente, los casos con displasia troclear grados B, C y D según Dejour tienen indicada corrección de la tróclea femoral para restaurar la anatomía y biomecánica de la articulación patelofemoral, siempre asociado a la reconstrucción del LPFM.<sup>18,50,51</sup> Históricamente, realizar una trocleoplastía para corregir la displasia troclear se asocia a menor tasa de recurrencia de inestabilidad y a resultados postoperatorios satisfactorios, aunque las complicaciones como la rigidez y una rehabilitación prolongada son frecuentes.<sup>51,52,53</sup> Sin embargo, hoy en día está discutido, ya que hay estudios recientes que no demostraron diferencias entre realizar la reconstrucción del LPFM con o sin trocleoplastía en diferentes grados de displasia, incluyendo displasia severa.<sup>48,54,55,56,57</sup> Liu en su serie publicó buenos resultados en pacientes con displasia severa a los que realizaron reconstrucción del LPFM sin trocleoplastía.<sup>57</sup> Por otro lado, Zafagnini y su equipo reportaron mayor riesgo de reluxación (18.6%) en pacientes con displasia severa en comparación con grados leves de displasia (3.8%) en pacientes tratados sólo con reconstrucción del LPFM, aunque los resultados clínicos entre ambos grupos no mostraron diferencias.<sup>48</sup> La preocupación de la trocleoplastía en la población pediátrica con fisis es el riesgo de causar un cierre prematuro anterior de la fisis, provocando un *genu recurvatum* femoral.<sup>58</sup> Un estudio reciente reportó buenos resultados funcionales y sin disturbios en el crecimiento en pacientes con displasia troclear severa y con un remanente de crecimiento no mayor de dos años que se sometieron a trocleoplastía.<sup>53</sup> La trocleoplastía consistió en una osteotomía subcondral en bloque, acceso al lecho de la osteotomía y la realización de un nuevo surco troclear en la posición óptima. Luego se apoya la tróclea y se fija con sutura reabsorbible. Explican que el escaso remanente de crecimiento a expensas del fémur y la capacidad de la fisis de romper pequeños puentes óseos, originados por el cierre prematuro de la fisis, serían los motivos por los cuales no se altera el crecimiento. Otro aspecto a considerar en pacientes con fisis y mayor remanente de crecimiento, es el poder de remodelación de la morfología troclear y patellar al corregir los estabilizadores patelares, que podrían remodelarse por efecto mecánico al mejorar la posición de la patela.<sup>59,60,61</sup> Sin embargo, evaluar estos cambios no formó parte del objetivo de nuestro estudio. En nuestra serie realizamos una sola trocleoplastía en un paciente con displasia grado D y sin fisis, que no tuvo complicaciones. Sin embargo, todos los casos tenían algún grado de displasia troclear, la mitad tipo C o D según Dejour y tuvimos un sólo caso de reluxación.

Este estudio no se encuentra exento de limitaciones. Primero, las limitaciones propias de la naturaleza retrospectiva del estudio, que puede llevar a sesgos de selección de pacientes. Sin embargo, la recolección de las variables no se vio obstaculizada y perdimos sólo un paciente por falta de seguimiento. Otra limitación es el bajo número de pacientes, la heterogeneidad de la muestra y el tiempo de seguimiento a corto plazo, aunque los estudios publicados en pacientes pediátricos tratados con TC tienen características similares en estos aspectos. En tercer lugar, la heterogeneidad de la actividad deportiva de los pacientes no permite generalizar los resultados. En cuanto a nuestras fortalezas, hasta donde tenemos conocimiento, somos el único estudio que publicó la DMCI en pacientes pediátricos con esta técnica, con el valor clínico que esto significa.

## Conclusiones

Los resultados preliminares de este estudio muestran que la reconstrucción del LPFM con injerto autólogo de tendón cuadricipital, asociada a las correcciones necesarias según el caso, representa una alternativa quirúrgica reproducible en pacientes pediátricos, con buenos resultados clínicos y funcionales. Además, la presencia de fisis no constituye una contraindicación para la realización de una fijación femoral con tornillo interferencial. No obstante, recomendamos llevar a cabo estudios de mayor nivel de evidencia para establecer recomendaciones sólidas.

## Referencias

1. Sinikumpu J, Nicolaou N. Current concepts in the treatment of first-time patella dislocation in children and adolescents. *J Child Orthop.* 2023; 17(1): 28-33. doi: 10.1177/18632521221149060
2. Sanders TL, Pareek A, Hewett TE, Stuart MJ, Dahm DL, Krych AJ. High rate of recurrent patellar dislocation in skeletally immature patients: a long-term population-based study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(4): 1037-43. doi: 10.1007/s00167-017-4505-y
3. Popkin CA, Bayomy AF, Trupia EP, Chan CM, Redler LH. Patellar instability in the skeletally immature. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018; 11(2): 172-81. doi: 10.1007/s12178-018-9472-5
4. Lewallen LW, McIntosh AL, Dahm DL. First-time patellofemoral dislocation: risk factors for recurrent instability. *J Knee Surg.* 2015; 28(4): 303-9. doi: 10.1055/s-0034-1398373
5. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Silva P, Davis DK, Elias DA, et al. Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med.* 2004; 32(5): 1114-21. doi: 10.1177/0363546503260788
6. Jaquith BP, Parikh SN. Predictors of recurrent patellar instability in children and adolescents after first-time dislocation. *J Pediatr Orthop.* 2017; 37(7): 484-90. doi: 10.1097/BPO.0000000000000674
7. Balcarek P, Oberthür S, Hopfensitz S, Frosch S, Walde TA, Wachowski MM, et al. Which patellae are likely to redislocate? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 22(10): 2308-14. doi: 10.1007/s00167-013-2650-5
8. Leite CBG, Hinckel BB, Ribeiro GF, Giglio PN, Santos TP, Bonadio MB, et al. Medial patellofemoral ligament reconstruction in skeletally immature patients without correction of bony risk factors leads to acceptable outcomes but higher failure rates. *J ISAKOS.* 2023; 8(3): 189-96. doi: 10.1016/j.jisako.2023.02.003
9. Accadbled F, Kerdoncuff A, Hidalgo-Perea S, Green DW. Failure of isolated medial patellofemoral ligament reconstruction in children: Risk factors and management. *J Child Orthop.* 2023; 17(1): 34-9. doi: 10.1177/18632521221149055
10. Masquijo J. Allograft reconstruction of the medial patellofemoral complex in skeletally immature patients: a technical note. *Acta Ortop Mex.* 2024; 38(1): 60-5. doi: 10.35366/114668
11. Pilone C, Bonasia DE, Rosso F, Cottino U, Mazzola C, Blonna D, et al. Medial patellofemoral ligament reconstruction and nonanatomic stabilization techniques in skeletally immature patients. *Joints.* 2019; 7(3): 98-106. doi: 10.1055/s-0039-3400451
12. Migliorini F, Maffulli N, Bell A, Betsch M. Outcomes, return to sport, and failures of MPFL Reconstruction using autografts in children and adolescents with recurrent patellofemoral instability: a systematic review. *Children (Basel).* 2022; 9(12): 1892. doi: 10.3390/children9121892
13. Shamrock AG, Day MA, Duchman KR, Glass N, Westermann RW. Medial patellofemoral ligament reconstruction in skeletally immature patients: a systematic review and meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2019; 7(7): 2325967119855023. doi: 10.1177/2325967119855023
14. Migliorini F, Maffulli N, Sollner S, Pasurka M, Kubach J, Bell A, et al. Allografts for Medial Patellofemoral Ligament (MPFL) reconstruction in adolescent patients with recurrent patellofemoral instability: a systematic review. *Children (Basel).* 2023; 10(5): 840. doi: 10.3390/children10050840
15. Migliorini F, Trivellas A, Eschweiler J, Knobe M, Tingart M, Maffulli N. Comparable outcome for autografts and allografts in primary medial patellofemoral ligament reconstruction for patellofemoral instability: systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022; 30(4): 1282-91. doi: 10.1007/s00167-021-06569-w
16. Lippacher S, Dreyhaupt J, Williams SR, Reichel H, Nelitz M. Reconstruction of the Medial Patellofemoral Ligament: clinical outcomes and return to sports. *Am J Sports Med.* 2014; 42(7): 1661-8. doi: 10.1177/0363546514529640
17. Nelitz M, Dreyhaupt J, Williams SRM. Anatomic reconstruction of the medial patellofemoral ligament in children and adolescents using a pedicled quadriceps tendon graft shows favourable results at a minimum of 2-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(4): 1210-5. doi: 10.1007/s00167-017-4597-4
18. Floyd ER, Ebert NJ, Carlson GB, Monson JK, LaPrade RF. Medial Patellofemoral Ligament reconstruction using a quadriceps tendon autograft in a patient with open physes. *Arthrosc Tech.* 2021; 10(5): e1281-6. doi: 10.1016/j.eats.2021.01.025
19. Noyes FR, Albright JC. Reconstruction of the medial patellofemoral ligament with autologous quadriceps tendon. *Arthroscopy.* 2006; 22(8): 904.e1-7. doi: 10.1016/j.arthro.2005.12.058
20. Migliorini F, Trivellas A, Eschweiler J, Betsch M, Tingart M, Maffulli N. Pedicled strip of quadriceps tendon graft for primary medial patellofemoral ligament reconstruction in recurrent patellofemoral instability: a systematic review. *Arthroscopy.* 2021; 37(6): 1992-9. doi: 10.1016/j.arthro.2021.01.048
21. Steensen RN, Dopirak RM, McDonald WG 3rd. The anatomy and isometry of the medial patellofemoral ligament: implications for reconstruction. *Am J Sports Med.* 2004; 32(6): 1509-13. doi: 10.1177/0363546503261505
22. Schottle PB, Schmeling A, Romero J, Weiler A. Anatomical reconstruction of the medial patellofemoral ligament using a free gracilis autograft. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2009; 129(3): 305-9. doi: 10.1007/s00402-008-0712-9
23. Abouelsoud MM, Abdelhady A, Elshazly O. Anatomic physeal-sparing technique for medial patellofemoral ligament reconstruction in skeletally immature patients with ligamentous laxity. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2015; 25(5): 921-6. doi: 10.1007/s00590-015-1618-1
24. D'Ambrosi R, Corona K, Capitani P, Cocciali G, Ursino N, Peretti GM. Complications and recurrence of patellar instability after medial patellofemoral ligament reconstruction in children and adolescents: a systematic review. *Children.* 2021; 8(6): 434. doi: 10.3390/children8060434
25. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985; (198): 43-9.
26. Gil-Gámez J, Pecos-Martín D, Kujala UM, Martínez-Merinero P, Montañez-Aguilera FJ, Romero-Franco N, et al. Validation and cultural adaptation of "Kujala Score" in Spanish. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24(9): 2845-53. doi: 10.1007/s00167-015-3521-z
27. Orellana KJ, Batley MG, Lawrence JTR, Nguyen JC, Williams BA. Radiographic evaluation of pediatric patients with patellofemoral instability. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2022; 15(5): 411-26. doi: 10.1007/s12178-022-09780-5
28. Ruwe PA, Gage JR, Ozonoff MB, DeLuca PA. Clinical determination of femoral anteversion. A comparison with established techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 1992; 74(6): 820-30.
29. Hawi H, Kaireit TF, Krettek C, Liodakis E. Clinical assessment of tibial torsion differences. Do we always need a computed tomography? *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2022; 48(4): 3229-35. doi: 10.1007/s00068-022-01884-4
30. Caton J, Deschamps G, Chambat P, Lerat JL, Dejour H. Les rotules basses. A propos de 128 observations. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1982; 68(5): 317-25.
31. Blackburne JS, Peel TE. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg Br.* 1977; 59(2): 241-2. doi: 10.1302/0301-620X.59B2.873986
32. Insall J, Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology.* 1971; 101(1): 101-4. doi: 10.1148/101.1.101
33. Salzmann GM, Weber TS, Spang JT, Imhoff AB, Schottle PB. Comparison of native axial radiographs with axial MR imaging for determination of the trochlear morphology in patients with trochlear dysplasia. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010; 130(3): 335-40. doi: 10.1007/s00402-009-0912-y
34. Camp CL, Heidenreich MJ, Dahm DL, Bond JR, Collins MS, Krych AJ. A simple method of measuring tibial tubercle to trochlear groove distance on MRI: description of a novel and reliable technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24(3): 879-84. doi: 10.1007/s00167-014-3405-7
35. Wiberg G. Roentgenographs and anatomic studies on the femoropatellar joint: With special reference to chondromalacia patellae. *Acta Orthop Scand.* 1941; 12(1-4): 319-410. doi: 10.3109/17453674108988818

36. Van Huyssteen AL, Hendrix MR, Barnett AJ, Wakeley CJ, Eldridge JD. Cartilage-bone mismatch in the dysplastic trochlea. An MRI study. *J Bone Joint Surg Br.* 2006; 88(5): 688-91. doi: 10.1302/0301-620X.88B5.16866
37. Jibri Z, Jamieson P, Rakha KS, Sampaio ML, Dervin G. Patellar maltracking: an update on the diagnosis and treatment strategies. *Insights Imaging.* 2019; 10(1): 65. doi: 10.1186/s13244-019-0755-1
38. Schottel PB, Schmeling A, Rosenstiel N, Weiler A. Radiographic landmarks for femoral tunnel placement in medial patellofemoral ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2007; 35(5): 801-4. doi: 10.1177/0363546506296415
39. Ménétrey J, Putman S, Gard S. Return to sport after patellar dislocation or following surgery for patellofemoral instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014; 22(10): 2320-6. doi: 10.1007/s00167-014-3172-5
40. Walsh JM, Huddleston HP, Alzein MM, Wong SE, Forsythe B, Verma NN, et al. The minimal clinically important difference, substantial clinical benefit, and patient-acceptable symptomatic state after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2022; 4(2): e661-78. doi: 10.1016/j.asmr.2021.12.009
41. Nelitz M, Dreyhaupt J, Reichel H, Woelfle J, Lippacher S. Anatomic reconstruction of the medial patellofemoral ligament in children and adolescents with open growth plates: surgical technique and clinical outcome. *Am J Sports Med.* 2013; 41(1): 58-63. doi: 10.1177/0363546512463683
42. Lind M, Enderlein D, Nielsen T, Christiansen SE, Fauno P. Clinical outcome after reconstruction of the medial patellofemoral ligament in paediatric patients with recurrent patella instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24(3): 666-71. doi: 10.1007/s00167-014-3439-x
43. Fink C, Steensen R, Gfoller P, Lawton R. Quadriceps tendon autograft medial patellofemoral ligament reconstruction. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018; 11(2): 209-20. doi: 10.1007/s12178-018-9476-1
44. Peter G, Hoser C, Runer A, Abermann E, Wierer G, Fink C. Medial patellofemoral ligament (MPFL) reconstruction using quadriceps tendon autograft provides good clinical, functional and patient-reported outcome measurements (PROM): a 2-year prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019; 27(8): 2426-32. doi: 10.1007/s00167-018-5226-6
45. Sherman SL, Deasis DP, Garrone AJ, Voss EE, Oliver HA. Return to play after patellar stabilization. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018; 11(2): 280-4. doi: 10.1007/s12178-018-9484-1
46. Platt BN, Bowers LC, Magnuson JA, et al. Return to sport after medial patellofemoral ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2022; 50(1): 282-91. doi: 10.1177/0363546521990004
47. Lewallen LW, McIntosh AL, Dahm DL. Predictors of recurrent instability after acute patellofemoral dislocation in pediatric and adolescent patients. *Am J Sports Med.* 2013; 41(3): 575-81. doi: 10.1177/0363546512472873
48. Zaffagnini S, Previtali D, Tamborini S, Pagliazzi G, Filardo G, Candrian C. Recurrent patellar dislocations: trochleoplasty improves the results of medial patellofemoral ligament surgery only in severe trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2019; 27(11): 3599-613. doi: 10.1007/s00167-019-05469-4
49. Tan CMP, Zhu Y, Guo L, Loh SYJ. Medial patellofemoral ligament reconstruction with and without trochleoplasty for patients with patella instability-correlation of trochlear dysplasia and patient outcome, classification and outcome measure in the past decade-a systematic review. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2022; 32(4): 595-607. doi: 10.1007/s00590-021-03030-z
50. Ren B, Zhang X, Zhang L, Zhang M, Liu Y, Tian B, et al. Isolated trochleoplasty for recurrent patellar dislocation has lower outcome and higher residual instability compared with combined MPFL and trochleoplasty: a systematic review. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019; 139(11): 1617-24. doi: 10.1007/s00402-019-03244-1
51. Balcarek P, Rehn S, Howells NR, Eldridge JD, Kita K, Dejour D, et al. Results of medial patellofemoral ligament reconstruction compared with trochleoplasty plus individual extensor apparatus balancing in patellar instability caused by severe trochlear dysplasia: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25(12): 3869-77. doi: 10.1007/s00167-016-4365-x
52. Longo UG, Vincenzo C, Mannering N, Ciuffreda M, Salvatore G, Berton A, et al. Trochleoplasty techniques provide good clinical results in patients with trochlear dysplasia. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(9): 2640-58. doi: 10.1007/s00167-017-4584-9
53. Nelitz M, Dreyhaupt J, Williams SRM. No growth disturbance after trochleoplasty for recurrent patellar dislocation in adolescents with open growth plates. *Am J Sports Med.* 2018; 46(13): 3209-16. doi: 10.1177/0363546518794671
54. Sappey-Marinier E, Sonnery-Cottet B, O'Loughlin P, et al. Clinical outcomes and predictive factors for failure with isolated MPFL reconstruction for recurrent patellar instability: a series of 211 reconstructions with a minimum follow-up of 3 years. *Am J Sports Med.* 2019; 47(6): 1323-30. doi: 10.1177/0363546519838405
55. Tompkins MA, Arendt EA. Patellar instability factors in isolated medial patellofemoral ligament reconstructions-what does the literature tell us? A systematic review. *Am J Sports Med.* 2015; 43(9): 2318-27. doi: 10.1177/0363546515571544
56. Song GY, Hong L, Zhang H, Zhang J, Li X, Li Y, et al. Trochleoplasty versus nontrochleoplasty procedures in treating patellar instability caused by severe trochlear dysplasia. *Arthroscopy.* 2014; 30(4): 523-32. doi: 10.1016/j.arthro.2014.01.011
57. Liu JN, Brady JM, Kalbrian IL, Strickland SM, Ryan CB, Nguyen JT, et al. Clinical outcomes after isolated medial patellofemoral ligament reconstruction for patellar instability among patients with trochlear dysplasia. *Am J Sports Med.* 2018; 46(4): 883-9. doi: 10.1177/0363546517745625
58. Floyd ER, Ebert NJ, Carlson GB, Monson JK, LaPrade RF. Medial patellofemoral reconstruction using quadriceps tendon autograft, tibial tubercle osteotomy, and sulcus-deepening trochleoplasty for patellar instability. *Arthrosc Tech.* 2021; 10(5): e1249-56.
59. Fu K, Duan G, Liu C, Niu J, Wang F. Changes in femoral trochlear morphology following surgical correction of recurrent patellar dislocation associated with trochlear dysplasia in children. *Bone Joint J.* 2018; 100-B(6): 811-21. doi: 10.1302/0301-620X.100B6.BJJ-2017-1295.R1
60. Li W, Wang Q, Li H, Wang S. Changes in patellar morphology following surgical correction of recurrent patellar dislocation in children. *J Orthop Surg Res.* 2021; 16(1): 607. doi: 10.1186/s13018-021-02779-7
61. Dong CL, Wang YY, Lin W, Chen XB, Xu CY, Wei MZ, et al. Changes in patellar morphology following soft tissue surgical correction of recurrent patellar dislocation in children with low-grade trochlear dysplasia. *Orthop Surg.* 2022; 14(8): 1730-42. doi: 10.1111/os.13193

**Conflictos de intereses:** ninguno.

**Anexo 1: Cuestionario de la escala de Kujala para patología patelofemoral.**

Para cada pregunta, envuelva con un círculo la respuesta (letra) adecuada de los síntomas en la rodilla.

- 1. ¿Tiene usted cojera al caminar?**  
 (A) No. (5)  
 (B) Leve o periódica. (3)  
 (C) Constante. (0)
- 2. ¿Puede soportar el peso del cuerpo al estar en pie?**  
 (A) Sí, sin dolor. (5)  
 (B) Sí, con dolor. (3)  
 (C) No, es imposible. (0)
- 3. ¿Podría caminar?**  
 (A) Una distancia ilimitada. (5)  
 (B) Más de 2 km. (3)  
 (C) Entre 1-2 km. (2)  
 (D) No puede caminar. (0)
- 4. ¿Podría subir y bajar escaleras?**  
 (A) Sin dificultad. (10)  
 (B) Dolor leve al bajar las escaleras. (8)  
 (C) Dolor leve al subir las escaleras. (5)  
 (D) Dolor tanto al subir como al bajar. (3)  
 (E) No puede. (0)
- 5. ¿Al ponerse en cuclillas?**  
 (A) No tiene problemas. (5)  
 (B) Al realizar cuclillas repetidas veces es doloroso. (4)  
 (C) Tiene dolor cada vez que se pone en cuclillas. (3)  
 (D) Puede hacer cuclillas si se apoya. (2)  
 (E) No puede hacerlas. (0)
- 6. ¿Podría correr?**  
 (A) Sin ninguna dificultad. (10)  
 (B) Siente dolor después de correr más de 2 km. (8)  
 (C) Siente dolor leve desde el principio. (5)  
 (D) Siente dolor severo. (3)  
 (E) No puede correr. (0)
- 7. ¿Podría saltar?**  
 (A) Sin dificultad. (10)  
 (B) Con ligera dificultad. (7)  
 (C) Con dolor constante. (3)  
 (D) No puede. (0)
- 8. ¿Puede permanecer sentado con las rodillas dobladas?**  
 (A) Sin dificultad. (10)  
 (B) Siente dolor al sentarse sólo después de hacer ejercicio. (8)  
 (C) Siente dolor constante. (6)  
 (D) Siente un dolor que le obliga a extender las rodillas. (4)  
 (E) No puede. (0)
- 9. ¿Siente dolor en la rodilla?**  
 (A) No. (10)  
 (B) Sí, leve y ocasional. (8)  
 (C) Sí, el dolor interfiere con el sueño. (5)  
 (D) Sí, en ocasiones severo. (3)  
 (E) Sí, constante y severo. (0)
- 10. ¿Tiene hinchazón en la rodilla?**  
 (A) No. (10)  
 (B) Sólo después de un esfuerzo intenso. (8)  
 (C) Sólo después de las actividades cotidianas. (5)  
 (D) Todas las noches. (3)  
 (E) Constantemente. (0)
- 11. ¿Su rótula se mueve anormalmente o es dolorosa (subluxaciones rotulianas)?**  
 (A) Nunca. (10)  
 (B) De vez en cuando en las actividades deportivas. (8)  
 (C) De vez en cuando en las actividades diarias. (5)  
 (D) Ha tenido al menos una dislocación. (2)  
 (E) Ha tenido más de 2 dislocaciones. (0)
- 12. ¿Ha perdido masa muscular (atrofia) del muslo?**  
 (A) No. (5)  
 (B) Un poco. (3)  
 (C) Mucha. (0)
- 13. ¿Tiene dificultad para doblar la rodilla afectada?**  
 (A) Ninguna. (5)  
 (B) Un poco. (3)  
 (C) Mucha. (0)