

Patrones de lesión en resonancia magnética de un primer episodio de luxación patelar en niños y adolescentes

Injury Patterns on Magnetic Resonance Imaging of First-time Patellar Dislocations in Children and Adolescents

María Tuca¹ Tomás Pineda²  Mauricio Nuñez³ Nicolás Zilleruelo¹ Cristián Olmedo¹
David Figueroa¹

¹Departamento de Cirugía Ortopédica, Clínica Alemana de Santiago, Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile

²Departamento de Cirugía Ortopédica, Hospital El Carmen, Santiago, Chile

³Departamento de Cirugía Ortopédica, Instituto de Seguridad del Trabajador, Santiago, Chile

Address for correspondence Tomás Pineda, MD, Hospital El Carmen, Avenida Camino a Rinconada 1201, Maipú, Santiago, Chile (e-mail: tpinedarojas@gmail.com).

Rev Chil Ortop Traumatol 2023;64(1):e36–e42.

Resumen

Objetivo Caracterizar las lesiones de ligamento patelofemoral medial (LPFM) y las lesiones osteocondrales luego de un primer episodio de luxación patelar (LP) en pacientes jóvenes.

Métodos Se evaluaron un total de 91 resonancias magnéticas de pacientes menores de 18 años (edad promedio: 14,5 años), con un primer episodio de LP, en un único centro, entre 2008 y 2012. Se analizaron la ubicación y la extensión de la lesión del LPFM, y la ubicación y el tamaño de las lesiones osteocondrales.

Resultados Se encontraron lesiones del LPFM en el 49,5% (45) de los casos, y se observaron roturas totales y parciales del LPFM en el 10,9% (10) y el 39,5% (36), respectivamente. De las roturas totales, el 70% (7) fueron en la inserción rotuliana, el 20% (2), en la inserción femoral, y el 10%, multifocales. De las lesiones parciales, el 72% fueron rotulianas, el 19,4% (7), femorales, y el 8,3% (3), multifocales. Las lesiones osteocondrales se encontraron presentes en el 38% (35) de los casos; el 62,8% (22) se localizaron en la rótula y el 34,2% (12) en el cóndilo femoral lateral, mientras que solo el 3% (1) fueron multifocales.

Conclusión La lesión del LPFM se encontró en la mitad de los casos de nuestra muestra, y, de los casos de lesiones parciales, la inserción rotuliana es el patrón más común en pacientes esqueléticamente inmaduros que presentan una LP por primera vez. Más de un tercio de los niños con LP por primera vez tendrá una lesión osteocondral concomitante, principalmente en la rótula.

Nivel de Evidencia Nivel III.

Palabras Clave

- ▶ luxación patelar
- ▶ ligamento patelofemoral medial
- ▶ lesión osteocondral
- ▶ niños
- ▶ adolescentes

recibido
18 de enero de 2022
aceptado
15 de marzo de 2022

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0042-1748932>.
ISSN 0716-4548.

© 2022. Sociedad Chilena de Ortopedia y Traumatología. All rights reserved.

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

Objective To characterize medial patellofemoral ligament (MPFL) lesions and osteochondral lesions after a first episode of lateral patellar dislocation (LPD) in young patients.

Methods We evaluated 91 magnetic resonance imaging scans from patients under 18 years of age (average age: 14.5 years), with a first episode of LPD, from a single pediatric emergency center, between 2008 and 2012. The location and extension of the MPFL lesions and the location and size of the osteochondral lesions were analyzed.

Results We found MPFL injuries in 49.5% (45) of the cases. Total and partial ruptures of the MPFL were found in 10.9% (10) and 39.5% (36) of the patients respectively. Among the total ruptures, 70% (7) occurred in the patellar insertion, 20% (2), in the femoral insertion, and 10% (1) (3) were multifocal. Of the partial injuries, 72% (26) were patellar, 19.4% (7), femoral, and 8.3% (3), multifocal. Osteochondral lesions were found in 38% (35) of the patients; 62.8% (22) were located in the patella, and 34.2% (12), in the lateral femoral condyle, while only 3% (1) were multifocal.

Conclusion Half of the cases presented MPFL injuries. Partial MPFL injuries at the patellar attachment are the most common pattern in skeletally-immature patients suffering an LPD for the first time. More than one third of the cases of first-time LPD in children will present a concomitant osteochondral injury, mostly at the patella.

Level of Evidence Level III.

Keywords

- ▶ lateral patellar dislocation
- ▶ medial patellofemoral ligament
- ▶ osteochondral injury
- ▶ children
- ▶ adolescents

Introducción

La luxación patelar (LP) es una de las lesiones más comunes en la rodilla, y corresponde a la principal causa de hemartrosis en adolescentes.^{1,2} Un estudio poblacional³ reciente encontró que la incidencia anual de LP es de 23,2 por 100 mil personas al año, y que las luxaciones ocurren con mayor frecuencia entre pacientes de 14 a 18 años. La mayoría de ellas ocurren durante la actividad deportiva, luego de un mecanismo de valgo con carga axial y rotación con la rodilla extendida.³

El riesgo de recurrencia varía del 30% al 70%, y los episodios repetitivos aumentan el riesgo de dolor persistente de rodilla y de cambios degenerativos en la articulación.^{2,4}

La estabilidad de la articulación patelofemoral depende de la compleja interacción entre estabilizadores activos, pasivos y estáticos que limitan el desplazamiento rotuliano a través todo el arco de movimiento. El ligamento patelofemoral medial (LPMF) ha cobrado principal relevancia en los últimos años, siendo reconocido como el principal estabilizador pasivo de la traslación lateral de la rótula en los primeros 30° de flexión.⁵ La lesión del LPMF ocurre en el 84% al 100% de los primeros episodios, según estudios de resonancia magnética previos,⁶⁻⁸ y es reconocida como un factor de riesgo relevante para su recurrencia.

La resonancia magnética (RM) es una valiosa herramienta diagnóstica en el contexto de una LP aguda.^{9,10} Esta nos puede facilitar el diagnóstico en pacientes pediátricos que, con frecuencia, desconocen que han sufrido una luxación y presentan una rodilla traumática aguda que limita el examen clínico. Los hallazgos característicos de la RM de LP incluyen derrame articular, edema óseo en el cóndilo femoral lateral y

en la rótula medial, y lesión del LPMF, entre otros.^{11,12} Además, la RM proporciona información adicional sobre las patologías asociadas (lesiones capsulares, ligamentosas, condrales y osteocondrales) y la morfología articular subyacente que pueda predisponer una futura inestabilidad.^{6,12,13}

Los patrones de lesión osteocondral y del LPMF después de la LP no han sido bien definidos para la población pediátrica, pues la mayoría los estudios⁶⁻⁸ abarca cohortes mixtas de niños y adultos. Sin embargo, diversos estudios^{1,14,15} sugieren la existencia de diferencias en estos patrones entre ambos grupos. La ubicación y la extensión de la lesión del LPMF tienen un valor clínico significativo tanto en tratamiento como pronóstico. Por lo tanto, una caracterización adecuada de los patrones de lesión del LPMF es fundamental.

El objetivo de este estudio es evaluar, mediante RM, los patrones de lesión del LPMF y de las lesiones osteocondrales en niños y adolescentes después de un primer episodio de LP.

Materiales y Métodos

Realizamos un estudio de cohorte retrospectivo de todos los niños y adolescentes que presentaron un primero episodio de LP en aguda un único servicio de urgencia pediátrica entre 2008 y 2012. Los criterios de inclusión fueron: a) pacientes de 18 años o menos que se presentaban con una historia clínica y un examen físico compatibles con un primer episodio de LP aguda; b) examen de RM que confirmaba una luxación rotuliana aguda (patrón de derrame articular y edema de médula ósea secundario a impactación osteocondral del cóndilo femoral lateral contra la cara

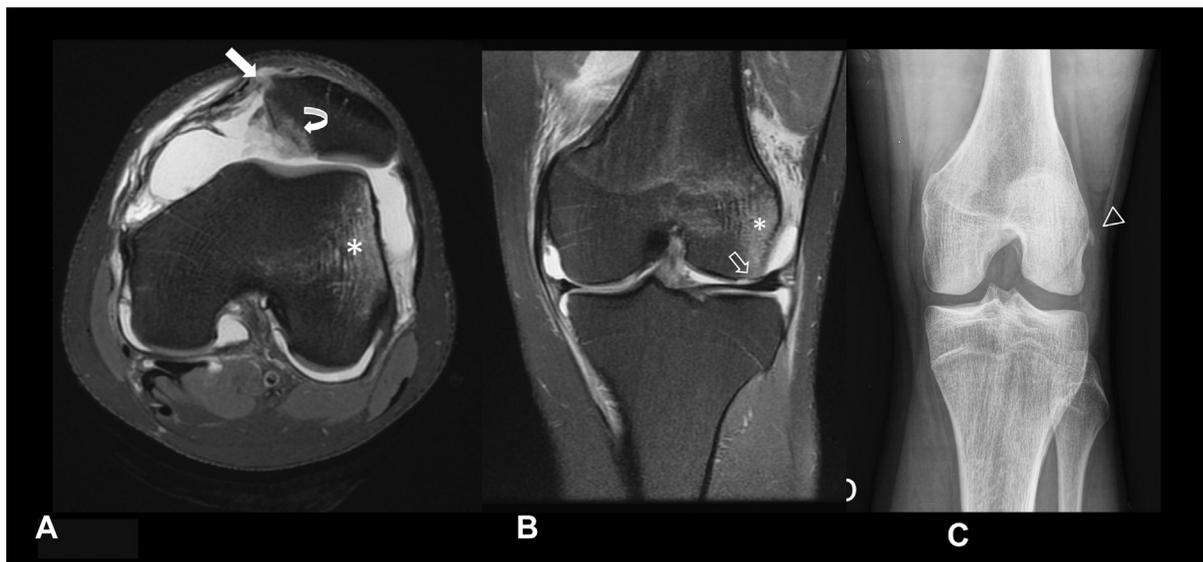


Fig. 1 Vista axial ponderada en densidad protónica con saturación de grasa (*proton-density weighted with fat saturation, PD fat sat*, en inglés) en la que se observa (A) rotura completa del LPFM en su inserción rotuliana (flecha blanca), con el clásico patrón de edema óseo del cóndilo femoral lateral (asterisco) y fractura subcondral por impactación en la rótula inferomedial (flecha curva). Vista coronal PD fat sat que muestra (B) una lesión condral de espesor completo en el área de carga del cóndilo femoral lateral (flecha transparente), un fragmento osteocondral libre en el receso suprarrotuliano (punta de flecha transparente), y un derrame articular significativo. La radiografía del tunnel intercondíleo (C) confirma la presencia de un fragmento osteocondral en el receso suprarrotuliano (triángulo).

medial de la rótula). Se excluyeron los pacientes con luxaciones previas, cirugías previas de rodilla, luxaciones congénitas, o hallazgos clínicos incompatibles con una LP aguda.

Se revisaron los registros médicos para obtener los datos demográficos (edad, género, lateralidad), el mecanismo de la lesión, y la participación deportiva (puntuación Tegner previa a la lesión).

Técnica de RM

Los pacientes fueron sometidos a estudios de imagen en las primeras dos semanas después de la luxación, con la rodilla colocada en extensión completa. Todos los exámenes de RM se realizaron en un resonador de 1,5 T o 3,0 T (Signa [GE Healthcare, Chicago, IL, EEUU] de 1,5 T con una bobina de 8 canales, o un MAGNETOM Skyra 3T [Siemens Healthineers AG, Erlangen, Alemania] con una bobina de 15 canales).

Evaluación de Imágenes

Las imágenes fueron analizadas retrospectivamente por dos evaluadores independientes, un traumatólogo cirujano de rodilla y un radiólogo, ambos con más de diez años de experiencia, y la decisión final se tomó en consenso. El LPFM se evaluó de acuerdo con un método previamente reportado^{7,8} por medio de vistas coronales, axiales y sagitales de imágenes potenciadas en T2.

El LPFM se dividió en tres regiones: inserción femoral, intrasustancia, e inserción patelar. El estado de las fibras del LPFM se definió como normal, lesión parcial o lesión completa. La lesión completa se definió como la completa disrupción de las fibras y extenso edema subsecuente (►Fig. 1, 2), mientras que la lesión parcial se definió como una discontinuidad incompleta con edema intraligamentario, en la que se

podieron identificar algunas fibras del LPFM en continuidad (►Fig. 3, 4). En caso de observación de lesiones osteocondrales, se describieron la ubicación y el tamaño en milímetros de estas utilizando la medida transversal más grande de la lesión.

Resultados

La muestra total se compuso de 91 pacientes (60 hombres y 31 mujeres) que cumplieron con los criterios de inclusión previamente descritos, y se obtuvieron 50 rodillas derechas y 41 rodillas izquierdas disponibles para estudio. La edad promedio fue de 14,5 años (rango: 11 a 18 años), con un puntaje de Tegner promedio previo a la lesión de 6 (rango: 5 a 7). El 70,3% (64) de los pacientes practicaba actividad deportiva al momento de la lesión, mientras que 29,7% (27) de los pacientes presentaron luxación mientras realizaban sus actividades de la vida diaria (caminar, sentarse, ponerse en cuclillas o bajar escaleras).

El mecanismo indirecto fue la principal causa de lesión, y afectó al 80,2% (73) de los pacientes, mientras que el 19,7% (18) de los casos se encontró una lesión directa. Solamente (11%) (10) requirieron una reducción asistida manualmente por un médico de urgencias, pues la mayoría de las lesiones se redujo espontáneamente.

Todos los exámenes de RM de esta serie mostraron grados variables de derrame articular, edema del retináculo medial, y patrón de hematoma óseo reflejado en la carilla rotuliana medial y el cóndilo femoral lateral, compatibles con una LP aguda. Las lesiones del LPFM, ya sea totales o parciales, se encontraron en 46 casos (50,5%). El otro 49,5% (45) de los casos presentaba edemas intra y periligamentarios, pero no había evidencia de rotura de las fibras del LPFM. Un total de 36 casos (39,5%) presentaron lesiones parciales del LPFM,

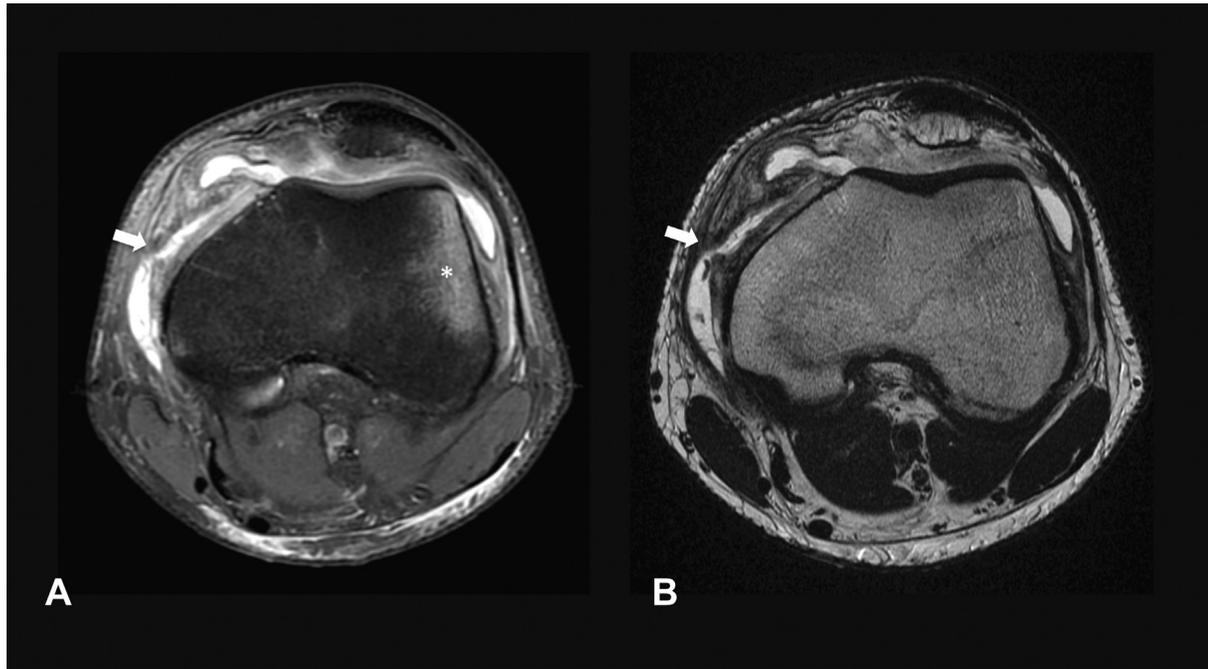


Fig. 2 Proyecciones axiales PD Fat Sat (A) y ponderada en T2 (B) que muestran una lesión completa del LPFM en su inserción femoral (flecha blanca), con un extenso edema óseo del cóndilo femoral lateral que confirma la luxación lateral (asterisco).

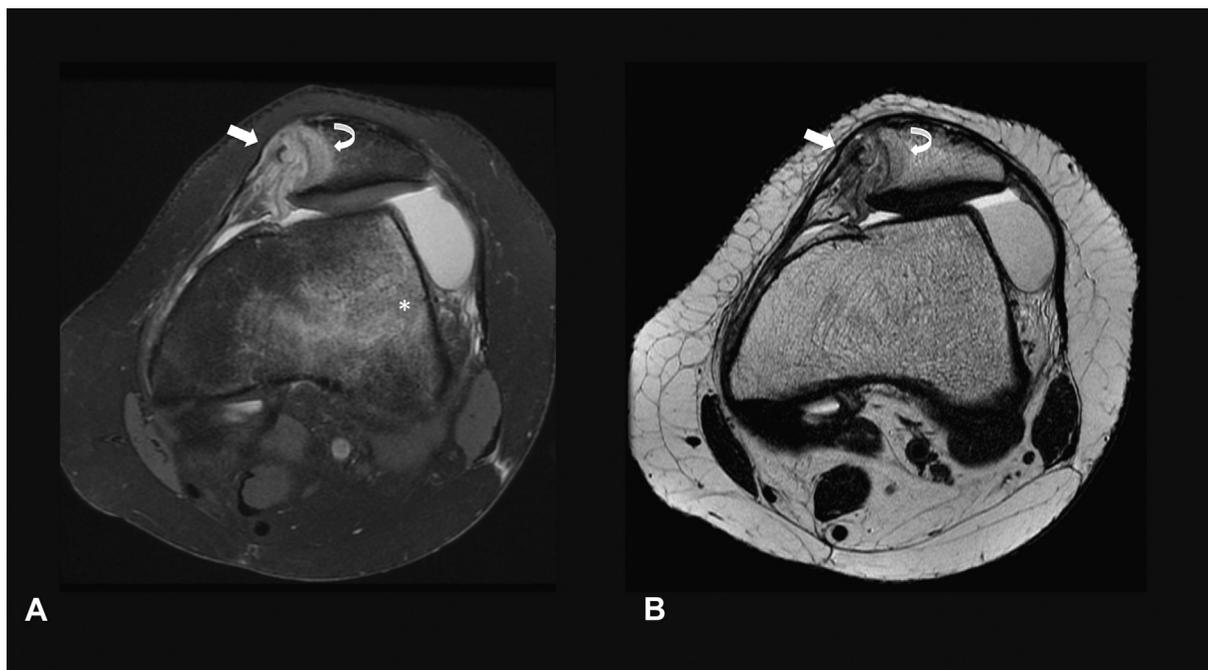


Fig. 3 Proyecciones axiales PD Fat Sat (A) y ponderada en T2 (B) que muestran una lesión parcial del LPFM, con una avulsión ósea de su inserción rotuliana (flecha blanca), una fractura por impactación subcondral en la rótula inferomedial (flecha curva), y un edema óseo en el cóndilo femoral lateral (asterisco).

mientras que los otros 10 casos (10,9%) presentaron lesiones completas.

La ubicación y la extensión de las lesiones del LPFM se resumen en la ► **Tabla 1**. Las lesiones parciales se localizaron en la inserción rotuliana en 72,2% (26 casos), seguidas de 19,4% (7) de los casos en la inserción femoral y 8,3% (3) de los

casos con roturas parciales multifocales. Ninguna lesión parcial fue exclusivamente intrasustancia.

Las lesiones completas fueron de ubicación patelar en 70% (7) de los casos, seguidas de 2 casos de lesión en su inserción femoral, 10% (1) de lesión en ambas zonas, y ningún caso de lesión total intrasustancia. Los 45 casos en los que no se

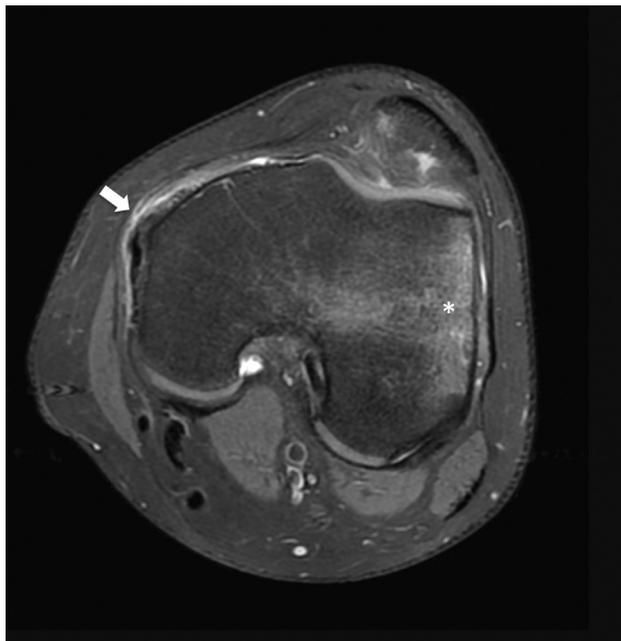


Fig. 4 Vista axial PD Fat Sat que muestra una lesión parcial del LPFM en su inserción femoral y el edema óseo por impactación en el cóndilo femoral lateral (asterisco).

evidenció rotura de fibras presentaron edemas peri e intraligamentarios del LPFM, y su localización fue en la inserción rotuliana en un 55,6% (25), seguidos de lesión multifocal en un 33,3% (15), mientras que 11,1% (5) de lesión femoral.

En general, considerando todos los niveles descritos de lesión del LPFM, desde el edema hasta la lesión completa, estas se localizaron en la inserción patelar en el 63,7% (58) de los casos.

Se observaron lesiones osteocondrales en 35 pacientes (38%) después del primer episodio de LP. Estas fueron unifocales en todos los casos, excepto en 1 paciente que presentó múltiples focos de lesión. Se encontraron 62,8% (22) lesiones osteocondrales en la rótula y 34,2% (12) en el cóndilo femoral lateral. El diámetro transversal máximo promedio de las lesiones osteocondrales fue de 11,3 mm (rango 2 mm a 23 mm).

Discusión

Los principales hallazgos de nuestro estudio son que la lesión del LPFM estuvo presente en 50,5% (46) de los casos de LP en niños evaluados luego de un primer episodio, valor inferior a lo reportado en la literatura.^{11,15} Su ubicación más frecuente fue la región patelar, tanto para las roturas parciales como totales en esta cohorte pediátrica.

La LP es una lesión frecuente en niños y adolescentes, con una alta tasa de recurrencia, capaz de generar discapacidad a largo plazo. Varios factores de riesgo contribuyen a la reluxación después del primer episodio, como la displasia troclear, la patela alta, la mala alineación del aparato extensor, el genu valgo, las deformidades rotacionales, y las lesiones del LPFM, entre otros.

Tabla 1 Resumen de lesión del LPFM en primer episodio de luxación patelar en niños

Extensión de la lesión	Ubicación	Número de casos (%)
Lesión parcial 36 casos (39,5%)	Patelar	26 (72,2%)
	Femoral	7 (19,4%)
	Multifocal	3 (8,3%)
Lesión completa 10 casos (10,9%)	Patelar	7 (70%)
	Femoral	2 (20%)
	Multifocal	1 (10%)
Sin lesión (edema) 45 casos (49,5%)	Patelar	25 (55,6%)
	Femoral	5 (11,1%)
	Multifocal	15 (33,3%)

Es reconocido ampliamente en la literatura que la lesión del LPFM contribuye a la inestabilidad patelar, siendo este el principal limitador para la traslación lateral de la rótula en los primeros 30° de flexión de la rodilla.⁵ Por lo tanto, una evaluación precisa de los patrones de lesión del LPFM después de la LP por primera vez es clave para un enfoque de tratamiento exitoso.

La literatura reciente sugiere que el patrón de lesión del LPFM difiere entre niños y adultos; sin embargo, los hallazgos son aún contradictorios, debido a la dificultad a la hora de comparar los diversos trabajos, pues se incluyen cohortes mixtas de niños y adultos, y luxaciones tanto crónicas como nuevas. Además, no todos los estudios detallan si se encontró edema como signos de episodio agudo en la RM.

Tradicionalmente en la literatura,^{8,16,17} se ha mencionado que la lesión del LPFM ocurre en la región femoral. Sin embargo, la publicación de series de casos^{8,15} con cohortes mixtas o pediátricas evidenció que las lesiones patelares del LPFM no eran inhabituales como se pensaba previamente.

Elias et al.⁷ reportaron patrones de lesión por medio de RM del LPFM en una cohorte mixta de niños y adultos. Observaron la lesión en la inserción patelar en el 76% de los casos, mientras que, en el 49% de los casos en los que se observó el origen femoral del ligamento, este se encontraba lesionado, destacando que un 48% presentaba lesiones multifocales.

Balcarek et al.,⁶ en una cohorte mixta, observaron que las lesiones en múltiples sitios del LPFM no eran tan comunes, reportándose sólo en el 22% de los casos de LP. Estos resultados son consistentes con reportes previos, y se asemejan a lo evidenciado en nuestro estudio.

En cuanto a la zona de lesión del LPFM, Kepler et al.,¹⁵ en una cohorte exclusivamente pediátrica de 43 pacientes, reportaron un predominio de lesión aislada en la inserción rotuliana (61%), y encontraron sólo un 12% de lesión aislada de la inserción femoral y un 12% de lesión multifocal.¹⁵

Confirmando esta hipótesis, Felus y Kowalczyk,¹⁴ en una cohorte de 50 pacientes pediátricos que se sometieron a cirugía después de un primer episodio de LP, reportaron una

lesión patelar del LPFM en el 66% de los casos. Después de un análisis por edad, los resultados evidenciaron un 79% de lesión en esta zona en pacientes esqueléticamente inmaduros contra un 54% en pacientes esqueléticamente maduros, lo que reafirma lo evidenciado en nuestro trabajo.¹⁴

La inserción del LPFM en el borde medial de la rótula se mantiene cartilaginosa hasta las edades de 16 a 18 años, mientras que la inserción femoral en el fémur distal se osifica alrededor de los 13 a los 15 años. Se plantea entonces la hipótesis de que las lesiones en el límite entre el cartílago y el hueso podrían explicar la susceptibilidad de los pacientes más jóvenes a sufrir lesiones en la región patelar.¹⁴

Askenberger et al.,² en una cohorte de pacientes menores de 14 años con una LP aguda, reportaron lesión en el sitio de inserción patelar de manera aislada o como parte de una lesión multifocal en el 95% de los casos, mientras que sólo el 4% tenía lesiones femorales aisladas.

Seeley et al.¹ publicaron una de las cohortes pediátricas más grandes hasta la fecha, e informaron patrones de lesión del LPFM en 111 adolescentes después de un episodio agudo. En línea con el presente estudio, ellos¹ evidenciaron que no todas las LPs cursan con rupturas del LPFM en este grupo etario, y encontraron lesión de este en el 78,4% de los casos (87/111), es decir, un 27,9% mayor a lo evidenciado en nuestro estudio. Ellos¹ describieron su ubicación en la zona de inserción femoral de manera aislada en 14% (16), y en la zona de inserción patelar aislada en 31% (34 casos), mientras que en el 33% (37), hubo evidencia de una lesión multifocal del LPFM.

Sin embargo, también existen reportes^{18,19} de una incidencia de lesiones en la región patelar de menos de un tercio de los pacientes. Como se mencionó anteriormente, los resultados deben analizarse con precaución con base en los tamaños muestrales, los criterios de inclusión, la agudeza de la lesión, y la edad de las cohortes en cuestión.

Las lesiones osteocondrales son una consecuencia frecuente de LP que puede provocar dolor de rodilla y complicaciones a largo plazo. Estudios previos^{20,21} han informado una incidencia de estas lesiones después de un episodio agudo que van del 21% al 54%.

Se plantea que el mecanismo de lesión es una impactación de la faceta medial de la rótula contra el cóndilo femoral lateral.²² En la misma línea de nuestros hallazgos, Kepler et al.,¹⁵ en una cohorte pediátrica de 44 pacientes, reportaron una incidencia del 23% de lesiones osteocondrales, con un diámetro máximo promedio de 12,5 mm.

El tratamiento de las lesiones osteocondrales puede ser un gran desafío, por lo que comenzar con un diagnóstico preciso es crucial. La alta incidencia de estas lesiones apoya claramente el uso de estudios de resonancia magnética después de la primera LP.

La principal limitación de nuestro estudio es su diseño retrospectivo, mientras que sus principales fortalezas son la gran cantidad de pacientes incluidos, que representa una de las cohortes más grandes publicadas hasta la fecha exclusivamente de pacientes pediátricos, y se logró confirmar la temporalidad aguda de la lesión en la

totalidad de los casos mediante el uso de RM. Para estudios futuros, vincular el análisis de los hallazgos con la madurez esquelética puede ayudar a mejorar el reconocimiento de los patrones de lesión del MPFL en los niños.

Conclusión

La RM ha demostrado ser una valiosa herramienta de diagnóstico para la inestabilidad patelar en niños y adolescentes. En este estudio, la lesión del LPFM estuvo presente en tan sólo la mitad de los casos de LP en niños, siendo la lesión parcial del LPFM en la inserción rotuliana el patrón más común en pacientes esqueléticamente inmaduros durante el primer episodio en nuestra muestra. Más de un tercio de los niños con LP presenta una lesión osteocondral concomitante, principalmente en la rótula, por lo que consideramos que el uso de la RM es fundamental para el reconocimiento preciso del patrón de lesión de y de sus lesiones asociadas en este grupo etario.

Financiación

Los autores declaran que esta investigación no recibió ninguna subvención específica.

Conflicto de Intereses

Los autores no tienen conflicto de intereses que declarar.

Referencias

- Seeley M, Bowman KF, Walsh C, Sabb BJ, Vanderhave KL. Magnetic resonance imaging of acute patellar dislocation in children: patterns of injury and risk factors for recurrence. *J Pediatr Orthop* 2012;32(02):145-155
- Askenberger M, Bengtsson Moström E, Ekström W, et al. Operative Repair of Medial Patellofemoral Ligament Injury Versus Knee Brace in Children With an Acute First-Time Traumatic Patellar Dislocation: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* 2018;46(10):2328-2340
- Petri M, von Falck C, Broese M, et al. Influence of rupture patterns of the medial patellofemoral ligament (MPFL) on the outcome after operative treatment of traumatic patellar dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(03):683-689
- Meyers AB, Laor T, Sharafinski M, Zbojniec AM. Imaging assessment of patellar instability and its treatment in children and adolescents. *Pediatr Radiol* 2016;46(05):618-636
- Bicos J, Fulkerson JP, Amis A. Current concepts review: the medial patellofemoral ligament. *Am J Sports Med* 2007;35(03):484-492
- Balcarek P, Ammon J, Frosch S, et al. Magnetic resonance imaging characteristics of the medial patellofemoral ligament lesion in acute lateral patellar dislocations considering trochlear dysplasia, patella alta, and tibial tuberosity-trochlear groove distance. *Arthroscopy* 2010;26(07):926-935
- Elias DA, White LM, Fithian DC. Acute lateral patellar dislocation at MR imaging: injury patterns of medial patellar soft-tissue restraints and osteochondral injuries of the inferomedial patella. *Radiology* 2002;225(03):736-743
- Nomura E, Horiuchi Y, Inoue M. Correlation of MR imaging findings and open exploration of medial patellofemoral ligament injuries in acute patellar dislocations. *Knee* 2002;9(02):139-143
- Liu JN, Steinhaus ME, Kalbian IL, et al. Patellar Instability Management: A Survey of the International Patellofemoral Study Group. *Am J Sports Med* 2018;46(13):3299-3306

- 10 Saragaglia D, Banihachemi JJ, Refaie R. Acute instability of the patella: is magnetic resonance imaging mandatory? *Int Orthop* 2020;44(11):2299–2303
- 11 Balcarek P, Walde TA, Frosch S, et al. Patellar dislocations in children, adolescents and adults: a comparative MRI study of medial patellofemoral ligament injury patterns and trochlear groove anatomy. *Eur J Radiol* 2011;79(03):415–420
- 12 Spritzer CE, Courneya DL, Burk DL Jr, Garrett WE, Strong JA. Medial retinacular complex injury in acute patellar dislocation: MR findings and surgical implications. *AJR Am J Roentgenol* 1997;168(01):117–122
- 13 Kirsch MD, Fitzgerald SW, Friedman H, Rogers LF. Transient lateral patellar dislocation: diagnosis with MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1993;161(01):109–113
- 14 Felus J, Kowalczyk B. Age-related differences in medial patellofemoral ligament injury patterns in traumatic patellar dislocation: case series of 50 surgically treated children and adolescents. *Am J Sports Med* 2012;40(10):2357–2364
- 15 Kepler CK, Bogner EA, Hammoud S, Malcolmson G, Potter HG, Green DW. Zone of injury of the medial patellofemoral ligament after acute patellar dislocation in children and adolescents. *Am J Sports Med* 2011;39(07):1444–1449
- 16 Sallay PI, Poggi J, Speer KP, Garrett WE. Acute dislocation of the patella. A correlative pathoanatomic study. *Am J Sports Med* 1996;24(01):52–60
- 17 Sanders TG, Morrison WB, Singleton BA, Miller MD, Cornum KG. Medial patellofemoral ligament injury following acute transient dislocation of the patella: MR findings with surgical correlation in 14 patients. *J Comput Assist Tomogr* 2001;25(06):957–962
- 18 Balcarek P, Walde TA, Frosch S, Schüttrumpf JP, Wachowski MM, Stürmer KM. MRI but not arthroscopy accurately diagnoses femoral MPFL injury in first-time patellar dislocations. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(08):1575–1580
- 19 Putney SA, Smith CS, Neal KM. The location of medial patellofemoral ligament injury in adolescents and children. *J Pediatr Orthop* 2012;32(03):241–244
- 20 Nietosvaara Y, Aalto K, Kallio PE. Acute patellar dislocation in children: incidence and associated osteochondral fractures. *J Pediatr Orthop* 1994;14(04):513–515
- 21 Nomura E, Inoue M, Kurimura M. Chondral and osteochondral injuries associated with acute patellar dislocation. *Arthroscopy* 2003;19(07):717–721
- 22 Lee BJ, Christino MA, Daniels AH, Hulstyn MJ, Ebersson CP. Adolescent patellar osteochondral fracture following patellar dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(08):1856–1861