

# Estudio mediante resonancia magnética de la patología del mecanismo extensor de la rodilla en pediatría

**Víctor Pérez Candela, Pedro Naranjo Santana**

Diagnóstico por Imagen. Clínica San Roque (Las Palmas de Gran Canaria)

## Resumen

Revisamos la anatomía y fisiopatología del mecanismo extensor y las estructuras asociadas de la rodilla. Describimos las presentaciones clínicas y los hallazgos de imagen en las condiciones patológicas del mecanismo extensor basados en el proceso mecánico, incluyendo los traumatismos.

**Palabras clave:** resonancia magnética, rodilla, mecanismo extensor, rótula, tendón rotuliano, tendón cuadricipital, espacio graso de Hoffa, tróclea femoral, tuberosidad anterior de la tibia

## Abstract

Review the anatomy and pathophysiology of the extensor mechanism and associated structures of the knee. Discuss clinical and imaging presentations of pathologic conditions of the extensor mechanism based on mechanical processes, including those of trauma

**Key words:** magnetic resonance, knee, menisci, ligaments, tendons, muscle, cartilage, fat pads

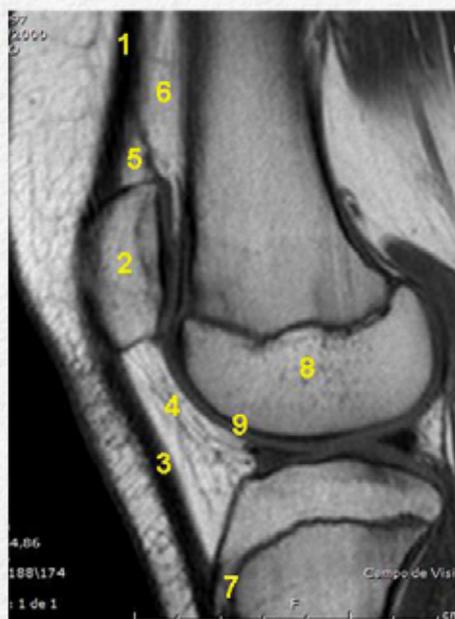
## Introducción

Las estructuras que componen el mecanismo extensor de la rodilla son los músculos que forman el cuádriceps, el tendón cuadricipital, la rótula, los retináculos medial y lateral de la rótula, el tendón patelar, la tuberosidad anterior de la tibia, la articulación fémoropatelar, las almohadillas grasas infrapatelar (de Hoffa), cuadricipital y prefemoral y las partes blandas adyacentes<sup>1</sup>.

La inmadurez esquelética y la intensa actividad física en la adolescencia la hacen más propensa a las lesiones de la rodilla. La valoración clínica puede ser difícil debido a la severidad del dolor, la inflamación y el derrame articular, siendo el dolor anterior de la rodilla el síntoma más frecuente, que puede estar producido por diversas condiciones patológicas<sup>2</sup>.

La resonancia magnética (RM) es una excelente modalidad de imagen en las alteraciones de la rodilla pediátrica por su ausencia de radiación ionizante, la capacidad multiplanar, el contraste de tejidos y la alta resolución

**Fig.1. Componentes del mecanismo extensor de la rodilla**



- 1.- Tendón cuadricipital
- 2.- Rótula
- 3.- Tendón patelar
- 4.- Almohadilla grasa de Hoffa
- 5.- almohadilla grasa suprapatelar
- 6.- Almohadilla grasa prefemoral
- 7.- Tuberosidad anterior de la tibia
- 8.- Cóndilo femoral
- 9.- Cartílago articular

RM Corte sagital de rodilla T1

para el hueso, cartílago, meniscos, ligamentos, músculos, tendones y tejidos blandos adyacentes. En la figura 1 se muestra un corte sagital de la rodilla en secuencia T1 donde la cortical ósea aparece hipointensa (negro) y la medular al tratarse de medula amarilla, es decir, grasa aparece hiperintensa (blanca), al igual que la grasa subcutánea. Los tendones cuadricipital y patelar aparecen hipointensos (negros) y las almohadillas grasas aparecen hiperintensas (blancas) (figura 1).

En la función biomecánica de la rodilla, los músculos que forman el cuádriceps extienden la rodilla cuando se eleva la pierna. La contracción del cuádriceps estabiliza la rodilla cuando el pie está en el suelo. La rótula permite extender la rodilla con una pequeña fuerza contráctil del cuádriceps. La rótula también redirecciona la fuerza ejercida por el cuádriceps, lo que da lugar a una gran fuerza compresiva sobre la articulación fémoropatelar. El mecanismo extensor estabiliza la articulación de la rodilla especialmente durante la desaceleración y al caminar cuesta abajo<sup>3,4</sup>. Las lesiones mecánicas pueden ser agudas como la luxación transitoria de la rótula y crónicas por microtraumas debido a sobreuso como son la enfermedad de Osgood-Schlatter y el síndrome de Sinding-Larsen-Johansson

### Lesiones agudas

#### **Luxación transitoria de la rótula**

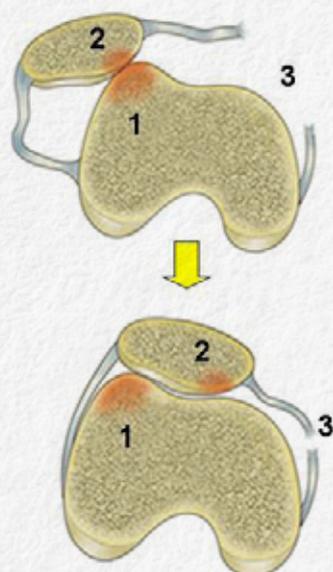
La rótula (patela) se aloja en el surco de la

tróclea de la cara anterior del fémur y su cartílago posterior de superficie lisa permite al mecanismo extensor moverse con seguridad.

La luxación transitoria ocurre debido a la luxación lateral de la rótula de la tróclea femoral como resultado de un traumatismo. Habitualmente ocurre en adolescentes debido a actividades deportivas con trauma directo, valgo forzado o giro de la rodilla. En la figura 2 se muestra en forma de diagrama el mecanismo de la luxación transitoria de rótula con reducción espontánea, produciendo edema en la medular del cóndilo femoral externo y parte ínfero interna de la rótula, por el impacto (figura 2).

Los pacientes se presentan con dolor en la parte anterior de la rodilla e inflamación. La valoración clínica y la diferenciación de otras entidades a menudo es difícil. La reducción espontánea de la rótula ocurre en el 50-75% de los pacientes. Generalmente el paciente no es consciente de que la rótula se había luxado. Los hallazgos de imagen en RM incluyen derrame articular, edema en médula ósea de la porción inferomedial de la rótula y del cóndilo femoral lateral, lesiones del cartílago y rotura parcial del retináculo medial de la rótula<sup>5</sup>. En la figura 3 se muestra un corte sagital de rodilla en secuencia T1 donde el edema del cóndilo femoral externo aparece hipointenso (negro), mientras que la secuencia de densidad protónica son saturación grasa (DPFS)

**Fig.2 Diagrama de la luxación transitoria de rótula**



**Mecanismo: Rodilla en flexión con rotación interna, con el pie apoyado en el suelo con un componente valgo**

**La luxación de rótula suele ser transitoria, lo que produce un impacto sobre el cóndilo femoral externo (1) con la faceta medial de la rótula (2), con rotura del retináculo medial de la rótula (3)**

el edema aparece hiperintenso (blanco) tanto en el cóndilo femoral externo como en la rótula (figura 3).

La RM es útil para evaluar los factores predisponentes de la luxación transitoria como son una displasia troclear, una rótula alta, una inclinación rotuliana, una subluxación rotuliana y una lateralización de la tuberosidad tibial.

La inestabilidad patelar es un síndrome clínico debido a una anomalía morfológica de la articulación fémoropatelar (tróclea femoral) donde la patela es propensa a la luxación lateral recurrente.

En la displasia troclear la superficie articular del fémur está aplanada proximalmente, con pérdida de la concavidad distalmente. Esta combinación produce una pérdida del ajuste patelar lateral y da lugar a la luxación lateral de la rótula durante el inicio de la flexión. Para calcular la profundidad troclear se realiza en un corte axial a nivel de los cóndilos femorales y la rótula, se traza una línea tangente a los cóndilos femorales en su parte posterior y desde ella se trazan líneas perpendiculares a los bordes anteriores de los cóndilos (a y c) y al fondo del surco intercondileo (b). Se emplea la fórmula  $(a+c/2)-b$ . Una profundidad

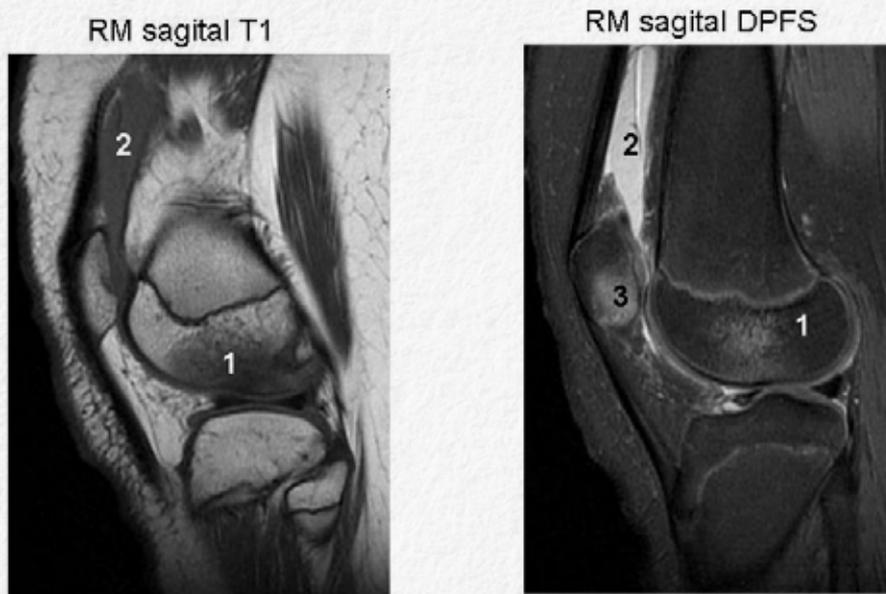
troclear de 3 mm o menor, indica displasia. En la figura 4 se muestra un corte axial de la rodilla a nivel de los cóndilos femorales y la rótula, para valorar la profundidad de la tróclea en una situación normal y otras displásicas (figura 4).

Para valorar la relación de la altura patelar se emplea el índice de Insall-Salvati. En una imagen sagital se mide la longitud del tendón patelar en su cara posterior desde el ápex del tendón patelar a su fijación en la tuberosidad anterior de la tibia y se divide por la longitud máxima del diámetro superoinferior de la rótula. Una relación de 1 es el rango normal, si es  $> 1.3$  indica una patela alta y una relación  $< 0.8$  indica una patela baja. En la figura 5 se muestra un corte sagital en secuencia T1, en la que se muestran las longitudes de la rótula y del tendón patelar para valorar la altura patelar (figura 5).

La inclinación patelar y/o lateralización puede ser el resultado de rotura de los estabilizadores mediales de la rótula, después de una luxación de rótula o presentarse sin evidencia previa de luxación. La inclinación patelar es un factor de riesgo de malalineación o inestabilidad patelar<sup>6</sup>.

La posición del tubérculo tibial es impor-

### Fig.3 Reducción espontánea de luxación de rótula



1. Edema en cóndilo femoral externo, 2. Derrame, 3. Edema en faceta medial de rótula. En T1 el edema (líquido) aparece hipointenso y en DPFS (densidad protónica con saturación grasa) aparece hiperintenso

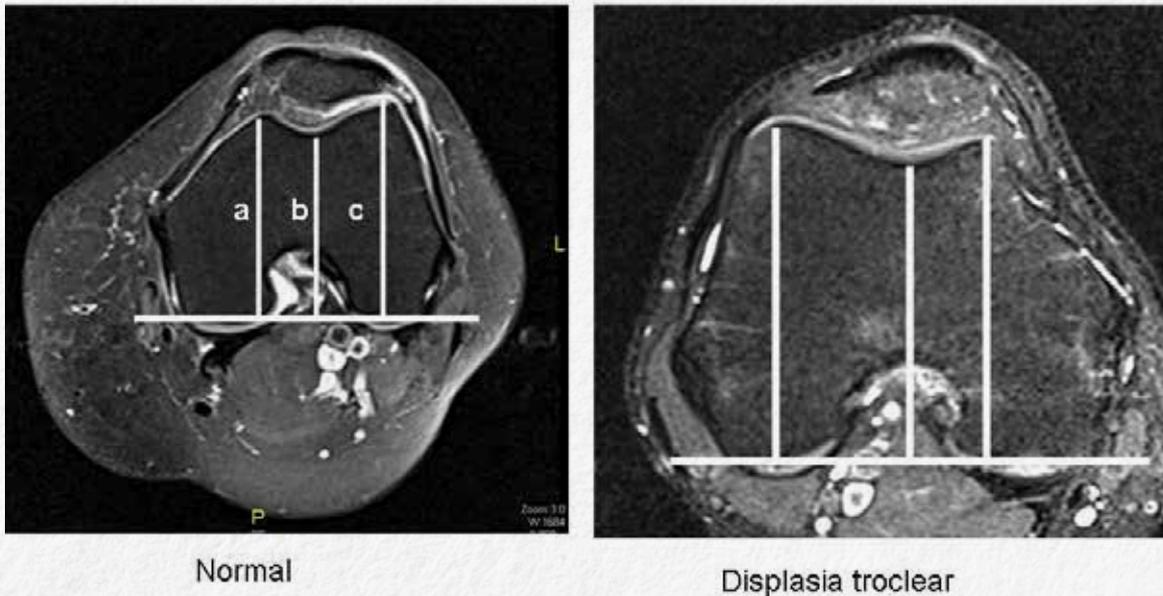
tante para el vector de fuerza inferolateral de la patela. En una articulación normal, la tuberosidad tibial se sitúa verticalmente debajo del surco femoral. Una distancia entre el tubérculo tibial y el surco troclear de menos de 15 mm se considera normal. Distancias entre 15-20 mm están en los límites y más de 20mm indican marcada

lateralización que representa una causa importante de inestabilidad patelar y dolor crónico de rodilla.

### Lesiones crónicas

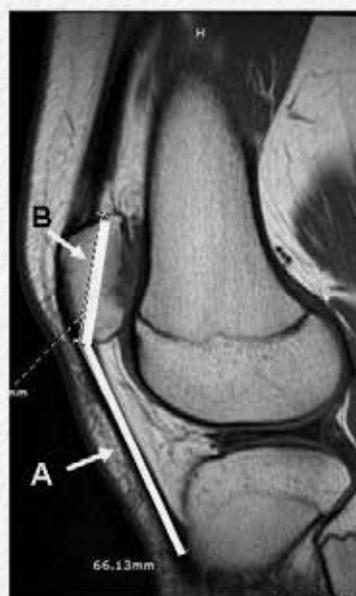
Aproximadamente un 30-50% de las lesiones relacionadas con el deporte en la edad

**Fig.4 Valoración de la profundidad troclear**



**$(a+c)/2 - b \leq 3 \text{ mm}$  indica displasia**

**Fig.5 Valoración de la altura de la rótula (patela)**



Relación Insall-Salvati:  $A/B \Rightarrow 1.3$  patela alta

pediátrica son debidas a un sobreuso. Las actividades deportivas en las que son comunes los microtraumas repetidos son el salto, las carreras y la danza.

### **Enfermedad de Osgood-Schlatter**

Se define como una apofisitis de tracción en la inserción del tendón patelar en la tuberosidad anterior de la tibia secundaria a fuerzas repetitivas y microtraumas de tracción. La entidad es más común en niños adolescentes activos entre 10 y 15 años de edad participantes en actividades de salto como el baloncesto, gimnasia o voleibol. Los pacientes se presentan con afectación uni o bilateral (20-30%) con un comienzo insidioso, dolor de rodilla de bajo grado e inflamación de partes blandas a nivel del tubérculo anterior de la tibia. Habitualmente es una entidad autolimitada con un buen pronóstico y el diagnóstico generalmente se establece clínicamente. La RM se realiza para excluir otras patologías cuando el diagnóstico es dudoso o para clarificar unos hallazgos equívocos en radiología convencional. La imagen de RM muestra una hipertrofia o fragmentación del tubérculo tibial a veces con osificación heterotópica dentro del tendón patelar. Las secuencias sensibles a los líquidos pueden mostrar una intensidad de señal alta en el tubérculo tibial y un engrosamiento

y edema en el tendón patelar adyacente y partes blandas de alrededor (espacio graso de Hoffa) incluyendo una bursa infrapatelar profunda. En la figura 6 corte sagital en secuencia STIR que detecta el edema que aparece (blanco) en la tuberosidad anterior de la tibia, bursa infrapatelar profunda (figura 6).

El tubérculo tibial normal puede mostrar una irregularidad y fragmentación, que en ausencia de síntomas y sin cambios inflamatorios añadidos (edema) esta apariencia debe considerarse una variante normal<sup>7,8</sup>.

### **Síndrome de Sinding-Larsen-Josansson**

En 1921, Sinding, Larsen y Johansson describieron independientemente un síndrome en adolescentes consistente en dolor a nivel del polo inferior de la rótula, asociado a una evidencia radiológica de fragmentación. Se piensa que esta anomalía resulta por microtraumas repetitivos de tracción del tendón patelar, como resultado de correr, subir escaleras o actividades de rodillas. Esta entidad es más frecuente entre niños de 10 a 12 años de edad. El síntoma principal es un dolor en la parte anterior de la rodilla, que aumenta con la actividad y se calma en el reposo, con dolor selectivo en la unión del tendón con la rótula. Habitualmente es una enfer-

**Fig.6 Enfermedad de Osgood-Schlatter**



RM sagital STIR muestra edema a nivel de la tuberosidad anterior de la tibia (flecha blanca) engrosamiento parte distal tendón patelar, bursitis infrapatelar profunda y superficial, edema en Hoffa

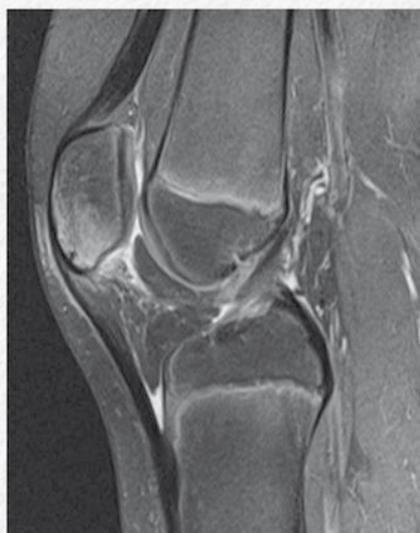
**Niña de 10 años con dolor crónico cara anterior de ambas rodillas**

medad autolimitada. La resolución ocurre en 6 a 12 meses con reposo y ejercicios de flexibilidad del cuádriceps. El diagnóstico se hace basado en el examen físico y los hallazgos radiológicos convencionales. La RM muestra la presencia de fragmentación en el polo inferior de la rótula con o sin osificación en la parte proximal del tendón patelar así como cambios inflamatorios y engrosamiento del tendón patelar. En la figura 7 se muestra un corte sagital en secuencia DPFS que pone de manifiesto el edema (blanco) en la porción inferior de la rótula, porción proximal del tendón patelar y espacio graso de Hoffa (figura 7).

La RM es importante para el correcto diagnóstico de otras entidades que se presentan con similares o equívocos hallazgos radiológicos, tales como una fractura del manguito patelar (avulsión osteocartilaginosa del polo inferior de la patela), tendi-

nopatia patelar (rodilla del saltador (en atletas con esqueleto maduro), fracturas patelares, rotula bipartita (variante anatómica) causa rara de dolor crónico de rodilla. Se cree relacionado con fractura de stress crónica y una falta de unión tipo fibrosa. El 75% de las rotulas bipartitas ocurren en la esquina superolateral de la rótula. La rotula bipartita sintomática puede mostrar una señal hiperintensa en T2 a lo largo de la sincondrosis con edema medular adyacente, rodeada de edema en partes blandas de alrededor y defecto focal del cartílago articular en su interfase. Algunos autores sugieren que la rótula bipartita es el resultado de un síndrome de sobrecarga en la fijación del tendón oblicuo del vasto lateral durante la juventud, análoga a la enfermedad de Osgood-Schlatter. En la tabla I se muestran las diferencias entre la enfermedad de Osgood-Schlatter y el Síndrome de Sinding-Larsen-Johansson<sup>9,10</sup>.

**Fig.7 Síndrome de Sinding-Larsen-Johansson**



Edema en polo inferior de la rotula, edema en Hoffa, edema porción superior del tendón patelar, bursitis prepatelar

**Niño de 14 años con dolor crónico en cara anterior de rodillas**

**Tabla I. Lesiones por sobreuso en adolescentes**

|                             | Osgood-Schlatter   | Sinding-Larsen-Johansson   |
|-----------------------------|--|--|
| <b>Localización</b>         | Tendón patelar distal  | Tendón patelar proximal  |
| <b>Mecanismo de lesión</b>  | Tracción repetida o inmadurez de la tuberosidad tibial                       | Tracción repetida sobre parte inferior de rótula por el tendón patelar |
| <b>Diagnóstico</b>          | Generalmente clínico: excluir otra patología en la imagen                    | Habitualmente clínico  |
| <b>Resonancia magnética</b> | Engrosamiento tendón patelar distal. Fragmentación ósea del tubérculo tibial | Engrosamiento tendón patelar proximal, fragmentación ósea de la rótula |

### **Bursitis y sinovitis**

Varias bursas en el compartimento extensor pueden inflamarse y distenderse, habitualmente como resultado de microtrauma de repetición y causa dolor crónico de rodilla. Las bursas extensoras son, suprapatelar, prepatelar e infrapatelar superficial y profunda. Hallazgos radiológicos en RM, colección líquida inhomogénea entre rótula, tendón patelar y la piel. En la figura 8 se muestra un diagrama de las bolsas serosas de la rodilla en su parte anterior (figura 8).

### Síndrome de fricción del tendón patelar con el cóndilo femoral lateral

Se piensa que se debe a mal alineación de la rótula y un imbalance de fuerzas entre varo y valgo, causando un *impingement* (pinzamiento) del aspecto superolateral de la grasa de Hoffa, entre la parte inferior de la rótula y el cóndilo femoral lateral<sup>11</sup>.

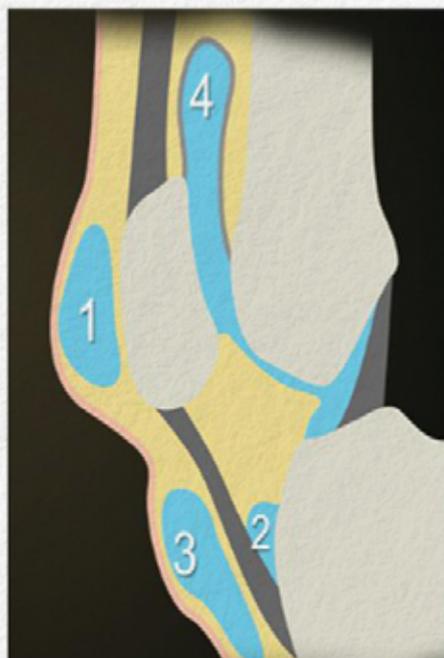
### Conclusiones y discusión

Los pacientes con alteraciones del mecanismo extensor pueden presentarse

después de un evento traumático agudo o con dolor persistente en la cara anterior de la rodilla. Las lesiones traumáticas agudas son la fractura o la luxación patelar transitoria. La patología crónica es consecuencia de practicar actividades que producen microtraumas de repetición sobre inserciones del tendón patelar, en el borde inferior de la rótula o en la tuberosidad anterior de la tibia. Las bolsas serosas y las almohadillas grasas que facilitan el movimiento tendinoso, debido a la fricción suelen inflamarse y producen dolor.

El dolor en la cara anterior de la rodilla es un síntoma muy común en los adolescentes con actividad deportiva, que habitualmente se maneja de forma conservadora sin recurrir a la imagen, pero en los casos con síntomas persistentes o atípicos, la RM es muy útil para valorar los casos de trauma agudo, particularmente cuando la radiología convencional es negativa. Muestra la anatomía de los diversos componentes del mecanismo extensor de la rodilla, tanto en los planos sagital, coronal y axial y su patología.

**Fig.8 Bolsas (bursas) serosas en parte anterior de rodilla**



1. Prepatelar
2. Infrapatelar profunda
3. Infrapatelar superficial o pretibial
4. Suprapatelar/receso

**Las bursas pueden inflamarse y distenderse, habitualmente como resultado de microtraumas repetitivos, causando dolor crónico en la rodilla**

## Bibliografía

1. Pai DR, Strouse PJ. MRI of the pediatric knee, AJR 2011; 196:1019-1027
2. Sánchez R, Strouse PJ. The knee: MR imaging of uniquely pediatric disorders. Radiol Clin North Am 2009; 47:1009-1025
3. Mundy A, Ravindra A, Yang J, Adler BH, Klingele KE. Standardization of patellofemoral morphology in the pediatric knee. Pediatr Radiol 2016; 46:255-262
4. Dupuis CS, Westra SJ, Makris J, Wallace EC. Injuries and conditions of the extensor mechanism of the pediatric knee. Radiographics 2009; 29:877-886
5. Zaidi A, Babyn P, Astori I, White L, Doria A, Colw W. MRI of traumatic patellar dislocation in children. Pediatr Radiol 2006; 36:1163-1170
6. Partezani Helito C, Partezani Helito PV, Vidal Leao R, Felix Louza IC, Bordalo-Rodrigues M, Guido Ceri G. Magnetic resonance imaging assessment of the normal knee anterolateral ligament in children and adolescents. Skeletal Radiol 2018; 47:1263-1268
7. Liu YW, Skalski MR, Patel DB, White EA, Tomasián A, Matcuk GR. The anterior knee: normal variants, common pathologies, and diagnostic pitfalls on MRI. Skeletal Radiol 2018; 47:1069-1086
8. Flores DV, Gómez CM, Pathria MN. Layered approach to the anterior knee: Normal anatomy and disorders associated with anterior knee pain. Radiographics 2018; 38:2069-2101
9. Kim HK, Greenstein R, Plemmons A, Rajdev N, Parikh S, Kim DH. Patellofemoral instability in children: Correlation between patellofemoral incongruence, mechanism of injury, and cartilage damage. AJR 2019; 213:182-190
10. Dwek JR, Chung CB. The patellar extensor apparatus of the knee. Pediatr Radiol 2008; 38:925-935
11. Ostlere S. The extensor mechanism of the knee. Radiol Clin North Am 2013; 51:393-411

