



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Fracturas de rodilla en el adolescente Adolescent knee fractures

Autor

Jorge José Campos García

Director

Dra. Belén Seral García

Codirector

Dr. Antonio Torres Campos

Facultad de Medicina

Año 2020

RESUMEN

Las fracturas que tienen lugar en la rodilla del paciente adolescente son poco frecuentes. Su actual aumento de incidencia se debe a la asociación de estas fracturas con el deporte de alta intensidad practicado por los pacientes sin haber alcanzado la madurez ósea. Estas fracturas son lesiones agudas en las que cobran especial importancia el correcto diagnóstico y tratamiento con el fin de evitar complicaciones. Las principales secuelas son alteraciones del crecimiento, deformidades e inestabilidades.

Entre los diferentes tipos de fracturas de rodilla del esqueleto inmaduro encontramos las epifisiolisis de fémur distal y tibia proximal, las fracturas avulsión de tuberosidad tibial anterior, las fracturas avulsión de espina tibial, la fractura osteocondral tras luxación de rótula y la fractura de Segond.

En todas las fracturas se debe realizar una exploración neurovascular y la valoración del posible síndrome compartimental.

Un nuevo horizonte en el diagnóstico de las fracturas de rodilla en adolescentes capaz de reducir otras pruebas de imagen es la ecografía en el punto de atención (POCUS).

PALABRAS CLAVE: *fractura, adolescentes, rodilla, epifisiolisis, tuberosidad tibial anterior, espina tibial, fractura osteocondral.*

ABSTRACT

Adolescent knee fractures are unusual. Their actual increase in incidence is due to the association of these fractures with the high intensity sport practiced by patients who have not reached their bone maturity. These fractures are acute injuries in which the correct diagnosis and treatment are especially important in order to avoid complications. The main consequences are growth alterations, deformities and instabilities of the joint.

The different types of knee fractures in adolescents are epiphysiolysis of the distal femur and proximal tibia, tibial tubercle avulsion fracture, tibial spine avulsion fracture, osteochondral fracture after patella dislocation and Segond fracture.

In all fractures, we should perform a neurovascular examination and assessment of possible compartment syndrome.

A new horizon in the diagnosis of knee fractures in adolescents that is able to reduce other image tests is Point-of-care Ultrasound (POCUS).

KEYWORDS: *fracture, adolescents, knee, epiphysiolysis, tibial tubercle, tibial spine, osteochondral fracture.*

ÍNDICE

- 1.- Introducción.....Página 4
- 2.- La rodilla del adolescente: recuerdo anatómico..... Página 5
- 3.- Principales fracturas de la rodilla del adolescente..... Página 7
 - 3.1 Epifisiolisis fémur distal.....Página 8
 - 3.2 Epifisiolisis tibia proximal.....Página 15
 - 3.3 Otras fracturas tibia proximal.....Página 17
 - 3.3.1 Fractura-avulsión tuberosidad tibial anterior.....Página 17
 - 3.3.2 Fractura-avulsión espina tibial.....Página 21
 - 3.3 Fractura osteocondral tras luxación de rótula.....Página 24
 - 3.4 Fractura de Segond.....Página 26
- 4.- Nuevos horizontes: POCUS como método diagnóstico.....Página 27
- 5.- Proyecto a realizar: fracturas alrededor de la rodilla.....Página 28
- 6.- Revisión bibliográfica.....Página 31
- 7.- Conclusiones.....Página 33
- 8.- Bibliografía.....Página 34

1.- INTRODUCCIÓN

Las fracturas que se producen alrededor de la rodilla en la adolescencia son menos frecuentes en el servicio de Traumatología en comparación con las lesiones que acontecen en esta región anatómica del paciente adulto.

Sin embargo, estas fracturas han incrementado su incidencia debido al aumento de la práctica deportiva que existe hoy en día entre los adolescentes, grupo al que pertenecen los pacientes de entre 10 y 19 años según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este aumento de la práctica deportiva se debe al inicio más temprano en lo conocido como deporte de competición y ha supuesto que los adolescentes dediquen más horas de actividad física a la semana, con una mayor intensidad y en un solo deporte específico.

El aparato locomotor del adolescente se encuentra en un periodo de crecimiento y desarrollo, y presenta unas particularidades estructurales y funcionales que hacen de estas lesiones una entidad con unas características diferentes a las del adulto.(1)

El presente trabajo tiene por objetivo reunir aquellas características de cada una de las fracturas que tienen lugar en el esqueleto inmaduro de la rodilla, sus métodos diagnósticos, sus medidas terapéuticas del tipo conservador o quirúrgico, y el pronóstico y posibles secuelas que estas acarrearán.

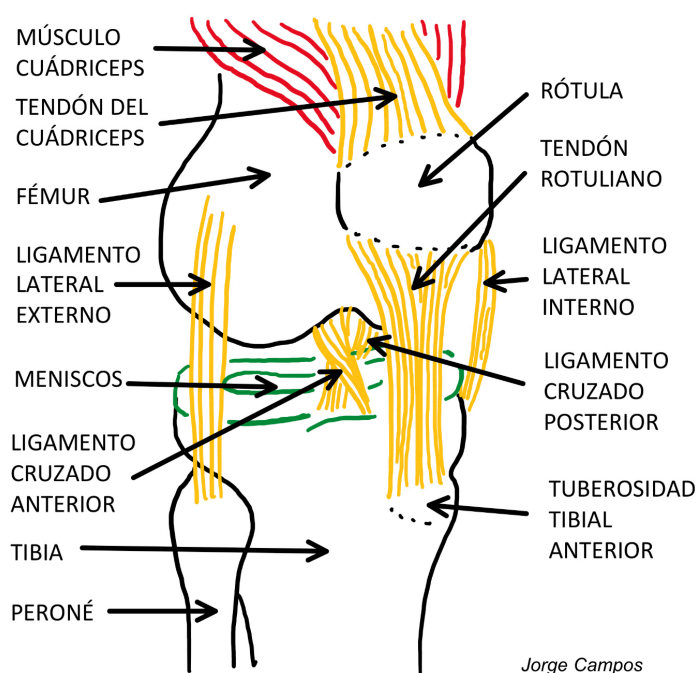
2.- LA RODILLA DEL ADOLESCENTE: RECUERDO ANATÓMICO

La articulación de la rodilla está formada por dos articulaciones: la articulación femorotibial y la articulación patelofemoral.

La articulación femorotibial es la responsable de transmitir el peso del cuerpo y soportar la carga de este. Presenta unas carillas articulares incongruentes (inestable) por lo que la articulación precisa de unas estructuras adicionales que le aporten equilibrio (*Figura 1*). Estas estructuras son: los dos meniscos (interno y externo), un potente soporte muscular, un soporte ligamentoso donde encontramos los ligamentos intracapsulares como los ligamentos cruzados anterior y posterior, y los ligamentos extracapsulares como los ligamentos laterales interno y externo, y las estructuras sinoviales.

A la articulación patelofemoral se le suele referir como el sistema extensor de la rodilla junto con el grupo de músculos del cuádriceps. La rótula o patela permanece en equilibrio debido a la tensión del tendón del cuádriceps insertado en su polo superior, y del tendón rotuliano en su polo inferior. El tendón rotuliano a su vez se ancla distalmente a la tibia en la tuberosidad tibial anterior.(2)

Figura 1: Dibujo anatomía de la rodilla



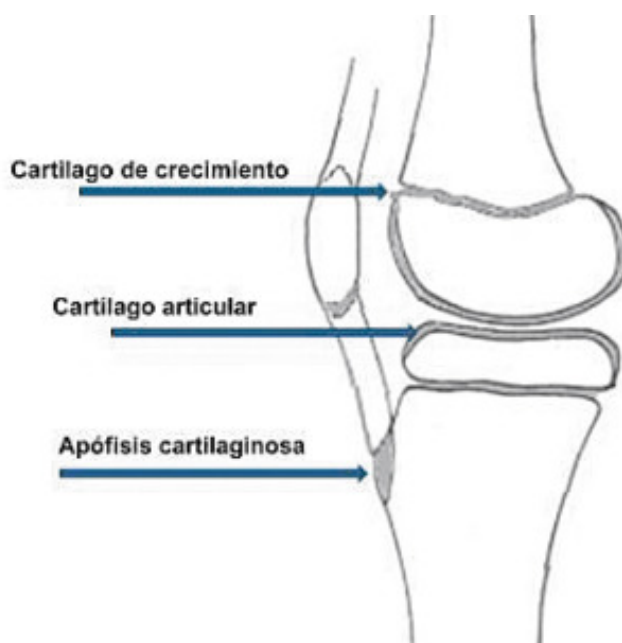
El aparato locomotor del adolescente (no solo la rodilla) presenta unas particularidades con respecto al aparato locomotor del adulto.

Estos rasgos diferenciales son (*Figura 2*): la presencia de cartílago de crecimiento en los huesos, las epífisis y apófisis cartilagosas, la unión de tendón y hueso con interfase cartilaginosa, la mayor elasticidad de los ligamentos y tendones, la masa muscular variable en elasticidad y fuerza, y las proporciones corporales variables.(1)

Estas características propias del esqueleto inmaduro del adolescente condicionan las lesiones de la rodilla durante el periodo crecimiento. Podemos encontrar fracturas agudas y fracturas por sobrecarga que implican al cartílago de crecimiento presente en los huesos largos, fracturas de las apófisis o fracturas de los núcleos secundarios de osificación.

El motivo de estas fracturas no es otro que la vulnerabilidad de estas zonas cartilagosas de la rodilla a los mecanismos de tracción y compresión que genera el deporte competitivo de alta intensidad; por lo que hablamos de fracturas de rodilla asociadas a la práctica deportiva.(1)

Figura 2: Zonas cartilagosas de la rodilla del adolescente.



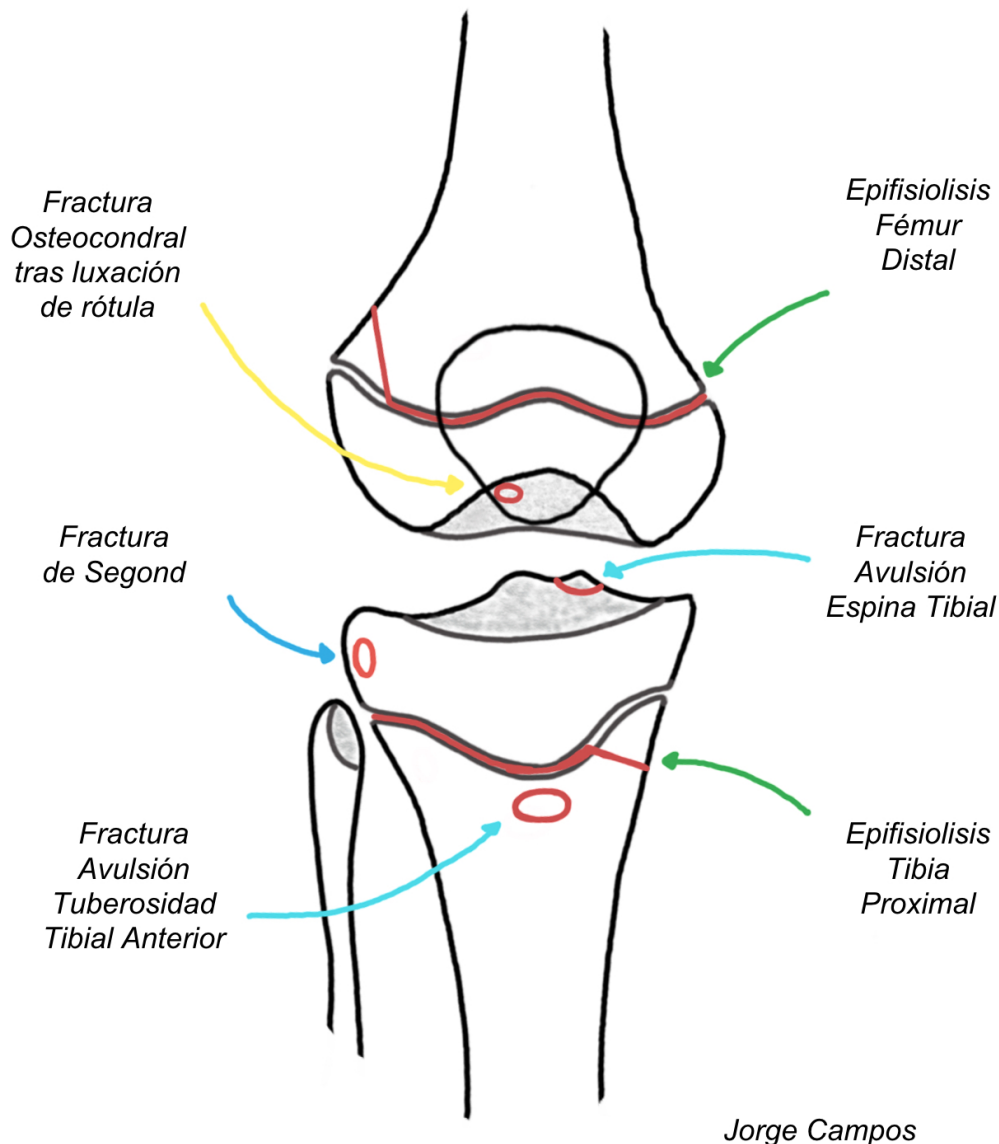
Hernán P. Rev Med Clin Condes (1)

3.- PRINCIPALES FRACTURAS DE LA RODILLA DEL ADOLESCENTE

Las fracturas de la región de la rodilla del adolescente son poco frecuentes, pero representan un grupo de lesiones con gran importancia dado que precisan de un diagnóstico primario temprano y un correcto tratamiento para cada tipo con el fin de no derivar en complicaciones como trastornos del crecimiento. *Figura 3.*

En sus distintos tipos, las fracturas de esta región suponen entre 1.300 y 2.000 fracturas por año cada 100.000 menores de 18 años en países con registro de las fracturas infantiles con un claro pico de edad en la adolescencia.(3)

Figura 3: Dibujo principales fracturas de la rodilla del adolescente.



3.1 EPIFISIOLISIS FÉMUR DISTAL

Las epifisiolisis son fracturas que atraviesan la placa o cartílago de crecimiento, también conocida como fisis, por lo que son específicas de las fracturas de niños y adolescentes con esqueleto inmaduro. La presentación típica de estas fracturas es de dolor articular localizado tras un evento traumático y suponen del 15% al 30% de las lesiones óseas en menores de edad. Aunque en el presente trabajo tratemos las epifisiolisis de la rodilla se trata de un tipo de fractura más común en las extremidades superiores de niños y adolescentes.

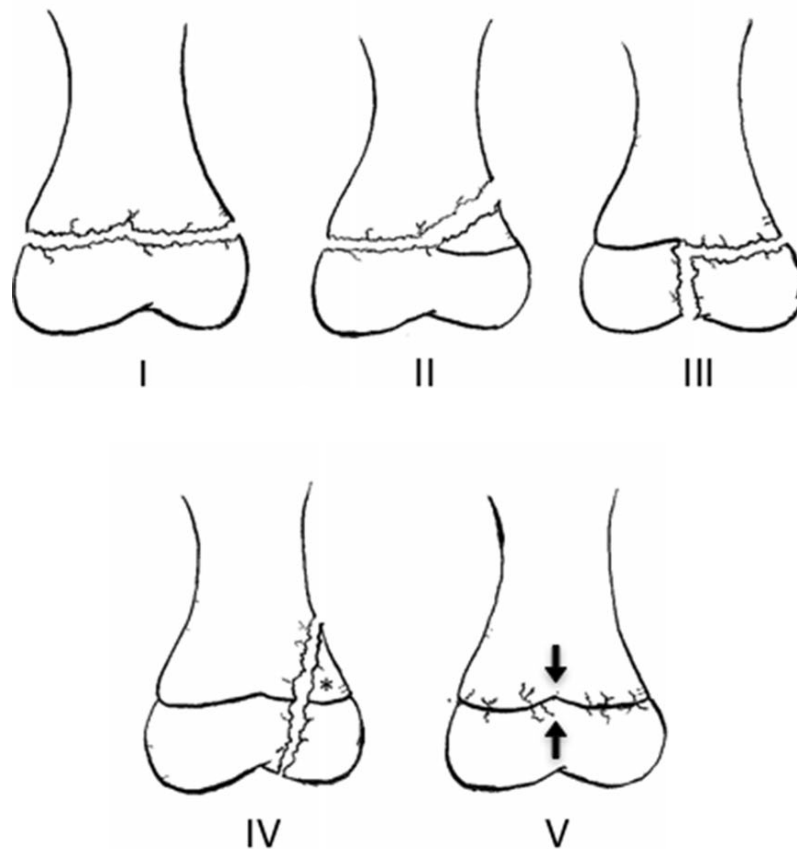
Clasificación Salter-Harris de las epifisiolisis (4)

La clasificación de las epifisiolisis se realiza según su línea de fractura y su relación con la fisis, metáfisis y epífisis. El tipo más común es el tipo II (75%), seguido del III (10%), IV (10%), I (5%) y V (muy raro). Figura 4.

- Tipo I (deslizado/straight): La línea de fractura se sitúa dentro de fisis. La radiografía puede ser normal por la falta de afectación ósea.
- Tipo II (por encima/above): La línea de fractura se extiende por la placa de crecimiento y hacia la metáfisis. Son las más comunes. El fragmento que queda metafisario se conoce fragmento de Thruston-Holland.
- Tipo III (inferior/lower): La línea de fractura se extiende por la placa de crecimiento y hacia la epífisis. Pueden dañar el cartílago articular.
- Tipo IV (transversal/through): La línea de fractura atraviesa la epífisis, la fisis y la metáfisis. También pueden dañar el cartílago articular.
- Tipo V (aplastada/erased): Fractura por aplastamiento o compresión de la fisis. Son muy raras, pero se pueden ver en casos de descargas

eléctricas, congelación e irradiación. La radiografía puede ser normal y su diagnóstico puede demorarse a menos que haya un alto grado de sospecha clínica. Tienen el potencial de detener el crecimiento.

Figura 4: Dibujo clasificación Salter-Harris.



Cepela DJ, Tartaglione JP, Dooley TP, Patel PN. Clin Orthop Relat Res (4)

Características epifisiolisis fémur distal

La epifisiolisis de fémur distal representa menos del 1% de las fracturas del paciente en crecimiento y entre un 6% y 9% de las fracturas fisarias.(5)

Son fracturas específicas de la infancia y adolescencia. Requieren de una consideración especial dado que recaen sobre el cartílago de crecimiento y en la actualidad asistimos a un aumento de su incidencia correlacionada con la práctica deportiva de alta intensidad.

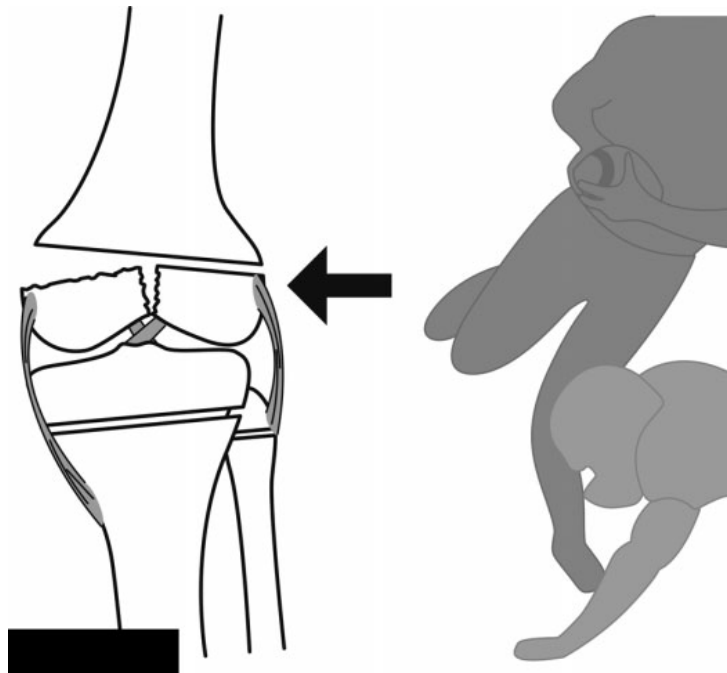
Dos subtipos especiales de esta fractura son los III y IV de Salter-Harris que implican en su línea de fractura al cartílago articular, produciendo complicaciones adicionales sobre esta lesión como son el riesgo aumentado de artrosis, la no unión de la fractura o pseudoartrosis y la artritis postraumática. Son fracturas con buenos resultados quirúrgicos si se reconocen a tiempo y tienen una correcta vigilancia para detectar de manera precoz si se produce el cierre prematuro de la fisis.(6)

Mecanismo lesional y clínica

La presentación clínica del cuadro típico es la de una fractura producida por traumatismos deportivos o accidentes de tráfico, con síntomas como el dolor de rodilla y la incapacidad para soportar el peso en la rodilla lesionada en bipedestación o incapacidad para la deambulación. Según la clasificación Salter-Harris las fracturas más frecuentemente observadas son del tipo II (fractura desde la placa de crecimiento hacia metáfisis). La rodilla se presenta inflamada y se debe prestar atención a las posibles lesiones neurovasculares asociadas a las fracturas desplazadas, lo que puede suponer una complicación grave.

En las fracturas tipo III (con afectación del cartílago articular) ha sido descrito un mecanismo lesional específico asociado a un deporte, el fútbol americano. Este consiste en una lesión por contacto en la que el jugador recibe un golpe por debajo de la cintura, con una fuerza en valgo de rodilla que afecta al cóndilo medial. Se ha denominado “clipping injury” (*Figura 5*). (6)

Figura 5: Clipping injury en jugador de fútbol americano (impacto por debajo de la cintura). Epifisiolisis fémur distal.



Pennock AT, Ellis HB, Willimon SC, Wyatt C, Broida SE, Dennis MM, et al. Orthop J Sport Med (6)

Diagnóstico

Se deben obtener dos radiografías estándar: anteroposterior y lateral. Ya no se realizan radiografías de estrés porque resultaban dolorosas para los pacientes. Dado que estas lesiones pueden pasar desapercibidas inicialmente en las radiografías, se debe tener un alto índice de sospecha con un umbral bajo para obtener imágenes de Resonancia Magnética (RM) o Tomografía Computarizada (TC).(7)

Un caso de urgencia para realizar una RM es la necesidad de establecer el diagnóstico definitivo ante la sospecha de periostio atrapado, lo que sería una causa de imposibilidad para la reducción cerrada.

Tratamiento

Las fracturas estables y no desplazadas se tratan mediante tratamiento conservador (yeso de 2 a 3 semanas). Se debe realizar un seguimiento clínico cercano para detectar posibles desplazamientos posteriores a la inmovilización y realizar en ese caso una reducción cerrada y fijación percutánea.

El principal tratamiento quirúrgico consiste en la reducción cerrada y fijación percutánea más inmovilización con yeso. Este se realiza en las fracturas desplazadas de Salter-Harris tipo I y II (*Figuras 6 y 7*).

Se recomienda que la reducción tenga lugar una sola vez ya que se ha observado como los intentos repetidos de reducción de la fractura pueden causar una lesión adicional sobre la fisis.

Las fracturas desplazadas de Salter-Harris tipo III y IV y las desplazadas irreductibles tipo I y II generalmente requieren de reducción abierta más fijación interna que permite una reducción anatómica más precisa de la superficie articular y con ello evitar mayores secuelas (*Figura 8*).⁽⁷⁾

Pronóstico

Las complicaciones a largo plazo son la discrepancia en la longitud de las piernas y las deformidades angulares ya que el fémur distal es el principal centro del crecimiento de la pierna (40% del crecimiento de la extremidad inferior). Existe una mayor tasa de alteración del crecimiento en fracturas de alta energía, desplazadas y se correlaciona con una mayor gravedad según la clasificación Salter-Harris. El 58% de las fracturas femorales distales Salter-Harris II resultan en trastornos del crecimiento.⁽⁸⁾

Se recomienda un periodo de observación mínimo de 12 meses o por el contrario hasta que ambas fisis se hayan cerrado simétricamente. Los mejores resultados son los obtenidos con la reducción anatómica y fijación interna.⁽⁷⁾

En el caso de que en el seguimiento se aprecie una deformidad en valgo o en flexión se puede corregir la deformidad angular con una hemiepifisiodesis con placa extraperióstica. Es necesario el estudio previo con RM para valorar la fisis

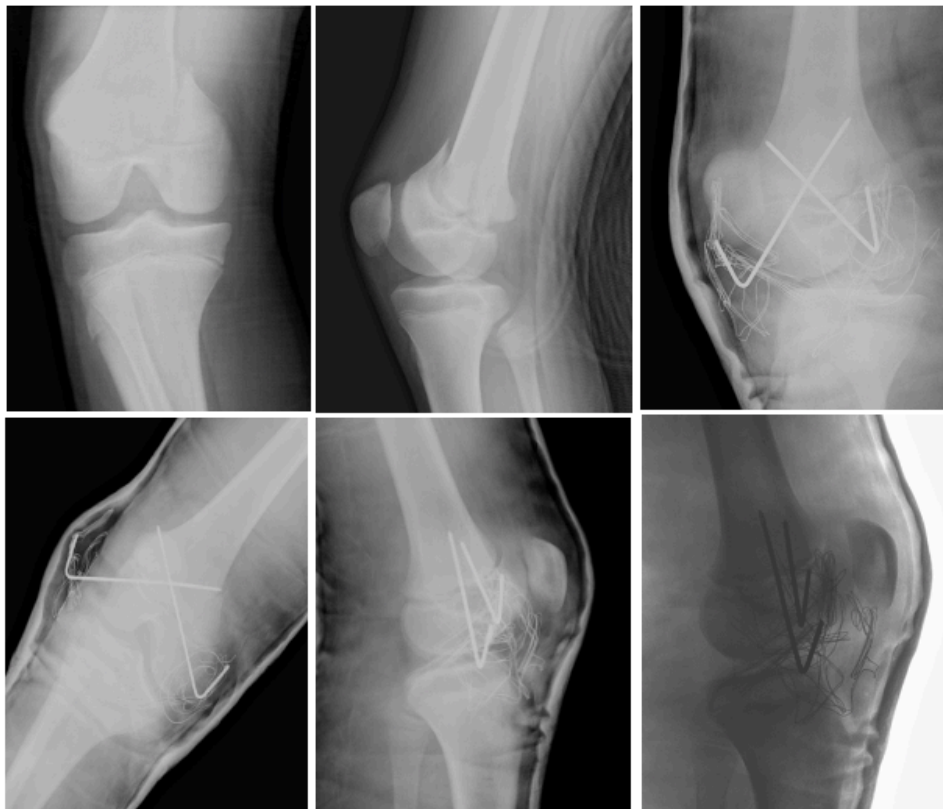
lateral ya que esta técnica necesita que esta siga abierta. Otra opción terapéutica quirúrgica de las complicaciones a largo plazo es la realización de una osteotomía femoral distal y corrección gradual con fijación externa para los casos de grandes angulaciones.(8)

Figura 6: Epifisiolisis fémur distal. Radiografía anteroposterior fractura Salter-Harris tipo II tratada con reducción cerrada y fijación percutánea.



Garrett BR, Hoffman EB, Carrara H. J Bone Joint Surg (5)

Figura 7: Epifisiolisis fémur distal tipo II en paciente de 10 años tratada con reducción cerrada, osteosíntesis con agujas de Kirschner, yeso y descarga de 2 semanas.



Imágenes cedidas por la Doctora Belén Seral.

Figura 8: Epifisiolisis fémur distal. Radiografías A y B tipo III Salter-Harris de fémur distal no obvia. TC en corte axial y coronal C y D que confirman fractura desplazada que afecta cartílago articular.



Pennock AT, Ellis HB, Willimon SC, Wyatt C, Broida SE, Dennis MM, et al. Orthop J Sport Med (6)

3.2 EPIFISIOLISIS TIBIA PROXIMAL

Características

Las fracturas fisarias de tibia proximal representan menos del 1% de las fracturas que afectan al cartílago de crecimiento, y al igual que las epifisiolisis que se producían en el fémur distal están asociadas a la práctica deportiva en un paciente joven. Al tratarse de una epifisiolisis siguen la misma clasificación según Salter-Harris en los 5 tipos ya vistos en el apartado anterior.

Mecanismo lesional y clínica

El mecanismo de la lesión puede ser indirecto o directo, siendo más común el indirecto sobre una rodilla hiperextendida, o en valgo o en varo. La clínica principal es el dolor de rodilla y en la exploración encontramos inflamación y sensibilidad a lo largo de la fisura. Recordamos la importancia de una meticulosa exploración neurovascular ya que la fisis se encuentra a la altura de la ramificación de la arteria poplítea en arteria peronea, arteria tibial anterior y arteria tibial posterior.(7)

Diagnóstico

Son requeridas dos radiografías: anteroposterior y lateral. La TC y RM pueden ser de ayuda para la correcta clasificación Salter-Harris. Los resultados de los estudios realizados con la intención de valorar la utilidad de la RM no solo revelan que esta ayuda a una correcta clasificación de la fractura desde el inicio del cuadro, también es capaz de detectar otras lesiones asociadas como el edema de médula ósea, derrame, lesiones ligamentosas o meniscales, y elevaciones del periostio.(9)

Tratamiento

Las fracturas no desplazadas se tratan con tratamiento conservador; así como las Salter-Harris tipo I y II mínimamente desplazadas, reducibles y estables con

inmovilización (yeso de 4 a 6 semanas en ligera flexión). Siempre se debe vigilar el posible desplazamiento posterior a la fijación externa. El tratamiento quirúrgico de reducción cerrada y fijación percutánea se aplica a las fracturas Salter-Harris I y II inestables o cuando se ha producido un fallo en la reducción cerrada inicial. La reducción abierta y fijación interna se reserva para las fracturas desplazadas tipo III y IV (*Figura 9*).⁽⁷⁾

Pronóstico

Las principales complicaciones reportadas de estas fracturas son las alteraciones en el crecimiento (las más comunes), la pérdida de reducción tras un tratamiento conservador que implica una intervención posterior y las inestabilidades ligamentosas. Las alteraciones en el crecimiento son menos llamativas que las que se producían en la epifisiolisis de fémur distal (discrepancias en la longitud y deformaciones angulares). Son poco frecuentes las secuelas neurológicas o vasculares.⁽⁷⁾

Figura 9: Epifisiolisis de tibia proximal en paciente de 14 años. 1: Radiografía anteroposterior inicial. 2: RM coronal. 3: TC coronal. 4: TC axial. 5: Radiografía post-tratamiento con reducción abierta y osteosíntesis con tornillos canulados.



Imágenes cedidas por la Doctora Belén Seral

3.3 OTRAS FRACTURAS DE LA TIBIA PROXIMAL

Existen 2 fracturas especiales típicas de la rodilla del adolescente que tienen lugar en la tibia proximal. Estas son la fractura-avulsión de la tuberosidad tibial anterior y la fractura-avulsión de la espina tibial.

3.3.1 FRACTURA-AVULSIÓN TUBEROSIDAD TIBIAL ANTERIOR

La fractura por avulsión de la Tuberosidad Tibial Anterior (TTA) es rara y ocurre en pacientes adolescentes que se acercan a la madurez ósea. Se debe a la acción del aparato extensor de la rodilla (contracción del cuádriceps) durante un salto realizado normalmente en actividades deportivas. En el salto el cuádriceps tira del tendón rotuliano insertado en la TTA. Una de las particularidades de esta tuberosidad que facilita la avulsión cercana a la madurez ósea es el proceso de cierre de la fisis de posterior a anterior que realiza al final del desarrollo óseo. Se han descrito otros casos de fractura de TTA sin trauma definido, durante la carrera continua, que se cree que podrían guardar relación con un índice de masa corporal extremo (tanto por arriba como por abajo).(10)

La fractura-avulsión TTA es más frecuente entre atletas y se asocia a deportes que requieren saltos como baloncesto, salto de altura o fútbol.

Existen algunos autores que en el pasado (publicaciones entre 1980 y 1990) han considerado como factor predisponente de la fractura de TTA la enfermedad de Osgood-Schlatter, sin existir estudios que lo reflejen en la actualidad.(10)(11)

En cuanto a su frecuencia la fractura de TTA representa tan solo el 3% de las fracturas de tibia.

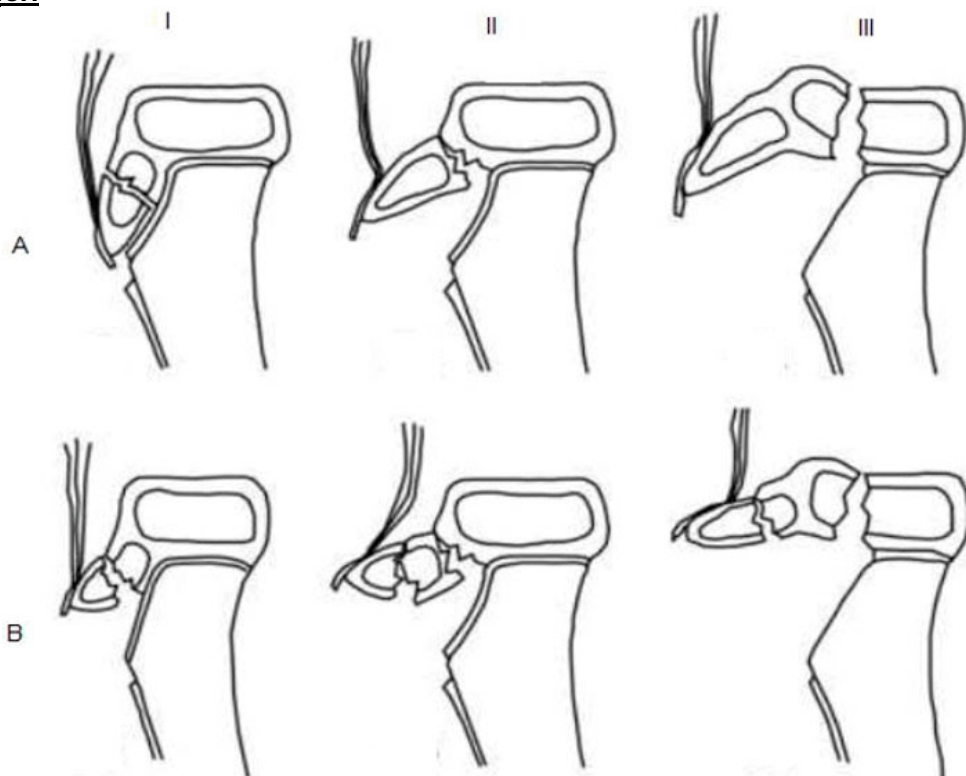
En la exploración podemos encontrar tumefacción en la rodilla, dolor a la palpación de la TTA, una rótula elevada e imposibilidad de la extensión activa de la pierna. Se debe valorar el posible síndrome compartimental (más frecuente por la anatomía de la tibia proximal), las lesiones asociadas del sistema ligamentoso de la rodilla y la exploración neurovascular (especial atención a la arteria tibial anterior).(7)

Clasificación de Ogden.

Las fracturas-avulsión de TTA tienen una clasificación específica: la clasificación de Ogden. Esta clasificación divide las avulsiones de TTA en 3 tipos y en 2 letras según la parte que ha sufrido la avulsión y el grado de desplazamiento, quedando así los tipos (*Figura 10*):(11)

- IA: avulsión pequeño fragmento a través del centro de osificación de la TTA no desplazado.
- IB: avulsión de ese pequeño fragmento si hay desplazamiento o es conminuta.
- IIA: avulsión tubérculo entero, la línea de fractura atraviesa la unión entre la tibia proximal y la tuberosidad.
- IIB: avulsión tubérculo entero que además está fragmentado.
- IIIA: fractura con trazo intraarticular.
- IIIB: fractura con trazo intraarticular que afecta además centro de osificación TTA o es conminuta.

Figura 10: Clasificación de Ogden para la fractura-avulsión de la tuberosidad tibial anterior.



Ogden J, Tross R, Murphy M. J Bone Joint Surg (11)

Las imágenes que se deben obtener son radiografías en proyección anteroposterior y lateral de rodilla. Es fundamental para el diagnóstico y correcta clasificación la visión lateral, siendo comparada con la extremidad contralateral para observar las diferencias. Hay que evaluar la altura de la rótula, así como la posibilidad de disrupción del tendón rotuliano. En el caso de dudas diagnósticas y lesiones asociadas se requerirán imágenes de RM.

Se puede aplicar tratamiento conservador a las fracturas no desplazadas con inmovilización de 3 a 4 semanas. También es válido para las fracturas tipo I mínimamente desplazadas y tipo II que reducen el desplazamiento con una reducción cerrada.

El tratamiento quirúrgico se reserva para el resto de casos, sobre todo si existe extensión intraarticular. La fijación interna con tornillos canulados consigue una estabilidad superior a la de las agujas percutáneas para las fracturas desplazadas, además de permitir un rango de movimiento más temprano (*Figura 11*). Los cuidados postoperatorios incluyen una inmovilización de 4 a 6 semanas y un programa de rehabilitación centrado en la recuperación del rango de movimiento y fortalecimiento del sistema extensor de la rodilla.(12)(7)

Entre las complicaciones de esta fractura que se han descrito destacan la bursitis, el genu recurvatum, y el síndrome compartimental. El genu recurvatum o hiperextensión de la rodilla más de 180° ocurre en casos en los que se atraviesa la fisis en la fijación interna.(13)

Figura 11: Fractura avulsión de TTA Ogden IIIA. 1: Radiografía lateral. 2: RM. 3: Post tratamiento quirúrgico con reducción abierta y fijación interna.



Shin YW, Kim DW, Park KB. Medicine (10)

3.3.2 FRACTURA-AVULSIÓN ESPINA TIBIAL

Las fracturas aisladas de las espinas tibiales son infrecuentes y se producen en pacientes con el esqueleto inmaduro siendo más común entre niños y preadolescentes. En la adolescencia un traumatismo directo con fuerza de giro sobre la rodilla puede arrancar la cresta ósea situada en el medio de la meseta tibial y que da inserción al extremo distal del Ligamento Cruzado Anterior (LCA). Esta cresta es conocida como espina tibial o eminencia intercondílea tibial. La fractura suele estar asociada a caídas de bicicleta, patines y esquí; pero es una lesión rara con una incidencia de 3 por cada 100.000 fracturas infantiles.(14)

Se manifiesta clínicamente por dolor y aumento del volumen de la rodilla por hemartrosis. La clínica dolorosa condiciona una exploración difícil en la que podemos encontrar inestabilidad en la maniobra del cajón o Lachman positivo, derrame articular y limitación del movimiento de extensión. El diagnóstico es radiológico y se basa en comprobar los fragmentos que han sufrido la avulsión.(15)

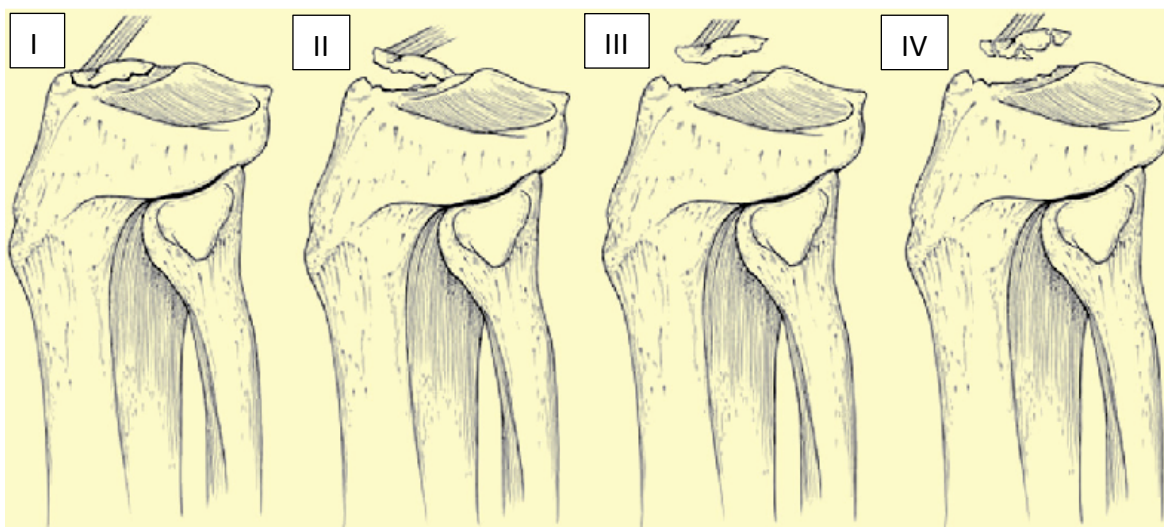
Se recomienda obtener radiografías de rodilla estándar para prevenir un diagnóstico perdido. La TC puede ser útil de forma preoperatoria para cuantificar realmente el desplazamiento de los fragmentos y planificar la intervención. La RM es útil para evaluar las lesiones concomitantes de ligamentos colaterales y meniscales.(7)

Clasificación de Meyers y McKeever modificada. (16)

Existen diversas clasificaciones de esta fractura-avulsión siendo la más utilizada actualmente la de Meyers y McKeever modificada por Zaricznyj (Figura 12):

- Tipo I: fracturas sin desplazamiento o con desplazamiento mínimo.
- Tipo II: fracturas parcialmente desplazadas o “en bisagra”.
- Tipo III: fracturas totalmente desplazadas, sin contacto cortical.
- Tipo IV: fracturas totalmente desplazadas y conminutas.

Figura 12: Clasificación Meyers-McKeever modificada.



Lubowitz JH, Elson WS, Guttman D. J Arthrosc Relat Surg (16)

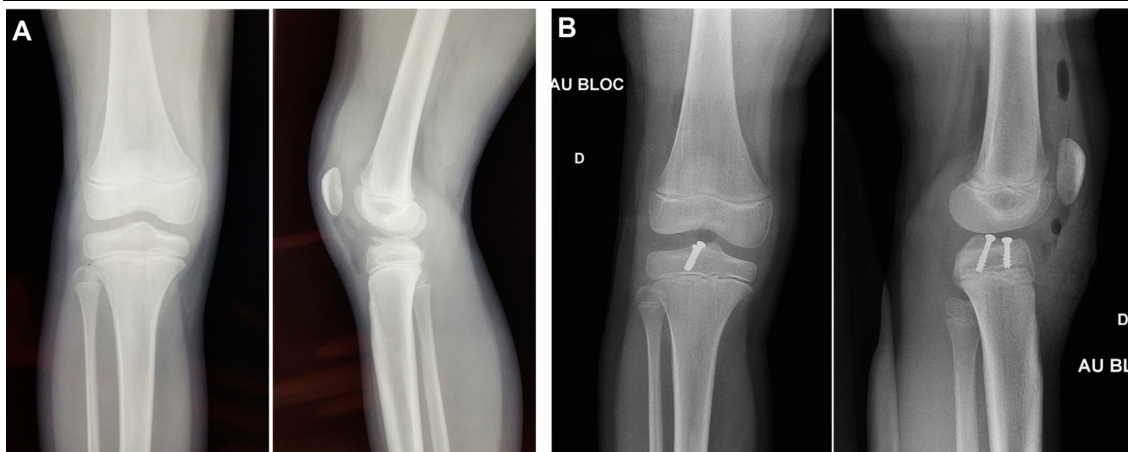
Estas fracturas pueden tener una laxitud residual anteroposterior por pérdida de la reducción, por mayor altura de la espina tibial o por lesión del LCA.

Cuando no se produce un desplazamiento del fragmento o éste es capaz de ser reducido con la rodilla en extensión, el tratamiento de elección es conservador ortopédico; quedando así indicada la fijación quirúrgica con tornillos intraepifisarios en aquellas avulsiones tipo II con desplazamiento > 2 mm, las fracturas no reducibles en extensión o inestables y las de tipo III y IV. La técnica más común hoy en día es el manejo artroscópico ya que se ha observado que reduce la rigidez postquirúrgica (Figura 13). (7)

La inmovilización se realiza entre 0 y 20° de extensión y existe la posibilidad de aspirar el hemartros bajo anestesia. Para saber si la reducción se ha realizado correctamente nos pueden ayudar las imágenes radiológicas o la TC.

En el pasado se ha considerado a la avulsión de la espina tibial anterior como la versión infantil de la lesión de LCA del adulto, pero los nuevos reportes de la lesión del LCA en pacientes aún en crecimiento muestran que existe esta patología de lesión del LCA en adolescentes cercanos a su madurez esquelética.(1)

Figura 13: A: Radiografías avulsión espina tibial tipo II. B: Radiografías post-tratamiento con reducción artroscópica y osteosíntesis con tornillos intraepifisarios.



Najdi H, Thévenin-lemoine C, Sales-de-gauzy J, Accadbled F. Orthop Traumatol Surg Res (14)

La rareza de la fractura por avulsión de la espina tibial hace más probable que se pase por alto y en consecuencia estos pacientes tengan menos posibilidades de recibir un tratamiento adecuado y minimizar las secuelas que suponen un diagnóstico tardío.

Las principales complicaciones se deben a la afectación de la zona intraarticular con futura inestabilidad y artrosis de rodilla, siendo la rigidez la secuela más común. Estudios han demostrado que el correcto tratamiento de estas fracturas devuelve a los pacientes a sus actividades diarias y deportes habituales a los 6 meses.(14)

Ejemplo de casos con diagnóstico omitido de avulsión espina tibial en Dinamarca: Como ya ha sido expuesto, la rareza de esta fractura-avulsión hace más probable que pase inadvertida ante un médico inexperto y en consecuencia que se difiera su tratamiento y aparezcan complicaciones.

En la base de datos de la PCA (Patient Compensation Association) de Dinamarca figura el registro de reclamaciones por daños en la atención médica de fracturas intraarticulares de tibia proximal en menores de 15 años. La principal reclamación es el diagnóstico omitido de esta avulsión de espina tibial por falta de una evaluación suficiente. Son casos en los que no se realizó una radiografía por no existir sospecha y todos los casos habían sido atendidos por médicos junior. Los pacientes que tuvieron este diagnóstico omitido recibieron posteriormente una compensación económica que osciló desde los 9.600 a los 70.000 euros.(17)

3.3 FRACTURA OSTEOCONDAL TRAS LUXACIÓN DE RÓTULA

La luxación de la rótula es común entre niños y adolescentes, oscilando entre 29 y 42 casos por cada 100.000 niños menores de 16 años.

El mecanismo que produce la luxación suele ser un traumatismo o un movimiento de torsión y una de sus complicaciones más importantes es la fractura osteocondral de rótula o fémur. La incidencia de la fractura osteocondral tras la luxación aguda de la rótula se sitúa entre el 39% y 71% de las luxaciones.

Los factores predisponentes son las variables anatómicas como la rótula alta y el genu valgum, la torsión interna del fémur, la displasia troclear, el mayor ángulo Q (formado por el ángulo entre la línea que une espina ilíaca anterosuperior con centro de la rótula y la línea que une el centro de la rótula con la TTA) y la laxitud del ligamento patelofemoral medial.

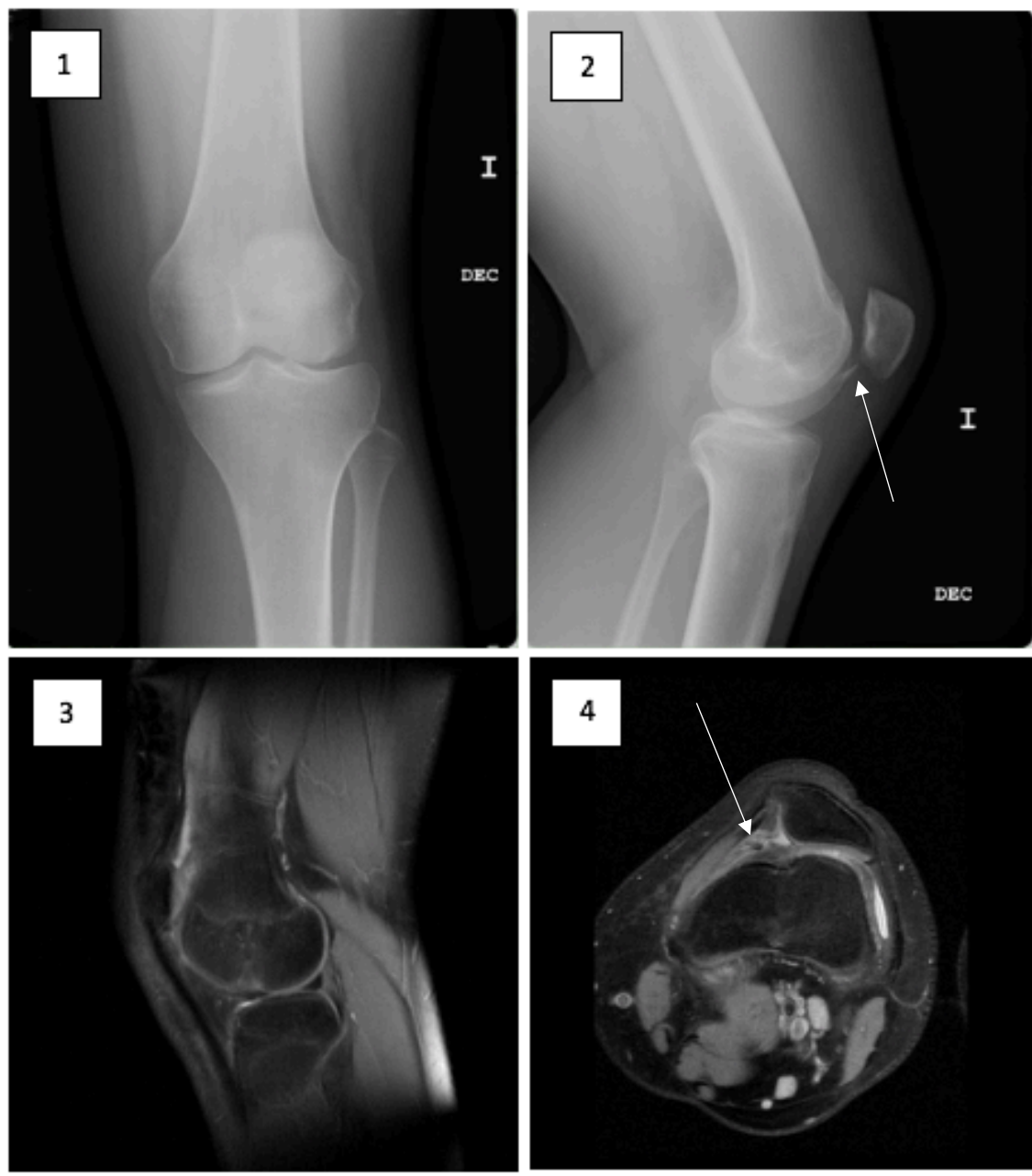
El caso clínico típico que nos encontramos es un paciente de entre 11 y 15 años que presenta clínica de dolor, con una posible reducción espontánea de la rótula con la extensión de la rodilla. Se puede observar edema (lo que aumenta la sospecha de fractura osteocondral) y hemartros que puede ser evacuado con aspiración bajo anestesia local.

Se obtienen radiografías anteroposterior, lateral y tangencial de la rodilla para evaluar la lesión y se completa con una RM preoperatoria para confirmar el diagnóstico, así como observar la cantidad de cartílago dañado y destacar otras posibles lesiones asociadas como los ligamentos cruzados o colaterales (*Figura 14*).

El tratamiento de elección para esta fractura tras la luxación de la rótula es la reducción abierta del fragmento osteocondral y su fijación interna si es lo suficientemente grande. Esto se suele realizar en el tercer día desde que se produjo la fractura. Si los fragmentos son puntiagudos pueden ser extraídos. La rehabilitación posterior incluye una inmovilización de la rodilla de 6 semanas sin soportar peso y otras 2 semanas con soporte de peso parcial.

Hoy en día se utilizan dispositivos de fijación interna que no requieren que sean retirados después de la consolidación ya que son elementos de fijación bioabsorbibles. Un aspecto negativo es que se han visto relacionados con ciertas complicaciones como la sinovitis y reacción a cuerpo extraño.(18)

Figura 14: Paciente de 16 años con dolor e inflamación de rodilla izquierda tras un salto. Pruebas de imagen confirman fractura osteocondral. Tratada con extracción de cuerpo libre vía artroscópica y alerotomía. 1: Rx anteroposterior. 2: Rx lateral. 3: RM lateral. 4: RM axial.



Imágenes cedidas por la Doctora Belén Seral

3.4 FRACTURA DE SEGOND

Una lesión aguda con rotación interna de la tibia con la rodilla semiflexionada puede producir una fractura de Segond. Se ha descrito este mecanismo lesional asociado a la práctica deportiva de adolescentes en deportes como el volleyball. La fractura de Segond consiste en la pequeña avulsión de un fragmento óseo de forma elíptica y que se sitúa justo debajo de la meseta tibial externa (cercana a la inserción del ligamento capsular lateral). Es una fractura en la que se ha comprobado bajo anestesia y artroscopia que está asociada a la lesión del LCA cercana a su inserción proximal incluso en los pacientes adolescentes. Estas lesiones pueden ser roturas totales o parciales y avulsiones (*Figura 15*).

Su método diagnóstico es la radiografía simple, aunque se requiera previamente una valoración estática y dinámica de la rodilla. Se puede encontrar inflamación, dolor, hemartros y test de Lachman positivo. La radiografía refleja el fragmento óseo y la artroscopia la lesión del LCA.

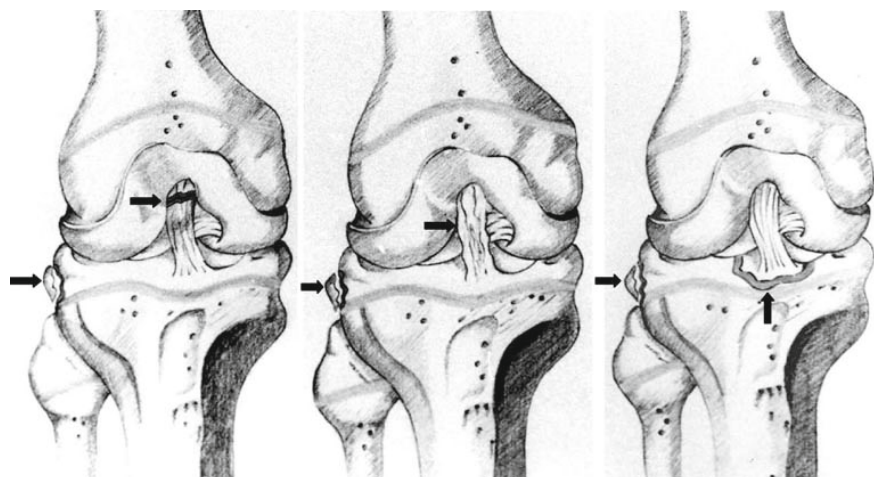
La elección de tratamiento conservador o quirúrgico depende de la inestabilidad y la demanda de la práctica deportiva del paciente.

En el tratamiento conservador se requiere una inmovilización seguida de una rodillera funcional durante 3 semanas y realizar carga parcial de peso otras 3 semanas.

Es importante la evaluación completa de esta fractura con radiografía ya que un diagnóstico insuficiente puede ocasionar una inestabilidad funcional y daño progresivo de la articulación todavía más acentuado en pacientes que realizan actividades deportivas de alta intensidad.(19)

Figura 15:
Dibujos de la
fractura de
Segond y las
lesiones de LCA
asociadas.

Falciglia F,
Mastantuoni G,
Guzzanti V. J
Orthop Traumatol
(19)



4.- NUEVOS HORIZONTES: POCUS COMO MÉTODO DIAGNÓSTICO

En la actualidad existe una técnica diagnóstica ecográfica conocida como POCUS o “Ecografía en el punto de atención” que puede ser de gran utilidad para las fracturas del esqueleto inmaduro de los adolescentes.

La ecografía en el punto de atención ha demostrado una alta sensibilidad en el diagnóstico de las fracturas de hueso largo y en la identificación de las características de la fractura que nos ayudarán a decidir el correcto tratamiento a realizar. Además, otra de las ventajas presentadas es la valoración del posible síndrome compartimental agudo que requiere un tratamiento precoz.

Con POCUS se realiza un examen dinámico en el que podemos observar la fractura en distintas posiciones anatómicas. El principal problema observado en este método de valoración es el posible dolor que puede causar esta exploración dinámica.

Las cualidades de la ecografía en el punto de atención la postulan como un método de imagen alternativo, más barato, accesible y menos dañino para el paciente que puede reducir el número de radiografías y TC solicitadas para el diagnóstico y evaluación de las fracturas del adolescente sin olvidar que requiere un entrenamiento necesario por parte de los profesionales sanitarios.

En los estudios realizados hasta la fecha no se pudo evaluar ampliamente la línea epifisaria para determinar las características de estas fracturas dado el pequeño número de pacientes menores de 18 años incluidos en estos estudios. Esto nos indica que es necesario realizar nuevos estudios en los que se incluyan estos pacientes y que establezcan la sensibilidad y capacidad de caracterizar las fracturas propias del esqueleto inmaduro como son las epifisiolisis de niños y adolescentes.(20)

5.- PROYECTO A REALIZAR: FRACTURAS ALREDEDOR DE LA RODILLA

OBJETIVOS

1. Evaluar aspectos clínicos y radiológicos del paciente.
2. Mejorar el conocimiento de la fisis según edad, localización y traumatismo.
3. Analizar los resultados al final del crecimiento en pacientes esqueléticamente inmaduros.
4. Establecer un consenso en el tratamiento quirúrgico de estas fracturas.

HIPÓTESIS DEL TRABAJO

1. Que el peso del paciente y el mecanismo de producción influyen en el tipo de fractura del adolescente.
2. Que las técnicas de osteosíntesis con agujas en niños en crecimiento no afectan al cierre de la fisis.
3. Que la epifisiolisis Salter-Harris tipo II es el tipo más frecuente en las fracturas alrededor de la rodilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se plantea un estudio observacional retrospectivo, con 20 pacientes tratados de fractura alrededor de la rodilla, con una evolución a 10 años de seguimiento medio.

Factores de inclusión:

- Fractura alrededor de la rodilla, tanto en fémur como en tibia o en rótula.
- Pacientes esqueléticamente inmaduros.
- Tratamiento ortopédico o quirúrgico.

Factores de exclusión

- Pacientes esqueléticamente maduros.
- Pacientes que no han tenido seguimiento en consultas.

Datos epidemiológicos

- Edad
- Sexo
- Actividad deportiva que realiza
- Madurez esquelética
- Menarquia: sí/no
- Peso
- Episodios previos de fracturas
- Remitido por: médico de atención primaria, colegio, fisioterapeuta, podólogo, traumatólogo.

Clínica

- Dolor
- Bloqueo articular
- Derrame
- Inestabilidad
- Atrofia

Exploración

- Derrame articular
- Genu valgum: ángulo Q (entre la línea de espina ilíaca anterosuperior a centro de la rótula y la línea de centro de la rótula a TTA)
- Test de aprehensión en luxación de rótula
- Pies planos
- Anteversión femoral
- Lateralización de la tuberosidad tibial anterior

Pruebas de imagen

- Telemetría en carga bilateral (medición de miembros inferiores)
- Radiografía simple en:
 - Proyección anteroposterior monopodal
 - Proyección de flexión en carga a 45°

- Proyección lateral a 30° de flexión y en descarga
- Proyección axial a 30° o a 45° de flexión
- TC con medición de la distancia TT-TG (Tuberosidad Tibial – Surco intertroclear) para cuantificar inestabilidad rotuliana
- RM
- Ecografía

Tiempo de tratamiento y de seguimiento

Estadística: SPSS versión 20.0, 2016.

- Análisis descriptivo:
 - Variables cuantitativas: media, mediana, desviación estándar (DE). El intervalo de confianza al 95% (IC 95%) y los valores máximos y mínimos (Min-Máx).
 - Variables cualitativas: se expresan en frecuencias absolutas.
- Análisis univariante:
 - T de Student para muestras independientes relacionando escalas cualitativas con cuantitativas.
 - Chi-cuadrado cuando las variables son cualitativas.
- Análisis multivariante:
 - Test de correlación múltiple para evaluar de forma independiente cada una de las medidas.
 - Variables cualitativas: se expresan en frecuencias absolutas.

6.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El aumento de la frecuencia de las fracturas de rodilla en adolescentes se debe al inicio más temprano de la participación en deportes de impacto con un claro aumento de la actividad física.

La participación de los jóvenes en el deporte competitivo ha demostrado beneficios en cuanto a aptitud física, resultados académicos y autoestima de los adolescentes; pero no hay que olvidar que este aumento de la práctica deportiva conlleva unos riesgos asociados. Así por ejemplo existen publicaciones que han tratado el tema de la asociación del deporte especializado (un único deporte practicado con un gran volumen de entrenamientos) con las lesiones por sobreuso. Estos estudios han concluido que existe un riesgo aumentado para las lesiones musculoesqueléticas de estos pacientes (fuerza de recomendación grado B). (21)

En este trabajo se tratan las fracturas de la región de la rodilla, es decir lesiones agudas. Sin embargo, también existen otro tipo de lesiones del aparato locomotor del adolescente relacionadas con la actividad física y la práctica deportiva conocidas como lesiones subagudas. En las lesiones subagudas los síntomas pueden estar presentes por mucho tiempo antes de alcanzar el diagnóstico y tratamiento adecuado. Estas lesiones subagudas de la rodilla son la enfermedad de Osgood Schlatter que compromete a la tuberosidad tibial anterior, la enfermedad de Sindig Larsen Johansson que afecta al polo inferior de la rótula y la Osteocondritis Disecante que supone una necrosis de hueso subcondral y puede suponer pérdida de la superficie articular.(1)

En cuanto a la epifisiolisis, ya sean de fémur distal o tibia proximal, los estudios realizados con tratamiento conservador asocian una mayor tasa de pérdida de la reducción de la fractura. Esta pérdida supone la necesidad de una segunda reducción aumentando así la posibilidad de dañar el cartílago de crecimiento. La mayoría de los autores coinciden en que el tratamiento de elección para las fracturas Salter-Harris tipo I y II es la reducción cerrada con fijación percutánea,

mientras que para las tipo III y IV requieren de reducción abierta y fijación interna.(5)

Se ha observado con frecuencia como las epifisiolisis no desplazadas o mínimamente desplazadas pueden ser inicialmente pasadas por alto por el clínico que las atiende. Lo que se recomienda hacer es obtener las radiografías adecuadas, y si un paciente adolescente presenta inflamación de rodilla postraumática utilizar técnicas de imagen más avanzadas como la TC y RM en caso de sospecha de fractura (siendo la RM capaz de detectar otras lesiones ligamentosas o meniscales).(6)

En las fracturas avulsión de tuberosidad tibial anterior se han planteado distintas hipótesis en cuanto a los riesgos de su aparición. Existe la posible relación de estas fracturas con la excesiva fuerza de tracción del aparato extensor de la rodilla, la baja densidad mineral de pacientes con un bajo índice de masa corporal y las fisis débiles de pacientes obesos con una carga anormal de peso. Otro factor de riesgo sugerido por algunos autores en el pasado es la enfermedad de Osgood Schlatter.(10)(11)

El tratamiento de la avulsión de espinas tibiales puede generar dudas en los tipo II y III considerando el tamaño y la fragmentación de la avulsión para optar por la fijación con tornillo si el tamaño es lo suficientemente grande (consiguiendo la fijación más estable) o la sutura intraósea en caso de fragmentos pequeños.(14)

En el pasado se infraestimó la incidencia de la fractura osteocondral en el 5% tras la luxación aguda de la rótula. Los últimos estudios realizados reflejan que la incidencia de esta fractura ocurre en el 39-71% de las veces tras producirse la luxación. Las fijaciones metálicas utilizadas para su tratamiento presentaban la desventaja de que se requería retirarlas después de la consolidación, es por eso que la introducción de los métodos de fijación bioabsorbibles han supuesto un gran avance en el tratamiento de esta fractura.(18)

En cuanto a la fractura de Segond algunos autores han descrito la asociación de esta con una disrupción total del ligamento cruzado anterior en un 75-100% de los casos.(19)

7.- CONCLUSIONES

Las fracturas de rodilla en adolescentes son poco frecuentes y precisan de un correcto diagnóstico y tratamiento adecuado para evitar complicaciones que desemboquen en trastornos del crecimiento.

El aparato locomotor de los adolescentes presenta unas particularidades que condicionan unas fracturas diferentes a las que observamos en el paciente adulto.

El aumento de la incidencia de fracturas de rodilla en el paciente adolescente está relacionado con la práctica deportiva de alta intensidad.

En estas fracturas se debe realizar una exploración neurovascular buscando posibles daños de nervios periféricos y arterias que guarden una relación anatómica con la zona de fractura. Además, siempre se debe vigilar la aparición de un posible síndrome compartimental.

Las técnicas de imagen fundamentalmente empleadas para el diagnóstico son la radiografía anteroposterior y lateral de la rodilla, además de la tomografía computarizada y la resonancia magnética en caso de duda o planificación quirúrgica.

El manejo de las fracturas de fémur distal y tibia proximal sigue unos principios similares mientras que las avulsiones de tuberosidad tibial anterior y espinas tibiales presentan una clasificación y manejo en particular.

Un nuevo horizonte para el diagnóstico de las fracturas epifisarias de los adolescentes es el uso de POCUS (ecografía en el punto de atención).

8.- BIBLIOGRAFÍA

1. Hernán P. Lesiones deportivas en niños y adolescentes. *Rev Med Clin Condes*. 2012;23(3):267–273.
2. Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2011;19(2):82–92.
3. Bauer J, Orendi I, Ladenhauf HN, Neubauer T. Bony knee injuries in childhood and adolescence. *Unfallchirurg*. 2019;122(1):6–16.
4. Cepela DJ, Tartaglione JP, Dooley TP, Patel PN. Classifications In Brief: Salter-Harris Classification of Pediatric Physeal Fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2016;474(11):2531–2537.
5. Garrett BR, Hoffman EB, Carrara H. The effect of percutaneous pin fixation in the treatment of distal femoral physeal fractures. *J Bone Joint Surg*. 2011;93(5):689–694.
6. Pennock AT, Ellis HB, Willimon SC, Wyatt C, Broida SE, Dennis MM, et al. Intra-articular physeal fractures of the distal femur: A frequently missed diagnosis in adolescent athletes. *Orthop J Sports Med*. 2017;5(10):1–6.
7. Little RM, Milewski MD. Physeal fractures about the knee. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2016;9(4):478–486.
8. Sabharwal S, Sabharwal S. Growth plate injuries of the lower extremity: Case examples and lessons learned. *Indian J Orthop*. 2018;52(5):462–469.
9. Close BJ, Strouse PJ. MR of physeal fractures of the adolescent knee. *Pediatr Radiol*. 2000;30(11):756–762.
10. Shin YW, Kim DW, Park KB. Tibial tubercle avulsion fracture according to different mechanisms of injury in adolescents: Tibial tubercle avulsion fracture. *Medicine*. 2019;98(32):e16700.
11. Ogden J, Tross R, Murphy M. Fractures of the tibial tuberosity in adolescents. *J Bone Joint Surg*. 1980;62(2):205–215
12. Ares O, Seijas R, Casas-Duhrkop D, Catala J. Fractura de la tuberosidad anterior de la tibia en el adolescente, casos clínicos. *Acta Ortop Mex*. 2012;26(2):121–124.
13. Demey G, Lustig S, Servien E, Neyret P. Genu recurvatum. *EMC – Aparato Locomotor*. 2014;47(1):1–9.
14. Najdi H, Thévenin-lemoine C, Sales-de-gauzy J, Accadbled F. Arthroscopic

- treatment of intercondylar eminence fractures with intraepiphyseal screws in children and adolescents. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(4):447–451.
15. Montón JL, Sáez AL, Fernández T. La rodilla en la infancia y adolescencia. *Pediatr Integral.* 2014;18(7):425–441.
 16. Lubowitz JH, Elson WS, Guttmann D. Part II: Arthroscopic treatment of tibial plateau fractures: Intercondylar eminence avulsion fractures. *J Arthrosc Relat Surg.* 2005;21(1):86–92.
 17. Leeberg V, Sonne-Holm S, Krogh-Christoffersen J, Wong C. Fractures of the knee in children - What can go wrong? A case file study of closed claims in The Patient Compensation Association covering 16 years. *J Child Orthop.* 2015;9(5):391–396.
 18. Gkiokas A, Morassi LG, Kohl S, Zampakides C, Megremis P, Evangelopoulos DS. Bioabsorbable Pins for Treatment of Osteochondral Fractures of the Knee after Acute Patella Dislocation in Children and Young Adolescents. *Adv Orthop.* 2012;2012(1):1–4.
 19. Falciglia F, Mastantuoni G, Guzzanti V. Second fracture with anterior cruciate ligament tear in an adolescent. *J Orthop Traumatol.* 2008;9(3):167–169.
 20. Avci M, Kozaci N, Tulubas G, Caliskan G, Yuksel A, Karaca A, et al. Comparison of point-of-care ultrasonography and radiography in the diagnosis of long-bone fractures. *Medicina.* 2019;55(7):355.
 21. Bell DR, Post EG, Biese K, Bay C, McLeod TV. Sport specialization and risk of overuse injuries: A systematic review with meta-Analysis. *Pediatrics.* 2018;142(3):e20180657.