
-FRACTURAS JUVENILES DE TOBILLO-

-ADOLESCENTS ANKLE FRACTURES-

Trabajo Fin de Grado 2021-2022

Facultad de Medicina

Departamento de Cirugía

Área de Traumatología y Ortopedia



Universidad
Zaragoza

IRENE RABINAL MARTÍNEZ

Directora: Begoña Belén Seral García

Codirector: Antonio Torres Campos

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	2
<i>Abstract</i>	2
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. ANATOMÍA DEL TOBILLO.....	5
4. FISIOPATOLOGÍA.....	7
5. TIPOS DE FRACTURAS.....	8
5.1. <i>Clasificación de Salter-Harris</i>	8
5.2. <i>Clasificación de Días y Tachdjian</i>	10
5.3. <i>Fracturas de McFarland</i>	11
5.4. <i>Fracturas transicionales</i>	11
6. DIAGNÓSTICO.....	14
6.1. <i>Historia clínica</i>	14
6.2. <i>Pruebas de imagen</i>	17
7. TRATAMIENTO.....	22
7.1. <i>Planteamiento conservador</i>	22
7.2. <i>Planteamiento quirúrgico</i>	24
8. COMPLICACIONES.....	29
8.1. <i>Complicaciones tempranas</i>	30
8.2. <i>Complicaciones tardías</i>	31
9. PROPUESTA DE PROYECTO.....	34
10. DISCUSIÓN Y REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA.....	36
11. CONCLUSIONES.....	37
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

1. RESUMEN.

El objetivo de esta revisión es determinar las características de las fracturas juveniles de tobillo para poder realizar un proceso diagnóstico y terapéutico óptimos. La clasificación más utilizada en pacientes de estas edades es la de Salter-Harris, que se basa en la relación de la fractura con la fisis. Las fracturas más habituales y específicas de esta población son las transicionales, donde la TC y la RM juegan un papel fundamental en el diagnóstico. El tratamiento puede ser conservador o quirúrgico, ambos incluyendo un periodo de inmovilización, siendo lo más importante individualizar cada caso. La complicación a la que hay que dedicar mayor atención es el cierre fisario prematuro, que podría condicionar un retraso en el crecimiento y alteraciones de los ejes del tobillo.

Palabras clave: Adolescentes; fisis; Salter-Harris, fracturas transicionales.

Abstract.

The goal of this revision is to define the characteristics of the adolescent ankle fractures to be able to make an optimal diagnostic and therapeutic process. The most used classification in these patients is Salter-Harris', based on the relation between fracture and physis. The most common and specific fractures in this population are the transitional ones, where CT and MR have a fundamental role in their diagnosis. The treatment can be conservative or surgical, including both of them a period of immobilization, being the most important thing to personalise every case. The complication which need more attention is the premature physeal closure, which could condition a growth arrest and some variations of the ankle axis.

Keywords: Adolescents; physis; Salter-Harris, transitional fractures.

2. INTRODUCCIÓN.

Las fracturas de tobillo son una lesión muy frecuente en nuestra población y recogen unas características específicas cuando ocurren en niños y adolescentes. El objetivo de este trabajo es hacer una revisión bibliográfica para abordar este tema en profundidad. Y de esta manera, conocer las características de las fracturas para saber reconocerlas, así como explicar cuál es el manejo óptimo de cada una de ellas.

Podemos definir las fracturas pediátricas de tobillo como lesiones que afectan a la tibia y peroné distales en pacientes que todavía tienen la fisis abierta. Esto les otorga unas características mecánicas y biológicas exclusivas, así como unos patrones de fractura y unos tratamientos únicos y diferentes a los de los adultos¹.

Los traumatismos de tobillo son una de las principales causas de consulta al servicio de Urgencias. Junto con las fracturas de pie, son la segunda lesión traumatológica más común en pacientes esqueléticamente inmaduros con una incidencia del 13%, después de las lesiones de mano y muñeca. Por consiguiente, constituyen la región de la extremidad inferior con mayor tasa de lesiones²⁻⁵.

Las fracturas de tobillo tienen una incidencia de 1/1000 niños al año. Representan aproximadamente el 5% de todas las fracturas pediátricas y el 10% de la población general. Si nos centramos solamente en las lesiones fisarias, son la lesión fisaria más frecuente de la extremidad inferior y la tercera de todo el cuerpo. Corresponden al 15-20% de todas las lesiones fisarias en los pacientes pediátricos^{1,2,6-10}. Hubo un descenso de la incidencia de fracturas en esta población durante el año que comenzó la pandemia por Covid-19 con respecto a los 5 años anteriores (2015-2019)¹⁵.

El pico de incidencia de las fracturas de tobillo está entre los 8 y 15 años, siendo la edad media los 10.9 años^{6,7,9}. En la población general, las edades más afectadas son de los 20 a 35 años. Las lesiones de tobillo son más frecuentes en la raza blanca¹¹.

Los varones ocupan el 58% de los casos⁹. Es posible que esta mayor prevalencia se deba al retraso del cierre de la fisis con respecto al sexo femenino^{6,7}.

Las fracturas intraarticulares son aquellas que atraviesan la superficie articular. El pico de incidencia de estas fracturas se da a los 14 años en los chicos y a los 11 en las chicas. También son más frecuentes en el sexo masculino, con una proporción de casi

7:1. En la población general, las fracturas intraarticulares más comunes entre los 15 y los 24 años son las de tobillo¹¹.

Se producen fracturas de la sindesmosis en el 1% de los pacientes pediátricos con traumatismo de tobillo. Esta cifra alcanza el 10-23% en el caso de los adultos¹².

Las fracturas de la tibia distal suelen ir asociadas a fracturas del maléolo posterior. Pueden quedar infradiagnosticadas cuando no son desplazadas. Sin embargo, este infradiagnóstico no tiene repercusión clínica porque la mayoría se producen por mecanismos de baja energía. Esto evita que las fracturas del maléolo se desplacen y afecten a la superficie articular. Entre la población infantil y juvenil esta combinación de fracturas no tiene mucha relevancia, siendo más frecuentes en la 3ª y 4ª década¹³.

Las causas de fractura de tobillo más frecuentes a estas edades son las caídas, lesiones deportivas y lesiones por torsión. Se siguen de los traumatismos de baja energía y accidentes de tráfico. Hay una alta relación entre la práctica de deportes y las lesiones en adolescentes, pero no hay estudios específicos que profundicen en este aspecto. Los deportes con mayor tasa de lesiones son el fútbol, el judo y el baloncesto^{2,6,10,11,14}.

Los principales factores de riesgo para las fracturas de tobillo son: realizar actividades específicas (trampolines, fútbol, baloncesto, skate, esquí...), mecanismos de lesión de alta energía, IMC elevado, practicar deporte más de 10 horas semanales e inmadurez esquelética^{2,6,8}. Los niños con un IMC más alto no solo tienen más riesgo de padecer estas lesiones, sino que también suelen ser más graves. Las estrategias de prevención reducen notablemente estos factores de riesgo en los deportistas jóvenes^{8,14}.

En las fracturas de la sindesmosis no se ha visto diferencias en la incidencia entre sexos. Las actividades en las que se suelen producir son en deportes de choque que requieren movimientos de recortes o pivotes (como fútbol americano o fútbol), deportes que se practican con una inmovilización rígida del tobillo (esquí, hockey), béisbol, skate, caídas bajando una cuesta o desde cierta altura y accidentes de tráfico^{5,12}.

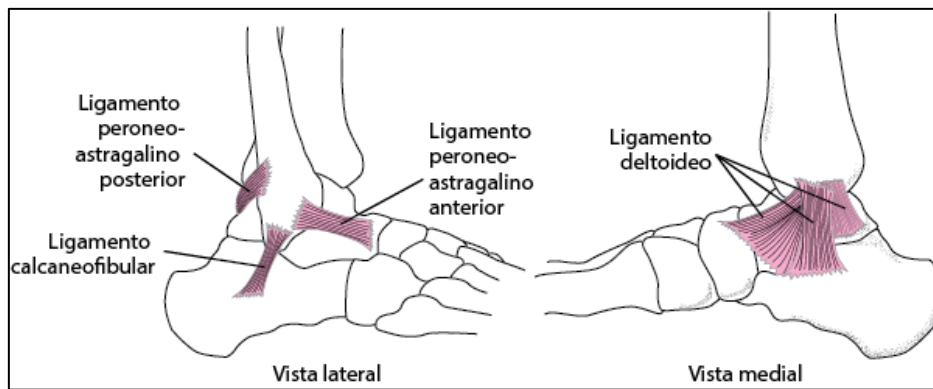
Entre los factores de buen pronóstico con respecto a los resultados funcionales destacan el sexo masculino, un IMC bajo y un mayor tiempo de seguimiento¹².

Cerca del 40% de los lesionados en un estudio habían sufrido una lesión previa en esa misma zona. En ese estudio, la tasa de recurrencia en los deportistas profesionales fue del 5.11%¹⁴.

3. ANATOMÍA DEL TOBILLO.

El tobillo es una articulación tipo tróclea creada por la unión entre la tibia y el peroné distales, la sindesmosis tibioperonea y la apófisis del astrágalo. El maléolo lateral corresponde al peroné y el maléolo medial es el tibial⁴. Todas estas uniones óseas están estabilizadas por los ligamentos y por la propia sindesmosis tibioperonea^{2,4,5,6,7,9}.

Los ligamentos que estabilizan esta articulación son: el peroneoastragalino anterior (LPAA) y posterior (LPAP) y el calcaneoperoneo (LCP) lateralmente y el deltoideo medialmente. El ligamento deltoideo tiene dos fascículos. El superficial une el maléolo medial proximalmente con el astrágalo y distalmente con el navicular y el calcáneo. El fascículo profundo se inserta distalmente en el calcáneo (*imagen 1*)^{2,4,6,7,16}.



*Imagen 1. Ligamentos de la articulación del tobillo*²

La sindesmosis tibioperonea se estabiliza gracias a los ligamentos LPAA, LPAP, interóseo y peroneoastragalino transverso^{2,6,7}.

El tobillo transmite fuerzas entre el esqueleto axial y el pie, favoreciendo su estabilidad y movimiento. El diseño de la articulación tibioperonea distal permite soportar los patrones de fuerza, carga y presión generados por el propio cuerpo y los movimientos de la vida diaria y deportiva. La epífisis tibial con su estructura trabecular está adaptada a las zonas de distribución de carga. Los ligamentos de la sindesmosis evitan la sobrecarga de la superficie tibial al distribuir las fuerzas hacia el pie^{5,7,9,17}.

Durante el movimiento de flexión, el eje de rotación de la articulación cambia para adaptarse a la situación. Durante la dorsiflexión, la articulación adopta una posición más cerrada porque la apófisis astragalina es más ancha en su parte posterior, lo que hace que la tensión ligamentosa sea máxima. Pero en la flexión plantar, queda espacio para que se puedan producir movimientos de traslación y rotación en un grado mínimo, por lo que el riesgo de fractura es mayor en esta posición⁶.

Dentro de las características propias de la anatomía del tobillo pediátrico, cabe destacar la existencia de la fisis en la tibia y el peroné distales. Esta placa de crecimiento es una estructura cartilaginosa en la que se llevan a cabo funciones de proliferación e hipertrofia celular, apoptosis y producción y calcificación de la matriz ósea. Se distinguen la zona de Ranvier, contribuyendo al crecimiento en diámetro de la fisis, y el anillo de Lacroix, una banda fibrosa estabilizadora sobre la metáfisis^{6,16}.

La evolución de la fisis permite seguir el proceso de osificación de los niños. La osificación primaria de la tibia y el peroné está presente desde el nacimiento. Los centros de osificación secundaria aparecen alrededor de los 6 meses en la tibia distal y entre los 1 y 3 años en el caso del peroné distal. Este centro de osificación tibial se va expandiendo progresivamente hasta que se osifica la superficie articular tibial^{7,16}.

Es infrecuente pero posible que aparezca un centro de osificación accesorio⁷.

La fisis aporta gran parte del crecimiento de los huesos de los que forma parte. Da aproximadamente el 45% de la longitud de la tibia y el 40% de la del peroné, correspondiendo esto al 17% del total del crecimiento de las extremidades inferiores^{5,7}.

El crecimiento de la tibia y el peroné distales comienza siendo proporcional al crecimiento del tobillo en los niños pequeños. Según se acercan a la adolescencia, se acelera el crecimiento de la tibia y el peroné, mientras que el del tobillo se va frenando. La fisis peronea se va volviendo ondulada, aumenta el desplazamiento lateral y disminuye la rotación externa del peroné. Todo esto aporta mayor estabilidad al tobillo y hace que se vaya asemejando progresivamente a un tobillo esqueléticamente maduro⁵.

En cuanto al astrágalo, tiene una estructura compleja con muchas superficies articulares y con el 60% de su superficie cubierta por cartílago. Se forma de un solo centro de osificación que comienza al tercer mes de vida fetal y se completa en la adolescencia. En los niños está formado prácticamente por cartílago, por lo que es muy elástico y resistente, explicando que las fracturas de este hueso sean tan infrecuentes^{5,18}.

El 20% de los niños pueden desarrollar lo que se conocen por huesecillos accesorios. Los más frecuentes son el “os trigonum”, el navicular accesorio y el “os subtibiale”, seguidos del “os subfibulare”. Estos huesecillos aparecen en la parte inferior del maléolo entre los 7 y los 10 años, bilateralmente. Suelen fusionarse con el centro de osificación secundaria, pero pueden persistir⁴.

4. FISIOPATOLOGÍA.

Las fracturas de los niños y adolescentes son únicas por la presencia de la fisis. La fisis abierta protege contra lesiones ligamentosas y de la sindesmosis, pero es menos fuerte que los ligamentos colaterales del tobillo. Esto explica que se produzcan más lesiones fisarias que ligamentosas en estas edades, siendo más vulnerables las partes no fusionadas de la fisis ante fuerzas rotacionales^{4,6}. Por ello, las luxaciones de tobillo sin fractura son raras en los niños con esqueleto inmaduro. Esto justifica que algunos mecanismos que en adultos provocan esguinces de tobillo, en los niños pueden provocar fracturas fisarias o por avulsión^{1,5}.

Las características exclusivas de la zona de la placa del crecimiento hacen que existan patrones de fractura específicos. Los patrones y su manejo están influidos también por factores como la edad, el estado de madurez esquelética y el alcance del cierre fisario^{4,7}.

El mecanismo de lesión más habitual es la rotación ocurrida durante una caída de altura¹. Si profundizamos más en estos mecanismos, podemos ver que el orden de frecuencia es el siguiente: supinación-rotación externa, pronación-rotación externa, pronación-abducción y supinación-abducción¹⁰. Otros mecanismos frecuentes, pero menos habituales son los de alta energía y las lesiones por compresión¹. El uso de camas elásticas se asocia con las fracturas del maléolo medial, especialmente las de tipo Salter-Harris III o IV⁵.

El mecanismo de las fracturas transicionales característico consiste en la dorsiflexión y rotación externa forzada asociada a la avulsión de un fragmento del LPAA inferior. En el caso de las mediales, en lugar de una rotación externa puede ser que se produzcan por una aducción forzada^{4,19}.

Las lesiones que afectan a la sindesmosis se basan en lesiones de los ligamentos interóseos y tibioperoneos y en el patrón de cierre de la fisis tibial distal⁴. Por ello, la mayoría son lesiones ligamentosas, aunque pueden acompañarse de fracturas⁵.

5. TIPOS DE FRACTURAS.

La mejor clasificación de las fracturas se hace basándose en la edad del niño, el grado de lesión fisaria y si son de bajo o alto riesgo. De estos los factores también dependerán el pronóstico y el tratamiento¹⁶.

En los niños muy pequeños suelen producirse fracturas metafisarias de la tibia distal, patognomónicas de traumatismos no accidentales. En los menores de 10 años se suele afectar el arco metafisario. En la infancia media (alrededor de los 10 años), las típicas son las fracturas maleolares, conocidas como fracturas de McFarland. Un poco más adelante es cuando se ven más lesiones fisarias y en la adolescencia, lo característico son las fracturas transicionales^{5,7,16}.

Para clasificar las fracturas juveniles de tobillo existen principalmente 2 sistemas de clasificación: el de Salter-Harris y el de Días y Tachdjian. Son diferentes de los empleados para la población general, donde se suele utilizar los métodos de Lauge-Hansen y Danis-Weber. La clasificación de Lauge-Hansen se basa en la posición del pie en el momento de la lesión junto con la dirección de la fuerza que la ha producido. La de Danis-Weber clasifica según el nivel de fractura en el peroné^{6,9,10}.

Además, podemos distinguir entre fracturas de bajo y alto riesgo. Las de bajo riesgo incluyen las fracturas no visibles en la radiografía o con cambios mínimos, como las fracturas por avulsión y las SH-I y II no desplazadas. Las de alto riesgo son las SH-I y II desplazadas, las SH-III y IV y las transicionales^{9,16,20}.

5.1. Clasificación de Salter-Harris.

Esta clasificación es la más usada en la práctica clínica para las fracturas fisarias infantiles y juveniles porque es simple y ayuda a tomar decisiones en cuanto al manejo. Se basa en la relación de la fractura con la placa de crecimiento. Existe un pronóstico asociado a cada tipo de lesión, pero su valor está actualmente en debate. Lo más aceptado es que la gravedad de la fractura aumenta con el grado de clasificación de Salter-Harris (SH), lo que también se asocia a una mayor tasa de complicaciones^{1,5,7,9,16}.

Podemos clasificar las fracturas en 7 tipos diferentes siguiendo este método, pero hay muchos autores que solo describen hasta el tipo V (*imagen 2*)^{4,7,9}.

- **Salter-Harris tipo I (SH-I).**

Las SH-I son las fracturas que afectan únicamente a la fisis, sin producirse lesión en el hueso adyacente. Es frecuente que sean clínica y radiológicamente indistinguibles de un esguince^{4,5,6,7,9}.

Su localización más habitual es en el peroné distal. En la tibia distal constituye el 15% de todas las lesiones fisarias y, si no hay lesión concomitante del peroné distal, no suele haber desplazamiento^{4,5,6,7}.

- **Salter-Harris tipo II (SH-II).**

Estas fracturas afectan a la fisis y a la parte contigua de la metáfisis, generando el conocido como fragmento de Thurston-Holland. Este fragmento es una porción triangular de la metáfisis unida a la epífisis^{5-7,9}.

Las SH-II de la tibia distal son las fracturas pediátricas de tobillo más frecuentes. Representan un 40-50% de las lesiones fisarias de la tibia distal^{6,7,21}.

- **Salter-Harris tipo III (SH-III).**

En estos casos, la fractura daña la fisis y se extiende por la epífisis. No es raro que alcance la superficie articular^{5-7,9}.

Se ven más frecuentemente en menores de 12 años. Las fracturas SH-III más habituales son las de Tillaux y las que afectan al maléolo medial. Junto con las SH-IV, representan el 25% de las fracturas juveniles de tobillo^{6,7}.

- **Salter-Harris tipo IV (SH-IV).**

Son las que afectan a la metáfisis, a la fisis y a la epífisis^{5-7,9}.

- **Salter-Harris tipo V (SH-V).**

Este tipo de fracturas son raras y se producen por una compresión axial grave. Es importante tenerlas en cuenta ante historias clínicas compatibles por su potencial afectación de estructuras como la espina lumbar^{2,6,7,9}.

- **Salter-Harris tipo VI (SH-VI).**

Estas lesiones también son poco frecuentes y se caracterizan por la separación de parte de la fisis. Esto ocurre en fracturas abiertas y tras mecanismos que producen avulsión de la piel y de las partes blandas^{1,2,6}.

- **Salter-Harris tipo VII (SH-VII).**

Las SH-VII son fracturas intraepifisarias. Una de las localizaciones más habituales de este tipo de fracturas es el tobillo, donde se producen por avulsión del maléolo⁶.

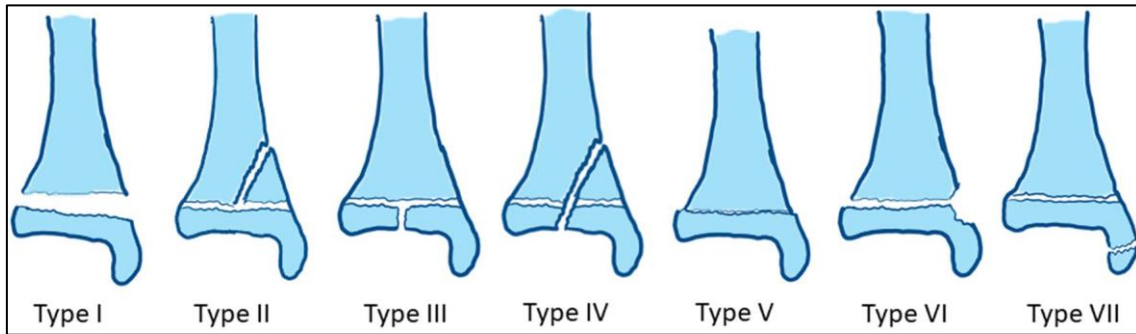


Imagen 2. Clasificación de Salter-Harris³

5.2. Clasificación de Días y Tachdjian.

Este método de clasificación se basa en la posición del pie en el momento del traumatismo y en la dirección de la fuerza causante de la lesión. Se considera equivalente a la clasificación de Lauge-Hansen en los adultos. Resulta demasiado complejo para poder guiar todo el proceso terapéutico, pero es útil a la hora de decidir el tipo de reducción al que va a someterse al paciente (*imagen 3*)^{1,5,6,16}.

- **Lesiones por supinación-inversión.**

Son las más frecuentes y corresponden a fracturas de la fisis del peroné asociadas a una fractura de la fisis tibial. Pueden ser fracturas desde SH-I hasta SH-V, siendo posible que comiencen como SH-I o II y progresen hasta estadios más graves^{1,5,6,16}.

Se describen varios tipos dependiendo del estado de la lesión, correspondiendo el tipo I con una lesión aislada SH-I del peroné distal⁶.

- **Lesiones por supinación-rotación externa.**

Estas lesiones comienzan como una fractura fisaria SH-II de la tibia distal, progresando hasta una fractura de peroné distal que puede afectar o no a la fisis. El fragmento de Thurston-Holland generalmente va de medial a posterolateral^{1,5,6,16}.

- **Lesiones por supinación-flexión plantar.**

Constituyen el mecanismo menos común. Se produce una fractura fisaria SH-II de la tibia distal sin fractura peronea asociada. El fragmento de Thurston-Holland se localiza posteriormente^{1,5,6,16}.

- **Lesiones por pronación-rotación externa.**

Estas lesiones suelen ser fracturas SH-II de la tibia distal lateral y asocian fracturas diafisarias del peroné, normalmente de una región más proximal^{5,6,16}.

Suele haber desplazamiento y se puede observar una angulación medial tanto de la tibia como del peroné⁵.

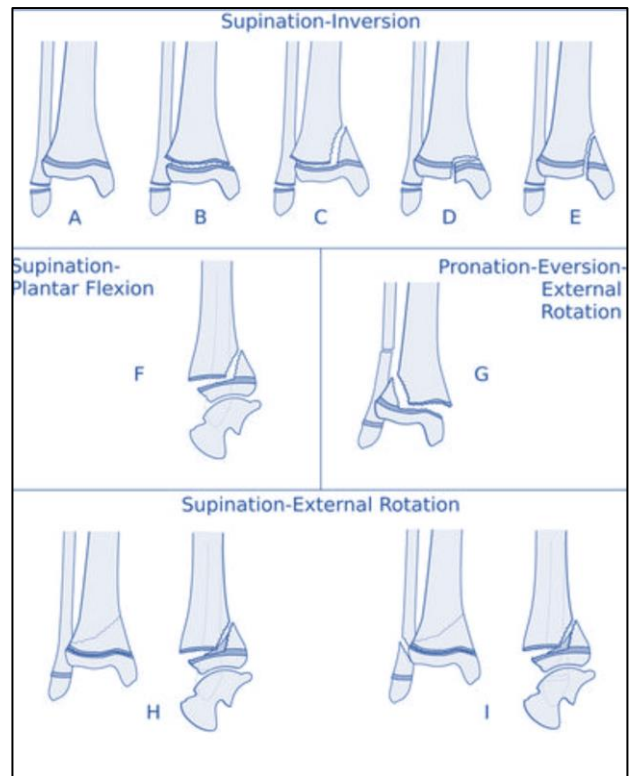


Imagen 3. Clasificación de Días y Tachdjian¹⁶

5.3. Fracturas de McFarland.

Son fracturas SH-III o IV del maléolo medial, generalmente. Lo más habitual es que se produzcan en niños de 8 a 12 años tras una lesión por supinación-inversión¹⁶.

Para clasificar las fracturas maleolares, el método más conocido es el de la OTA. Este método organiza los segmentos maleolares en 44. Después, clasifica las fracturas dependiendo de lo que ve en las radiografías en cuanto a la dirección de las líneas de fractura y al grado de fragmentación²².

Otras lesiones maleolares como las aisladas del maléolo posterior son poco frecuentes, ya que habitualmente se asocian a otras lesiones ligamentosas u óseas²².

5.4. Fracturas transicionales.

Estas fracturas deben su nombre a que se producen durante la transición del esqueleto inmaduro a maduro, correspondiendo con el proceso de cierre de la fisis

tibial^{2,6,7,9,23}. El cierre fisario sigue un patrón asimétrico. Comienza por la parte central, se extiende de manera anteromedial, posteromedial y posterolateral y finalmente, anterolateral (*imagen 4*)^{1,2,5-7,23}. Antes de que finalice este cierre, la fisis tibial desarrolla una ondulación anteromedial (joroba de Kump) con una porción anterolateral (tuberosidad de Chaput)⁵.

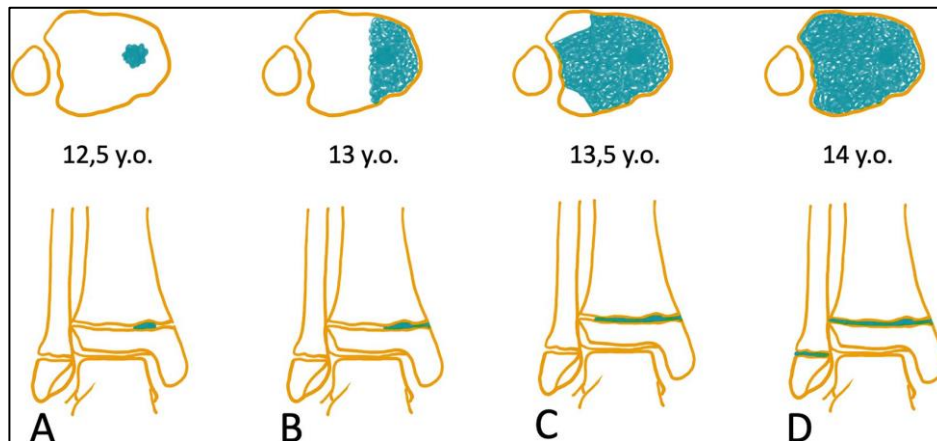


Imagen 4. Proceso de cierre fisario⁷

Este proceso dura aproximadamente 18 meses. El rango de edad medio de presentación es de 12 a 16 en chicas y de 14 a 18 en chicos. Por lo tanto, son fracturas exclusivas de la población adolescente. Al igual que los demás procesos puberales, ocurren a edades más avanzadas en los varones^{1,2,3,5,7,9,16,23,24}.

La fisis tiene menos fuerza en comparación con los ligamentos laterales del tobillo, lo que la hace más vulnerable a sufrir lesiones. El mecanismo que más habitualmente produce este tipo de fracturas es la supinación-rotación externa^{2,4,5,6}.

Dentro de las fracturas transicionales, distinguimos entre fracturas triplanares y de Tillaux según el momento del cierre fisario en el que se produzca la lesión⁵.

A. Fracturas triplanares.

Son aquellas que afectan a la fisis de la tibia distal y que ocurren durante las primeras fases del cierre fisario^{5,19}. La edad media de presentación es entre los 11 y 12 años en las chicas y entre los 13 y 14 en los chicos. Son más frecuentes en varones^{3,6,7}.

Son relativamente poco frecuentes. Representan el 5-10% de todas las fracturas pediátricas intraarticulares de tobillo y solo el 5-7% de todas las fracturas de tobillo de pacientes esqueléticamente inmaduros. Más o menos la mitad de estas fracturas pueden verse asociadas a fracturas de peroné^{3,5,6}.

Las fracturas triplanares se llaman así porque hay afectación de los 3 planos. Su presentación típica consiste en una fractura vista sagitalmente en la epífisis tibial distal (tiende a ser más medial cuanto más joven sea el paciente), junto con una fractura fisaria en el plano transversal y otra fractura coronal metafisaria posterolateral^{2,3,5-7,16}. Siguiendo la clasificación de Salter-Harris, representan fracturas SH-IV complejas formadas por una SH-II en la proyección lateral y una SH-III en la anteroposterior^{1,7,16}.

Se nombran según el número de fragmentos resultantes de la fractura, distinguiéndose fracturas triplanares de 2, 3 o 4 partes^{5,19}. También se pueden dividir siguiendo la clasificación de Von Laer e Izant y Davidson. Este método se basa en los fragmentos, en la dirección de la línea de fractura sagital y en la presencia de fracturas intra y extraarticulares³.

Se cree que la diversidad de los mecanismos de lesión son los que provocan diferentes tipos de fracturas triplanares, pero un estudio sugiere que el factor que más contribuye es el nivel de madurez en el que se encuentra la fisis¹⁹.

B. Fracturas de Tillaux.

Estas fracturas se producen en la tibia distal en un momento cercano a la madurez esquelética, cuando el cierre fisario prácticamente ya se ha completado y solo queda una fisis anterolateral residual^{5-7,24}.

La edad de presentación más frecuente es entre los 12 y los 15 años. Es el doble de frecuente en las chicas. Constituyen cerca del 3% de todas las lesiones epifisarias juveniles y casi el 5% de las fracturas de tobillo en la población pediátrica^{2,6,7,23,25}.

Lo más habitual es que una rotación externa forzada genere una fractura SH-III de la epífisis tibial distal, por lo que siempre van a ser intraarticulares. Pero es posible que haya una avulsión de un pequeño fragmento óseo correspondiente a la porción abierta de la fisis tibial cerca del origen del AFTL, pudiendo generar así una fractura SH-IV. Además de la rotación externa forzada, estas fracturas pueden producirse también por supinación, compresión o tras una rotación interna de la tibia con el pie fijo^{1,2,5-7,9,23-25}.

6. DIAGNÓSTICO.

En toda lesión traumatológica es importante un diagnóstico precoz, pero en el caso de los niños y adolescentes, todavía más. Es la mejor manera de evitar malos resultados y tiempos de recuperación más largos. Especialmente ante una lesión que afecta a la sindesmosis, un infradiagnóstico puede conducir a mayor inestabilidad y morbilidad, rehabilitación más lenta y vuelta a la actividad deportiva más tardía¹⁷.

Ante toda sospecha de fracturas de tobillo, lo primero a realizar será una buena anamnesis y exploración física y, en caso necesario, se pedirá a continuación una prueba de imagen^{2,6}.

6.1. *Historia clínica.*

A. Anamnesis.

Ante un dolor de tobillo, habrá que pensar en una causa traumatológica, pero sin olvidar las diversas etiologías que pueden provocar este síntoma. Algunas de estas causas son las infecciosas, inflamatorias, hematológicas, oncológicas, cardíacas, renales y reumatológicas². Por ejemplo, en los casos en los que el dolor vaya acompañado de cojera habitual, se deberían descartar infecciones musculoesqueléticas, tumores óseos y enfermedades reumatológicas o hematológicas⁷.

En un paciente con historia compatible con una posible fractura de tobillo, es muy importante hacer una evaluación completa del niño y de la extremidad afectada. Una buena anamnesis recogerá el tiempo, el mecanismo de la lesión, la capacidad de movimiento y de soportar pesos, la evolución de los síntomas, las características y localización del dolor, los tratamientos administrados previamente y su resultado, la descripción de la pierna contralateral y de la cadera y rodilla ipsilaterales y los antecedentes médicos y quirúrgicos. Este proceso puede resultar complicado en la población pediátrica, ya que es posible que los niños muy pequeños sean incapaces de localizar correctamente el dolor o de describir las características de los síntomas^{2,6}.

El mecanismo de lesión puede orientar nuestra primera sospecha diagnóstica. Las lesiones por inversión suelen producir fracturas SH-I o fracturas por avulsión del peroné distal, pudiendo llegar los casos más graves hasta fracturas SH-III o IV. Pero en los pacientes esqueléticamente inmaduros, lo más frecuente es que las inversiones

provoquen esguinces del tobillo lateral, afectando frecuentemente el LPAA. Si el mecanismo ha sido una eversión, sospecharemos de fracturas SH-II de la tibia distal o de fracturas transversas del peroné. Por último, si se ha producido una rotación externa excesiva por una posición de dorsiflexión, lo primero que deberemos descartar será un esguince de los ligamentos tibioperoneos o del ligamento interóseo².

La clínica que se presenta más habitualmente se caracteriza por dolor inmediato tras el traumatismo y que se exagera al cargar peso, inflamación, posible hematoma y cierta deformidad en la zona lesionada. Cuando el dolor se localiza en las prominencias óseas, es probable que se trate de una lesión fisaria o una fractura ósea, mientras que el dolor ligamentoso nos orientará más hacia un esguince. Tanto la inflamación como el hematoma están relacionados con la cantidad de energía transmitida durante la lesión, lo que indirectamente se asocia con la gravedad del cuadro. No siempre se apreciará deformidad de la zona lesionada, pero si la hay, suele deberse a un desplazamiento óseo. Todos estos síntomas tienen unas características diferentes dependiendo del tipo de fractura que los haya producido^{1,4,7,9}.

Una fractura SH-I puede manifestarse simplemente con dolor y con inflamación de las partes blandas⁷. Mientras que, ante una fractura transicional, lo esperable es encontrar inflamación, dolor y deformidad⁴.

En las fracturas de Tillaux, la inflamación es leve y el dolor suele localizarse en la línea articular anterolateral^{7,25}. Es habitual no encontrar deformidad, ya que el peroné suele evitar que se produzcan desplazamientos muy marcados del fragmento. Se puede diferenciar de un esguince de tobillo porque en estos el dolor se localiza más por debajo de la articulación del tobillo^{2,6}.

Es conveniente conocer los casos en los que las fracturas infantiles y juveniles de tobillo deben hacernos sospechar de un posible abuso infantil. El primer indicio lo encontraremos en la historia clínica, por la descripción de un mecanismo de lesión que no encaje con el tipo de fractura. Otro aspecto sugestivo de lesiones no accidentales son los traumatismos en niños que están empezando a andar o las lesiones por avulsión de los bordes de la metafisis tibial. En las radiografías, será sospechoso observar hallazgos radiológicos clásicos junto con fracturas múltiples en diferentes estados de curación^{6,7}.

B. Exploración física.

Es importante realizar una buena exploración física, ya que un dolor localizado en el tobillo puede deberse a una lesión de esa articulación o ser un dolor referido por afectación del pie, de la tibia o del peroné². La palpación es imprescindible y lo aconsejable es realizarla por encima del tobillo hasta la rodilla para descartar fracturas de tibia o peroné y por debajo del tobillo para descartar fracturas de los huesos del pie¹.

Se debe comparar siempre la extremidad afectada con la no lesionada. Se comienza observando la parte distal de la extremidad buscando edema, equimosis, deformidad, inflamación o lesiones cutáneas. A veces, simplemente observando la posición del tobillo y del pie, podemos obtener pistas sobre el mecanismo de la lesión^{2,6}.

A continuación, se examinan los pulsos pedios y tibial posterior. Se completa la exploración evaluando el llenado capilar, la función sensitiva y motora (movimientos activos de los dedos y sensibilidad superficial del pie dorsal y plantar) y el rango de movimiento activo y pasivo de la articulación. Se palpan los puntos de inserción tendinosa y las superficies óseas en busca de crepitantes o anomalías y, por último, se observa la capacidad de deambulación del paciente^{1,2,6}.

Tras la evaluación general, se examinará más en profundidad los puntos en los que el dolor aumente con los movimientos pasivos o en los que haya edema grave o alteraciones sensitivas⁷. Sospecharemos de lesión ósea ante el hallazgo de inflamación difusa de partes blandas junto con equimosis⁶.

Además, existen unos tests empleados para valorar la inestabilidad del tobillo examinando los diferentes ligamentos y la sindesmosis tibioperonea^{2,17}.

Para evaluar los ligamentos, existe un test que valora solamente el LPAA. El de inclinación e inversión talar valora la estabilidad del tobillo lateral, es decir, los LPAA y LCP (*imagen 5*). Para valorar el ligamento deltoideo, empleamos el test de inclinación y eversión talar. Todos ellos se consideran positivos cuando encontramos mayor laxitud o desplazamiento en el tobillo lesionado con respecto al sano. Debido a la hinchazón y al dolor, es posible que estos tests no sean útiles en las primeras 48 horas².

Se puede valorar la sindesmosis con una maniobra específica que no es diagnóstica, pero ayuda a apoyar una sospecha clínica previa (*imagen 6*). Por ello, siempre será necesaria una evaluación más completa para confirmar el diagnóstico. Las

lesiones de la sindesmosis se consideran estables o inestables dependiendo de si existe diástasis de la articulación tibioperonea. Se recomienda una evaluación artroscópica solamente en las lesiones más graves porque es invasiva y supone un alto coste^{2,17}.

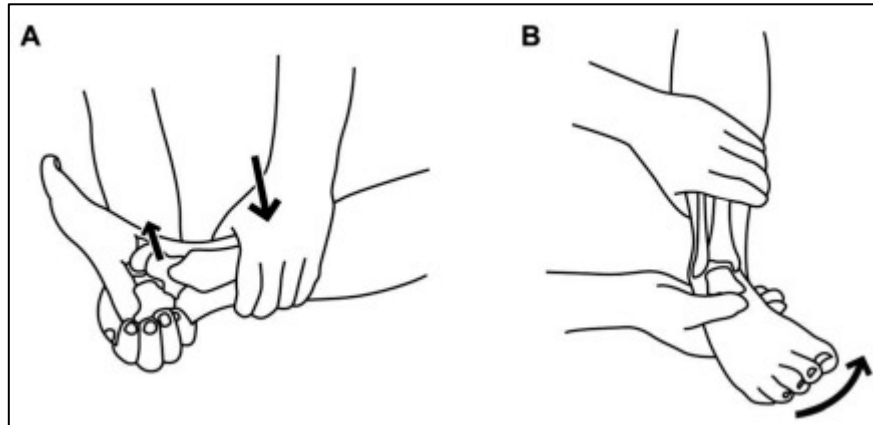


Imagen 5. Tests de evaluación de los ligamentos del tobillo².

A: Cajón anterior, para evaluar el LPAA.

B: Inclinación del astrágalo, para evaluar el LCP.

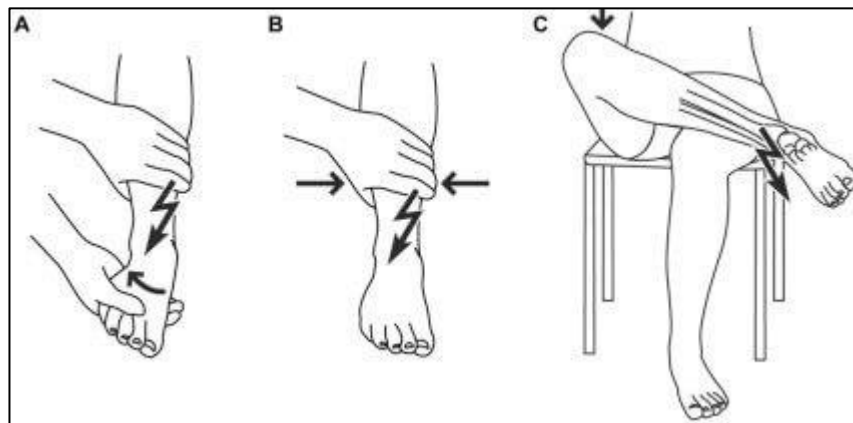


Imagen 6. Test para valorar la sindesmosis.

Fuente: Polzer H, Kanz KG, Prall WC, Haasters F, Ockert B, Mutschler W et al. Diagnosis and treatment of acute ankle injuries: development of an evidence-based algorithm. Orthop Rev (Pavia). 2012 Jan 2;4(1):5.

6.2. Pruebas de imagen.

A. Radiografía (Rx).

La radiografía es la prueba más utilizada para el diagnóstico de fracturas de tobillo⁹. Ante un traumatismo de tobillo, se recomienda realizar radiografías en visión anteroposterior (AP), lateral y en rotación³. Las Rx en rotación se utilizan especialmente para identificar lesiones intraarticulares con poco desplazamiento o cuando no se

observan deformidades aparentes. Esta visión resulta útil ante pequeñas fracturas por avulsión en la superficie articular de la tibia lateral o fracturas ocultas de McFarland^{7,16}.

Como norma general, se deberá solicitar una Rx a los pacientes que tengan deformidades, lesiones de alto riesgo y a los más jóvenes o en los que no se localiza bien el dolor^{2,7}. No está recomendado hacer de rutina Rx con carga en las fracturas pediátricas de tobillo. En situaciones dudosas, puede hacerse una radiografía del tobillo contralateral para compararlo y orientar mejor el siguiente paso⁶.

Sin embargo, no podemos olvidar que estamos hablando de niños y adolescentes y que es aconsejable evitar al máximo su exposición a la radiación, aunque en muchas ocasiones resulta necesario solicitar una Rx. Por ello, hay algunos criterios que buscan reducir el uso de radiografías en los niños. Estos son las reglas de tobillo de Ottawa (OAR) y las reglas de tobillo de bajo riesgo (LRAR)^{2,5-7}.

Las OAR son las más sensibles para las fracturas. Representan un algoritmo de decisión clínica en pacientes con sospecha de fractura de tobillo y pie medio. Describen que se deberá pedir una prueba de imagen en los niños mayores de 5 años con dolor maleolar si cumplen alguna de estas características: dolor óseo en el borde del maléolo distal posterior o incapacidad para soportar peso o dar 4 pasos tras la lesión. Estas reglas han conseguido disminuir la necesidad de radiografía en niños en un 35%^{2,5-7}.

Las LRAR son las más específicas para las fracturas. Su aplicación ha conseguido la mayor reducción en el uso de radiografías. Incluyen en el grupo de bajo riesgo a los pacientes pediátricos que presentan dolor y/o inflamación aislada del peroné distal y/o de los ligamentos laterales distales al punto de articulación tibial. Por lo tanto, se consideran lesiones de bajo riesgo las avulsiones, los esguinces y las fracturas SH-I y II no desplazadas del peroné distal. En estos casos se elimina la necesidad de imagen².

En general, las fracturas de SH-I hasta las SH-V pueden no mostrar hallazgos radiológicos anormales al afectar principalmente a la fisis (*imágenes 7 y 8*)⁴. No suele apreciarse nada patológico ante una fractura SH-I, a menos que la fisis esté ensanchada o que haya componentes epifisarios o metafisarios mal alineados⁵. Las Rx iniciales ante fracturas SH-V suelen ser normales. Lo habitual es encontrar un cierre prematuro de la fisis en radiografías posteriores de seguimiento^{2,6,7}.



Imagen 7. Rx AP y lateral de una fractura de tibia distal SH-IV en un niño de 10 años³



Imagen 8. Rx AP de una fractura de la tibia distal SH-III en un niño de 13 años³

Las fracturas SH-VII del peroné distal se diferencian de las del os peroneum por su línea de fractura. En las SH-VII, la línea está en medio de la epífisis peronea y sus bordes son irregulares. La fractura del os peroneum es más distal y con bordes lisos⁶.

Si se sospecha una fractura intraarticular, habrá que buscar este patrón específico, ya que los hallazgos pueden pasar desapercibidos. Por lo tanto, para ver una fractura de Tillaux será imprescindible la Rx en rotación^{3,7,23}. En cambio, la mayoría de las triplanares se pueden diagnosticar con las Rx AP y lateral, sin necesidad de la visión en rotación^{3,6}. Al verse líneas de fractura en todos los planos, valorar la configuración exacta de estas lesiones y determinar su patrón de fractura no deja de ser complicado¹⁹.

Si hay sospecha de lesión de la sindesmosis, puede resultar útil hacer una radiografía con carga de peso para valorar la diástasis y su inestabilidad. También se pueden utilizar ecografías, TC y RM en supino y sin carga^{1,17}. No obstante, no hay un consenso sobre cuál es el mejor estudio para valorar la diástasis de la sindesmosis¹⁶.

Algunos puntos de referencia empleados en las lesiones de la sindesmosis son: la posición de la tibia y peroné distales, la cicatriz fisaria, el eje transepicondíleo y la incisura fibular. El peroné está habitualmente colocado anteriormente a la incisura. Si se localiza posteriormente a ella generará inestabilidad, con predisposición a esguinces. Un espacio tibioperoneo normal es < 2 mm, pero se necesitan unos niveles de medida individualizados y específicos por género. La ausencia unilateral de solapamiento tibioperoneo también indica inestabilidad de la sindesmosis¹⁷.

Es aconsejable repetir la radiografía 2 semanas más tarde en los niños en los que haya una alta sospecha de fractura y en los que el núcleo de osificación secundario

todavía sea evidente. En ella es posible que se confirmen lesiones del periostio que anteriormente habían mostrado una imagen radiológica normal⁷.

En las visiones AP y oblicua se observa un espacio medial que va disminuyendo con la edad, hasta ser menor de 4 mm en los adultos. En estas proyecciones se crean dos líneas por la osificación de la metáfisis de la tibia distal lateral. La línea lateral corresponde a la tibia anterior y la medial, a la incisura fibular de la articulación de la tibia posterolateral con el peroné⁵.

La incisura fibular es el punto de referencia más utilizado para calcular las medidas basándose en la Rx. Se ha visto que hay variaciones según la edad, género y nivel de medida. Aparece alrededor de los 8 años en las niñas y de los 11 en los niños, lo que impide aplicar este criterio en niños más pequeños. También puede apreciarse el solapamiento tibioperoneo en las Rx AP y oblicua, que va aumentando con la edad. Este puede verse a partir de los 5 años en la proyección AP, pero en la visión oblicua puede no apreciarse hasta los 10 años en las chicas y hasta los 16 en los chicos (*imagen 9*)^{5,17}.



Imagen 9. Desarrollo normal del tobillo visto en Rx⁵

B. Tomografía computarizada (TC).

Una TC no sustituye a un estudio radiológico adecuado, pero puede aportar información no evaluable por otras pruebas de imagen. Por lo que es posible que modifique el manejo posterior de la lesión y permita conocer un pronóstico más exacto. Supone unos costes, tiempo y exposición mayores que las Rx, haciendo imprescindible definir los casos en los que está indicada una TC en pacientes pediátricos^{1,22}.

Se utiliza principalmente para valorar los patrones de las fracturas intraarticulares, para fracturas transicionales, en la valoración de una diástasis de la sindesmosis y para conocer mejor las características fisiopatológicas y el patrón de fractura previos a la cirugía. En algunos casos en los que hay una alta sospecha clínica

de fractura con una Rx normal, se pide un TC para evitar pasar por alto una fractura oculta o con líneas de fractura complejas^{1-3,5,6,9,16,17,19,22,23,25}.

No hay consenso sobre el uso de la TC en las fracturas triplanares. Aunque ayuda a decidir el tratamiento adecuado, no aporta beneficios en los resultados funcionales. Pero puede dar información para localizar complicaciones potenciales que aumentarían el riesgo de cierre fisario prematuro y de artrosis postraumática si se pasasen por alto, lo que puede ocurrir si no se realiza una TC (*imágenes 10 y 11*)³.



Imagen 10. TC de una fractura triplanar⁷

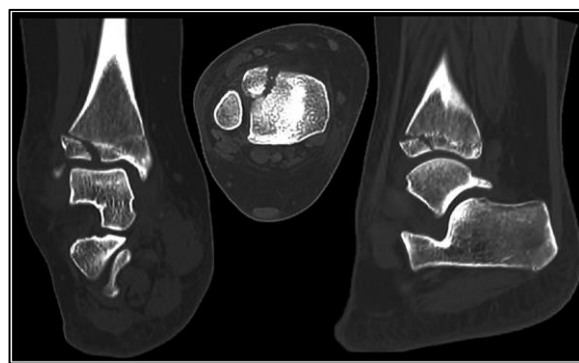


Imagen 11. TC de una fractura de Tillaux⁷

C. Resonancia magnética (RM).

El papel de la RM en las fracturas juveniles de tobillo es bastante relevante, ya que expone a menor radiación que la TC. Por ello, a pesar de aportar menos información, puede ser de elección en niños y adolescentes si la información que nos aporta resulta suficiente. Puede dar información de las partes blandas y cartilaginosas. Se puede utilizar para detectar fracturas ocultas que asocien lesiones de estas regiones o para establecer el desplazamiento en los casos en los que haya una osificación incompleta del maléolo. También puede resultar útil cuando persista el dolor en fracturas ya consolidadas y para evaluar el cierre prematuro de la fisis^{1,4,6,7,9,16,17,19}.

Las principales indicaciones son diferenciar las lesiones de bajo grado de fracturas SH-I y II no desplazadas y cuando haya sospecha de lesión osteocondral. No está indicado su uso ante lesiones del tobillo lateral en niños con imagen de Rx negativa porque no va a cambiar el plan terapéutico ni los resultados funcionales^{5,6,10}.

Un estudio realizado a diversos pacientes diagnosticados de fracturas aisladas de peroné distal demostró con la realización de RM que la mayoría tenían realmente lesiones ligamentosas o edema óseo. Pero esto no tiene mucha relevancia clínica porque no hay diferencias en los resultados funcionales^{6,7}.

7. TRATAMIENTO.

El manejo de las fracturas de tobillo depende de muchos factores. Algunos de ellos son su localización, grado de desplazamiento, tipo de Salter-Harris, edad, estabilidad, afectación articular, mecanismo de lesión, situación clínica y la información obtenida en las pruebas de imagen. El tratamiento podrá ser conservador o quirúrgico^{1,2,16}.

Los objetivos son obtener una reducción anatómica, conseguir un alineamiento funcional, la congruencia articular y una fijación estable y prevenir deformidades o complicaciones. La protección de la fisis constituye un objetivo específico del tratamiento de las fracturas de niños y adolescentes^{1,3,5-7,16,23}.

7.1. *Planteamiento conservador.*

Hay que saber en qué casos elegir un tratamiento conservador ya que no conseguir una reducción anatómica conlleva un riesgo de indicación quirúrgica secundaria. Pero si está indicado el manejo conservador, se evitan todas las complicaciones asociadas a la cirugía. Las principales indicaciones son las fracturas estables y no desplazadas (o mínimamente desplazadas)^{5,7,9,10}.

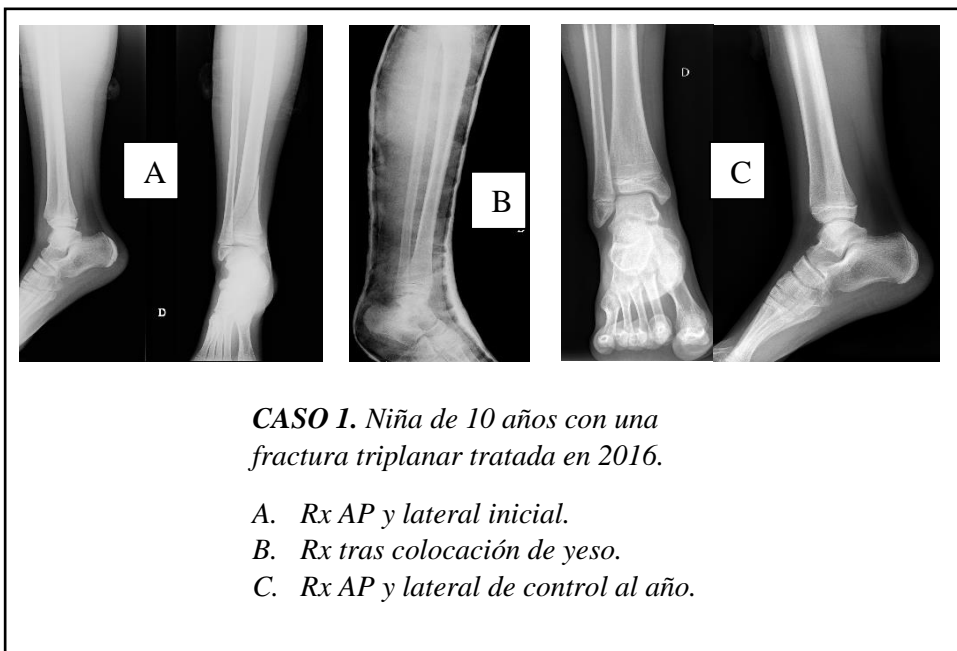
El tratamiento conservador consiste en la inmovilización de la región lesionada y la descarga funcional con una o dos muletas. El tiempo que permanece la articulación inmovilizada depende de los factores previamente descritos y algunas circunstancias sociales. En niños menores de 2 años puede mantenerse menos tiempo del habitual. Después se pasa a una bota especial que permite caminar para ir cargando peso progresivamente sobre el tobillo lesionado. También es recomendable tras la inmovilización comenzar con una terapia física dirigida al fortalecimiento del tobillo, a aumentar el rango de movimiento y la propiocepción^{1,5,7,9,12,16}.

Hay distintos métodos de inmovilización que se diferencian en los grados de rigidez, su disponibilidad y el coste. Destacan el vendaje funcional, las tobilleras, la bota prefabricada, la férula y la escayola. El vendaje funcional con frío local es el que permite la movilización más precoz y el que aporta la menor rigidez, pudiendo sufrir bastante dolor los primeros días. Las tobilleras se pueden poner y quitar y permiten la flexión dorsal y plantar dando soporte al tobillo. La férula enyesada lleva unas tiras de

velcro que también permiten retirarla, pero es resistente a la flexión. La escayola da el mayor grado de inmovilización y protección, lo que puede ayudar a controlar el dolor, pero limita la movilización precoz. Suele colocarse por debajo de la rodilla, pero puede alargarse por encima de esta durante las primeras semanas en las fracturas desplazadas SH-I o II y cuando se sospeche un mal cumplimiento terapéutico^{1,7,9,16,20}.

Al comparar los distintos métodos de tratamiento conservador, se comprobó que la vuelta a la actividad normal era más rápida en los niños tratados de manera funcional (hielo y movilización precoz). Después iban los que usaron tobillera, seguidos de los que llevaron férula y, por último, los tratados con escayola. Los niños tratados con tobillera o férula tuvieron una mejor recuperación funcional, padeciendo menos dolor una vez finalizado el tratamiento y menos complicaciones que los tratados con escayola. No hay diferencias en cuanto a poder volver a cargar peso sin dolor sobre el tobillo lesionado al comparar los diferentes métodos de tratamiento conservador^{7,9,20}.

Se recomienda realizar una radiografía de control a los 7-10 días para confirmar que el tobillo sigue estable y que no hay un desplazamiento tardío o que haya pasado desapercibido. En algunos casos, se hacen radiografías periódicas cada 2 semanas^{1,5,7,9}.



Caso cedido por la Dra. Seral

A. Consideraciones específicas de cada tipo de fractura.

Las fracturas del peroné distal suelen ser SH-I o SH-II con desplazamiento mínimo o inexistente. Si no asocian otras lesiones, se tratan con una ortesis preferiblemente desmontable y descarga funcional durante 3 o 4 semanas^{1,2,7}.

Para las fracturas tibiales no desplazadas de SH-I a SH-IV y para las de Tillaux con indicación conservadora, se coloca un yeso suropédico durante 3-4 semanas^{2,6,7,23}.

Tanto las fracturas triplanares como las no desplazadas no se intervendrán quirúrgicamente porque no necesitan una reducción perfectamente anatómica. Se coloca un yeso cruropédico durante 4 semanas para pasar a un yeso suropédico o una bota especial sin soportar peso durante las siguientes 2 semanas (*caso 1*)^{4,6,7}.

7.2. *Planteamiento quirúrgico.*

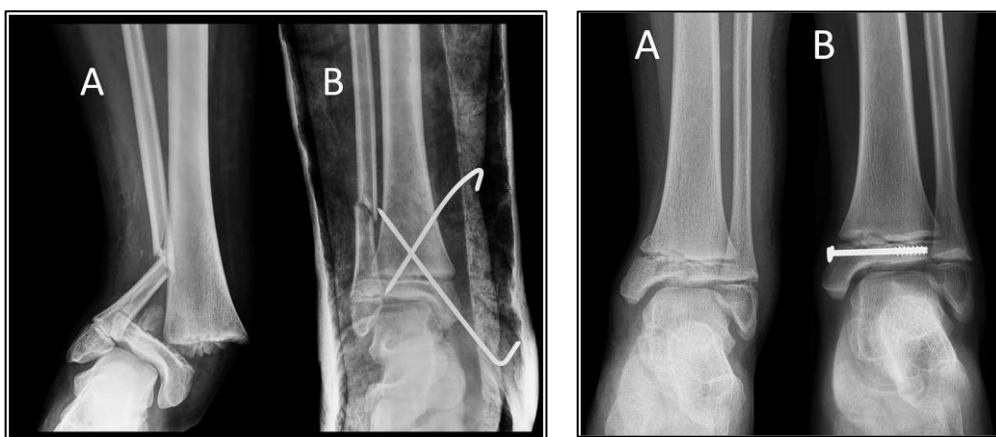
La cirugía permite una reducción anatómica y es de elección ante fracturas desplazadas más de 2 mm, inestables o si la fisis está afectada. Se consideran fracturas inestables las fracturas del maléolo lateral con desplazamiento del astrágalo, un maléolo lateral desplazado más de 3 mm y las fracturas bimaleolares y trimaleolares^{5-7,9,10,23}.

El tratamiento quirúrgico se compone de una reducción (abierta o cerrada), seguida o no de una fijación (interna o externa). Después hay un periodo de inmovilización similar al del tratamiento conservador^{2,4,6,7,9,12}.

Para la fijación interna se utilizan diferentes tornillos y/o agujas de Kirschner. Se emplean agujas lisas en los casos en los que haya que atravesar la fisis. Si hay que suturar, es preferible utilizar material de sutura absorbible en lugar de alambre porque este tendría que retirarse posteriormente para permitir el correcto crecimiento fisario^{6,9}. En un estudio se demostró que el tiempo quirúrgico era menor en los pacientes tratados con las agujas de Kirschner que en los tratados mediante reducción abierta y fijación interna (RAFI)⁸.

Se puede aplicar de manera práctica la clasificación de Días y Tachdjian al realizar una reducción cerrada. Sabiendo cómo han sido las fuerzas que han producido la lesión, podremos reducir el tobillo aplicando las maniobras en la dirección opuesta a estas fuerzas^{5,21}.

Las fracturas desplazadas suelen tratarse con una reducción cerrada bajo anestesia general. La RAFI es de elección para las fracturas de alto riesgo, las que tengan un gran desplazamiento, las que no puedan reducirse de manera cerrada, las intraarticulares, las SH-I y SH-II desplazadas y las SH-III, SH-IV y SH-V (*imágenes 12 y 13*). Se considerará que la reducción cerrada ha fracasado cuando haya un mal alineamiento o ensanchamiento fisario, en cuyo caso habrá que realizar una reducción abierta, al igual que en todas las fracturas articulares. El mal alineamiento se define como un varo o valgo de mínimo 5° o ante o recurvatum de mínimo 10°. El ensanchamiento fisario puede ser por un espacio articular mayor a 2 mm o un desplazamiento fisario mayor de 3 mm^{1,5,6,7,16,20}.



Imágenes 12 y 13. Rx pre y postoperatorias de una fractura de tibia y peroné distales SH-II y SH-IV, respectivamente⁷

Ver ensanchamiento fisario en la Rx sugiere atrapamiento del periostio. En estos casos habrá que realizar una reducción abierta para extirpar ese periostio y lograr así la reducción anatómica. La fijación se hará con tornillos por fuera de la fisis y, si no fuese posible, con agujas atravesando la fisis^{1,16}.

Ante la necesidad de realizar una reducción abierta, la técnica artroscópica ha demostrado tener ciertas ventajas, especialmente en las fracturas transicionales. Algunas de ellas son: menos tiempo, menor sangrado, menor tasa de complicaciones y recuperaciones más rápidas²⁵.

Se hacen Rx postreducción para valorar si se ha logrado el alineamiento y la reducción. Se hará una TC si no se puede evaluar bien con la Rx^{1,2,5-7}. El seguimiento de las fracturas con tratamiento quirúrgico debe durar como mínimo un año¹⁶.

Si se observa un mal alineamiento o ensanchamiento fisario, deberá estudiarse el crecimiento residual para decidir la estrategia a seguir. Si las alteraciones del alineamiento se dan en niños a los que les quedan menos de 3 años de crecimiento o el ensanchamiento fisario en los que les quedan más de 3 años, se considerará el tratamiento quirúrgico. Si no se cumplen estas franjas de edad, no suele intervenir por no tener prácticamente ningún impacto sobre el posible retraso del crecimiento^{1,5}.

Para la inmovilización posterior suele ponerse yeso suropédico en las fracturas más distales, como las de Tillaux. Se pone yeso cruropédico en las intraarticulares que afectan a la metáfisis y en las que hay un componente rotacional¹.

Es importante no olvidar administrar profilaxis antitetánica y cobertura antibiótica dependiente del grado de la misma, ante una fractura abierta de tobillo².

A. Consideraciones específicas de cada tipo de fractura.

En los casos en los que la lesión afecta a la sindesmosis, el principal indicador de necesidad de fijación quirúrgica es la presencia de un espacio medial en la visión oblicua mayor de 5 mm⁵. El tiempo de recuperación de estos pacientes habitualmente es más largo, pero esto no suele alterar los resultados funcionales¹².

Cuando se asocian una fractura de tibia y peroné distales, se siguen las indicaciones del tratamiento de las fracturas tibiales porque lo habitual es que la fractura peronea sea estable².

Si se opta por la reducción abierta en fracturas de la tibia distal, después se procede a la fijación interna con agujas de Kirschner en las SH-I y II (*caso 2*). Estas agujas se colocan atravesando la metáfisis, fisis y epífisis, pero siempre hay que procurar colocarlas en la localización fisaria más central posible. Las agujas se retiran 3 semanas después. La fijación en las SH-III y IV se hace con tornillos intraepifisarios. En las SH-III estos tornillos no atraviesan la fisis, pudiendo añadir un tornillo metafisario en las de tipo IV cuando el fragmento de la metáfisis sea demasiado grande^{2,6,7,26}.

En las fracturas SH-III y IV de la tibia distal se está probando la técnica de reducción asistida y fijación percutánea con artrografía para controlar que la reducción es adecuada. Los resultados obtenidos hasta el momento son buenos^{2,6,26}.

En el caso de las fracturas maleolares, la intervención quirúrgica se aconseja desde un desplazamiento mínimo de 1 mm para minimizar el riesgo de una mala unión

articular. Para la fijación se utilizan tornillos de 2 mm metafisarios y epifisarios, siempre evitando atravesar la fisis^{2,7,12}.



Caso cedido por la Dra. Seral

La técnica de elección para las fracturas de McFarland es la RAFI, cuya fijación idónea sería la transfisaria. En estos casos lo primordial es restaurar la congruencia articular, aunque haya que sacrificar un crecimiento perfecto¹⁶.

Para abordar las fracturas triplanares, la técnica más utilizada es la RAFI, seguida de la reducción cerrada con fijación percutánea (RCFP) y la fijación percutánea artroscópica (FPA). No se han encontrado diferencias significativas en cuanto a los resultados funcionales y a la incidencia de complicaciones entre los pacientes que recibieron cada uno de estos tratamientos, por lo que siempre que se pueda debería optarse por una fijación percutánea^{3,6}.

En el caso de las fracturas triplanares desplazadas más de 2 mm sí que será necesaria una reducción con fijación anatómica perfecta. La reducción cerrada será en flexión plantar y rotación interna, añadiendo la dorsiflexión si la fractura es de tipo SH-II⁴. No se conseguirá una correcta reducción si no se colocan los fragmentos óseos en la

secuencia correcta. Es preferible fijar primero los fragmentos con componente articular y después los fragmentos metafisarios. La aproximación será anteromedial o con aducción si el desplazamiento es medial y anterolateral o con rotación interna si afecta a la parte lateral. En los casos en los que haya un componente posterior SH-IV desplazado proximalmente, un acercamiento posterolateral limitado a la tibia puede facilitar la reducción^{1,6,7,19}.

Hay estudios que demuestran que, al individualizar cada caso, es posible tratar ciertas fracturas transicionales desplazadas entre 2 y 5 mm con una reducción cerrada si no cumplen ningún otro criterio de indicación quirúrgica. Se demostró que en estos casos no había diferencias significativas en los resultados funcionales deportivos al comparar los tratados con reducción abierta y cerrada^{1,2,24}.

La reducción cerrada en las fracturas de Tillaux se hace mediante inversión y flexión plantar, aplicando presión sobre la tibia anterolateral^{1,4,6,7,23}. Se necesita una reducción anatómica completa para que los resultados sean perfectos, por lo que no se deberá elegir un tratamiento conservador si la reducción puede ser incompleta²⁵.

Un estudio comparó la cirugía abierta clásica con la cirugía mini-abierta en pacientes con fracturas de Tillaux. En esta, la incisión es menor a 3 cm, prácticamente equivalente a las empleadas en la artroscopia. Las ventajas de este método incluyen una incisión y disección mínimas y una visión directa de la articulación. Permite retirar pequeños fragmentos óseos o de partes blandas si fuese necesario. Todo esto facilita la reducción anatómica completa, reduciendo el riesgo de una mala unión y de lesionar el nervio peroneo superficial, al poder observarlo directamente durante la intervención. La duración es muy corta y asocia menor sangrado, una tasa de complicaciones postoperatorias prácticamente inexistentes y minimiza el dolor postoperatorio. En comparación con la artroscopia, la posible extravasación del fluido en esta última asocia un mayor dolor postoperatorio y riesgo de síndrome compartimental, dificultando así la rehabilitación. Uno de los inconvenientes de la cirugía mini-abierta es que no permite retirar el tejido interpuesto en la línea fisaria por no mostrar la línea superior del área fracturada, pudiendo desembocar en una reducción incompleta y problemas fisarios²⁵.

8. COMPLICACIONES.

Lo primero a tener en cuenta es que ante cualquier lesión de tobillo existe un riesgo de disminución funcional de la movilidad, normalmente proporcional al tiempo de inmovilización. Por ello tiene tanta importancia la precocidad de la movilidad activa y rehabilitación con ejercicios de fortalecimiento, propiocepción y funcionalidad².

Cabe destacar el papel de los programas de prevención de lesiones. Estos programas son multifactoriales y suponen modificar la técnica deportiva y los hábitos diarios habituales. Se deben adaptar a factores como la edad y el sexo del deportista. Algunas de las medidas preventivas más útiles son: instalaciones y material deportivo en buenas condiciones, preparación física individualizada, calentamiento adaptado a cada persona y a la sesión posterior y supervisión de un entrenador durante la práctica deportiva. Todo esto ha demostrado disminuir la incidencia de lesiones entre los deportistas. Hay un aumento de la incidencia de fracturas entre los 14 y 17 años y probablemente se deba a que a estas edades se aumentan el tiempo y la intensidad de las sesiones deportivas. Se intenta replicar cada vez más los modelos de entrenamiento de los adultos, sin adaptarlo a las necesidades físicas de los adolescentes^{11,14}.

Hay factores que aumentan la probabilidad de obtener peores resultados funcionales tras el tratamiento de las fracturas de tobillo. Algunos de ellos son el sexo femenino, un IMC alto, un seguimiento corto, la presencia concomitante de luxación o la afectación de partes blandas o del astrágalo, la asociación de complicaciones y un intervalo preoperatorio y/o de recuperación prolongados. Las personas con un IMC más alto suelen asociar fuerzas mayores durante la lesión, lo que produce más lesiones de la sindesmosis. Cuando hay luxación, hay mayor daño de las partes blandas, aumentando el riesgo de que se lesione el cartílago. Por ello, la luxación tiene peores resultados funcionales, sin estar demostrada la relación directa de la presencia de luxación aislada con el impacto funcional. El intervalo preoperatorio se considera un indicador indirecto por estar asociado a lesiones de mayor energía^{10,12,24}.

Podemos dividir las complicaciones de las fracturas de tobillo en tempranas y tardías. Las tardías aparecen a las semanas o meses de la lesión⁵. Si nos centramos en las fracturas transicionales tratadas quirúrgicamente, algunas de las complicaciones que encontramos son: dehiscencia e infección superficial de la herida quirúrgica, formación de queloides y complicaciones relacionadas con los materiales de fijación²⁴.

8.1. Complicaciones tempranas.

Las lesiones más complejas, que suponen un mayor riesgo de daño de las partes blandas, serán las más propensas a presentar estas complicaciones⁵. Los tratados mediante cirugía abierta están más predispuestos a padecer algunas de estas complicaciones (lesiones nerviosas, infecciones y dolor persistente) que los tratados de manera percutánea²⁵.

A. Síndrome compartimental.

Lo más habitual es que se produzca tras lesiones complejas y producidas por mecanismos de alta energía, siendo posible que se produzca por el uso de la escayola⁵. Es poco frecuente su aparición tras una fractura juvenil de tobillo, pero debido a su gravedad y urgencia, no podemos pasarlo por alto^{6,7}.

B. Síndrome del retináculo extensor.

El mecanismo más frecuente es la compresión de la metáfisis anterior del tobillo por un excesivo desplazamiento de algunos fragmentos de fractura. El nervio más afectado es el peroneo profundo. La clínica consiste en debilidad muscular de los extensores de los dedos, hipoestesia del primer dedo e hiperalgesia a la flexión pasiva de los dedos^{1,5,6,7}.

C. Distrofia simpático refleja o síndrome regional complejo.

Es más habitual en mujeres. Podemos verlo tras la intervención quirúrgica de fracturas transicionales y en las fracturas de tobillo con luxación asociada^{2,10,24,25}.

La clínica es variada, pero los síntomas más habituales son dolor extremo, hiperalgesia y alteraciones sensitivas, motoras y dérmicas^{2,10}.

El tratamiento es multidisciplinar, combinando fármacos, terapia física y psicológica². Aunque no está totalmente demostrado, es posible que en un futuro se recomiende la vitamina C de rutina en el postoperatorio de los pacientes que padezcan fractura y luxación de tobillo asociadas para prevenir el desarrollo de este síndrome¹⁰.

8.2. Complicaciones tardías.

A. Cierre fisario prematuro (CFP).

Cualquier lesión de la placa del crecimiento puede causar su cierre prematuro^{2,3,9}. En toda fractura pediátrica y juvenil habrá que tener en cuenta el riesgo potencial de desarrollar esta complicación^{1,2,9}. Esta lesión fisaria puede verse agravada por intentos repetidos de reducción cerrada y por una técnica quirúrgica pobre^{2,5,16}.

La incidencia aumenta cuando hay fracturas concomitantes de tibia y peroné, en las producidas por mecanismos de alta energía y las que tienen un desplazamiento inicial significativo^{5,21}.

Si el cierre fisario se detiene parcialmente, puede provocar deformidades angulares y retraso del crecimiento. Si ocurre de manera completa posiblemente resulte en discrepancias de longitud entre ambas extremidades inferiores. El CFP puede provocar que el niño desarrolle cojera y osteoartrosis secundaria. Cuando afecta al peroné es posible que se produzca un sobrecrecimiento de la tibia, evolucionando a una deformidad en valgo. Sin embargo, el sobrecrecimiento del peroné es mejor tolerado que el tibial^{1,2,3,5,7,9}.

Se ve con mayor frecuencia en las fracturas SH-III y SH-IV, presentando también una alta incidencia las SH-II (cerca del 30%)²¹.

Al ser complicado lograr la reducción anatómica en las fracturas triplanares, cabe la posibilidad de desarrollar un CFP y artrosis si no se tratan correctamente^{9,19}. Hasta el momento, no se han registrado casos de CFP en fracturas de Tillaux²³.

Lo aconsejable para prevenir esta complicación es hacer un seguimiento con radiografías anuales o bianuales. Está indicado en los niños que hayan sufrido una fractura de tobillo a los que les queden más de 3 años de crecimiento, hasta que se confirme un crecimiento adecuado y simétrico de ambas extremidades (imagen 14)^{1,2,5}.



Imagen 14. Cierre fisario prematuro⁵

El tratamiento del CFP se basa en el tamaño de la barra fisaria y en el crecimiento residual del paciente. Se extirpará la fisis si está afectada en más de un 50%

y si al paciente le quedan más de 2 años de crecimiento. En los casos en los que no se cumplan estos criterios se optará con una epifisiodesis con o sin epifisiodesis contralateral^{5,6}.

B. Retraso del crecimiento.

En las fracturas SH-I es poco frecuente, y un poco mayor en las SH-II por la posibilidad de interposición del periostio. Aumenta el riesgo en SH-III y IV, junto con el de deformidad y daño degenerativo intraarticular. Las fracturas con mayor tasa de retraso del crecimiento son las de McFarland, asociando deformidades angulares^{5,7,16}. En las fracturas de Tillaux hay poco riesgo de que ocurra, ya que el paciente está cerca de alcanzar la madurez esquelética. La probabilidad es similar, aunque algo mayor, en las triplanares al darse en adolescentes más jóvenes^{1,4-6,23}.

En las radiografías de seguimiento habría que hacer hincapié en las líneas de Park-Harris, fisiológicamente paralelas a la fisis. Si presentan cualquier otra orientación, deberíamos sospechar de un potencial retraso del crecimiento por formación de puentes óseos en la fisis^{5,7,16}.

Un posible tratamiento del retraso del crecimiento secundario a formaciones anormales fisarias consiste en la resección quirúrgica de estas interposiciones de grasa¹⁶.

C. Alteraciones de la unión y deformidades.

La mala unión articular es una complicación poco frecuente. Las fracturas que asocian un riesgo mayor son las del maléolo medial, seguidas de las SH-IV porque afectan a todas las capas fisarias y SH-III por ser intraarticulares. Las fracturas peroneas asocian menor riesgo que las tibiales. Lo que se aconseja para disminuir este riesgo es realizar una fijación interna siempre que sea posible^{1,4,7}.

Un estudio demostró que los pacientes con fracturas de Tillaux que cumplían criterios quirúrgicos tratados de manera conservadora, tenían una incidencia mayor de desplazamiento residual de 2 mm y de deformidad. Esta deformidad incluía el acortamiento tibial, deformidades angulares y en valgo y la incongruencia articular^{5,23}.

El tratamiento de las uniones anómalas depende si esta unión es intraarticular o no¹¹. Si lo es, habría que valorar una osteotomía con fijación¹.

D. Osteoartrosis.

La incidencia aumenta cuando el espacio articular es mayor a 3 mm, si el cartílago está lesionado, en las fracturas intraarticulares o si los fragmentos óseos no quedan reducidos anatómicamente, resultando en una deformidad que aumenta la carga biomecánica de la articulación. Por lo tanto, algunos predictores del resultado son el tipo de lesión, la cantidad de desplazamiento inicial y la calidad de la reducción^{5,9}.

La mayoría de los casos se dan en fracturas SH-III o IV¹. Las fracturas de Tillaux conllevan riesgo de osteoartrosis degenerativa, de rigidez y de dolor persistente por ser intraarticulares²⁵. Un tercio de las fracturas que afectan por más de una zona a los maléolos desarrollan artrosis postraumática, guardando relación con una menor incongruencia, una peor alineación y una mayor inestabilidad de la sindesmosis^{13,22}.

9. PROPUESTA DE PROYECTO.

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 a fin de crecimiento en pacientes esqueléticamente inmaduros.
4. Establecer un consenso en el estudio y tratamiento quirúrgico de las fracturas de tobillo.

HIPÓTESIS DEL TRABAJO.

1. El peso y el mecanismo de producción influyen en el tipo de fractura.
2. En niños las técnicas de osteosíntesis y el mecanismo de fractura afectan al cierre de la fisis de crecimiento.
3. La epifisiolisis SH-I es el tipo más frecuente en las fracturas alrededor del tobillo.

MATERIAL Y MÉTODOS.

- Se plantea un estudio observacional retrospectivo, con 30 pacientes tratados de fractura de tobillo, con una evolución a 10 años de seguimiento medio.
- Factores de inclusión:
 - Fractura alrededor del tobillo, tanto en tibia como en peroné.
 - Pacientes esqueléticamente inmaduros.
 - Tratamiento ortopédico o quirúrgico.
- Factores de exclusión:
 - Pacientes esqueléticamente maduros.
 - No han tenido seguimiento en consultas.
- Datos epidemiológicos:
 - Edad.
 - Sexo.
 - Actividad deportiva.
 - Madurez esquelética.
 - Menarquia sí/no.
 - Peso.
 - Episodios previos de fracturas.
 - Remitido por: médico de atención primaria, colegio, fisioterapeuta, podólogo, traumatólogo.

- Clínica:
 - Dolor.
 - Derrame.
 - Inestabilidad.
 - Atrofia.
 - Sudeck.
- Exploración:
 - Derrame articular.
 - Pies planos.
 - Anteversión femoral.
- Pruebas de imagen:
 - Telemetría en carga bilateral.
 - Rx simple de tobillo en: Proyección anteroposterior y lateral en carga.
 - TAC con medición TT-TG.
 - 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.

10. DISCUSIÓN Y REVISIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA.

Al analizar la literatura, se comprueba la diversidad de opiniones sobre algunos aspectos del manejo de las fracturas juveniles de tobillo.

Todos los estudios coinciden en la utilidad de la TC en las fracturas transicionales para valorar correctamente el patrón de fractura, el desplazamiento y orientar correctamente el diagnóstico. Un estudio de fracturas triplanares demostró el gran impacto que tiene la TC en este tipo de fracturas al compararlo con el uso únicamente de Rx. Pero en otro estudio no se observaron diferencias en los resultados funcionales o en la incidencia de complicaciones. Esto concluyó en que la TC no debería usarse en todas las fracturas triplanares, pero sí ante situaciones dudosas^{1,6}.

Algunos estudios recientes demostraron que lesiones previamente diagnosticadas como fracturas SH-I eran solamente esguinces al valorarlos con la RM. Sin embargo, los resultados funcionales al haber recibido el tratamiento para una fractura SH-I no eran diferentes de los tratados como esguinces. Por ello sigue en debate la utilidad de la RM y se cree importante hacer más estudios para poder valorar si esta prueba tiene relevancia clínica en el estudio de estos pacientes o no^{9,13}.

Tampoco termina de haber consenso acerca de si es preferible la reducción abierta o cerrada en algunos tipos de fractura. Un metaanálisis que comparó ambas alternativas en fracturas fisarias distales, no halló resultados estadísticamente significativos. Algunos estudios han demostrado que los resultados funcionales ante fracturas triplanares son similares en cuanto a las tasas de complicaciones. Resultados equivalentes se obtuvieron en un estudio que comparó fracturas de tobillo que requirieron fijación de la sindesmosis de otras que no. Se observan más complicaciones en las fracturas tratadas quirúrgicamente, pero en cuanto a los resultados funcionales no se encuentran diferencias significativas^{1,6,12,24}.

Kim, Song y Lee, en un estudio de 2010 indicaban que no hay certeza de si resulta más beneficioso un tratamiento quirúrgico o conservador en casos seleccionados. Esto ocurre porque en muchas ocasiones puedes valorar hacer una cirugía para evitar ciertas complicaciones, pero el tiempo de recuperación podría ser mayor frente al tratamiento conservador¹⁹.

11. CONCLUSIONES.

1. Ante cualquier fractura en un niño o adolescente, lo primero que hay que plantear es una buena anamnesis. Es importante pedir pruebas de imagen para completar el estudio, pero esto debe hacerse una vez está orientado el diagnóstico y no como paso inicial.

2. Las lesiones en los adolescentes tienen unas particularidades que hacen imposible plantear su manejo de manera similar a los adultos. Por ello, el número de estudios es menor. Pero si se desarrollasen más estudios específicos en la población adolescente, se podrían desarrollar algoritmos sobre el diagnóstico y tratamiento de las fracturas transicionales.

3. La mejor intervención ante las fracturas juveniles de tobillo es el desarrollo de un buen programa de prevención. El principal problema es que para desarrollarlo correctamente debería individualizarse lo máximo posible y esto no siempre es posible.

4. Uno de los principales objetivos del tratamiento de estas fracturas siempre debería ser conseguir una reducción anatómica para que la vuelta a la actividad sea lo más similar posible a la previa a la lesión, teniendo siempre en cuenta que estos pacientes están en periodo de crecimiento, con todas las repercusiones que puede conllevar un tratamiento inadecuado.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Deniz Olgun Z, Maestre S. Management of Pediatric Ankle Fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018;11:475-84.
2. Matthew Solove MD, Turcotte Benedict F. Ankle Injuries in the Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emer Care.* 2020;36(5):248-56.
3. Venkatadass K, Sangeet G, Durga Prasad V, Rajasekaran S. Paediatric Ankle Fractures: Guidelines to Management. *Indian J Orthop.* 2021;55:35-46.
4. Gill LE, Klingele KE. Management of foot and ankle injuries in pediatric and adolescent athletes: a narrative review. *Orthop Res Rev.* 2018;10:19-30.
5. Chaturvedi A, Mann L, Cain U, Chaturvedi A, Klionsky NB. Acute Fractures and Dislocations of the Ankle and Foot in Children. *RG.* 2020;40(3):754-74.
6. Gaudiani MA, Knapik DM, Liu RW. Clinical Outcomes of Triplane Fractures Based on Imaging Modality Utilization and Management: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Pediatr Orthop.* 2020;40(10):936-41.
7. Cancino B, Sepúlveda M, Birrer E. Ankle fractures in children. *EFORT Open Rev.* 2021;6:593-606.
8. Kim WJ, Hind J, Ashwood N. Assessing Compliance to National Guidelines for Pediatric Wrist and Ankle Fractures in a District General Hospital. *Cureus.* 2021;13(11):1-5.
9. Yeung DE, Jia X, Miller CA, Barker SL. Interventions for treating ankle fractures in children (Review). *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;4:1-37.
10. Yaradilmis YU, Ögük C, Okkaoglu MC, Ates A, Demirkale I, Altay M. Injury mechanisms of ankle fractures with dislocation and análisis of differences on functional outcome. *Ulus Trauma Acil Cerrahi Derg.* 2020;26(5):818-25.
11. Zao W, Zhu Y, Ma J, Yan X, Zhang Y. Age-and Gender-Specific Epidemiologic Characteristics of Major Intra-Articular Fractures: Five-Year Data from a Level 1 Trauma Center. *Orthop Surg.* 2021;13(3):900-7.
12. Paez CJ, Lurie BM, Upasani VV, Pennock AT. Functional outcomes of unstable ankle fractures with and without syndesmotic fixation in the adolescent population. *J Child Orthop.* 2021;15:418-25.
13. Wang Z, Chen W, Zhu Y, Tian S, Zhao K, Guo J, et al. Incidence and missed diagnosis risk of occult posterior malleolar fractures associated with the tibial shaft fractures: a systematic review. *J Orthop Sur Res.* 2021;16:355-63.
14. Prieto-González P, Martínez-Castillo JL, Fernández-Galván LM, Casado A, Soporki S, Sánchez-Infante J. Epidemiology of Sports-Related Injuries and Associated Risk Factors in Adolescent Athletes: An Injury Surveillance. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:4857-74.
15. Jungmann F, Kämpgen B, Hahn F, Wagner D, Mildenerger P, Düber C, et al. Natural language processing of radiology reports to investigate the effects of the COVID-19 pandemic on the incidence and age distribution of fractures. *Skeletal Radiol.* 2022;51:375-80.
16. Chaudhry S, Dehne K. Ankle Fractures in Children. *Open J Trauma.* 2019;3(1):18-21.

17. Anand Prakash AA. Syndesmotic stability: Is there a radiological normal? – A systematic review. *Foot Ankle Surg.* 2018;24:174-84.
18. Waseem S, Nayar SK, Vemulapalli K. Paediatric talus fractures: A guide to management based on a review of the literature. *Injury.* 2021;53(3):1029-37.
19. Kim JR, Song KH, Song KJ, Lee HS. Treatment Outcomes of Triplane and Tillaux Fractures of the Ankle in Adolescence. *Clin Orthop Surg.* 2010;2(1):34-8.
20. Marson BA, Ng J, Myint Y, Grindlay DJC, Ollivere BJ. Management of “low-risk” ankle fractures in children: a systematic review. *Ann R Coll Surg Engl.* 2019;101:539-45.
21. Yuan Q, Zhen Y, Guo Z, Zhang F, Fang J, Zhu Z, et al. Open reduction and internal fixation for displaced Salter-Harris type II fractures of the distal tibia: a retrospective study of sixty-five cases in children. *J Orthop Surg Res.* 2021;16:224-30.
22. Tarallo L, Micheloni GM, Mazzi M, Rebeccato A, Novi M, Catani F. Advantages of preoperative planning using computed tomography scan for treatment of malleolar ankle fractures. *World J Orthop.* 2021;12(3):129-39.
23. Tak S, Qureshi M, Ackland JA, Arshad R, Salim J. Adolescent Tillaux Fractures: A Systematic Review of the Literature. *Cureus.* 2021;13(1):12860-71.
24. Lurie B, Rysselberghe NV, Pennock AT, Upasani VV. Functional Outcomes of Tillaux and Triplane Fractures with 2 to 5 Millimeters of Intra-Articular Gap. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102(8):679-86.
25. Ayas MS, Köse A, Terzi E, Dincer R, Topal M, Uymur EY, et al. Surgical management of displaced adolescent Tillaux Fractures with the mini-open technique. *Ulus Trauma Acil Cerrahi Derg.* 2021;27(1):109-14.
26. Accadbled F, N'Dele D. Arthroscopic Treatment of Pediatric Fractures. *J Ped Orthop.* 2018;38:29-32.