

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL CENTRAL CRUZ ROJA MEXICANA
DELEGACION DISTRITO FEDERAL**



**ANALISIS DE LA CLASIFICACION AO PEDIATRICA PARA
HUESOS LARGOS COMO GUIA DE TRATAMIENTO Y
PRONÓSTICO**

**TESIS
PARA OBTENER EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN ORTOPEDIA**

**PRESENTA:
DR. JORGE DARIO TEJADA HOYOS**

MEXICO D. F.

FEBRERO DEL 2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AUTOR

Dr. Jorge Darío Tejada Hoyos

Asesor de tesis

Dr. Alejandro Bello González

Hay tres cosas que no regresan en la vida:

La flecha lanzada,

La palabra pronunciada y

La oportunidad perdida...

No perdí esta oportunidad, asumí el riesgo y al final...

Lo logre!!!!

Dedico este triunfo a:

Dios, pues sin su fuerza hubiera sido imposible superar tantos tropiezos.

La virgen Santa María de Guadalupe, con el ejemplo de fe y amor incondicional me levantaron en los momentos más difíciles.

A mis hijos María Camila y Santiago, pues aportaron su amor, ternura, comprensión y de quienes me perdí muchos momentos hermosos de su infancia por sacar mi sueño adelante.

A todas las mujeres, niñas, niños y hombres mexicanos quienes con sus lesiones convirtieron a un hombre en un cirujano.

A Cecilia Mora, mi madre adoptiva en esta gran nación.

Al Hospital de la Cruz Roja Mexicana Delegación Distrito Federal, pues con su apoyo académico (plan de estudios y sedes de rotación extra hospitalaria) e instalaciones me ayudaron a superarme como persona.

A Myriam por su acompañamiento y decisión,

FIRMAS

Dr. Roberto Torres Ruiz

Director Médico Hospital Central Cruz Roja Mexicana

Dr. Sergio Delgadillo Gutiérrez

Jefe de Enseñanza

Dr. Alejandro Bello González

Jefe del Servicio de Ortopedia y Traumatología

INDICE

1. Resumen.....	6
2. Introducción.....	8
3. Antecedentes.....	9
4. Marco teórico.....	10
5. Planteamiento del problema.....	64
6. Hipótesis.....	65
7. Objetivos.....	66
8. Justificación.....	67
9. Metodología.....	68
10. Criterios de selección del estudio.....	69
11. Análisis estadístico.....	71
12. Resultados	72
13. Discusión	84
14. Conclusiones.....	86
15. Referencias	87
16. Anexo	89

RESUMEN

El análisis de las lesiones y la severidad de las mismas son factores importantes en la decisión quirúrgica de un cirujano, debido a la importancia de recuperar la funcionalidad de los pacientes pediátricos.

Estos factores deben ser documentados y analizados con una evaluación científica y apegados al rigor científico, con el respaldo de una clasificación que permita universalizar los métodos terapéuticos, pero hay múltiples sistemas de clasificación de las fracturas, muy pocas aceptadas universalmente como la clasificación AO.

Métodos:

Se realizó un estudio de tipo observacional, de cohortes, prospectivo y longitudinal, en el Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital de la Cruz Roja Mexicana Delegación Distrito Federal, durante el periodo comprendido entre el 1° de agosto del 2007 y el 31 de julio del 2008.

Resultados:

273 pacientes totales, 90 (33%) Eliminados por: 18 (6.7%) Altas voluntarias, 41 (15%) Se les realizó el diagnóstico y tratamiento inicial pero no regresaron a los

controles o no aparecen hojas de evolución, 31 (11,3%) No aparece el expediente en archivo clínico.

FINALMENTE: 179 pacientes como universo de estudio, 4 polifracturados.

Conclusiones:

La clasificación AO de fracturas en adultos sirve como parámetro para determinar el pronóstico y tiempo de consolidación, lo cual no ocurre en la clasificación pediátrica y se corrobora al observar igual proporción de consolidación entre fracturas simples y complejas.

El 78.15% de los pacientes se dieron de alta del servicio antes de las 12 semanas, independiente de la complejidad de la fractura.

Aunque las fracturas se clasifiquen como complejas (19 pacientes) el 68.4% se dieron de alta antes de las 12 semanas.

La clasificación no se utilizó como guía de tratamiento pues el criterio depende de la edad y el tipo de fractura.

El 16% de las fracturas de clasificación simple requirieron técnicas quirúrgicas mayores (clavos, placas) a diferencia de las complejas donde tan solo fue del 10.5%, es decir que no por ser más complejas necesitan técnicas quirúrgicas mayores.

Los arcos de movimiento no se ven afectados por el tipo o complejidad de las fracturas. Esto no se incluye en la clasificación AO pediátrica siendo un factor importante para el pronóstico.

INTRODUCCION

La necesidad de clasificar las fracturas pediátricas debe ir de la mano de la obligación de desarrollar con un adecuado control de calidad y el deseo de que sirva como base para determinar el desarrollo de estudios prospectivos o retrospectivos.

En comparación de las fracturas de los adultos, la gran dificultad de estudiar las fracturas de los niños no radica en la severidad o complejidad, sino en los mecanismos de crecimiento y desarrollo dependiente del patrón de la fractura o la edad del paciente.

Se han descrito muchas clasificaciones de fracturas pediátricas, pero ninguna ha sido validada científicamente, aunado a que no existe aún una clasificación de las fracturas diafisaria de los huesos largos.

Dentro del proceso de validación de una clasificación es importante cumplir con los siguientes procesos: Proponerla por un panel de expertos, realizar un estudio multicéntrico y finalmente se debe cumplir estos dos requisitos previamente para poder utilizarlo en la población general, las cuales se han cumplido previamente, pero no se ha estudiado los alcances de dicha clasificación como factor pronóstico o como guía de tratamiento.

ANTECEDENTES

Desde hace varios años se han realizado clasificaciones para definir las fracturas de los adultos como guía de diagnóstico y tratamiento así como una pauta del pronóstico de las mismas, como factor predominante posterior al tratamiento, obviamente si dejar de lado las consecuencias del tratamiento médico-quirúrgico.

Se han presentado múltiples clasificaciones previas, pero es hasta el año 2005 cuando el Teddy Slonog hace presentación de la clasificación desarrollada por él y su grupo de trabajo¹, donde se expone la clasificación y posteriormente realizan la validación del mismo en un estudio multicéntrico² en el 2007 y posteriormente lo presenta a la comunidad médica³ en general para la utilización, pero no hay un estudio sobre su verdadero uso como guía de tratamiento y factor pronóstico.

MARCO TEORICO

El cirujano ortopedista se enfrenta en la actualidad con un número de trastornos del crecimiento y desarrollo así como deformidades congénitas, cuya naturaleza y causa son probablemente entendidas y su tratamiento, por tanto, controvertido⁴. Junto a este cambio de contenido en las deformidades musculo-esqueléticas de la infancia, el tipo y complejidad de las lesiones traumáticas de la infancia también ha experimentado un cambio profundo en las últimas dos décadas. Hasta hace unos años las lesiones traumáticas infantiles más frecuentes consistían en lesiones cerradas de los huesos largos de baja o moderada energía. El tratamiento conservador basado en la correcta alineación e inmovilización de los fragmentos óseos proporcionaba resultados satisfactorios en la mayoría de estos casos. Raramente estaba indicado un procedimiento quirúrgico^{5,6,7,8,9}. En el momento actual, sin embargo, los cambios sociales, económicos, del cuidado del paciente y tecnológicos así como mayores expectativas en la obtención de mejores resultados anatómicos y funcionales han añadido nuevas facetas a la problemática del tratamiento de las lesiones traumáticas en el niño.

El primer aspecto a destacar es el aumento drástico de la incidencia de lesiones esqueléticas de alta energía, frecuentemente asociadas a lesiones de cráneo y toracoabdominales. Los accidentes de tránsito y los atropellados no solo son la causa principal de muerte en la infancia, sino que además tiene efectos en el

desarrollo psicosocial de los niños a largo plazo y además originan deformidades e incapacidad permanente^{10,11,12,13,14}.

La introducción del deporte de competencia en la edad escolar es otra de las características de la vida actual. Cada vez son más los niños y adolescentes que participan en deportes de competencia y a edades más tempranas. A menudo, los regímenes de entrenamiento de estos jóvenes atletas están caracterizados por su larga duración y alto nivel de intensidad. Desafortunadamente, esto va acompañado por un aumento en la incidencia de lesiones traumáticas y presenta para el médico encargado de su tratamiento una problemática que no se da en otras áreas de la traumatología^{15,16,17}.

Al decidir el tratamiento, el médico debe escoger un procedimiento que ofrezca los mínimos riesgos para el paciente y las máximas posibilidades de curación. El objetivo del tratamiento de las fracturas en la infancia es el de obtener la consolidación en la mejor posición anatómica, evitando deformidades angulares, rotacionales y/o discrepancias de longitud, manteniendo la máxima funcionalidad de la extremidad. Sin embargo errores de indicación y/o técnica quirúrgica pueden resultar en un defecto o déficit permanente, con las consiguientes consecuencias tanto psicológicas como socioeconómicas que conlleva.

CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO MÚSCULO- ESQUELÉTICO EN LA INFANCIA

El hueso es un tejido que se está renovando continuamente y tiene la capacidad única de reparación, llegando a recuperar su forma y capacidad mecánica originales después de una fractura. Esta capacidad de remodelación está mucho más acentuada durante el crecimiento, por lo que las lesiones esqueléticas en la infancia adquieren características especiales que los diferencian de las del adulto.

Aspectos estructurales y biomecánicos del hueso en desarrollo

El factor determinante de las características y propiedades estructurales del hueso en desarrollo es el proceso de crecimiento. Cada región anatómica (epífisis, metáfisis, diáfisis) varía sus características macroscópicas y microscópicas a lo largo de la infancia. Este cambio constante en la estructura ósea tiene una gran importancia clínica, ya que cada una de estas regiones se caracteriza por tener tipos de lesiones específicos y diferir en los procesos de curación y remodelación ósea durante el desarrollo, planteando de esta forma diferentes problemas en cuanto a las opciones de tratamiento y sus resultados a largo plazo.

Desde el punto de vista estructural y biomecánico existen dos aspectos que deben ser considerados en el tratamiento de las lesiones esqueléticas traumáticas: 1) los factores estructurales que determinan los diferentes patrones de fractura y 2) los

aspectos biomecánicos de los diferentes modos de tratamiento y su posible influencia en la curación de la fractura.

Factores biomecánicos del mecanismo y patrón de fractura

El hueso es un órgano complejo cuya estructura específica le capacita para realizar la función mecánica de soporte, respondiendo biológicamente a fuerzas mecánicas como prevé la ley de Wolf¹⁸. Son necesarios estímulos mecánicos para el continuo y ordenado desarrollo, tanto de los elementos cartilaginosos como óseos del hueso. Sin embargo, se produce una fractura cuando el hueso es sobrecargado mecánicamente, tras lo cual se activarán una compleja serie de eventos biológicos dirigidos hacia la reparación y la restauración de las funciones originales del hueso.

Las fuerzas extrínsecas que actúan sobre el hueso pueden provocar, por tanto, una respuesta fisiológica o una respuesta anormal (microtraumatismo, fractura plástica o completa), dependiendo de la magnitud, duración y como de las características mecánicas del tejido (figura 1). Estas propiedades mecánicas del hueso dependen de: 1) las propiedades materiales de sus componentes, 2) sus formas y dimensiones y 3) las conexiones o interfaces entre los distintos componentes.

Ante una sobrecarga, los huesos de los niños pueden absorber más energía después de la fractura, lo que evita su propagación. Las fracturas conminutas de los huesos largos son muy infrecuentes en la infancia, siendo sin embargo características las deformidades plásticas, las fracturas en tallo verde, por compresión de las metáfisis y las lesiones del cartílago de crecimiento.

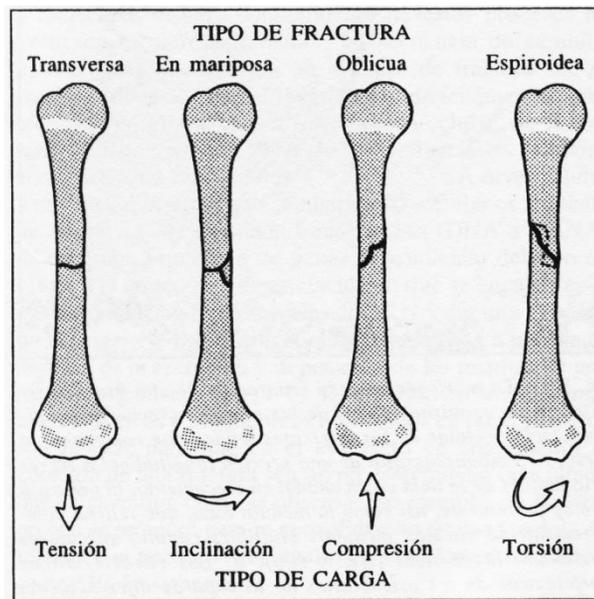


Figura 1 Los patrones de fractura viene determinados por las características del material, así como el tipo de fuerza aplicada. Representación esquemática de los diferentes tipos de fracturas y sus mecanismos de producción.

Factores biomecánicos del tratamiento de las fracturas y de su reparación

Existen actualmente numerosas técnicas de fijación para el tratamiento de las fracturas. Cada método proporciona niveles específicos de fijación y crea un ambiente mecánico particular que afecta profundamente la biología y las características radiográficas del proceso de reparación de la fractura. Cuando se utiliza una síntesis, el hueso fracturado y el aparato de fijación forman un sistema mecánico integrado. Este, por tanto, puede ser modificado o controlado dependiendo de las características de la fractura, del tipo de síntesis o de la relación síntesis-hueso^{19, 20}.

Los aspectos clínicos específicos de cada caso dictan la mejor opción de tratamiento, si bien, a veces, pueden considerarse diferentes técnicas de fijación de la fractura. La elección del método adecuado en cada caso particular se basa en las expectativas de obtención de una síntesis estable. Sin embargo, varios estudios experimentales han demostrado que no existen diferencias significativas en el tiempo necesario para la recuperación normal de las propiedades mecánicas del hueso (medidas como resistencia a fractura y rigidez) y que la unión ósea se produce independiente del método de fijación^{21, 22, 23,24,25}.

Aspectos fisiológicos y de reparación de las lesiones traumáticas

La composición molecular y los mecanismos de control de la fisiología ósea y de la reparación de las fracturas son asombrosamente constantes en todos los mamíferos. Sea cual sea la especie animal, el tejido óseo está siempre constituido por dos fases: una mineral (65%) y otra orgánica (35%). La fase mineral está compuesta de diferentes sales de fosfato cálcico, la mayor parte en forma de hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)(\text{OH})^2$). El colágeno tipo I constituye aproximadamente el 95% (peso seco) de la fase orgánica, siendo el resto

diferentes glicoproteínas (osteonectina, osteocalcina, osteoponina y otras) y proteoglicanos. Junto a estos componentes estructurales, diferentes factores de crecimiento (BMPs, TGF13) forman parte de esta matriz extracelular, algunos en concentraciones 100 veces superiores a las de cualquier otro tejido o de la sangre^{26,27,28,29}.

La función de estos componentes es múltiple. El colágeno proporciona al hueso su elasticidad, flexibilidad y resistencia a tensiones. Los cristales inorgánicos, su rigidez, dureza y resistencia a la compresión. Los otros componentes de esta matriz ósea se cree que colaboran en los procesos de mineralización.

Durante el desarrollo y posteriormente en la vida adulta, el tejido óseo está sujeto a un constante proceso de modificación estructural, en el que todos los

componentes están interrelacionados. La actividad de todos estos grupos celulares es controlada directa o indirectamente por factores de crecimiento y maduración sistémicos o locales producidos en el propio hueso (figura 2) y por las demandas mecánicas.

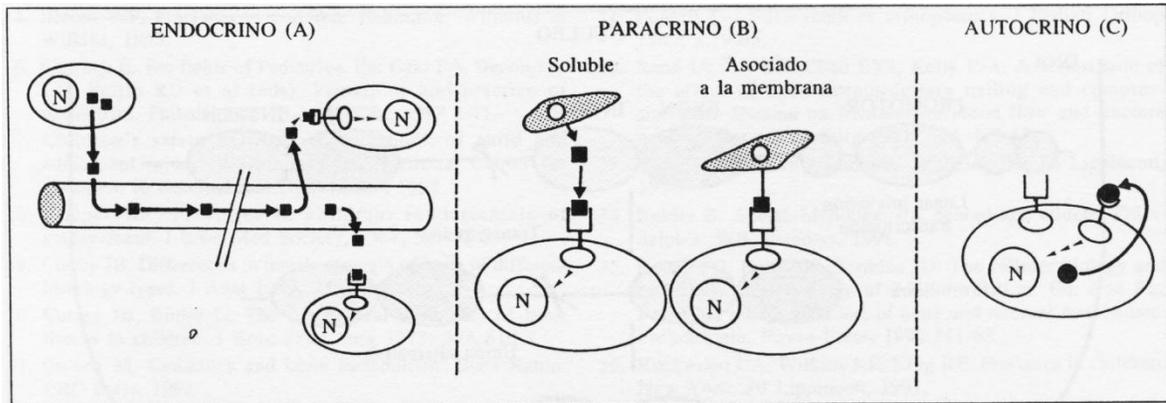


Fig. 2 Los mecanismos de control de la actividad fisiológica celular o de reparación de una fractura se clasifican dependiendo de la distancia a la que operan. A: Endocrino: células especializadas secretan hormonas, las cuales viajan a través de la sangre para actuar en células diana ampliamente distribuidas en diferentes tejidos. B: Paracrino: un grupo celular secreta un factor químico que por ser rápidamente captado, destruido o inmovilizado actúa solo en células de su alrededor. C: Autocrino: una célula produce un factor que controla su propia actividad.

Por último, deben considerarse dos aspectos prácticos que caracterizan y diferencian las fracturas de los niños: la remodelación ósea de deformidades residuales y la ausencia de atrofia y rigidez articular tras una fractura.

REMODELACION OSEA

Tras una fractura, la obtención de la forma original implica diferencias localizadas de formación y reabsorción ósea a lo largo de las superficies periósticas y endósticas, así como un crecimiento diferencial de los cartílagos de crecimiento adyacentes. Estas actividades se hacen efectivas en el último estadio de la reparación de la fractura, si bien los mecanismos biológicos y de control no son conocidos^{30,31,32,33,34,35,36}.

Prácticamente, la necesidad de reducción de una fractura está fundamentalmente basada en la experiencia clínica de la predictibilidad de la remodelación. Los factores que influyen en esta capacidad de remodelación son la edad, la localización de la fractura y el grado de angulación.

BIOLOGIA DE LA REPARACION DE LAS FRACTURAS DEL HUESO EN CRECIMIENTO

El esqueleto del niño es dinámico como suma del crecimiento y la maduración. Al mismo tiempo, el hueso en crecimiento en comparación con el del adulto es un hueso menos mineralizado, mas hidratado y de estructura más porosa, que resiste menos la compresión que el hueso adulto.

Proceso de osificación

Existen dos vías de osificación del esqueleto:

- a) Osificación membranosa o intramembranosa: Se produce por osificación directa del tejido conjuntivo embrionario a través de una diferenciación de los osteoblastos. El tejido óseo formado tiene los caracteres de un tejido óseo primitivo. Este tipo de osificación es similar a la perióstica, la cual es la responsable del crecimiento a lo ancho del hueso.

- b) Osificación endondral: Se hace sobre una maqueta cartilaginosa previamente configurada sobre el tejido mesénquimal primitivo (Figura 3). El centro de esta maqueta, tras sufrir un proceso de degeneración condrocitaria, va a ser invadido por un tejido conjuntivo-vascular sobre el cual se establece una diferenciación osteoblástica. Los osteoblastos empiezan a depositar sustancia osteoide sobre esta zona, la cual una vez calcificada se convierte en el centro de osificación primaria.

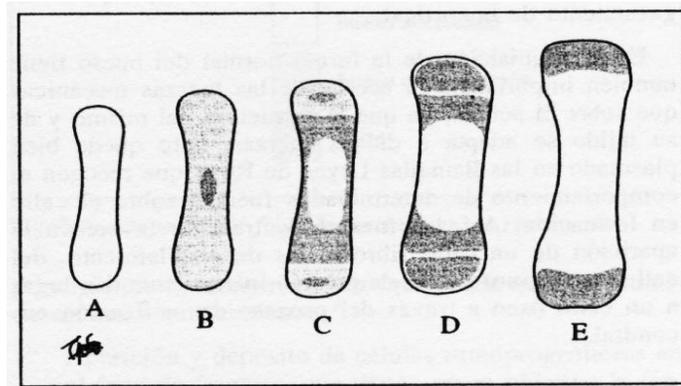


Figura 3. Osificación endondral. A: Núcleo cartilaginoso en el centro de la maqueta conjuntiva. B: Núcleo de osificación primaria centrodiafisario. C: Núcleos de osificación secundarios epifisarios. D: Epífisis y metáfisis separadas por el cartílago fisario. E: Hueso largo al finalizar el crecimiento.

La osificación endcondral es responsable del crecimiento en longitud a través de la actividad de la fisis, que cesa con la maduración y osificación y el cierre de las mismas, las cuales quedan sustituidas por una placa de tejido óseo compacto.

TIPOS DE REPARACION

Consolidación primaria o per priman: es aquella en la cual se repara la fractura sin evidencia de formación de callo al menos macroscópicamente y la consolidación secundaria la cual es más frecuente y es aquella donde se observa la formación de callo de osificación.

La reacción del hueso ante la fractura se traduce en las fases primeras del proceso reparativo por una respuesta perióstica, que tiene por objeto la formación de un puente entre los fragmentos. También se produce una respuesta de los tejidos blandos periféricos que, mediante la creación de un callo precoz, impide la excesiva movilidad del foco. Existe también una respuesta a nivel de la médula ósea desde el endostio, que tarda más en aparecer y no está sometida a influencias mecánicas (figura 4).

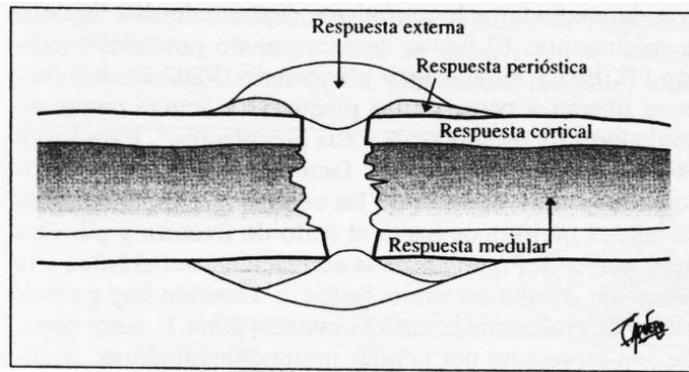


Figura 4 *Respuesta del hueso a la fractura*

La consolidación cortical primaria es la última forma de respuesta reparadora y con ella están implicadas las células del hueso cortical vivo de los extremos fracturarios. Los osteoclastos han de excavar el camino en el hueso cortical para los vasos, los cuales formarán los sistemas osteónicos o sistemas haversianos. No obstante, se trata de una consolidación que se hace muy lentamente y que es el tipo de respuesta quizá menos segura. Tiene lugar en defectos corticales³⁷ y en las fracturas tratadas mediante placas a compresión y fijadores externos (figura 5).

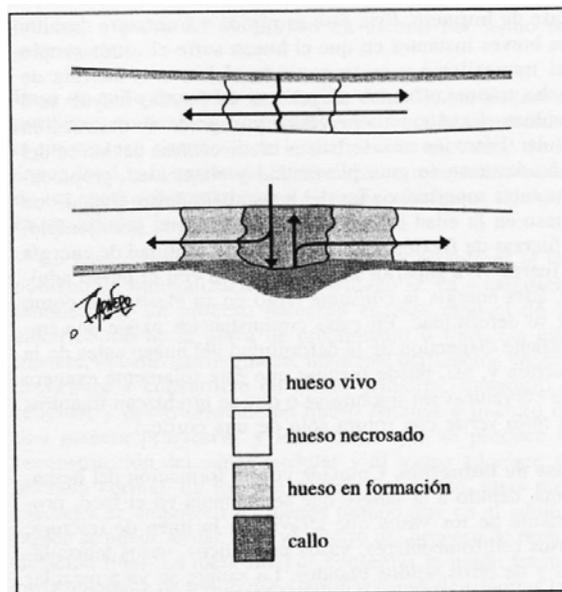


Figura 5 *Aspecto del foco de fractura en su reparación*

LAS FASES DEL PROCESO DE REPARACION

Basándose en los trabajos de Happenstall³⁸ y McKibbin³⁹ podemos considerar los siguientes estadios o fases en el proceso de reparación de una fractura:

1. Fase de impacto.
2. Fase de inducción.
3. Fase de inflamación (actividad celular).
4. Fase de callo blando (cartilaginoso).
5. Fase de callo duro (óseo).
6. Fase de remodelación.

Fase de impacto

Es una fase breve y ocurre durante los momentos en los cuales el hueso sufre el estrés propio del traumatismo y es transmitida la energía de dicho trauma, siendo así, mientras mayor sea la fuerza mayor será el grado de destrucción.

Fase de inducción

Es la fase de formación del hematoma la cual procede de los vasos que atraviesan el sitio de la fractura, mezclándose con los restos de otros tejidos y se formara un coagulo, el cual además formara parte de la modulación e inducción celular, al encontrarse en el prostaglandinas, quininas y proteínas.

Fase de inflamación

Posterior a la quimiotaxis resultante de la activación de las células inflamatorias, comienza la activación de diferentes factores estimulantes de la formación de complejos activadores de respuesta celular los cuales son los responsables el dolor y la tumefacción y se prolonga hasta unas 48 horas aproximadamente.

Fase de callo blando

Al infiltrarse los tejidos por el proceso de granulación se produce una marcada actividad celular con aumento de la vascularización y comienzan a aparecer condroblastos que reemplazan el tejido mesenquimatoso (predominantemente fibroso) por tejido condroide, ocurriendo desde el 9º hasta la 3ª semana (Figura 6).

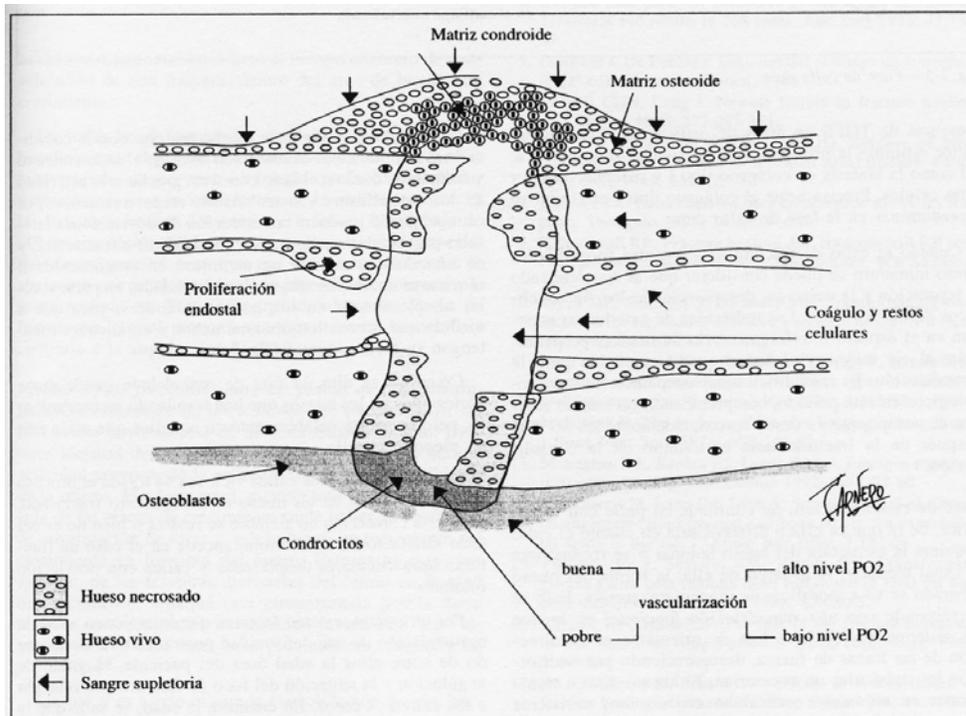


Figura 6 Fase de actividad celular y callo blando.

Fase de callo duro

La sustitución del callo cartilaginoso por hueso no laminar, estableciéndose el fenómeno de mineralización, calcificándose el cartílago, convirtiéndose en hueso primario, inmaduro y posteriormente en hueso laminar o maduro de forma progresiva. La meta final es conseguir la unión fracturaria mediante un tejido óseo laminar capaz de soportar las cargas y ser mecánicamente competente (Figura 7), con una duración aproximada de 30 días.

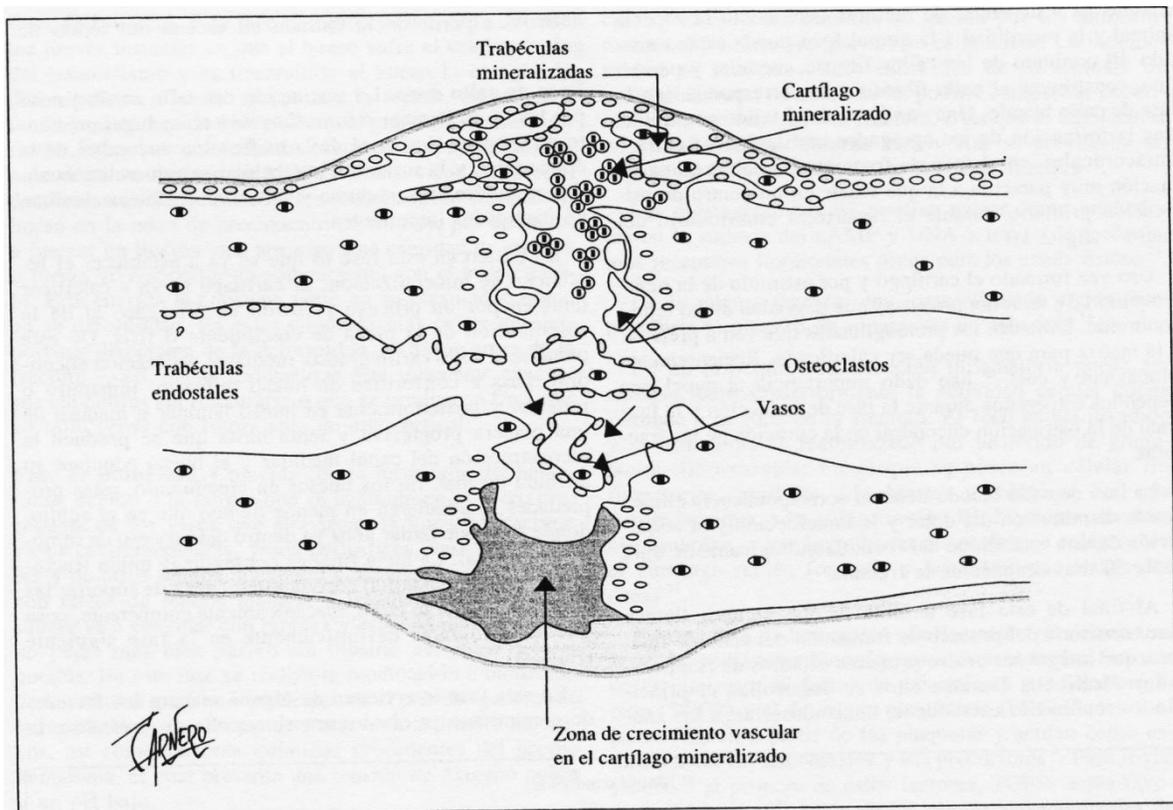


Figura 7 Fase de callo duro.

Fase de remodelación

Durante su proceso, la forma del hueso va a modificarse de manera progresiva, donde los sistemas trabeculares han de orientarse en la dirección de las líneas de fuerza y reabsorbiéndose las trabéculas no necesarias, es así como se corrigen ciertas angulaciones, además del acompañamiento del remodelado por crecimiento (Figura 8).

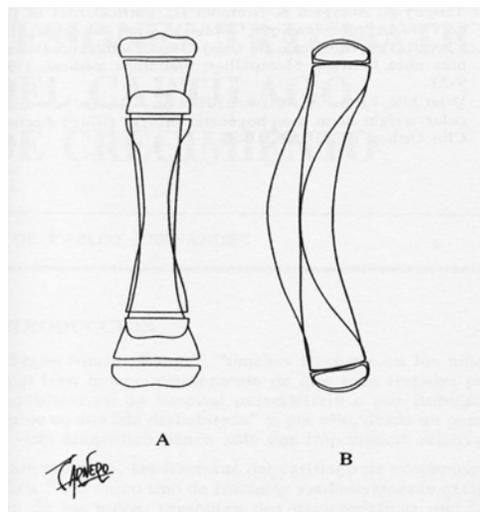


Figura 8 A: Remodelado en el crecimiento longitudinal normal. B: Remodelado por crecimiento asimétrico in situ tras una fractura.

LESIONES TRAUMATICAS DEL CARTILAGO DE CRECIMIENTO

Son exclusivas de los niños debido a las características anatómicas y fisiológicas del crecimiento⁴⁰, requiriendo además especial atención en el tratamiento de las mismas debido a dos factores importantes: La gravedad de las secuelas que

pueden quedar como consecuencia de un tratamiento incorrecto y por su elevada frecuencia.

Se entiende como lesión fisaria aquel que compromete al cartílago de crecimiento, siendo este una formación discoidea situada entre la epífisis y metáfisis de los huesos largos y cuya función principal es el crecimiento longitudinal y latitudinal de los mismos.

Está formada por un conjunto de células el cual puede dividirse en tres grupos dependiendo del tejido que la forma: un componente cartilaginoso dividido en varias capas (germinal, proliferativa e hipertrófica), un componente óseo (la metáfisis) y un componente fibroso rodeando la periferia de la fisis, que consiste en el surco de Ranvier⁴¹ y el anillo pericondral de La Croix⁴² (figura 9).

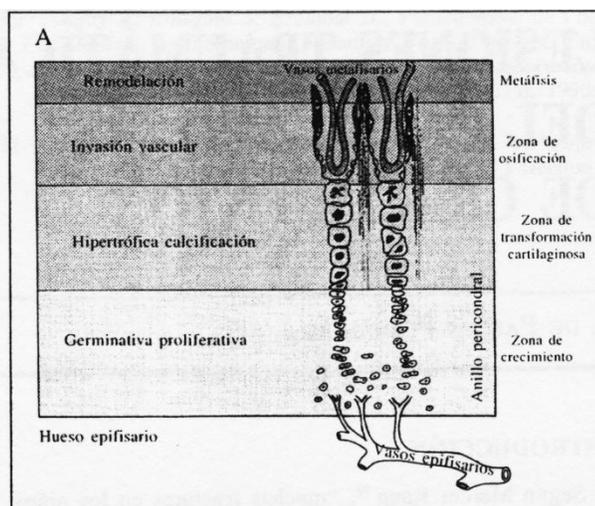


Figura 9 Representación esquemática de las capas que conforman el cartílago de crecimiento normal.

En las lesiones del cartílago de crecimiento el plano de separación metafiso-epifisario es casi siempre el mismo: la línea de transición entre la capa hipertrófica y de calcificación provisional, es decir entre el cartílago sin calcificar y el calcificado.

Con base en esta apreciación se han propuesto múltiples formas de clasificar las lesiones siendo el primero el autor francés Foucher⁴³ en 1863, posteriormente Poland^{44,45}, Aitken^{46,47} y Salter y Harris^{48,49}, siendo esta última publicada en 1963 y es la más difundida (Figura 10).

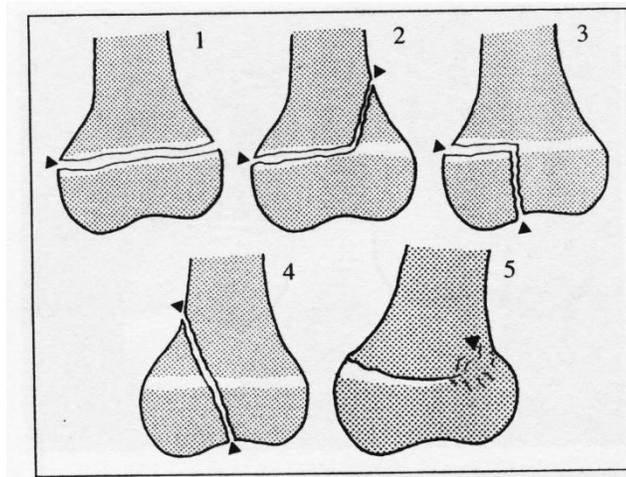


Figura 10 Clasificación de Salter y Harris (Salter RB, Harris WR. *Injuries involving the epiphyseal plate. J Bone Joint Surg* 1963; 45-A:587-622).

La clasificación está basada en la anatomía patológica de la fractura y en ella se distinguen cinco grandes grupos:

Tipo I

Es la separación completa epifiso-metafisaria y en múltiples ocasiones pueden plantear problemas de diagnóstico cuando no hay signos claros de desplazamiento y solo los signos clínicos nos harían la orientación diagnóstica. Generalmente se deben a fuerzas de avulsión o cizallamiento (Figura 10).

Tipo II

Es similar a la tipo I pero en esta el trazo después de transcurrir a lo largo de la mayor parte de la fisis se adentra en la metáfisis, quedando por tanto un pequeño fragmento de la misma generalmente triangular unido a fisis o epífisis, también es conocido como triángulo de Thurston Holland⁵⁰. Generalmente se deben a una combinación de fuerzas de flexión lateral y cizallamiento (Figura 10).

Tipo III

En estas fracturas parte del proyecto también es una separación fisaria pura como la tipo I, pero en un punto determinado se produce una inflexión y cruza la fisis y la epífisis hasta llegar a la superficie articular, son producidas por mecanismos de cizallamiento intraarticular al que pueden o no añadirse fuerzas de angulación (Figura 10).

Tipo IV

En este tipo, la línea de fractura comienza en la superficie articular y atraviesa la epífisis, la fisis y la metáfisis, constituyendo una especie de combinación entre las fracturas tipo II y III, se deben generalmente a la aplicación de fuerzas de avulsión y cizallamiento (Figura 10).

Tipo V

Es un traumatismo fisario por compresión, siendo de mal pronóstico, debido a que generalmente es un diagnóstico retrospectivo cuando se observa un cierre primario prematuro, por lo cual su manejo no está muy bien establecido y aun es controvertido^{51,52} (Figura 10).

LESIONES OSEAS TRAUMATICAS METAFISIARIAS Y DIAFISIARIAS

El hueso puede ser cortical o esponjoso y a su vez hay dos tipos de hueso cortical, hueso primario y hueso secundario, el primario se produce mediante osificación endondral o por depósito óseo de origen perióstico.

Hay tres tipos de tejido óseo primario⁵³, el hueso laminar circunferencial, el hueso entretejido o rizado y el osteonal primario, al nacer es rizado pero con una

configuración desorganizado e irregular, respondiendo biomecánicamente de forma diferente al hueso osteonal maduro, por la falta de orientación, siendo menos organizado, mejor vascularizado, densidad más baja y alto contenido en agua, confiriéndole mayor flexibilidad.

BIOMECANICA OSEA

Estas características condicionaran las propiedades mecánicas del hueso pediátrico, al modificar la capacidad de absorción de energía, elasticidad y densidad ósea y son principalmente:

1. *La mineralización del tejido óseo*⁵⁴: Por afectar su elasticidad, rigidez y absorción de energía^{55,56,57}.
2. *La orientación de las fibras de colágeno*: Aquellas osteonas cuya orientación fibrilar se dispone en sentido longitudinal al eje longitudinal de la misma resisten mejor la fuerza tensil.
3. *La porosidad ósea*: algunos autores^{58,59} la consideran la responsable de la mayor plasticidad del hueso pediátrico.
4. *Edad*: Al ocurrir la maduración ósea hay una desviación en la distribución de la rigidez ósea cortical⁵⁰.
5. *Riqueza vascular*: Hay una relación entre patrón vascular y elasticidad, teniendo el hueso pediátrico mayor riqueza vascular⁶⁰.

FRACTURAS ESPECÍFICAS DE LA INFANCIA

Fractura en rodete o Torus

Llamada así por proceder del griego Torus, el cual significa cordón, por observarse similar a una forma semicilíndrica en la base de una columna, también es conocida como en “caña de bambú”⁶¹ por la misma configuración.

Encontrada frecuentemente en la porción proximal del humero, distal del fémur, proximal de la tibia y porción distal del radio y cubito; su mecanismo de producción es principalmente la compresión o impactación transmitida longitudinalmente.

Fractura en tallo verde

Ocurre por inflexión de un hueso más allá de su límite elástico y quedando en el mismo una fractura incompleta con deformidad plástica, se llama así por parecerse a la forma que adquiriría un tallo verde al tomarlo por los extremos y provocando una inflexión acentuada, rompiéndose por el lado convexo y manteniéndose intacto por el lado cóncavo, a diferencia de un tallo seco el cual se rompería totalmente.

Se observa con mayor frecuencia en cubito y radio, extremo inferior humeral, peroné y clavícula.

Deformidad plástica diafisaria postraumática

Debido a la plasticidad del hueso infantil, los huesos largos pueden doblarse o incurvarse sin mostrar trazos fracturarios macroscópicamente, pero actualmente se considera que es una serie de microfracturas consecutivas que llevan a la deformidad del hueso afectado.

Se produce con más frecuencia en huesos diafisarios delgados como radio, cubito y peroné con una mayor incidencia en la extremidad superior en un 78%.

Su forma de producción es similar a la fractura en tallo verde con la diferencia que no se observa macroscópicamente una solución de continuidad.

CLASIFICACION PEDIATRICA DE FRACTURAS Y LUXACIONES

Clasificación AO Pediátrica de fracturas en huesos largos³

Esta clasificación se desarrolla como se menciono anteriormente desde el año del 2005 y posteriormente se presenta para el manejo de los ortopedistas a nivel mundial oficialmente en el 2007.

La estructura de la clasificación está determinada por varios componentes, dependientes desde la localización del hueso hasta el tipo de fractura (figura 11) y está basada en la clasificación AO (Asociación para el estudio de la osteosíntesis), para adultos descrita por Müller⁶², codificando el humero= 1, Radio/cubito= 2, Fémur= 3, Tibia y peroné= 4 (figura 12); excepto las lesiones conocidas como fractura luxación de Monteggia y Galeazzi, cuando hay huesos pares como radio/cubito o Tibia/peroné fracturados al mismo nivel y patrón; cuando se fractura uno solo de los pares mencionados, se adicionara una pequeña letra describiendo el hueso, por ejemplo: “r” para radio, “u” para ulna o cubito, “t” para tibia y “f” para fíbula o peroné (figura 13).



Figura 11 Estructura de la clasificación de fracturas pediátricas.

En la primera parte del esquema se describe la localización del hueso, el cual está organizado como se observa en la figura 12

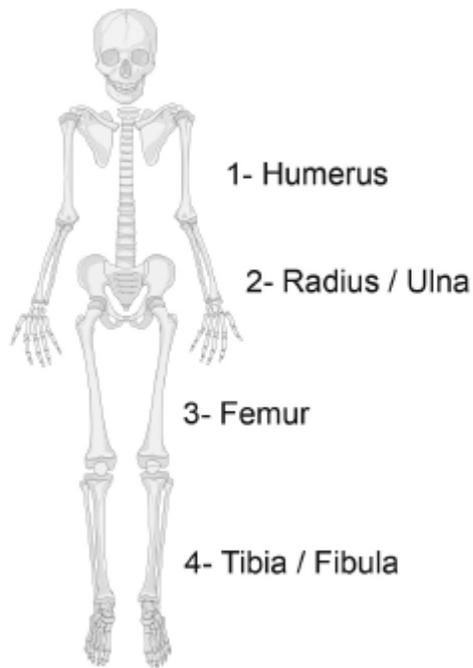


Figura 12 Designación de la localización del hueso.

Code	Fracture	
23r – E/2.1		Salter-Harris II fracture of the distal radius
23u – E/2.1		Salter-Harris II fracture of the distal ulna

Figura 13 Codificación de la misma fractura pero en diferente hueso (pares).

Segmento

Dependerá de su ubicación en los huesos siendo 1 = proximal, 2 = diafisario, 3 = distal, sirviendo como guía un cuadrado el cual su base será el ancho de la metáfisis y los lados serán de igual longitud (figura 14).

Subsegmento

Se denominara de acuerdo a: Diáfisis (D), Metáfisis (M), Epífisis (E); donde es importante recalcar que las metáfisis serán definidas por un cuadrado donde su base está determinada por la línea fisaria (Figuras 14 y 15).

En los huesos pares la longitud del cuadrado estará determinada por la longitud de ambos huesos (figura 15)

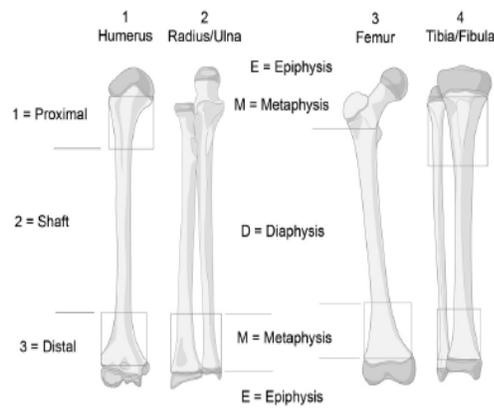


Figura 14 Definición del segmento de hueso y subsegmento.

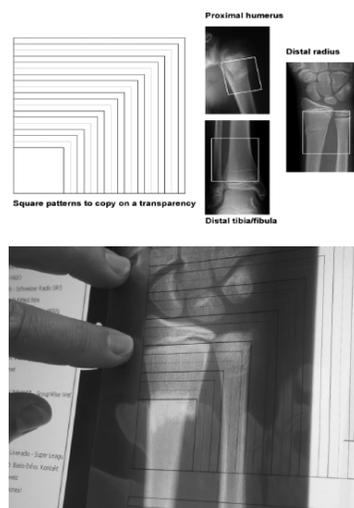


Figura 15. Uso del patrón de cuadrados para definir el subsegmento de las fracturas.

MORFOLOGIA

PATRON

De acuerdo al subsegmento al dividirlos en Epifisarias, Metafisarias o diafisarias, se utilizaran patrones utilizando clasificaciones previas o de acuerdo al consenso de expertos de la AO.

Así, en la lesiones epifisarias (E) se utilizó la clasificación de Salter y Harris y se adiciono las fracturas del tillaux o bimalleolares, las trimaleolares, las avulsiones ligamentarias y las lesiones en ojuela (figura 16).

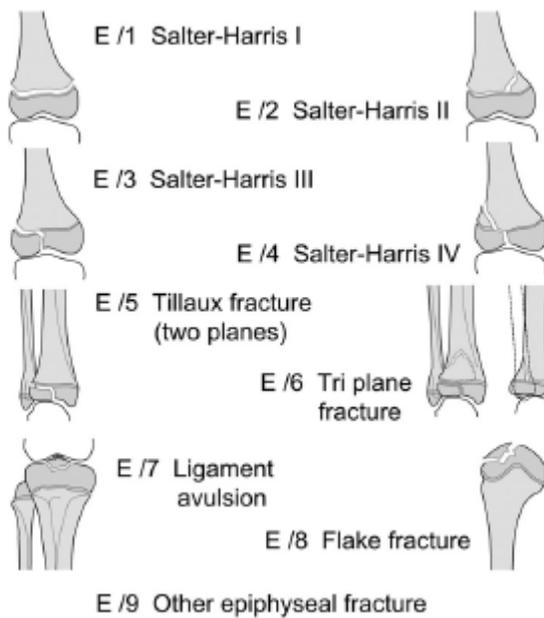


Figura 16. Definición del patrón de fractura epifisaria.

Las Metafisarias (M) incluyen las fracturas tipo Torus, o rama verde, las incompletas, las avulsiones ligamentarias y un espacio para aquellas que tienen otro tipo de fractura no incluida en las anteriores (figura 17).

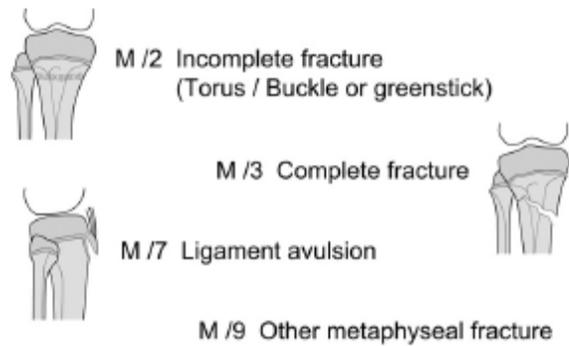


Figura 17. Definición de los patrones de fractura metafisarias.

En las fracturas diafisarias se incluyó además las lesiones de Monteggia y Galeazzi (figura 18), así como aquellas que tiene más de 30° como oblicuas y las menores de 30° como transversas (Figura 19).

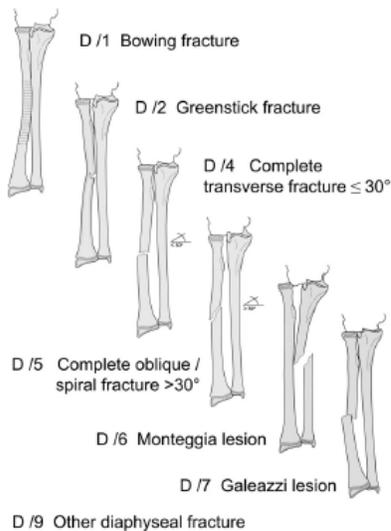


Figura 18. Definición del patrón de las fracturas diafisarias.

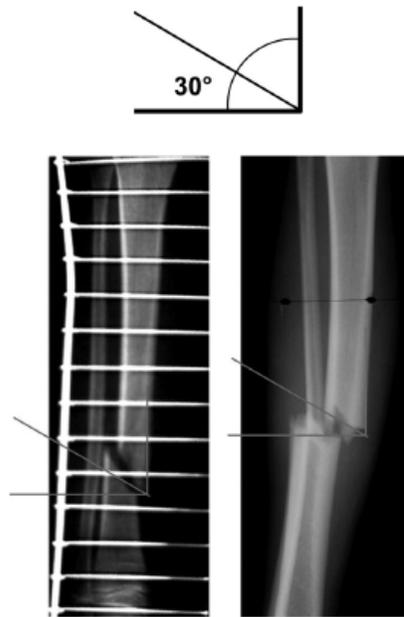


Figura 19. Medición del ángulo de fractura.

SEVERIDAD

Se determinara de acuerdo a si es simple (.1), espiral o parcialmente inestable con 3 fragmentos incluyendo un fragmento completamente despegado y complejas las cuales son totalmente inestables o con más de 3 fragmentos (.2) como se muestra en la figura 20.

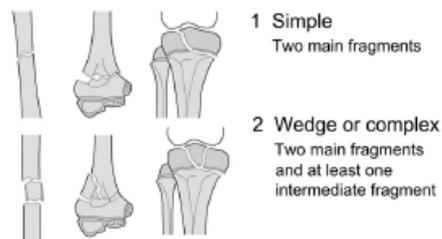


Figura 20. La severidad implica dificultades anticipadas en el método de tratamiento no el pronóstico.

EXCEPCIONES Y CODIGOS ADICIONALES

1. Fracturas de las apófisis son consideradas como lesiones metafisarias.
2. Las fracturas transicionales con o sin angulación metafisaria son clasificadas como fracturas epifisarias.
3. Avulsiones ligamentarias intra o extra-articulares son epifisarias, y metafisarias respectivamente.
4. Fracturas humerales supracondileas (13-M/3) tiene un código adicional dependiendo del nivel de desplazamiento de I a IV.
5. La cabeza radial (21-E/1 o /2) y las fracturas del cuello (21-M/2 o M/3) tiene un código adicional (I-III) dependiendo del nivel de desplazamiento (figura 21).
6. Fracturas del cuello femoral, epifisiolisis y aquellas con irradiación a la metáfisis se clasifican como epifisarias (E) (figura 22).
7. En avulsiones ligamentarias del humero distal o del fémur distal se indicara con una letra en minúscula “u” para ulnar (cubital) medial y “r” para el radial o lateral y en fémur “t” para el lado tibial o medial y “f” para el fibular (peroné) o lateral.

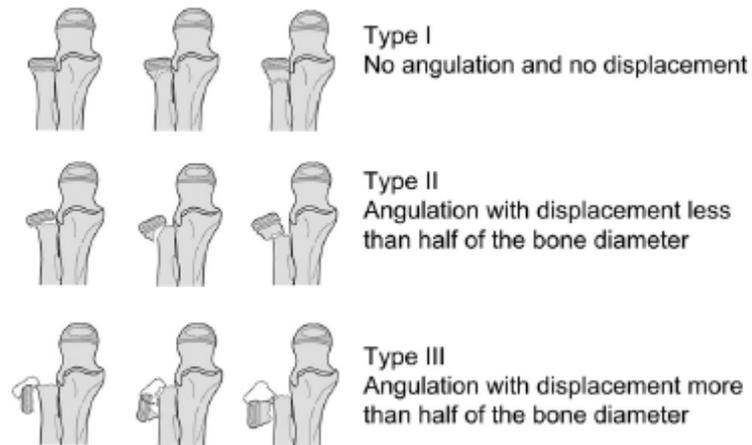


Figura 21. Clasificación de las fracturas de la cabeza radial.

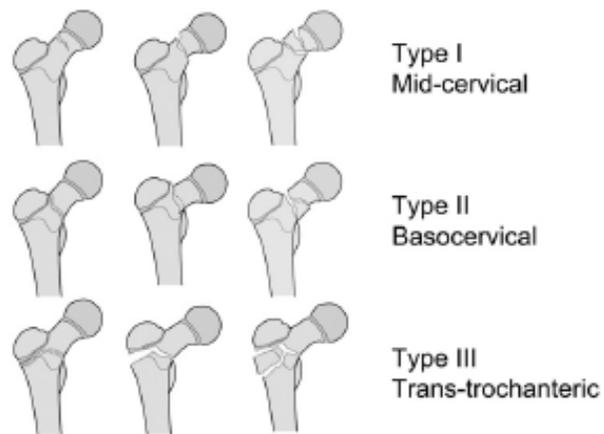


Figura 22. Clasificación de las fracturas del cuello femoral.

FRACTURAS SUPRACONDILEAS

Las fracturas supracondileas (13-M/3) tienen un código adicional de acuerdo al grado de desplazamiento en 4 niveles (I a IV).

Tipo I

Fractura incompleta, en la radiografía lateral la línea de Rogers cruza el capitellum y en la AP no hay más de 2 mms de desplazamiento en varo o valgo (figura 23).

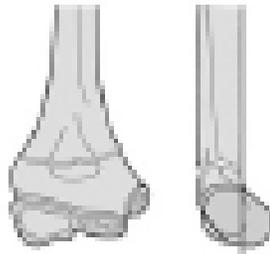


Figura 23. Fractura supracondilea tipo I.

Tipo II

Fractura incompleta, antecurvatum o recurvatum con continuidad de la región posterior o anterior y la línea de Rogers no intersecta el capitellum (figura 24).

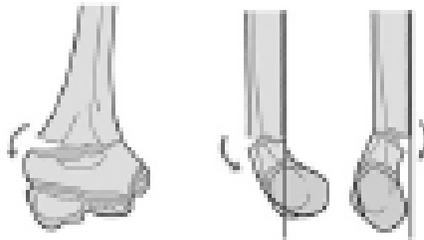


Figura 24. Fractura supracondilea tipo II.

Tipo III

Fractura completa, no hay continuidad del hueso, pero hay algún contacto entre los planos de fractura, independiente del tipo de desplazamiento (figura 25).

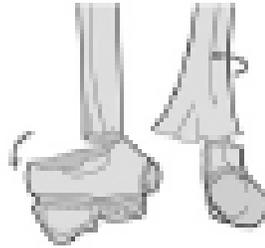


Figura 25. Fractura tipo III.

Tipo IV

Fractura completa, sin continuidad ósea y sin contacto de los huesos, independiente del tipo de desplazamiento (figura 26).

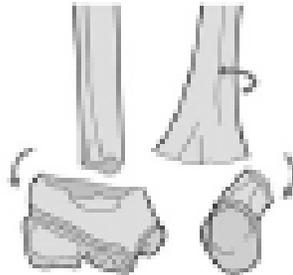


Figura 26. Fractura tipo IV.

PRESENTACION DETALLADA DE LA CLASIFICACION AO

PEDIATRICA Y DEFINICIONES

HUMERO (1)

Tabla 1. Fracturas epifisarias proximales (11-E)

Simple fractures			Wedge/complex fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
11 – E/1.1		Simple epiphysiolysis			
11 – E/2.1		Simple epiphysiolysis with metaphyseal wedge	11 – E/2.2		Epiphysiolysis with multifragmentary metaphyseal wedge
11 – E/3.1		Simple epiphyseal fracture SH III	11 – E/3.2		Multifragmentary epiphyseal fracture SH III
11 – E/4.1		Simple epimetaphyseal fracture SH IV	11 – E/4.2		Multifragmentary epimetaphyseal fracture SH IV
11 – E/8.1		Single intraarticular flake fracture	11 – E/8.2		Multiple intraarticular flake

Tabla 2. Fracturas metafisarias Proximal (11-M)

Simple fractures			Wedge/complex fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
11 – M/2.1		Metaphyseal torus / buckle fracture			
11 – M/3.1		Complete, simple metaphyseal	11 – M/3.2		Complete, multifragmentary metaphyseal

Tabla 3. Fractura diafisaria (12-D)

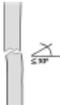
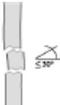
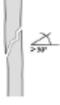
Simple fractures			Wedge/complex fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
12 – D/4.1		Simple, transverse (>30°) diaphyseal	12 – D/4.2		Multifragmentary, transverse (>30°) diaphyseal
12 – D/5.1		Simple, oblique or spiral (< 30°) diaphyseal	12 – D/5.2		Multifragmentary oblique or spiral (<30°) diaphyseal

Tabla 4. Fractura metafisaria distal (13-M)

Simple fractures			Wedge/complex fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
13 – M/2.1		Torus, buckle metaphyseal, supracondylar fracture			
13 – M/3.1		Incomplete supracondylar fracture	13 – M/3.2		Multifragmentary complete fracture
13u – M/7.1		Avulsion of the ulnar epicondyle (extra-articular)			

Tabla 5. Fractura epifisaria distal (13-E)

Simple fractures			Wedge/complex fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
13 – E/1.1		Simple epiphysiolysis SH I			
13 – E/2.1		Simple epiphysiolysis with metaphyseal wedge SH II			
13 – E/3.1		Simple epiphyseal fracture SH III			
13r – E/4.1		Simple epiphyseal fracture with metaphyseal wedge SH IV	13 – E/4.2		Complex epiphyseal (Y or T fracture)
13r – E/7.1		Avulsion of the radial collateral ligament			
13r – E/8.1		Simple flake fracture of the radial condyle	13r – E/8.2		Multifragmentary flake fracture of the radial condyle

Radio y cubito (ulna)

Tabla 6. Fractura epifisarias proximales o de la cabeza radial (21-E)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
21r – E/1.1 I		Simple epiphysiolysis radial head SH I no displacement			
21r – E/1.1 II		Simple epiphysiolysis radial head SH I angulation and displacement $\leq \frac{1}{2}$ shaft			
21r – E/1.1 III		Simple epiphysiolysis radial head SH I displacement $> \frac{1}{2}$ shaft or complete			
21r – E/2.1 I		epiphysiolysis radial head with simple metaphyseal wedge SH II no displacement	21r – E/2.2 I		epiphysiolysis radial head with multifragmentary metaphyseal wedge SH II no displacement
21r – E/2.1 II		epiphysiolysis radial head with simple metaphyseal wedge SH II angulation and displacement $\leq \frac{1}{2}$ shaft	21r – E/2.2 II		epiphysiolysis radial head with multifragmentary metaphyseal wedge SH II angulation and displacement $\leq \frac{1}{2}$ shaft
21r – E/2.1 III		epiphysiolysis radial head with simple metaphyseal wedge SH II displacement $> \frac{1}{2}$ shaft or complete	21r – E/2.2 III		epiphysiolysis radial head with multifragmentary metaphyseal wedge SH II displacement $> \frac{1}{2}$ shaft or complete
21r – E/3.1		Simple epiphyseal radial head fracture SH III	21r – E/3.2		multifragmentary epiphyseal radial head fracture SH III
21r – E/4.1		Simple epimetaphyseal radial head fracture SH IV	21r – E/4.2		multifragmentary epimetaphyseal radial head fracture SH IV

Tabla 7. Fracturas metafisaria proximal radio cubital (21-M)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
21r – M/2.1		Metaphyseal torus/buckle fracture radial neck			
21r – M/3.1 I		Complete, simple metaphyseal radial neck no displacement	21r – M/3.2 I		Complete, multifragmentary metaphyseal radial neck no displacement
21r – M/3.1 II		Complete, simple metaphyseal radial neck angulation and displacement $\leq \frac{1}{2}$ shaft	21r – M/3.2 II		Complete, multifragmentary metaphyseal radial neck angulation and displacement $\leq \frac{1}{2}$ shaft
21r – M/3.1 III		Complete, simple metaphyseal radial neck displacement $> \frac{1}{2}$ shaft or complete	21r – M/3.2 III		Complete, multifragmentary metaphyseal radial neck displacement $> \frac{1}{2}$ shaft or complete
21u – M/2.1		Metaphyseal torus / buckle olecranon			
21u – M/3.1		Complete, simple metaphyseal olecranon	21u – M/3.2		Complete, multifragmentary metaphyseal olecranon
21u – M/7.1		Avulsion of the olecranon apophysis			

Tabla 8. Fractura diafisaria radio cubital (22-D)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
22 – D/1.1		Bowing diaphyseal			
22 – D/2.1		Greenstick diaphyseal			
22 – D/4.1		Complete simple forearm transverse	22 – D/4.2		Complete multifragmentary forearm transverse
22 – D/5.1		Complete simple forearm oblique or spiral	22 – D/5.2		Complete multifragmentary forearm oblique or spiral
22 – D/6.1		Monteggia lesion, ulna simple	22 – D/6.2		Monteggia lesion, ulna multifragmentary
22 – D/7.1		Galeazzi lesion, radius simple	22 – D/7.2		Galeazzi lesion, radius multifragmentary
22r – D/1.1		Bowing radius			

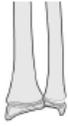
Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
22r – D/2.1		Greenstick radius			
22r – D/4.1		Radius complete, single transverse	22r – D/4.2		Radius complete, multifragmentary, transverse
22r – D/5.1		Radius complete, single oblique or spiral	22r – D/5.2		Radius complete, multifragmentary oblique or spiral
22u – D/1.1		Bowing ulna			
22u – D/2.1		Greenstick ulna			
22u – D/4.1		Ulna complete, single transverse	22u – D/4.2		Ulna complete, multifragmentary transverse
22u – D/5.1		Ulna complete, single oblique or spiral	22u – D/5.2		Ulna complete, multifragmentary oblique or spiral

Tabla 9. Fractura metafisaria distal radio cubital (23-M)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
23 – M/2.1		Torus, buckle metaphyseal, distal radius/ulna			
23 – M/3.1		Complete simple distal radius/ulna	23 – M/3.2		Complete multifragmentary distal radius/ulna
23r – M/2.1		Torus/buckle distal radius			
23r – M/3.1		Complete simple distal radius	23r – M/3.2		Complete multifragmentary distal radius
23u – M/2.1		Torus/buckle distal ulna			
23u – M/3.1		Complete simple distal ulna	23u – M/3.2		Complete multifragmentary distal ulna

Tabla 10. Fractura epifisaria distal radio cubital (23-E)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
23 – E/1.1		Simple epiphysiolysis SH I			
23 – E/2.1		Simple epiphysiolysis with metaphyseal wedges SH II	23 – E/2.2		Epiphysiolysis with multifragmentary metaphyseal wedges SH II
23 – E/3.1		Simple epiphyseal fracture SH III			
23 – E/4.1		Simple epimetaphyseal fracture SH IV			
23 – E/7.1		Radioulnar ligament avulsion			
23r – E/1.1		Simple epiphysiolysis SH I radius			
23r – E/2.1		Simple epiphysiolysis with metaphyseal wedge SH II radius	23r – E/2.2		Multifragmentary epiphysiolysis radius SH II
23r – E/3.1		Simple epiphyseal fracture SH III radius			
23r – E/4.1		Simple epiphyseal fracture with metaphyseal wedge SH IV radius	23r – E/4.2		Multifragmentary epiphyseal fracture with metaphyseal wedge SH IV radius

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
23u – E/1.1		Simple epiphysiolysis SH I ulna			
23u – E/2.1		Simple epiphysiolysis with metaphyseal wedge SH II ulna	23u – E/2.2		multifragmentary epiphysiolysis with metaphyseal wedge SH II ulna
23u – E/3.1		Simple epiphyseal fracture SH III ulna			
23u – E/4.1		Simple epi- metaphyseal fracture SH IV ulna	23u – E/4.2		multifragmentary epimetaphyseal fracture SH IV ulna
23u – E/7.1		Ligament avulsion ulnar styloid process			

FEMUR (3)

Tabla 11. Fracturas epifisarias proximales (31-E)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
31 – E/1.1		Epiphysiolysis (SUFE/SCFE) SH I			
31 – E/2.1		Epiphysiolysis (SUFE/SCFE) with metaphyseal wedge SH I			
31 – E/7.1		Ligament avulsion (ligam. capitis femoris)			
31 – E/8.1		Single flake fracture	31 – E/8.2		Multiple flake fracture

Tabla 12. Fracturas metafisarias proximales o del cuello femoral (31-M)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
Exception femoral neck fractures			Exception femoral neck fractures		
31 – M/2.1 I		Incomplete midcervical			
31 – M/3.1 I		Simple complete midcervical	31 – M/3.2 I		Multifragmentary midcervical
31 – M/2.1 II		Incomplete basocervical			

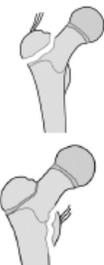
Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
Exception femoral neck fractures					
31 – M/3.1 II		Simple complete basocervical	31 – M/3.2 II		Multifragmentary basocervical
31 – M/2.1 III		Incomplete transtrochanteric			
31 – M/3.1 III		Simple complete transtrochanteric	31 – M/3.2 III		Multifragmentary transtrochanteric
31 – M/7.1		Ligament avulsion of greater OR lesser trochanter			

Tabla 13. Fracturas diafisarias femorales (32-D)

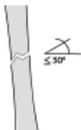
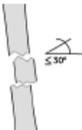
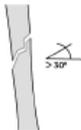
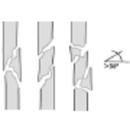
Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
32 – D/4.1		Simple complete transverse (≤30°)	32 – D/4.2		Multifragmentary transverse (≤30°)
32 – D/5.1		Simple complete oblique or spiral (>30°)	32 – D/5.2		Multifragmentary oblique or spiral (>30°)

Tabla 14. Fracturas metafisarias distales femorales (33-M)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
33 – M/2.1		Torus/buckle metaphyseal distal femur			
33 – M/3.1		Simple complete distal femur	33 – M/3.2		Multifragmentary distal femur
33 – M/7.1		Ligament avulsion bilateral			
33t – M/7.1		t = tibial/medial			
33f – M/7.1		f = fibular/lateral			

Tabla 15. Fracturas epifisarias distales del fémur (33-E)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
33 – E/1.1		Simple epiphysiolysis			
33 – E/2.1		Simple epiphysiolysis with metaphyseal wedge SH II	33 – E/2.2		Epiphysiolysis with multifragmentary metaphyseal wedge SH II
33 – E/3.1		Simple epiphyseal fracture SH III	33 – E/3.2		Multifragmentary epiphyseal fracture SH III
33 – E/4/1		Simple epimetaphyseal fracture SH IV	33 – E/4.2		Multifragmentary epimetaphyseal fracture SH IV
33 – E/8.1		Single intraarticular flake fracture	33 – E/8.2		Multiple intraarticular flake fracture

Tibia/Fíbula (peroné) (4)

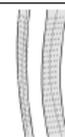
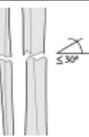
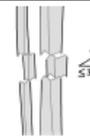
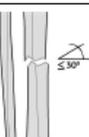
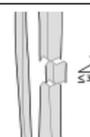
Tabla 16. Fracturas epifisarias proximales de tibia/peroné (41-E)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
Only tibia					
41t - E/1.1		Simple epiphysiolysis tibia SH I			
41t - E/2.1		Simple tibial epiphysiolysis, simple metaphyseal wedge SH II	41t - E/2.2		Tibial epiphysiolysis, multifragmentary metaphyseal wedges SH II
41t - E/3.1		Simple tibial epiphyseal fracture SH III	41t - E/3.2		Multifragmentary tibial epiphyseal fracture SH III
41t - E/4.1		Simple tibial epi-metaphyseal fracture SH IV	41t - E/4.2		Multifragmentary tibial epimetaphyseal fracture SH IV
41t - E/7.1		Tibial spine fracture			
41t - E/8.1		Flake fracture tibial plateau			

Tabla 17. Fracturas metafisarias proximales de tibia/peroné (41-M)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
41 – M/2.1		Torus/buckle fracture tibia/fibula			
41 – M/3.1		Simple complete tibia and fibula	41 – M/3.2		Multifragmentary tibia and fibula
Only tibia					
41t – M/2.1		Torus/buckle fracture tibia			
41t – M/3.1		Tibia simple complete	41t – M/3.2		Tibia multifragmentary
41t – M/7.1		Fracture of the tibial apophysis			
Only fibula					
41f – M/2.1		Torus/buckle fibula			
41f – M/3.1		Fibula simple complete	41f – M/3.2		Fibula multifragmentary

Tabla 18. Fracturas diafisarias de tibia/peroné (42-D)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
42 – D/1.1		Bowing tibia and fibula			
42 – D/2.1		Greenstick tibia and fibula			
42 – D/4.1		Transverse simple tibia and fibula (≤ 30°)	42 – D/4.2		Transverse multifragmentary tibia and fibula (≤ 30°)
42 – D/5.1		Simple oblique or spiral tibia and fibula (> 30°)	42 – D/5.2		Multifragmentary oblique or spiral tibia and fibula (> 30°)
Only tibia					
42t – D/1.1		Bowing tibia			
42t – D/2.1		Greenstick tibia			
42t – D/4.1		Transverse simple tibia (≤ 30°)	42t – D/4.2		Transverse multifragmentary tibia (≤ 30°)
42t – D/5.1		Oblique or spiral tibia (> 30°)	42t – D/5.2		Oblique or spiral multifragmentary tibia (> 30°)

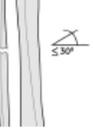
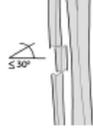
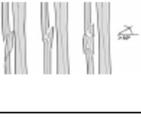
Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
			Only fibula		
42f – D/1.1		Bowing fibula			
42f – D/2.1		Greenstick fibula			
42f – D/4.1		Transverse simple fibula (≤ 30°)	42f – D/4.2		Transverse multifragmentary fibula (≤ 30°)
42f – D/5.1		Oblique or spiral simple fibula (> 30°)	42f – D/5.2		Oblique or spiral multifragmentary fibula (> 30°)

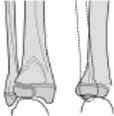
Tabla 19. Fracturas metafisarias distales de tibia/peroné (43-M)

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
43 – M/2.1		Torus/buckle tibia and fibula			
43 – M/3.1		Complete simple tibia and fibula	43 – M/3.2		Multifragmentary tibia and fibula
			Only tibia		
43t – M/2.1		Torus/buckle tibia			
43t – M/3.1		Complete simple tibia	43t – M/3.2		Multifragmentary tibia

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
Only fibula					
43f – M/2.1		Torus/buckle fibula			
43f – M/3.1			43f – M/3.2		Multifragmentary fibula

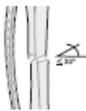
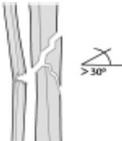
Tabla 20. Fracturas epifisarias distales de tibia/peroné (43-E)

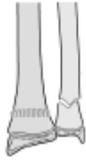
Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
43 – E/1.1		Simple epiphysiolysis tibia and fibula			
Only tibia					
43t – E/1.1		Simple epiphysiolysis tibia SH I			
43t – E/2.1		Simple epimetaphyseal fracture tibia SH II	43t – E/2.2		Multifragmentary epimetaphyseal fracture tibia SH II
43t – E/3.1		Simple metaphyseal fracture tibia SH III			
43t – E/4.1		Simple epimetaphyseal fracture SH IV	43t – E/4.2		Multifragmentary epimetaphyseal fracture SH IV
43t – E/5.1		Tillaux (two plane) fracture SH III			

Simple fractures			Wedge/multifragmentary fractures		
Code	Figure	Description	Code	Figure	Description
43t – E/6.1		Tri-plane fracture SH IV			
43t – E/8.1		Intra-articular flake tibia			
Only fibula					
43f – E/1.1		Simple epiphysiolysis fibula SH I			
43f – E/2.1		Simple epiphysiolysis with metaphyseal wedge fibula SH II			
43f – E/3.1		Simple epiphyseal fracture fibula SH III			
43f – E/4.1		Simple epi-metaphyseal fracture fibula SH IV			
43f – E/7.1		Osteoligament avulsion fibula			
43f – E/8.1		Intra-articular flake fibula			

Combinaciones de fracturas frecuentes en huesos pares

Tabla 21. Combinaciones frecuentes en huesos pares.

Codes	Combinations	Description
	Tibia/fibula	
41t – E/2.1 41f – M/3.1		Proximal lower leg SH II tibia and complete metaphyseal fibula
42t – D/4.1 42f – D/1.1		Complete diaphyseal tibia and bowing of the fibula
42t – D/5.2 42f – D/2.1		Multifragmentary diaphyseal tibia and greenstick fibula
43t – E/4.1 43f – E/1.1		Combined fracture: SH III tibia and SH I fibula
43t – E/4.2 43f – E/1.1		Multifragmentary epiphyseal fracture tibia SH III and SH I fibula
43t – E/2.1 43f – M/3.1		Distal lower leg SH II tibia and complete metaphyseal fibula
	Radius/Ulna	
21r – M/3.1 III 21u – M/3.1		Complete radial neck Type III and olecranon fracture
22r – D/5.1 22u – D/1.1		Simple oblique or spiral complete radius and bowing of the ulna
23r – E/2.1 23u – E/7.1		Radial SH II and fracture of the ulnar styloid

Codes	Combinations	Description
	Radius/Ulna	
23r – M/2.1 23u – M/3.1		Torus/buckle of the radius and complete metaphyseal ulna
23r – M/2.1 23u – E/7.1		Torus/buckle of the radius and fracture of the ulnar styloid

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la importancia cada vez mayor de realizar un tratamiento adecuado en las fracturas, luxaciones y avulsiones de las extremidades de los niños y teniendo en cuenta la gran cantidad de opciones terapéuticas que van en aumento, se hace evidente la necesidad de lineamientos basados en investigaciones científicas para orientar el diagnóstico, tratamiento y pronóstico, para garantizar el adecuado desarrollo de la personalidad y funcionalidad de los niños.

En el hospital central del Cruz roja Mexicana se atienden alrededor de 200 niños con fracturas, luxaciones y avulsiones cada año, con una evolución adecuada y siguiendo los lineamientos aprobados por la comunidad médica internacional.

La clasificación AO para adultos ha servido durante décadas como guía de diagnóstico y tratamiento, pero cada vez descubrimos que también es de utilidad como factor pronóstico.

Por esto se realizó esta investigación para determinar la utilidad de la clasificación AO pediátrica para huesos largos como guía de tratamiento y análisis de las secuelas o posibles complicaciones.

HIPOTESIS

INVESTIGACION

La clasificación AO pediátrica para huesos largos, es reproducible, y sirve como guía en la elección de un tratamiento médico o quirúrgico y finalmente al aplicarse la misma, se puede predecir el pronóstico en base a la probabilidad de aparición de secuelas o complicaciones en aquellos pacientes que van a ser sometidos a un tratamiento médico o quirúrgico.

NULA

La clasificación AO pediátrica para huesos largos, podría reproducirse pero no es útil como orientación en la elección de un tratamiento médico o quirúrgico y finalmente al aplicarse la misma, no se puede predecir el pronóstico en base a la probabilidad de aparición de secuelas o complicaciones en aquellos pacientes que van a ser sometidos a un tratamiento médico o quirúrgico.

OBJETIVOS

GENERAL

Valorar el desempeño de la clasificación AO pediátrica como guía de tratamiento y pronóstico en las fracturas de huesos largos

ESPECIFICOS

Evaluar la clasificación AO para las fracturas de los huesos largos en pacientes pediátricos como parámetro de diagnóstico.

Valorar la funcionalidad de la clasificación AO para las fracturas de los huesos largos en pacientes pediátricos en la elección del tipo de tratamiento.

Determinar si la clasificación AO para las fracturas de los huesos largos en pacientes pediátricos es útil para conocer el pronóstico de una fractura.

JUSTIFICACION

En el Hospital Central de la Cruz Roja Mexicana se atienden aproximadamente 200 niños y niñas al año con patología ortopédica basada e fracturas, luxación o avulsiones, los métodos de tratamiento evolucionan cada día y las perspectivas de vida y funcionalidad cada vez son mayores, acompañado del constante asedio de los medios de comunicación y el acceso a internet, haciendo que los padres quieran cada vez más un mejor desempeño en la edad adulta de los niños y esto se traduce igualmente en aquellos que sufren algún tipo de lesión.

Hay múltiples clasificaciones en la práctica ortopédica, para tratar de orientarnos en cuanto a las decisiones que debemos tomar y poder ofrecer a los padres un panorama de las posibles secuelas o complicaciones que se esperan frente a un tipo específico de lesión o un tratamiento.

Además de organizar metódicamente la información que obtenemos y poderla reproducir en cualquier lugar del mundo o idioma que se hable, a fin de que se puedan realizar estudios que eleven la calidad de vida de nuestros pacientes.

METODOLOGIA

LUGAR Y DURACIÓN

Para el desarrollo del mismo se recopilaron los pacientes menores de 16 años y con fisis de crecimiento abierta con fractura de huesos largos, que ingresen al servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Central de la Cruz Roja Mexicana durante el periodo comprendido entre el 1° de agosto del 2007 y el 31 de julio del 2008.

DISEÑO DEL ESTUDIO

Se realizó un estudio observacional, de cohortes, prospectivo y longitudinal

POBLACION

1. Universo de trabajo: Todos los pacientes menores de 16 años con fracturas de huesos largos que consultaron al servicio de urgencias del hospital central de la cruz roja mexicana
2. Unidad de observación: Huesos largos.
3. Método de muestreo: Reclutamiento.
4. Obtención de la población: Pacientes que acudieron al servicio de urgencias del Hospital Central de la Cruz Roja.

CRITERIOS DE INCLUSION

- Pacientes:
 - Menores de 16 años.
 - Fisis de crecimiento abierta.
 - Fracturas de huesos largos.
 - Radiografías AP y lateral comparativa de la extremidad afectada.
 - Consentimiento informado firmado por el (los) padres o personal responsable del menor.

CRITERIOS DE NO INCLUSION

- Pacientes con:
 - Fracturas en terreno patológico.
 - Fracturas no incluidas en la clasificación AO para las fracturas de los huesos largos en pacientes pediátricos.
 - Patologías de base que intervengan en la consolidación del hueso: diabetes mellitus, osteogénesis imperfecta, alteración en el proceso, depósito o eliminación de los minerales.
 - Abandono del tratamiento durante el estudio.
 - Inasistencia al primer control.

ANALISIS ESTADISTICO

Se aplicaron pruebas de estadística analítica para determinar la existencia de diferencias significativas entre las variables del estudio. Se realizó comparaciones intragrupo e intergrupo, se aplicó la prueba exacta de Fisher para las variables de Arcos de movimiento y funcionalidad, prueba de Chi- cuadrada para escalas de fuerza de Daniels, Correlación de Spearman para consolidación por radiografía.

Se consideró la existencia de diferencias estadísticamente significativas cuando la p fue menor de 0.05. Se utilizó el programa de análisis estadístico SPSS 17.0

RESULTADOS

Se recopilaron 273 pacientes en total, de los cuales fueron eliminados 90 pacientes (33%) por:

- a. 18 pacientes (6.7%) por altas voluntarias.
- b. 41 pacientes (15%) Se les realizó el diagnóstico y tratamiento inicial pero no regresaron a los controles o no aparecen hojas de evolución.
- c. 31 pacientes (11,3%) No aparece el expediente en archivo clínico.

FINALMENTE

Se obtuvieron 179 pacientes como universo de estudio, de los cuales 4 pacientes fueron polifracturados, 40 fueron mujeres (22,3%) (Figura 26).

La edad promedio fue de 8.95 años (Mínima de 1 y máxima de 15). La mayor frecuencia de fracturas se presentó en pacientes de 13 años: con 21 pacientes (11.7%), seguido de pacientes de 6 años (10.6 %) (Figura 27).

El mecanismo de lesión predominante fue caída de su propio plano de sustentación con 177 pacientes (98.9%) (Figura 28).

Los huesos que se vieron afectados fueron: el húmero 28.4% (52 pacientes), Antebrazo 55.7% (102 pacientes), Fémur 4.4% (8 pacientes), Tibia-peroné 11.5% (21 pacientes) (Figura 29).

El patrón de fractura que predominó fue el simple en todos los huesos afectados (Figura 32).

La mayoría de las lesiones se corrigieron con tratamiento quirúrgico en 93 pacientes (53%) excepto las de antebrazo que se resolvieron de forma conservadora predominantemente donde hubo 62 pacientes (33.33%) (Figura 34).

Se logró la consolidación de las fracturas en 12 semanas en 143 pacientes (78,14%) independiente del grado de severidad (figura 36)

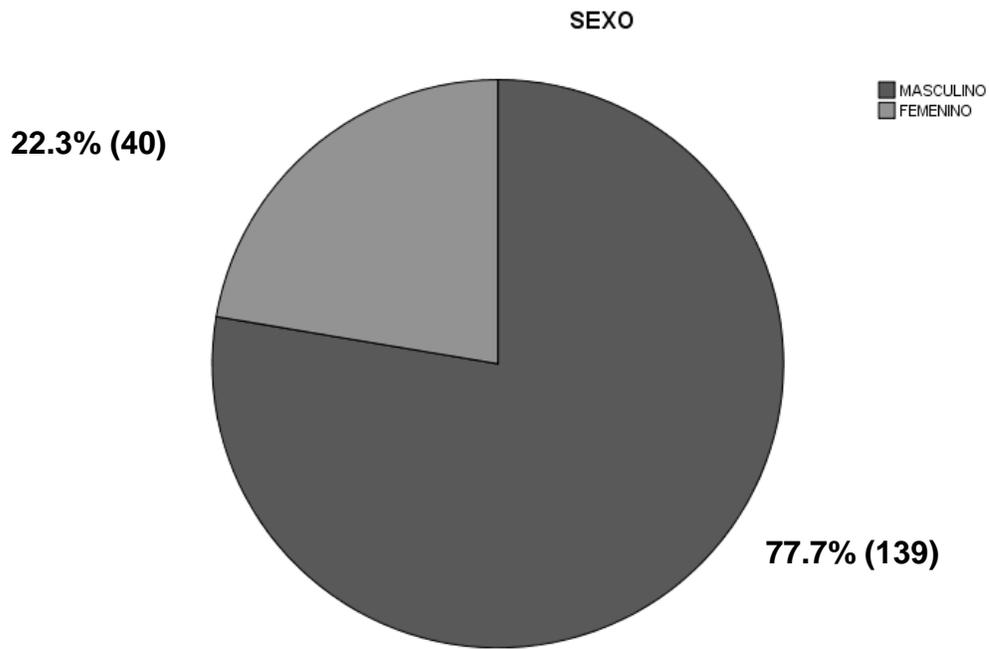


Figura 26. Distribución por sexo

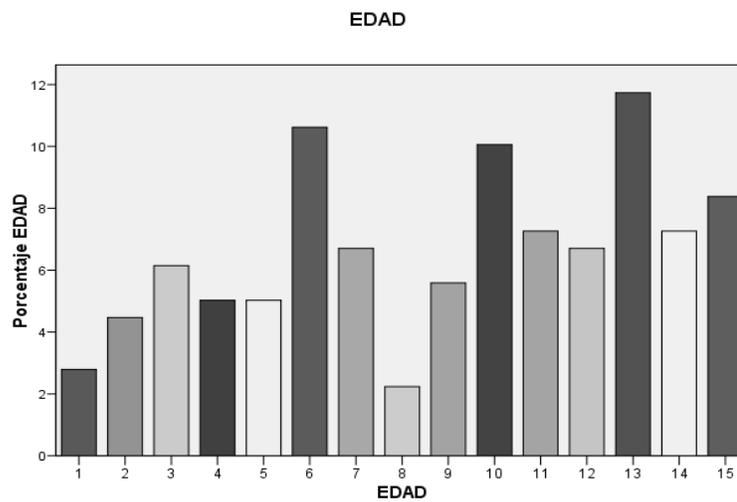


Figura 27. Presentación de casos por edades.

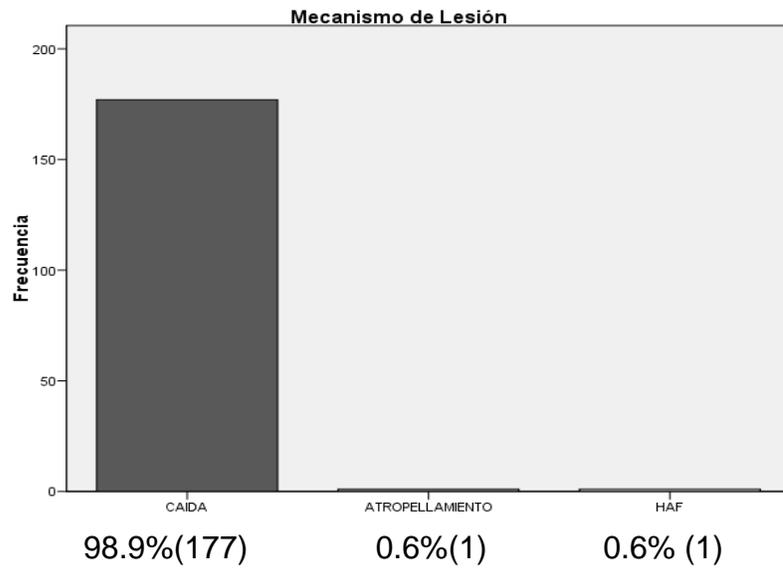


Figura 28. Mecanismo de lesión

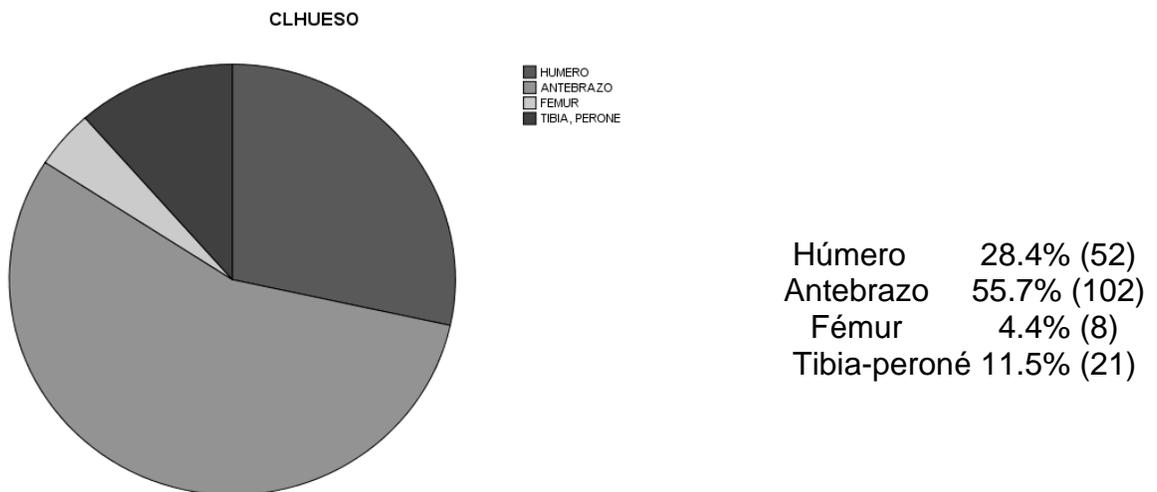


Figura 29. Distribución por hueso afectado.

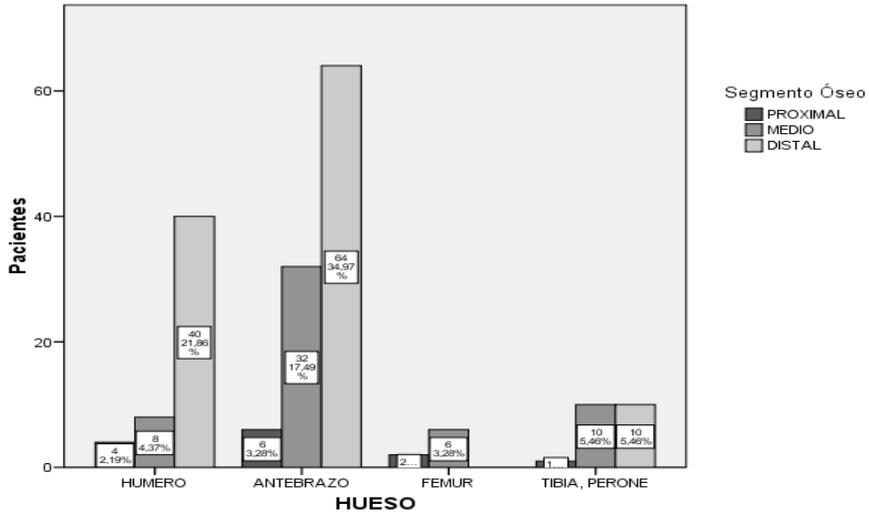


Figura 30. Análisis de presentación por segmento óseo.

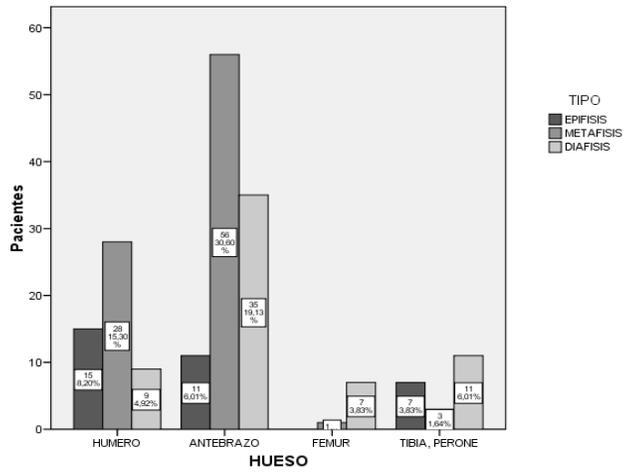


Figura 31. Análisis por sub-segmento.

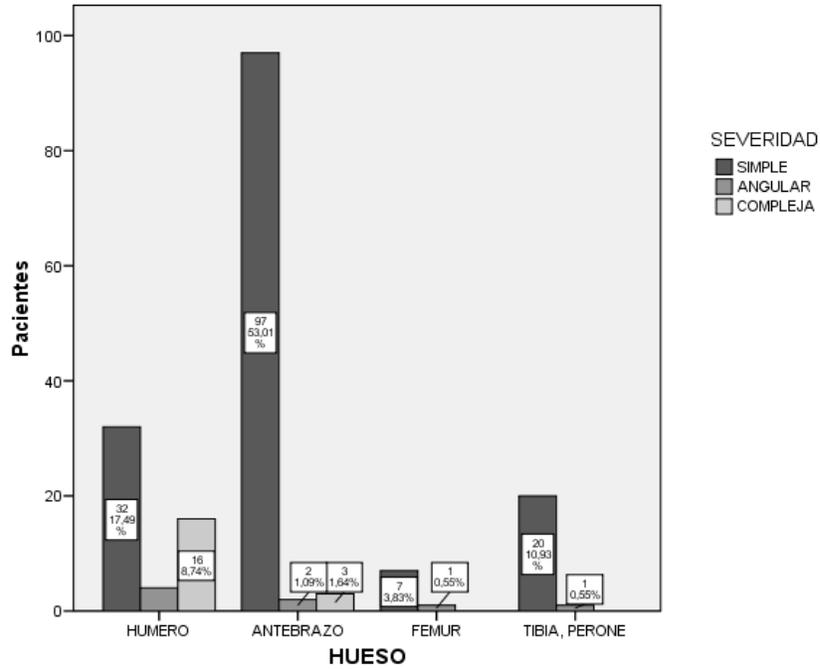


Figura 32. Análisis por severidad de la fractura.

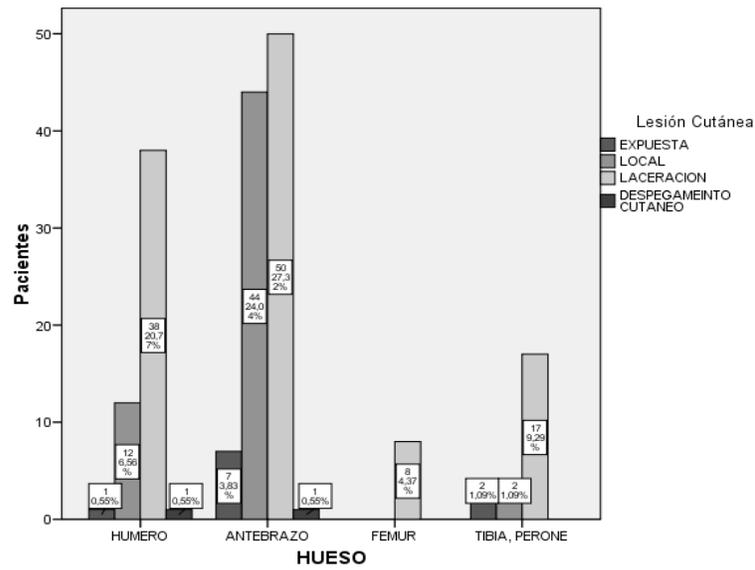


Figura 33. Compromiso de tejidos blandos.

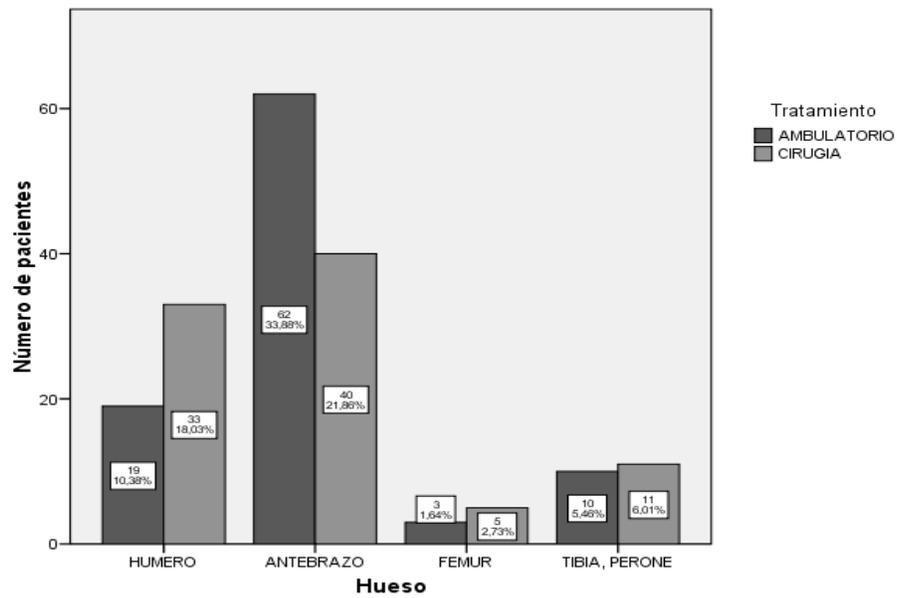


Figura 34. Tratamiento inicial por hueso.

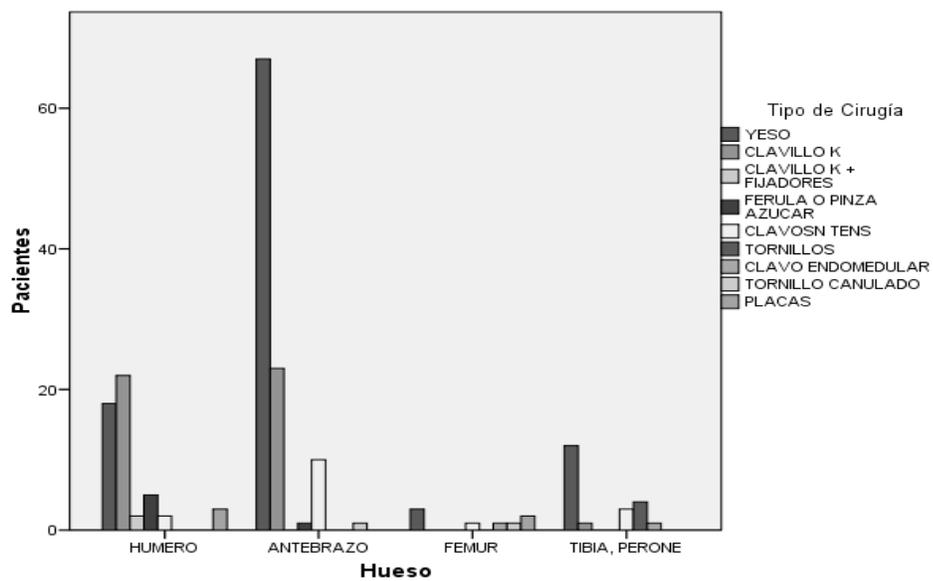


Figura 35. Tipo de cirugía realizada en cada área ósea.

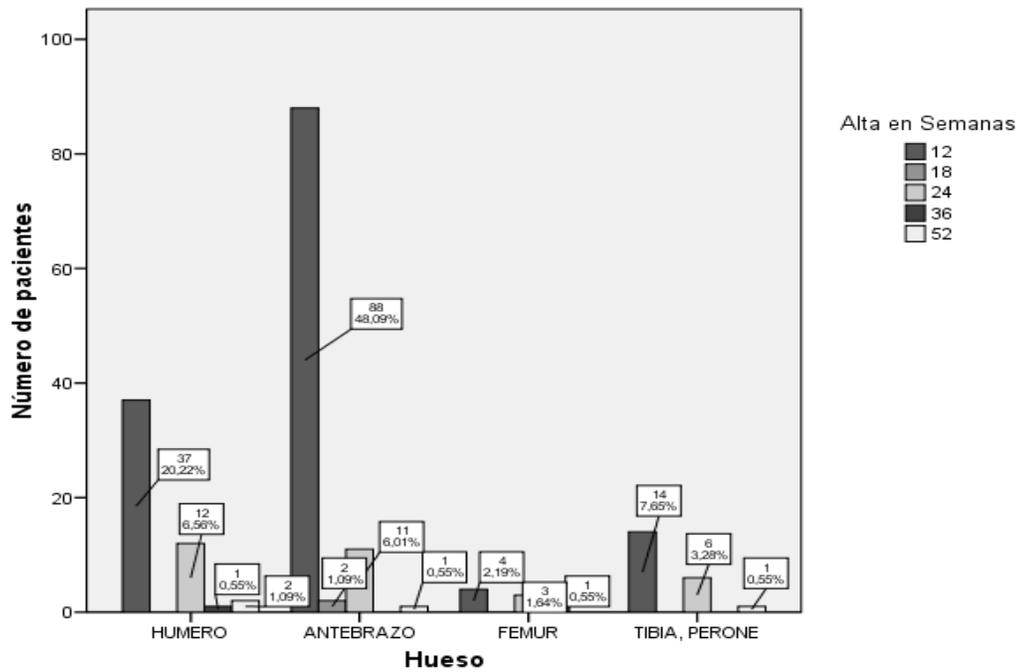


Figura 36. Alta del servicio por mejoría clínico radiológica.

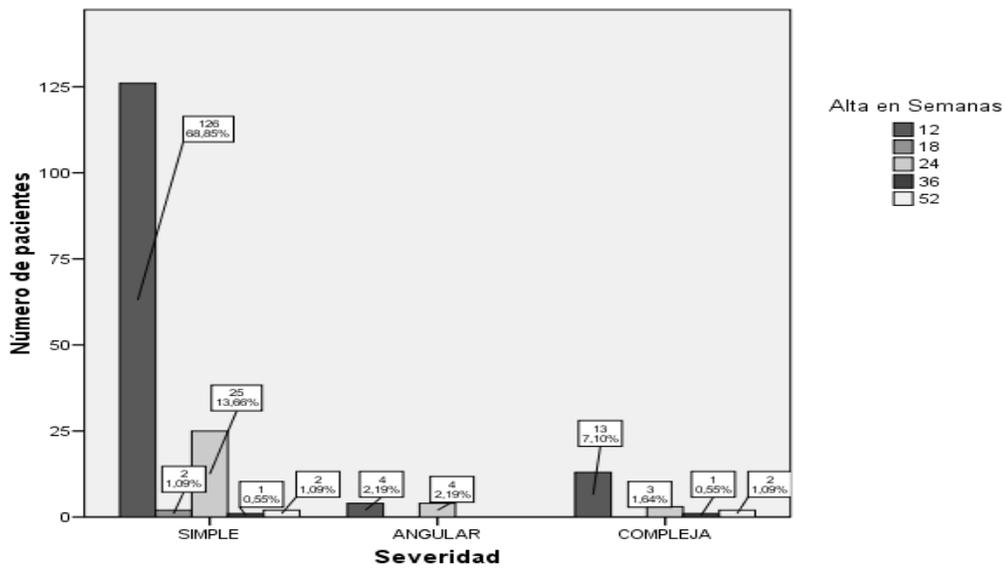


Figura 37. Alta del servicio por mejoría clínico radiológica de acuerdo a la severidad

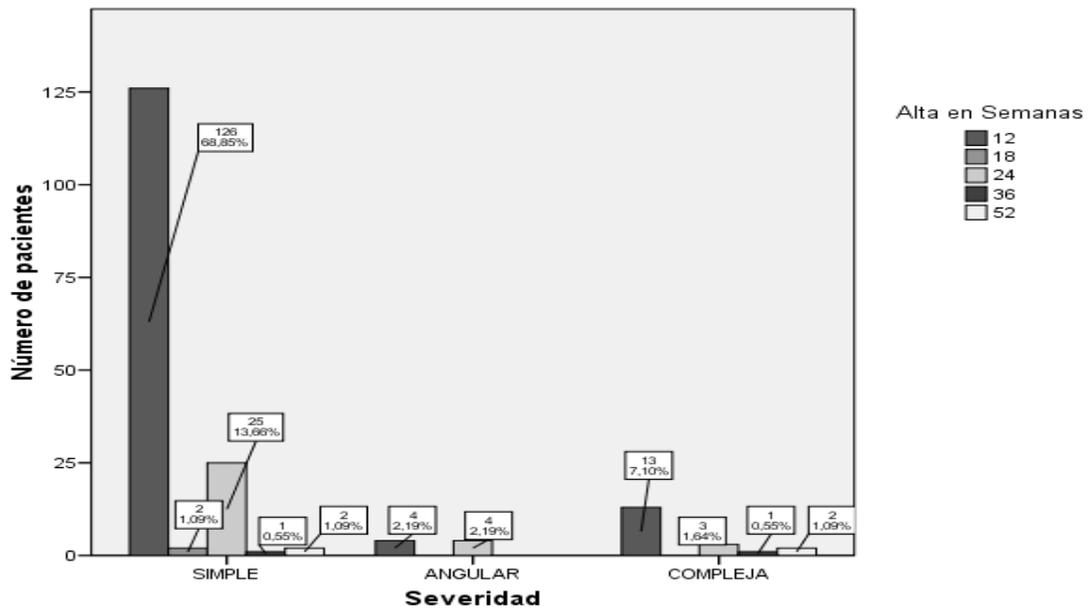


Figura 38. Alta del servicio por mejoría clínico radiológica de acuerdo a la severidad

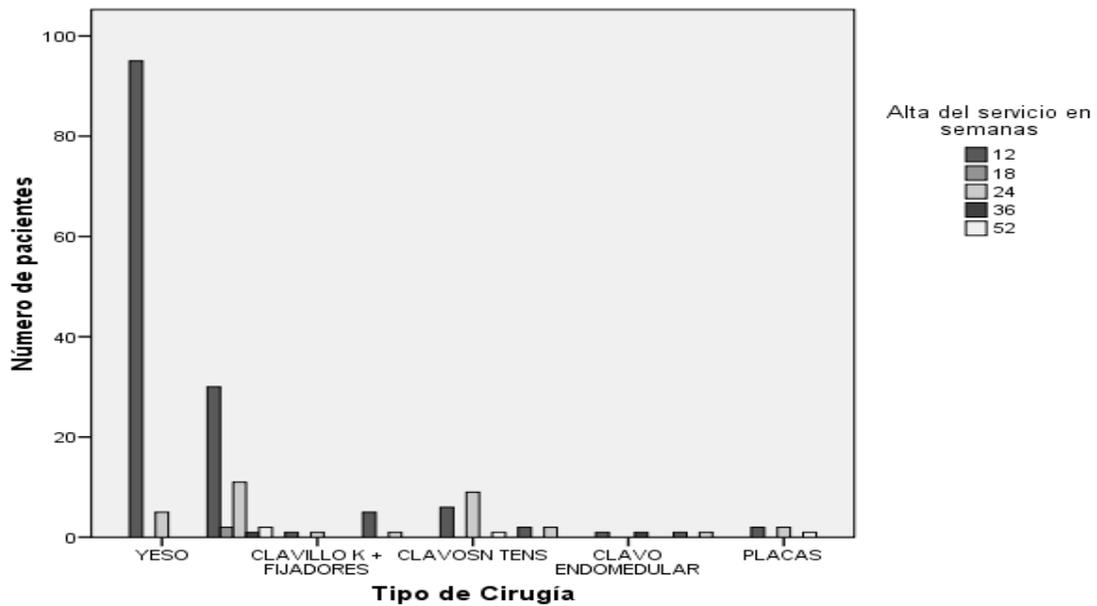


Figura 39. Alta del servicio por mejoría de acuerdo al tipo de cirugía.

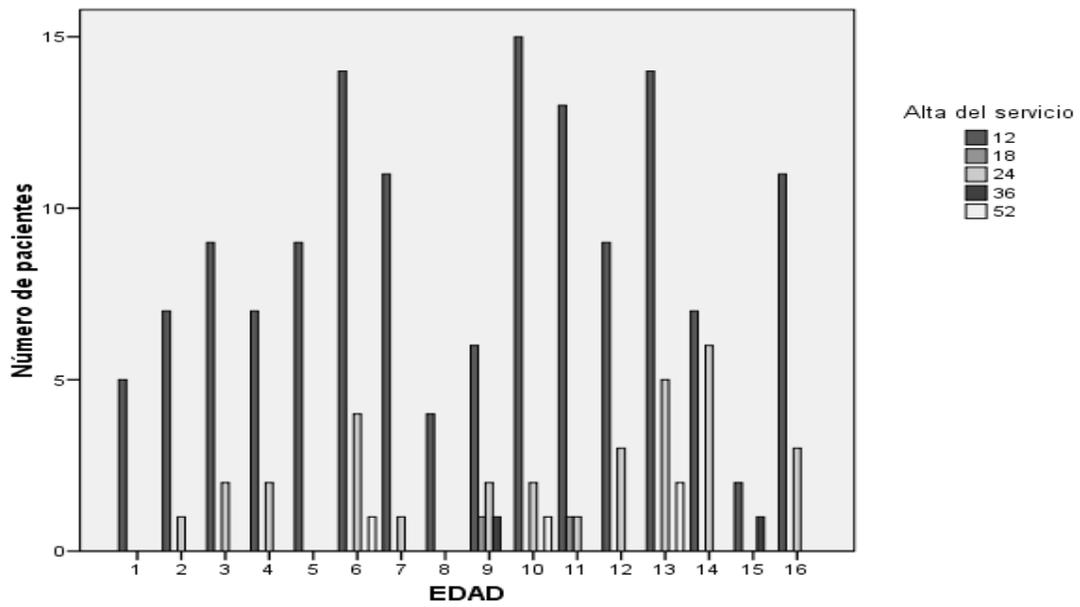


Figura 40. Alta del servicio por mejoría clínico radiológica según edad.

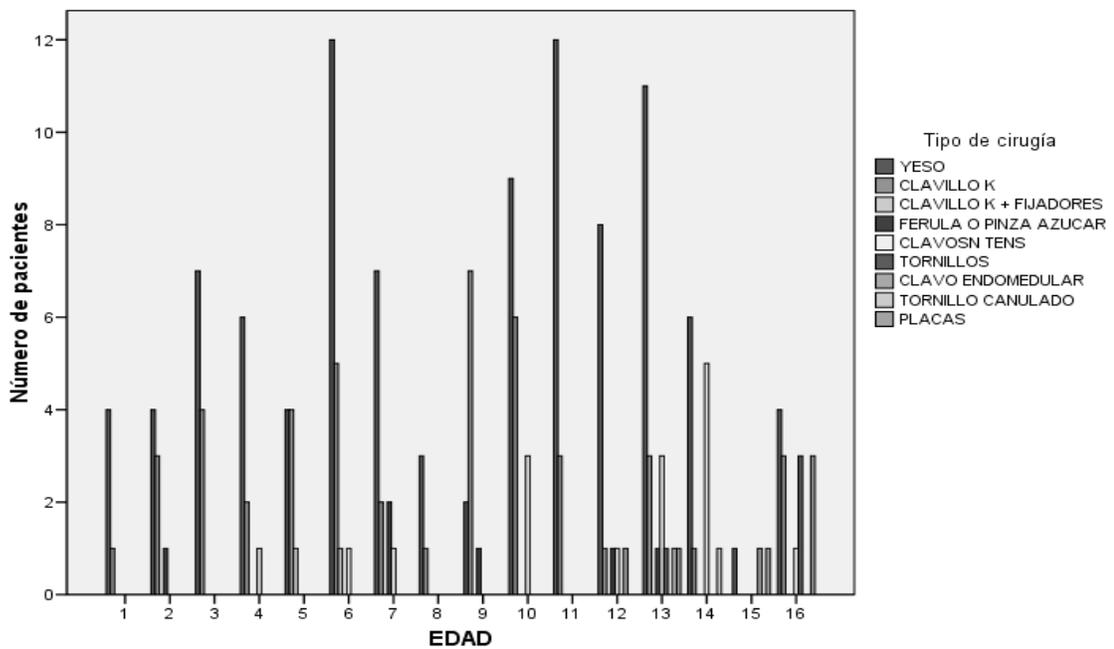


Figura 41. Tipo de cirugía según edad.

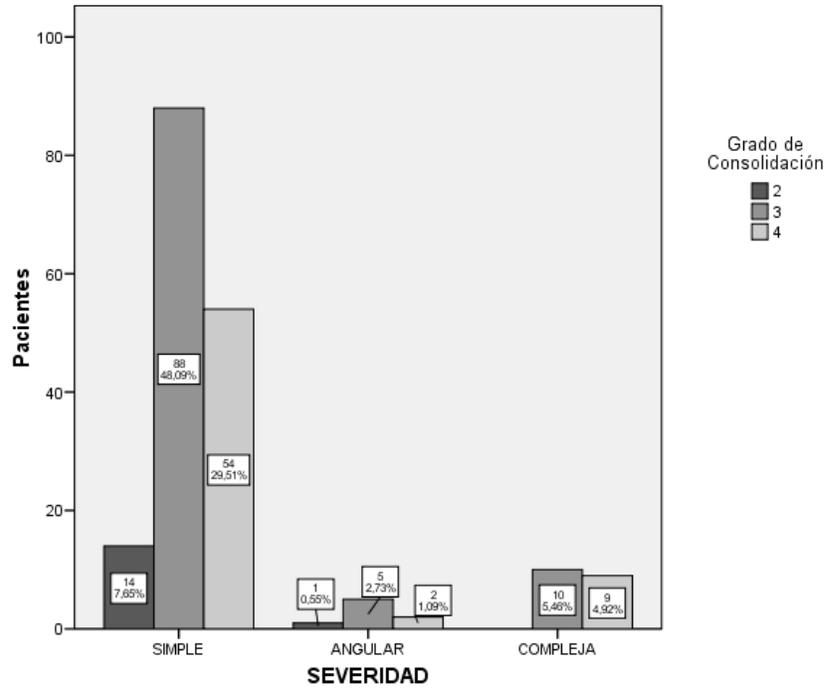


Figura 42 Consolidación a los 3 meses según severidad.

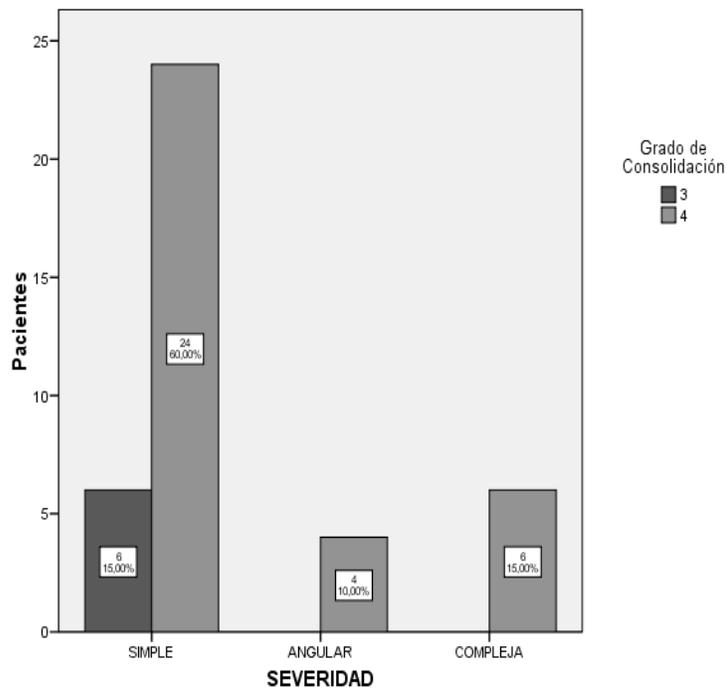


Figura 43. Consolidación a los 6 meses según severidad.

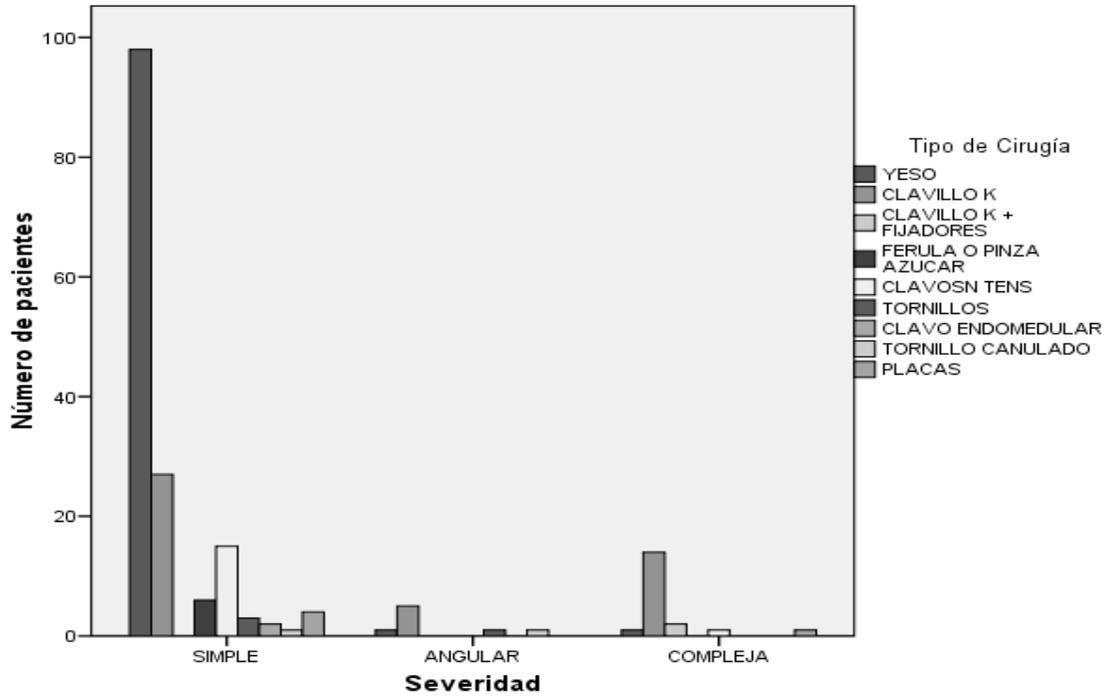


Figura 44. Tipo de cirugía realizada de acuerdo a la severidad de la fractura.

DISCUSION

La clasificación AO pediátrica, fue diseñada para describir las fracturas pediátricas dentro de un lenguaje común, pero no hay estudios previos que evalúen el uso de la misma como guía de tratamiento y pronóstico.

El 78.15% de los pacientes se dieron de alta del servicio antes de las 12 semanas, independiente de la complejidad de la fractura.

Aunque las fracturas se clasifiquen como complejas (19 pacientes) el 68.4% se dieron de alta antes de las 12 semanas.

La clasificación no se utilizó como guía de tratamiento pues el criterio depende de la edad y el tipo de fractura.

A mayor edad de los niños es necesaria la utilización de técnicas quirúrgicas más complejas, lo cual no se determina en la clasificación AO pediátrica.

50% de los niños mayores de 13 años requirieron uso de tratamiento quirúrgico con osteosíntesis mayores (clavos endomedulares, placas).

La clasificación AO de fracturas en adultos sirve como parámetro para determinar el pronóstico y tiempo de consolidación, lo cual no ocurre en la clasificación pediátrica y se corrobora al observar igual proporción de consolidación entre fracturas simples y complejas.

El 16% de las fracturas de clasificación simple requirieron técnicas quirúrgicas mayores (clavos, placas) a diferencia de las complejas donde tan solo fue del

10.5%, es decir que no por ser más complejas necesitan técnicas quirúrgicas mayores.

Los arcos de movimiento no se ven afectados por el tipo o complejidad de las fracturas. Esto no se incluye en la clasificación AO pediátrica siendo un factor importante para el pronóstico.

El 16% de las fracturas de clasificación simple requirieron técnicas quirúrgicas mayores (clavos, placas) a diferencia de las complejas donde tan solo fue del 10.5%, es decir que no por ser más complejas necesitan técnicas quirúrgicas mayores.

Los arcos de movimiento no se ven afectados por el tipo o complejidad de las fracturas. Esto no se incluye en la clasificación AO pediátrica siendo un factor importante para el pronóstico.

CONCLUSIONES

Las fracturas en los niños no se comportan como las de los adultos debido a la influencia de factores hormonales, físicos y de “hiperactividad” propia de su desarrollo.

La clasificación AO pediátrica aunque es reproducible como método diagnóstico probablemente no es útil como guía de tratamiento y pronóstico para las fracturas de huesos largos en niños.

REFERENCIAS

-
- ¹ Slongo T, Audigé L, Schlickewei W, Clavert JM, Hunter J. Development and validation of the AO Pediatric Comprehensive classification of long bone fractures by the pediatric expert group of the AO foundation in collaboration with AO clinical investigation and documentation and the international association for pediatric traumatology. *J Pediatr Orthop*. Lippincott Williams & Wilkins. January/February 2006-26;1:43-49 .
- ² Slongo T, Audigé L, Clavert JM, Lutz N, Frick S, Hunter J. *J Pediatr Orthop* 2007-27; 2:171-180.
- ³ Slongo T, Audigé L et al. Fracture and dislocation classification compendium for children. *J Orthop Trauma* 2007-27/10; November December:S135-S160.
- ⁴ Ponseti IV. Fifty years of orthopaedics. *J. Pediatric Orthop* 1989; 9:79-85.
- ⁵ Blount WP. Fractures in children. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.
- ⁶ Cooper RR. Fractures in children: fundamentals of management. *J Iowa Med Society*, 1964; 54:472-8.
- ⁷ Judet R, Judet J, Lagrange J. Fractures des membres chez l'enfant. Paris: Maloine, 1958.
- ⁸ Pollen A. Fractures and dislocations in children. Baltimore: Williams & Wilkins, 1973.
- ⁹ Rang M. Children's fractures. Philadelphia: JB Lippincott, 1974.
- ¹⁰ Charney E. The fields of Pediatrics. En: Oski FA, DeAngelis CD, Feijin RD et al (eds). Principles and practice paediatrics. Philadelphia: JB Lippincott, 1994:5-11.
- ¹¹ Children's safety network. A data book of child and adolescent injury. Washington DC: National Center for education in maternal and child health, 1991.
- ¹² National Center for Statistics (USA). Monthly vital statistics report 1992; vol 40, suppl 2.
- ¹³ Osberg JC, Discala C. Morbidity among pediatric motor vehicle crash victims: the effectiveness of seat belts. *J Public Health*, 1992; 82:422-5.
- ¹⁴ Wilson MH, Shock S. Preventing motor vehicle-occupant and pedestrian injuries in children and adolescents. *Current opinions in pediatrics* 1993; 5:284-8.
- ¹⁵ Landry GL. Sports Medicine. En: Oski FA, DeAngelis CD, Feijin RD et al (eds). Principles and practice of paediatrics. Philadelphia: JB Lippincott, 1994:995-1015.
- ¹⁶ Reider B. Sports Medicine: The school-age athlete. Philadelphia: WB Saunders, 1991.
- ¹⁷ Stanitski CL, DeLee JC, Díez D. Pediatric and adolescent sports medicine. Philadelphia. WB Saunders, 1994.
- ¹⁸ Wolff J. Das Gesetz der transformation der knochen. Berlin: Hirschalk, 1892.
- ¹⁹ Bechtold JE. Biomechanics of fracture fixation devices. En: Gustilo RB, Kyle RF, Templeman D (eds). Fractures and dislocations. St Louis: Mosby, 1993:11-44.
- ²⁰ Hipp JA, Cheal EJ, Hayes WC. Biomechanics of fractures. En: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trifon PG (eds). Skeletal trauma. Fractures, dislocations, ligamentous injuries. Philadelphia: WB Saunders, 1993:95-125.
- ²¹ Lewallen DG, Chao EYS, Kasman RA, Kelly PJ. Comparison of the effects of compression plates and external fixation on early healing. *J Bone Joint Surg* 1984; 66A: 1084-91.
- ²² Rand JA, An KN, Chao EYS, Kelly PJA. A comparison of the effect of open intramedullary nailing and compression-plate fixation on fracture-site blood flow and fracture union. *J Bone Joint Surg* 1981; 63A:427-42.
- ²³ Sarmiento A, Mullis DL, Latta LL et al. A quantitative comparative analysis of fracture healing under the influence of compression plating vs. closed weight-bearing treatment. *Clin Orthop* 1980; 149:232-9
- ²⁴ Tejersen T, Apalset K. The influence of different degrees of stiffness of fixation plates on experimental bone healing. *J Orthop Res* 1988; 6:293-9.
- ²⁵ Tejersen T, Svenningsen S. The effects of function and fixation stiffness on experimental bone healing. *Acta Orthop Scand* 1988; 59:712-5.
- ²⁶ Albright JA, Brand, RA. The scientific basis of orthopaedics. Norwalk Los Altos: Appleton & Lange, 1987.
- ²⁷ Gowen M. Cytokines and bone metabolism. Boca Raton: CRC Press 1992.
- ²⁸ Noda M. Cellular and molecular biology of bone. San Diego: Academic Press, 1993.
- ²⁹ Robey PG, Bianco P, Termine JD. The Cellular biology and molecular biochemistry of bone formation. En: Coe FL, Favus MJ (eds). Disorders of bone and mineral metabolism. Philadelphia: Raven Press, 1992:241-63.
- ³⁰ Blount WP. Fractures in children. Baltimore: Williams & Wilkins, 1955.

-
- ³¹ Cooper RR. Fractures in children: fundamentals of management. J Iowa Med Society, 1964; 54:472-8.
- ³² J MacEwen GD, Kasser JR, Heinrich SD. Pediatric fractures. A practical approach for assessment and treatment. Baltimore: Williams & Wilkins, 1993.
- ³³ Ogden J. Skeletal injury in the child. Philadelphia: WB Saunders, 1990.
- ³⁴ Pollen A. Fractures and dislocations in children. Baltimore: Williams & Wilkins, 1973.
- ³⁵ Rockwood CA, Wilkins KE, King RE. Fractures in children. New York: JB Lippincott, 1991.
- ³⁶ Sharrard WJW. Pediatric Orthopaedics and fractures. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1993.
- ³⁷ Shapiro F. Cortical bone repair. The relationship of the lacunar-canalicular system and intercellular gap junctions to the repair process. J Bone Joint Surg 1988; 70A:1067-81.
- ³⁸ Heppenstall RB. Fracture healing. En: Heppenstall RB (ed.) Fracture treatment and healing. Philadelphia: WB Saunders, 1980:35-43.
- ³⁹ McKibbin B. The biology of fracture healing in long bones. J Bone Joint Surg 1978; 60B:150-62.
- ⁴⁰ Rubin R. Dynamic Classification of bone displasia. Chicago: Year Book, 1964.
- ⁴¹ Ranvier L. Quelques faits relatifs au développement du tissu osseaux. Comptes Rend Acad Sci 1873; 77:1105.
- ⁴² La Croix P. The organization of bone. Nueva York: Mc Graw-Hill, 1951.
- ⁴³ Foucher M. De la divulsión des épiphyses. Cong Med Francia Paris 1863; 1:63.
- ⁴⁴ Poland J. Traumatic separation of the epiphyses in general. Clin Orthop 1965; 41:7-18.
- ⁴⁵ Poland J. Traumatic separation of the epiphyses. Londres. Smith, Elder and co., 1898.
- ⁴⁶ Aitken AP. Fractures of the epiphyses. Clin Orthop 1965; 41:19-23.
- ⁴⁷ Aitken AP. The end results of the fractured distal tibial epiphysis. J Bone Joint Surg 1936; 18:685-91.
- ⁴⁸ Salter RB, Harris WR. Injuries involving the epiphyseal plate. J Bone Joint Surg 1963; 45-A:587-622.
- ⁴⁹ Salter RB. Salter-Harris. Classification of epiphyseal plate injuries. En: Uthoff HK, Wiley JJ (eds). Behavior of the growth plate. Nueva York: Raven Press, 1988:97-103.
- ⁵⁰ Holland CT. Radiographical note on injuries to the distal epiphyses of radius and ulna. Proc R Soc Med 1929; 22:695-700.
- ⁵¹ Keret D, Méndez AA, Harcke HT, MacEwen GD. Type V physeal injury: A case report. J Pediatr Orthop 1990; 10:545-48.
- ⁵² Peterson HA, Burkhart SS. Compression injury of the epiphyseal growth plate: fact or fiction? J Pediatr Orthop. 1981; 1:377-84.
- ⁵³ Carter DR, Splenger DM. Mechanical properties and composition of cortical bone. Clin Orthop 1978; 135:192-217.
- ⁵⁴ Burstein AH, Zika JM, Heiple KG, Klein L. Contribution of collagen and mineral to the elastic-plastic properties of bone. J Bone Joint Surg 1975; 57A:956-61.
- ⁵⁵ Currey JD. The mechanical consequences of variation in the mineral content of bone. J Biomech 1969; 2:1-11.
- ⁵⁶ Currey JD, Butler G. The Mechanical properties of bone tissue in children. J Bone Joint Surg 1975; 57A:810-4
- ⁵⁷ Trader JE, Johnson RP, Kalbfleisch JH. Bone mineral content surface hardness and mechanical fixation in the human radius: a correlative study. J Bone Joint Surg 1979; 61A:1217-20.
- ⁵⁸ Ogden JA. Traumatismos del esqueleto del niño. Barcelona: Salvat, 1986.
- ⁵⁹ Rang M. Children's fractures. Philadelphia: JB Lippincott, 1983.
- ⁶⁰ Smith JW, Walmsley R. Factors affecting the elasticity of bone. J Anat 1959; 93:503-23.
- ⁶¹ Gomar F. Traumatología. Miembro superior. Valencia: Fundación García-Muñoz, 1983.
- ⁶² Müller ME, Nazarian S, Koch P, et al. The comprehensive classification of fractures of long bones. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1990.

ANEXOS

	Flexión	Extensión	Abducción	Aducción	Pronación	Supinación
3 meses	120°	14°	94°	38°	70°	73°
6 meses	125°	14°	110°	41°	77°	72°
9 meses	135°	20°	150°	44°	80°	90°
12 meses	140°	20°	175°	45°	80°	90°
NORMAL	180°	50°	180°	50°	85°	110°

Anexo 1. arcos de movilidad en humero

	Flexión	Extensión	Pronación	Supinación
3 meses	121°	8°	71°	74°
6 meses	112°	14°	73°	73°
9 meses	120°	20°	80°	90°
12 meses	140°	20°	80°	90°
NORMAL	145°	40°	85°	90°

Anexo 2. arcos de movilidad antebrazo

	Flexión	Extensión	Abducción	Aducción	Rot Int	Rot Ext
3 meses	106°	14°	31°	34°	22°	16°
6 meses	120°	3°	35°	44°	35°	35°
9 meses	130°	0°	45°	50°	35°	50°
NORMAL	145°	20°	30°	60°	30°	60°

Anexo 3. arcos de movilidad del fémur

	Flexión	Extensión	Rot INT	Rot Ext
3 meses	90°	5°	7°	7°
6 meses	105°	10°	9°	8°
9 meses	110°	0°	15°	15°
12 meses	140°	10°	25°	25°
NORMAL	140°	10°	30°	40°

Anexo 4. arcos de movilidad tibia-peroné