



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARÍA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
ESPECIALIDAD EN
ORTOPEDIA**

**FRACTURAS DE EXTREMIDADES INFERIORES EN
NIÑOS. COMPARACIÓN DE LA MAGNITUD DEL
TRAUMA CON LA RESISTENCIA DEL HUESO**

T E S I S

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:**

O R T O P E D I A

**P R E S E N T A:
KENIA PEREIDA PÉREZ**

**PROFESOR TITULAR
DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA**

**ASESOR
DR ANTONIO REDÓN TAVERA**



MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2013



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.

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL

DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ

SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ

JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA

DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA
PROFESOR TITULAR

DR. ANTONIO REDÓN TAVERA
ASESOR CLÍNICO

DR. SAÚL RENAN LEÓN HERNÁNDEZ
ASESOR METODOLÓGICO

AGRADECIMIENTOS

A Ester, a Raymundo, a Karime
Por ayudarme y apoyarme

Al Dr. Antonio Redón
Por tenerme confianza y guiarme

ÍNDICE

I.	Introducción	6
II.	Marco teórico	8
III.	Planteamiento del problema	15
IV.	Hipótesis	16
V.	Objetivos	17
VI.	Material y métodos	18
VII.	Resultados	21
VIII.	Discusión	34
IX.	Conclusiones	36
X.	Bibliografía	37
XI.	Anexo 1	38
XII.	Anexo 2	41
XIII.	Anexo 3	42

Introducción

Dentro del marco general de estudio del síndrome osteopénico en niños, con un enfoque centrado en el problema de la posible existencia de osteoporosis en la infancia, considerada como la entidad en la que el hueso disminuye su densidad y por lo tanto su resistencia, se presenta un segundo estudio que correlaciona la densidad mineral ósea, con el estado nutricional y con la magnitud del trauma requerido para producir fracturas en niños.

Como resultado de la posibilidad de un aporte proteico nutricional reducido, se ha generado la idea de que la osteoporosis del adulto pudiera tener un origen potencial desde la infancia según lo propone el grupo de trabajo de Auza- Torres y col., (1) abriendo con ello campos de investigación que permitan obtener resultados con los cuales se pueda favorecer la condición nutricional de la población, en especial de la población pediátrica mexicana, con la perspectiva de una mejor posibilidad de desarrollo en todos sus aspectos.

Se generan con este pensamiento varias posibilidades de estudio, que involucran en modo progresivo la reinvestigación de la condición nutricional del paciente y su densidad mineral ósea, ya examinada en un primer estudio por Rodríguez Madrid y col., (2) cuyas conclusiones ponen de manifiesto cierta incertidumbre de la relación existente entre nutrición y densidad mineral ósea, así como la necesidad ulterior de búsqueda y ampliación de información científica, que permita establecer parámetros de determinación de los datos epidemiológicos requeridos para estudio de nuestra población.

El presente ensayo de cohorte no maneja intervención propiamente dicha, en tanto nuestro interés se ha centrado en examinar la condición actual del paciente pediátrico al momento de presentarse con fractura.

Otros aspectos que deberán investigarse en protocolos subsiguientes dentro de la misma línea de investigación, serán, la ingesta específica de lácteos y de proteína de productos cárnicos, así como la experimentación en animales de laboratorio, como base del estado nutricional de los sujetos de estudio

Marco Teórico

La densidad, como producto de la división de la masa de un cuerpo sobre su volumen, tal como lo definió Arquímedes, es un concepto que sigue vigente hoy en día.

En relación con la densidad del hueso, esta se define como la cantidad de sustancia ósea por unidad de volumen y se mide por inferencia de la magnitud de atenuación de los rayos X al atravesar por dicha masa ósea. Se le define familiarmente en medicina como densidad mineral ósea (DMO), aunque este término podría seguir siendo controversial, en virtud de que la mayor parte de la masa ósea está constituida por material proteico en un 70% y solamente en un 30% por componentes minerales.

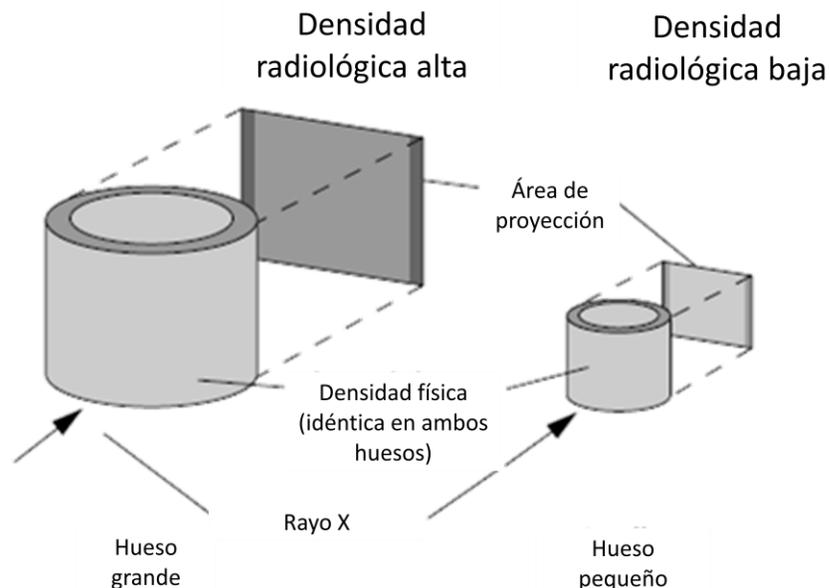


Figura 1. El hueso de mayor tamaño, registra una mayor densidad mineral ósea que un hueso de menor tamaño, lo que significaría mayor y menor densidad radiológica respectivamente. (Tomado de Rauch y Schoenau)

En cualquier caso, la cantidad de masa ósea es mayor a medida que el individuo crece en dimensiones. En otras palabras, la DMO es mayor por definición en un adulto que en un niño. Asimismo, los niños de mayor talla, como los adolescentes, tendrán mayor masa ósea y por lo tanto mayor DMO que los niños escolares, pre-escolares o

lactantes, todo ello aunque la cantidad de masa ósea por unidad de volumen, o densidad física, sea estrictamente la misma (1, 3). (Fig. 1)

Por lo tanto, la DMO se define como la cantidad de hueso mineralizado por unidad de volumen medida en gramos: gr / cm² (masa de hueso por unidad medida de hueso). (3)

El proceso de osificación se refiere a la incorporación de minerales, principalmente calcio y fósforo, en una matriz protéica progresivamente rica en osteoide (Fig. 2), el cual es depositado por los osteoblastos o células formadoras de hueso. (3)

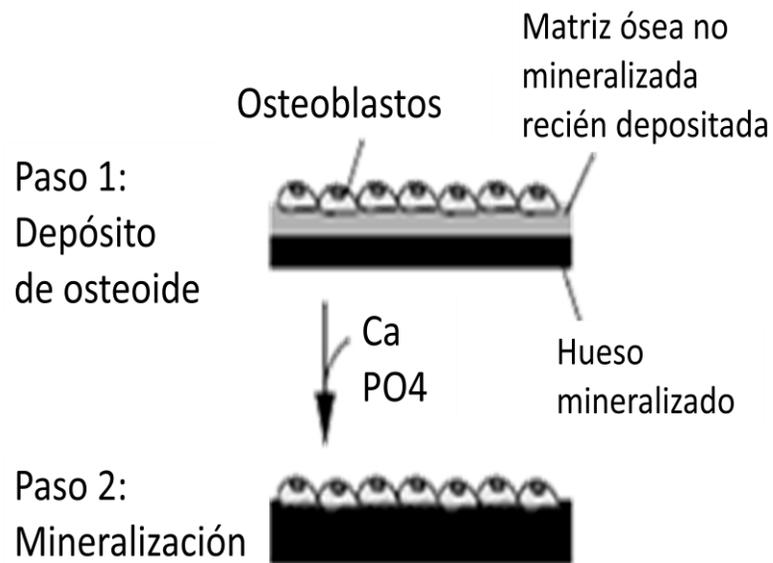


Figura 2. En etapas sucesivas, los osteoblastos producen matriz desmineralizada, que será convertida en hueso mediante la incorporación de minerales, principalmente calcio y fosfato. (Tomado de Rauch y Schoenau)

El módulo elástico del hueso, calculado en 106, depende de su densidad y del tamaño de los cristales de hidroxapatita que lo constituyen. El módulo elástico en el hueso del niño es mucho mayor que el del adulto, es decir, tolera más las cargas en flexión antes de romperse.

Las deformaciones a que se somete el hueso durante la actividad cotidiana, tomando como ejemplo un modelo mecánico-estático (3) generan una cadena de impulsos de origen físico, neural y muscular, así como señales producidas por factores hormonales y nutricionales, que actúan estimulando la función osteoblástica para la producción de hueso nuevo.

Dichas deformaciones obedecen a cargas aplicadas en la masa ósea, que se denominan sollicitaciones y pueden ser a) en compresión, b) en tensión y c) en cizallamiento, y cualquiera de ellas deforma al hueso temporalmente. La forma original es recuperada al cesar la sollicitación, aun cuando se trate en todo caso de reacciones momentáneas. Cuando a su vez una carga mecánica, cualquiera que sea su clase, rebasa el módulo de elasticidad del hueso, éste se rompe. Los límites de estabilidad entre cargas y deformación elástica recuperable se integran como una unidad central reguladora del mecanismo de retroalimentación entre deformación y estabilidad ósea.
(3)

La medición de la DMO puede aumentar por incremento de los componentes proteico-minerales del hueso o por el solo aumento de tamaño del hueso con la edad. Por lo contrario, su disminución puede obedecer a insuficiente matriz proteica o a mineralización inadecuada, dando como resultado el síndrome osteopénico.

El síndrome osteopénico se refiere a la disminución de la sustancia ósea en cualquiera de sus componentes y se clasifica en dos patrones principales:

- a) Pérdida principal de patrón mineral. Da lugar al raquitismo en el niño y a la osteomalacia en el adulto. El predominio de una matriz ósea proteica no mineralizada produce aumento de la plasticidad del hueso y éste se deforma, pero no necesariamente aumenta su fragilidad.
- b) Osteoporosis. Típicamente consiste en la pérdida principal del patrón proteico del hueso. Por cada 3 partes de material proteico se pierden 7 partes de material mineralizado. Se dice que disminuye la masa ósea en su totalidad. El hueso no se deforma pero aumenta su fragilidad y se fractura.

- c) Osteoporosis local, secundaria a otra patología que produce atrofia del hueso con reducción notoria de la masa total por unidad de volumen, como en los casos que generan desuso de una o más extremidades

La Organización Mundial de la Salud ha difundido los términos de osteoporosis para la segunda forma del síndrome descrito y de osteopenia cuando existen niveles mínimos de osteoporosis, lo cual no concuerda en su totalidad con nuestras definiciones previas.

En el adulto, la osteoporosis se define como la DMO por abajo de 2.5 desviaciones estándar a partir de la media obtenida en sujetos adultos jóvenes sanos. (1)

En el niño, no es admisible la misma definición ya que, comparada su DMO con lo señalado en el párrafo anterior, todos los niños tendrían osteoporosis por su solo tamaño. (Fig. 3).



Figura 3. De manera similar a lo descrito en la figura 1, se muestran cortes esquemáticos que permiten comprender que el hueso de menor tamaño registra una densidad menor solamente por diferencias en sus dimensiones. (Adaptado de Rauch y Schoenau)

En niños, el concepto de osteoporosis se emplearía solamente cuando su masa ósea es tan baja que las fracturas podrían ocurrir en presencia de un traumatismo menor. (4)

Supuestamente, la verdadera baja DMO en el niño debería estar relacionada necesariamente con su estado nutricional, lo cual requiere mayor estudio, ya que tal concepto no se confirmó con el reciente trabajo de Rodríguez-Madrid y col., (2) llevado a cabo en nuestro Instituto en el que se encontró tendencia hacia una menor DMO en niños con sobrepeso, con un mayor riesgo paradójico de sufrir fractura (6, 7) comparados con niños de peso normal o inclusive desnutridos. Parecería un resultado contradictorio que requiere mayor análisis.

Los factores que interactúan para la producción de fracturas son por un lado la fuerza del agente traumático y por otro, la resistencia del hueso (8). Se asume que el mejor predictivo para riesgo de fractura tanto en niños como en adultos, es la DMO. (8, 9)

Densitometría Ósea

Es el estudio que mide la atenuación del flujo de rayos X a su paso por el hueso. En cualquier caso, es el material mineral y específicamente el calcáreo, el que registra el paso de la radiación. En otras palabras, algunos tejidos carnosos pero no calcáreos como el músculo o el hígado, llegan a generar una imagen de su contorno y de su masa en algunas radiografías. Sin embargo es solamente el tejido óseo el que verdaderamente registra imágenes de contraste absoluto, lo cual es posible gracias a su contenido mineral calcáreo.

La densitometría es un importante factor predictivo del riesgo de fractura en el adulto. Un aspecto de su utilidad es que puede realizarse en todo el cuerpo o bien en algunas áreas específicas del esqueleto consideradas como regiones de utilidad, que han permitido valoraciones estandarizadas. El estudio estandarizado de densitometría

produce una cantidad de radiación mínima. (10) En los niños se tiene la ventaja de que puede medir el contenido mineral óseo por área ósea, dando la densidad mineral ósea.

El cuadro 1 indica la cantidad de radiación recibida por regiones anatómicas para radiografías, DMN y en vuelo transatlántico. Las cifras indican una cantidad de radiación mínima para los estudios de densitometría, comparados con los de radiografía (8).

	Dosis efectiva (μSv)
Densitometría de columna lumbar	0.4- 4*
Densitometría de cuerpo completo	0.02- 5*
Radiografía del tórax	12- 20*
Radiografía lateral de columna lumbar	700
Radiación solar diaria	6- 20 (dependiendo la localidad)
Vuelo transatlántico	80
* Márgenes para diferentes máquinas	

Tabla 1. Cantidad de radiación recibida en circunstancias diversas

La técnica más frecuentemente utilizada para realizar la densitometría es la llamada “absorciometría de doble rayo (DXA)” que mide una combinación de hueso y médula ósea, dando como resultado la densidad mineral ósea aparente. Mide la DMO de manera integral, ya que es capaz de distinguir entre hueso cortical y hueso esponjoso. (3)

Los resultados se expresan como Score-Z o como Score-T. El primero mide la diferencia entre la DMO observada y el promedio de la población de la misma edad. El segundo mide la diferencia entre la DMO observada y la DMO promedio de los adultos.

Para el desarrollo del presente estudio se utilizaron los resultados Score-Z, obtenidos mediante un densitómetro modelo Discovery de la marca Hologic, que es con el cual se cuenta en nuestra institución. (Figura 4).



Figura 4. Densitómetro modelo Discovery, marca Hologic

Planteamiento del Problema

Existe un gran número de fracturas en pacientes pediátricos que de acuerdo con su mecanismo de producción, de baja o de mediana energía, no parecerían estar justificadas.

La disponibilidad de estudios en México que correlacionen las fracturas con la densidad mineral ósea y el estado nutricional de los niños sigue siendo limitada.

Por lo tanto se pretende incrementar la disponibilidad de información mediante la investigación de la producción de fracturas contrastando la magnitud de su traumatismo productor con la DMO y el estado nutricional de los pacientes.

Hipótesis

Hipótesis nula (H₀)

La DMO y el estado nutricional no tienen correlación con el riesgo de fractura en la edad pediátrica.

Hipótesis verdadera (H₁)

El riesgo de fracturas en los niños se encuentra directamente relacionado con la magnitud del trauma, así como con la resistencia del hueso, determinada por la DMO y el estado nutricional del paciente.

Objetivo Principal

Investigar cómo se correlacionan la densidad mineral ósea, el estado nutricional y la magnitud del trauma en pacientes pediátricos que presentan fractura en las extremidades pélvicas.

Material y Métodos

Diseño del estudio

Se trata de un estudio transversal, descriptivo y observacional.

Dentro las variables independientes se encuentran: sexo, edad, extremidad involucrada, densidad mineral ósea y estado nutricional.

Como variable dependiente se encuentra el tipo de fractura.

Dentro de este estudio se tienen 65 casos registrados, con 32 casos no localizados al corte, como resultado se incluyen 33 pacientes de ambos sexos. El estudio se desarrolló en el periodo comprendido de septiembre de 2009 a enero de 2012.

Los criterios de inclusión son:

- Pacientes entre 7 y 15 años de edad
- Fracturas de extremidades pélvicas
- Hospitalizados en el servicio de ortopedia pediátrica del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR)

Criterios de no inclusión

- Pacientes recibidos en urgencias del INR y referidos a otras instituciones
- Pacientes menores de 7 años de edad
- Enfermedades coexistentes y fracturas patológicas

Criterios de Exclusión

- Fracturas consolidadas
- Pacientes manejados ambulatoriamente

Criterios de Eliminación

- Pacientes que egresaron sin valoración nutricional
- Pacientes sin densitometría ósea

Métodos de Evaluación

A los pacientes incluidos en este estudio se les realizaron valoraciones de: estudio nutricional, densitometría ósea lumbar y estadificación de la magnitud del trauma.

Tablas de Referencia

Las tablas de referencia utilizadas para determinar la densidad mineral ósea fueron las de Auza y Díez (1), Kalkwarf (5) y Renán LHS (en Rodríguez-Madrid y col.) (2) Las tablas de referencia completas se encuentran en el anexo 1.

La densidad mineral ósea fue valorada por la Dra. María del Pilar Díez García del servicio de Clínica de Osteoporosis de éste instituto, con un densitómetro modelo Discovery de la marca Hologic. Clasificando a los pacientes como DMO baja, normal y alta.

Magnitud del Trauma

Landin (9) propuso una tabla para la valoración de la magnitud del traumatismo en su estudio sobre patrones de fractura en niños. (Anexo 2) Para fines del presente estudio se han equiparado diversos mecanismos de trauma según el referido por el paciente y sus familiares, para poder clasificar la magnitud del traumatismo.

Se utilizó la clasificación de Landin para realizar la estadificación del trauma, y se clasificó como leve, moderada y severa.

Estado nutricional

En 2007 la OMS publicó la tabla de referencia del índice de masa corporal para niños y adolescentes, describiendo el crecimiento normal de un niño en un ambiente

óptimo desde los 5 hasta los 19 años. Estas tablas se pueden aplicar a todos los niños y adolescentes en cualquier lugar del mundo, en forma independiente de su origen étnico, estado socio-económico y tipo de alimentación. (Anexo 3)

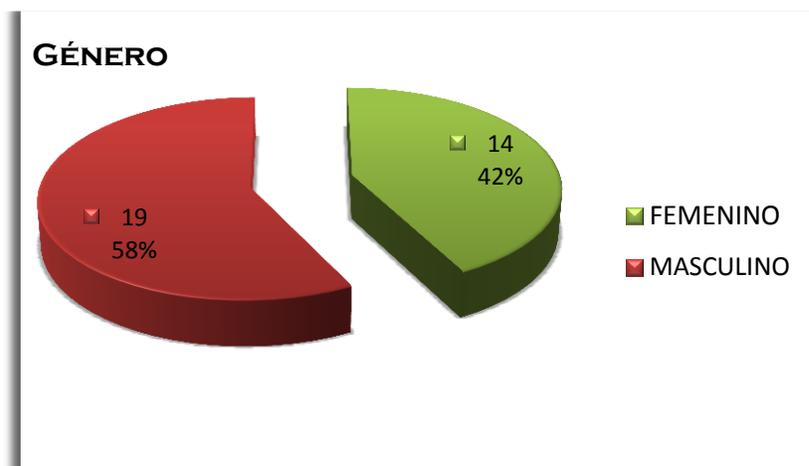
Para valorar el estado nutricional en el presente estudio, se tomaron en cuenta los siguientes valores: tabla de referencia de la OMS, valores laboratoriales (hemoglobina, hematocrito) y el tipo de alimentación de los pacientes.

Las valoraciones nutricionales fueron realizadas por la Lic. en nutrición Guillermina Recillas Jaimes del departamento de nutrición de este instituto. Se clasificó el estado nutricional de los pacientes como: desnutrición, normal, sobrepeso y obesidad.

Para la evaluación de los resultados se utilizó el programa SPSS 15.0 versión para Windows.

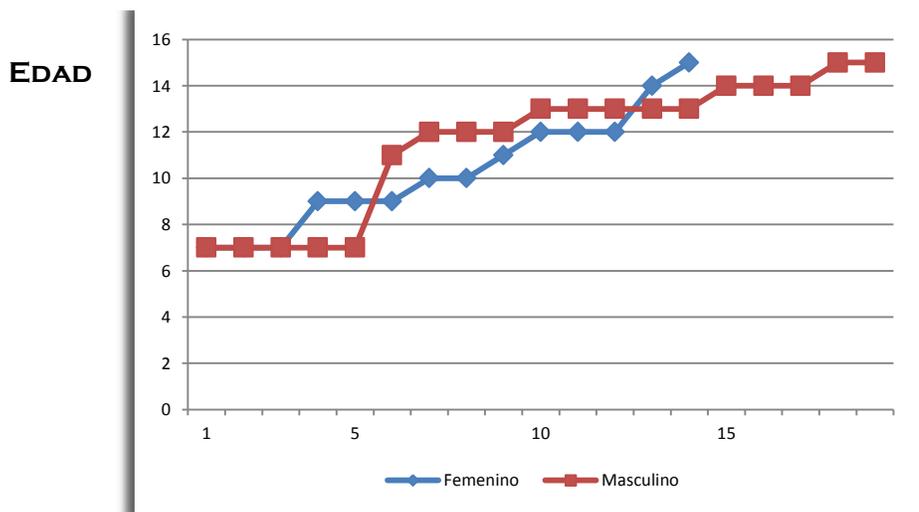
Resultados

En este estudio se analizaron 33 niños, los cuales presentaron diversos tipos de fracturas en las extremidades inferiores. Del total de niños analizados, 19 fueron del género masculino, constituyendo el 58% y 14 del género femenino, constituyendo el 42%, estos resultados se muestran en la Gráfica 1.



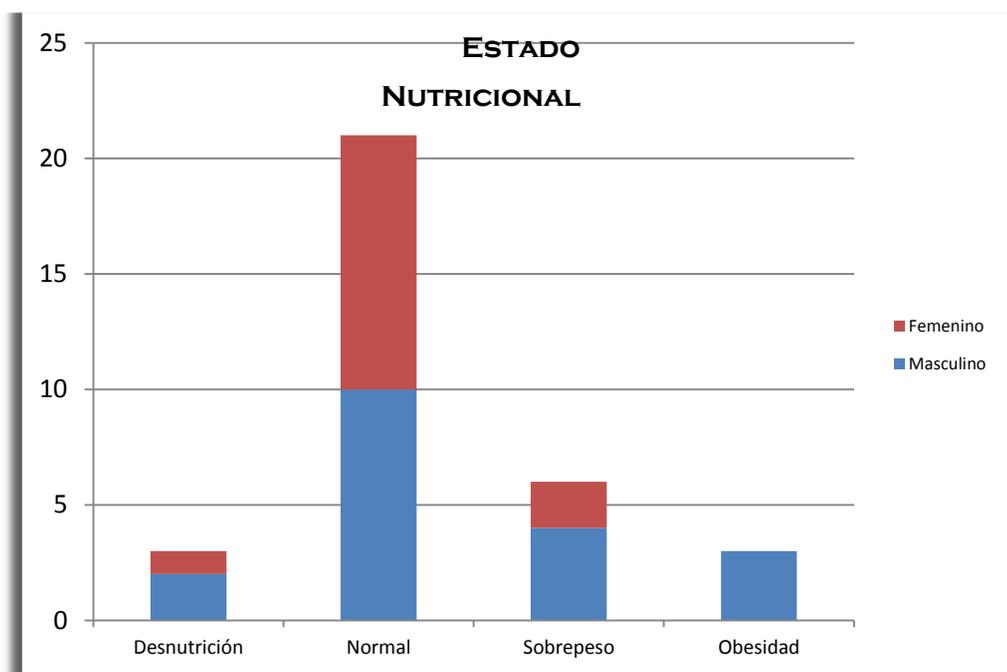
Gráfica 1. Cantidad y porcentaje de los pacientes, según su género

Los pacientes tuvieron una edad promedio de 11 años, dentro de un rango de 7 a 15 años, con una moda de 7 años (8 pacientes), representado en la Gráfica 2.



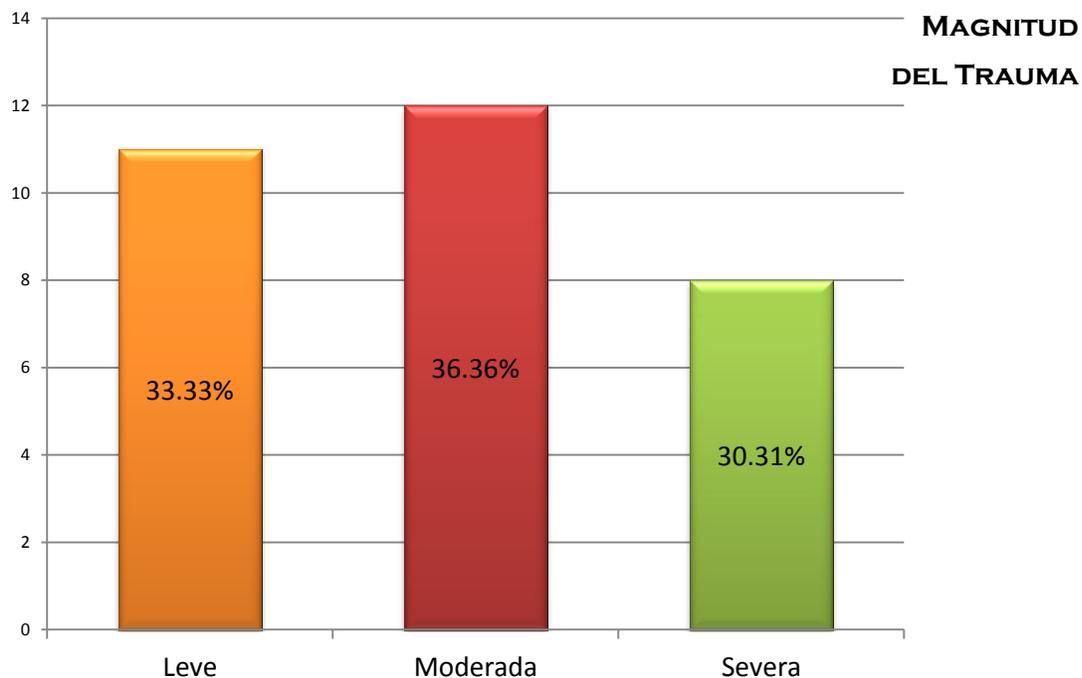
Gráfica 2. Edades de los pacientes, de acuerdo a su género

De acuerdo a su estado nutricional, se encontró que 3 de los pacientes, correspondiente a 9.09%, presentaron desnutrición, de los cuales 2 fueron masculinos y 2 femeninos. Con estado nutricional normal fueron 21 pacientes (63.63%, siendo 10 masculinos y 11 femeninos. Con sobrepeso se encontraron 6 pacientes, 4 masculinos y 2 femeninos, correspondientes al 18.19%. El 9.09%, correspondiente a 3 pacientes masculinos, presentó obesidad. Los resultados se muestran en la Gráfica 3.



Gráfica 3. Estado nutricional de los pacientes, de acuerdo a su género

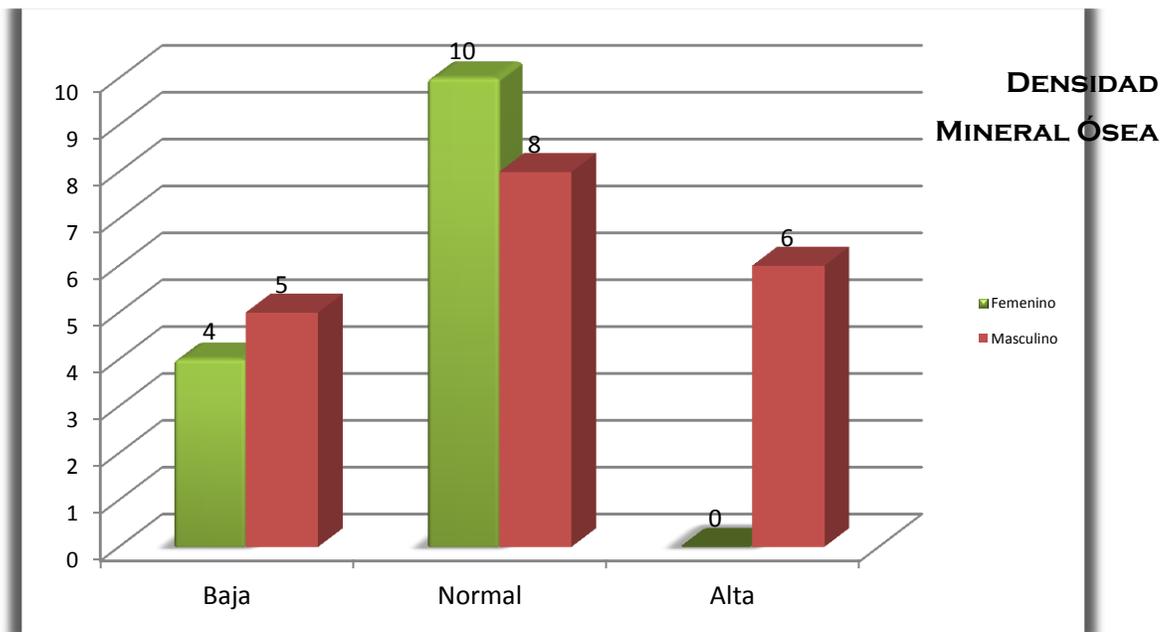
Con respecto a la magnitud del trauma, se clasificó en leve, moderada y severa. Once pacientes (33.33%), 5 del género masculino y 6 del femenino, presentaron un trauma leve. Una moderada magnitud del trauma la presentaron 12 pacientes (36.36%), siendo 8 masculinos y 4 femeninos. Diez pacientes (30.31%) presentaron magnitud del trauma severa, 6 de ellos de género masculino y 4 de género femenino. Estos resultados se exponen en la Gráfica 4.



Gráfica 4. Magnitud del trauma

La DMO se clasificó como baja, normal o alta y se relacionó con el género de los pacientes. En la Gráfica 5 se observa esta relación. Como resultado se obtuvo que 9 pacientes, 4 del género femenino y 5 del masculino, presentaron una DMO baja; dieciocho pacientes presentaron una DMO normal, de los cuales 10 fueron del sexo femenino y 8 del masculino; una DMO alta la presentaron 6 pacientes, todos ellos del género masculino.

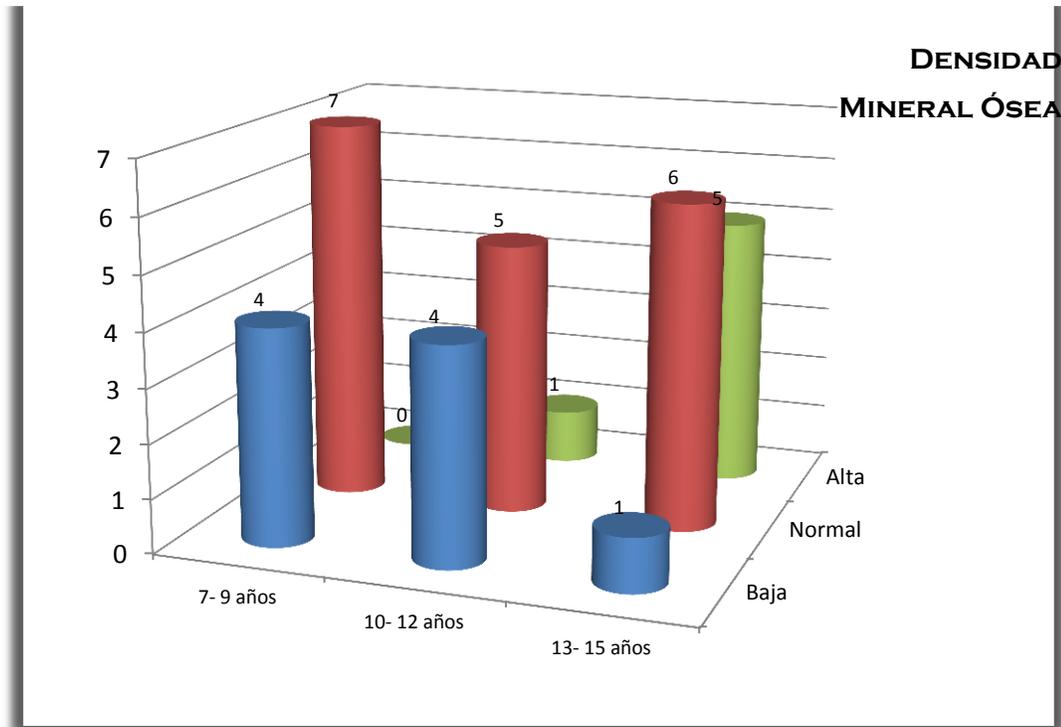
Ya que la DMO se encuentra determinada por la edad del paciente, también se correlacionó la DMO con la edad de los pacientes. Se realizaron 3 grupos de edad: 7 a 9 años, 10 a 12 años y 13 a 15 años; se encontró que en el grupo de 7 a 9 años 4 pacientes tuvieron una DMO baja y 7 normal, en esta edad ningún paciente presentó DMO alta. En el grupo de 10 a 12 años 4 de ellos tuvieron DMO baja, 5 normal y sólo 1 presentó DMO alta. En el grupo de 13 a 15 años se presentó una tasa alta de pacientes con DMO alta, siendo 5 pacientes, 6 tuvieron una DMO normal y solamente uno presentó DMO baja. Estos resultados se observan en la Gráfica 6.



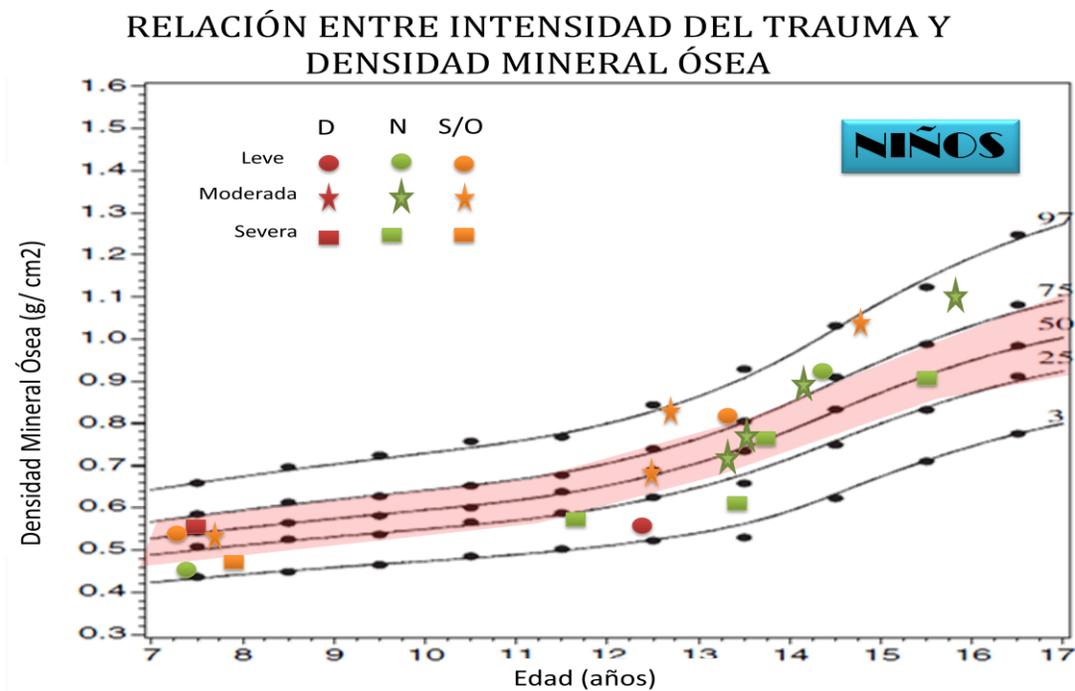
Gráfica 5. Densidad mineral ósea, de acuerdo al género de los pacientes

Las siguientes gráficas muestran la relación entre la intensidad del trauma y la DMO de los pacientes de acuerdo a su género, en la Gráfica 7 se exponen los pacientes del género masculino y en la Gráfica 8 a los pacientes del género femenino.

En ambas gráficas el área sombreada corresponde a una DMO normal para la edad (percentilas 25- 75). Con círculos se representa una intensidad del trauma leve, con estrellas una moderada y con cuadrados una severa. El estado nutricional se expresa con colores, el rojo para desnutrición, el verde para normal y para el sobrepeso y obesidad el anaranjado.



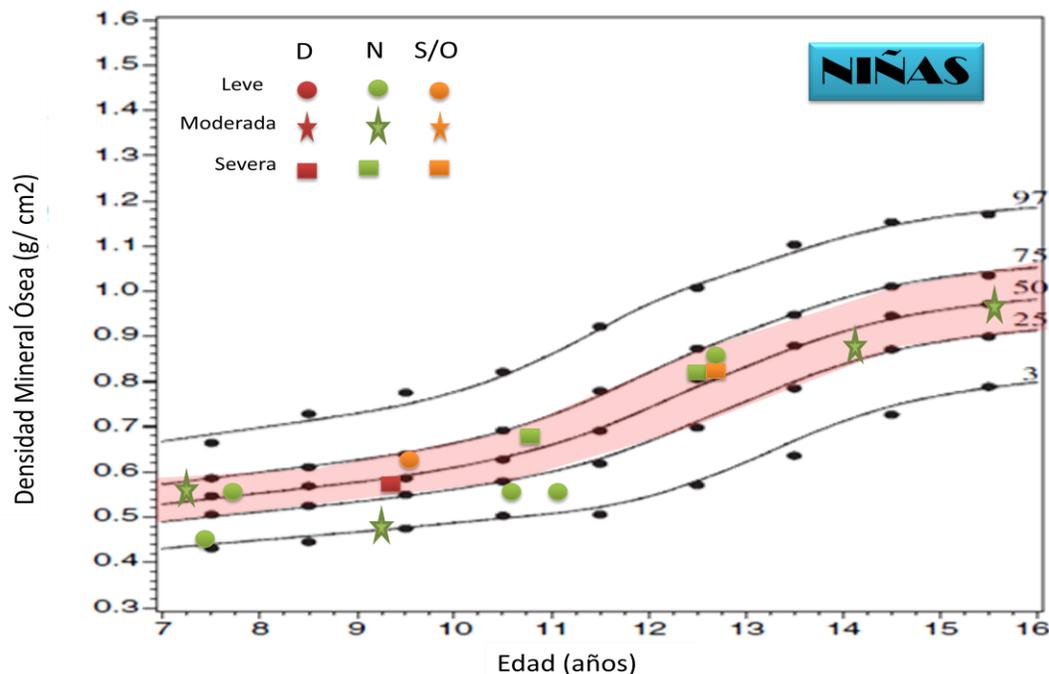
Gráfica 6. Densidad mineral ósea y su relación con la edad de los pacientes



Gráfica 7. Relación entre la intensidad del trauma y la DMO en pacientes masculinos

Con respecto al área de la extremidad inferior afectada, se realizaron dos grupos; en el primero se agruparon los pacientes que presentaron fractura de fémur y en el segundo los pacientes con fractura de tibia o tobillo. Dentro del primer grupo (fémur) quedaron encasillados 10 casos (5 de ellos con una edad de 7 años), 6 de ellos presentaron una DMO normal y el resto (4) una DMO baja. Siete presentaron un estado nutricional normal, 2 con sobrepeso y 1 con obesidad.

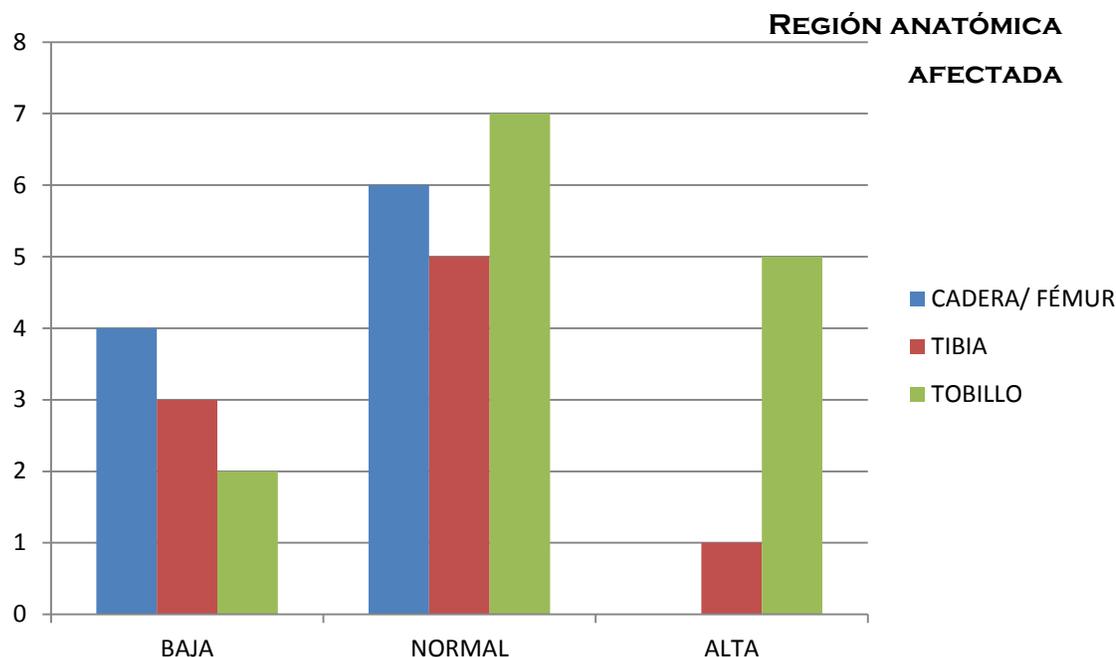
RELACIÓN ENTRE INTENSIDAD DEL TRAUMA Y DENSIDAD MINERAL ÓSEA



Gráfica 8. Relación entre la intensidad del trauma y la DMO en pacientes femeninos

El segundo grupo (tibia y tobillo) contó con 23 pacientes; 14 de ellos con afectación de tobillo y 9 de tibia. De este grupo, 5 tuvieron 12 años. Doce de este grupo presentó una DMO normal, 6 con DMO alta y 5 con DMO baja. De acuerdo a su estado

nutricional 14 presentaron un estado nutricional normal, 3 con desnutrición, 4 sobrepeso y 2 obesidad.



Gráfica 9. Relación entre la DMO y la región anatómica afectada

En el gráfico 9 se representa la relación entre la DMO y la región anatómica afectada, encontrando que, de los pacientes quienes presentaron una DMO baja 4 de ellos tuvieron una fractura de cadera/ fémur, 3 de tibia y 2 de tobillo. De los 18 pacientes con una DMO normal, 6 presentaron fractura de cadera/ fémur, 5 de tibia y 7 de tobillo. Por último, 6 pacientes presentaron DMO alta, de los cuales 1 tuvo fractura de tibia, 5 de tobillo y ninguno presentó fractura de cadera/ fémur.

Se encontró tendencia a presentar una mayor DMO en varones ($p < 0.05$), que fue alta en el grupo de edad de 13.6 años promedio (6 casos, 18.2%), normal en el grupo de edad de 10.7 años (18 casos, 54.5%) y baja en el grupo de edad de 9.6 años (9 casos, 27.3%), lo cual muestra relación directa con la edad ($p < 0.01$). (Cuadro 1).

FACTORES ASOCIADOS	DMO			P
	Baja (n = 9)	Alta (n = 6)	Normal (n = 18)	
Sexo masculino	5 (55.6%)	6 (100.0%)	8 (44.4%)	0.05
Edad	9.6 (2.2)	13.6 (1.0)	10.7 (2.9)	0.01
Edo Nutricional				
* Sobrepeso/obesidad	1 (11.1%)	3 (50.0%)	5 (27.8%)	0.53
* Bajo/desnutrido	1 (11.1%)	0	2 (11.1%)	
* Normal	7 (77.8%)	3 (50.0%)	11 (61.1%)	
Intensidad Trauma				
* Leve	5 (55.6%)	2 (33.3%)	4 (22.2%)	0.11
* Moderado	1 (11.1%)	4 (66.7%)	7 (38.9%)	
* Severo	3 (33.3%)	0	7 (38.9%)	
Fractura				
* Fémur/cadera	4 (44.4%)	6 (100.0%)	12 (66.7%)	0.17

Cuadro 1. Densidad mineral ósea, estado nutricional y magnitud del traumatismo en pacientes de sexo masculino con fracturas en extremidades inferiores

En el mismo cuadro 1, cabe subrayar que aparentemente el estado nutricional no se asocia significativamente al estado de la DMO ($p = 0.53$).

La DMO de la columna vertebral está estrechamente correlacionada con la edad, lo cual la convierte en un valor confiable, siendo el coeficiente r de correlación de Pearson de 0.752, con una $p=0.0001$ como se observa en el gráfico 1.

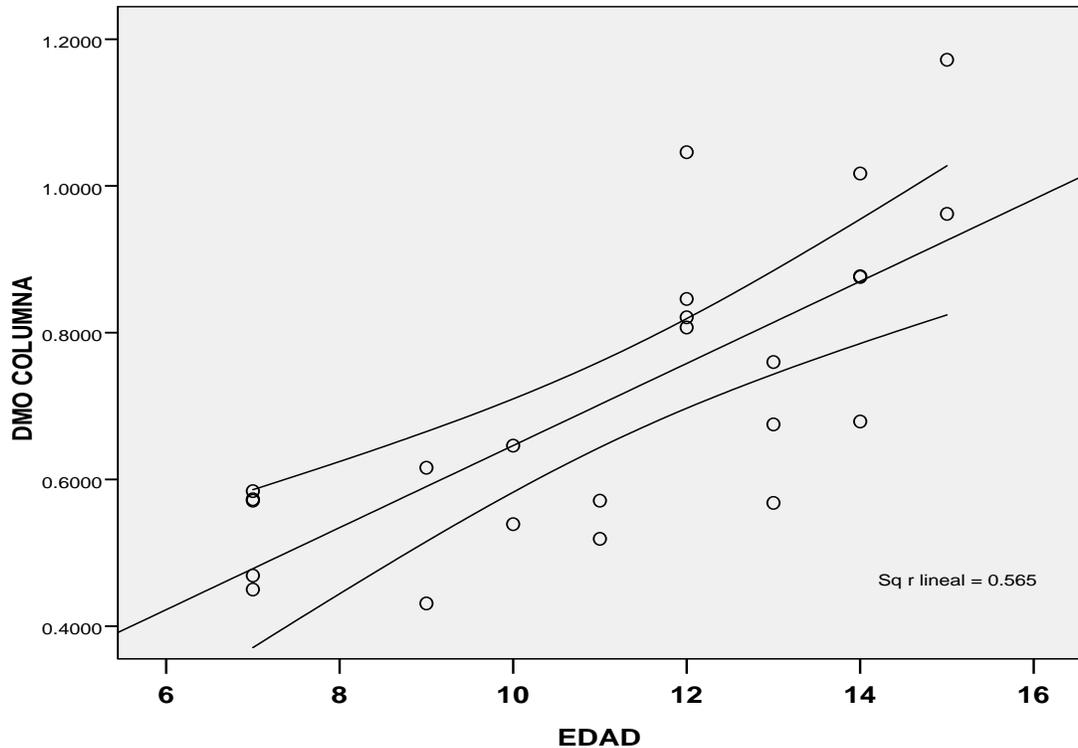


Gráfico 1. Correlación edad y DMO de columna en niños con fracturas de miembros inferiores.

En la mayor proporción de niños con DMO baja, la intensidad del trauma fue leve (55.6%) y, en contraste, los de DMO normal y alta se concentraron en intensidad de trauma moderado a severo.

Existen elementos para sospechar que las fracturas que se encuentran asociadas a trauma leve están asociadas a una DMO baja; mientras que, las fracturas asociadas a traumas moderados/severos son congruentes con una DMO normal/alta ($p= 0.11$). Es muy probable que la p no alcance a ser significativa porque la potencia estadística del estudio para este contraste es apenas del 61.0% cuando lo apropiado debería ser del 80.0% (se requiere una muestra más grande).

Los datos que se observan en el gráfico 2 sugieren fuertemente que:

- a) Las fracturas a nivel de la tibia requieren traumatismo de moderado a severo aun cuando la DMO sea baja

- b) Las fracturas a nivel de cadera/fémur suceden con traumatismos leves o moderados sólo cuando la DMO es baja, pero si la DMO es alta, requieren traumatismo severo
- c) En el tobillo las fracturas no se explican por la intensidad del trauma, en estos casos, tal vez sea más importante el mecanismo de lesión, pudiendo ser posible mecanismo de brazo de palanca en la producción de la misma.

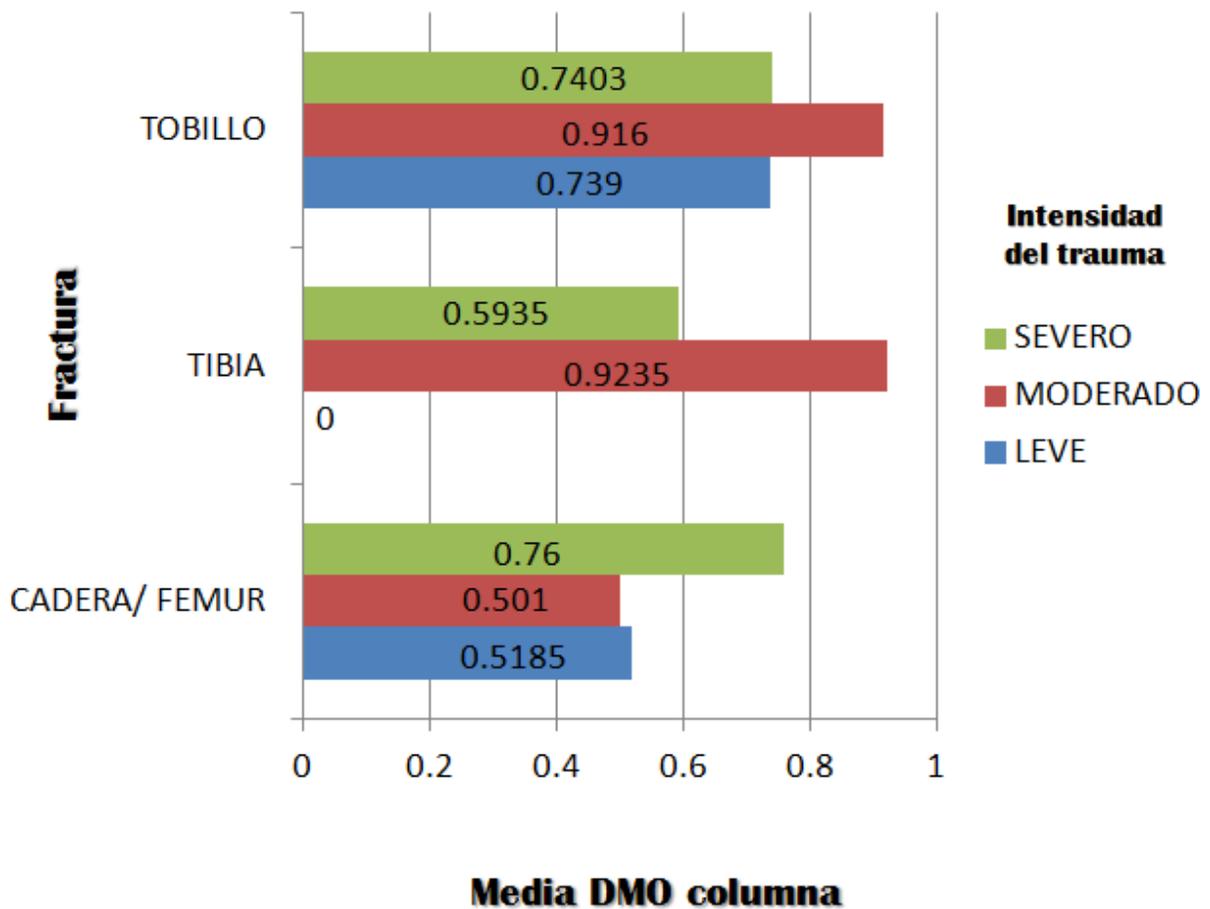


Gráfico 2. Niveles de DMO en columna de niños con fracturas a distintos niveles de miembros inferiores e intensidad del trauma.

Al pasar del análisis bivariado (tabla 1), al análisis multivariado y colapsando las escalas de las variables se observa lo siguiente (tabla 2) a través del análisis de regresión logística binaria:

		B	E.T.	Wald	Sig.	Exp(B)	I.C. 95.0% para EXP(B)	
Paso 1(a)	TRAUM3(1)	1.409	0.856	2.714	0.099	4.094	0.765	21.895
	EDONUTR4(1)	1.504	1.190	1.598	0.206	4.501	0.437	46.380
	Constante	-2.729	1.200	5.172	0.023	0.065		

a Variable(s) introducida(s) en el paso 1: TRAUM3, EDONUTR4.

Tabla 2. Regresión logística binaria para la predicción de la DMO (baja) en niños con fractura de miembros inferiores.

En este estudio, al colapsar las escalas que originalmente son: baja, alta y normal, se reduce a una escala binaria, siendo baja contra normal/alta; igualmente, la intensidad el trauma se reduce a dos valores siendo uno leve y el otro moderado/severo; los resultados de ambos colapsos se muestran en el cuadro 3.

En esta tabla, correspondiente a un análisis bivariado, se observa lo siguiente:

1. Los niños que se fracturaron habiendo sufrido un trauma de intensidad leve tuvieron 3.7 veces más riesgo de tener al mismo tiempo una DMO baja; las 3.7 veces más riesgo se refieren a la comparación con los niños que tuvieron un trauma moderado/severo.

El 3.7 se calcula muy fácil como razón de momios o bien $OR = \frac{5 \times 18}{4 \times 6}$

En este apartado debemos recordar que una razón OR igual o mayor que 3.0 tiene significancia clínica aunque no tenga significancia estadística, lo cual desde el punto de vista médico estricto tiene mayor valor, todo ello independientemente de que las p sean mayores a 0.05.

		DMO		Total
		BAJA	NORMAL/ALTA	
INTENSIDAD TRAUMA	LEVE	5	6	11
		55.6%	25.0%	33.3%
	MODERADA/SEVERA	4	18	22
		44.4%	75.0%	66.7%
Total		9	24	33
		100.0%	100.0%	100.0%

Cuadro 3. Tabla de contingencia INTENSIDAD TRAUMA * DMO

2. Los niños que sufrieron un trauma de intensidad moderada/severa y se fracturaron, la mayoría tenían a su vez una DMO normal/alta.

3. La hipótesis nula de la tabla de contingencia es que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las proporciones de niños con DMO baja vs normal/alta en los que sufrieron un trauma leve. Esto se representa como la Proporción 1 = 55.6% vs la Proporción 2 = 25.0% que corresponde a los porcentajes del primer renglón de la tabla, ello se expone como $H_0: P_1 = P_2$.

Al aplicar la prueba exacta de Fisher, la probabilidad de error alfa es del 10% ($p = 0.10$); por otro lado, la probabilidad de error beta es del orden del 0.37. Se puede decir que el contraste no tiene una potencia estadística adecuada porque el número de pacientes en la muestra es muy pequeño.

Es muy probable que si se aumentara el número de pacientes en la muestra el error alfa se volvería pequeño con $p < 0.05$ es decir que el error sería menor al 5% y entonces se rechazaría la hipótesis nula y se aceptaría la alterna de que, en efecto, cuando el trauma es leve es mucho más probable que el niño se fracture porque tiene una DMO baja, mientras que los que tienen la DMO normal/alta requieren de un traumatismo de intensidad moderada/severa para fracturarse.

Discusión

Con los 33 pacientes reclutados sólo se puede decir: hay elementos para mantener la hipótesis con 10% de probabilidad de error de que, cuando un niño recibe un trauma leve y se fractura, es 3.7 veces más probable (o tienen 3.7 veces más riesgo) de que sea portador de una DMO baja y no de una DMO normal/alta ($p = 0.10$), o al revés, un niño portador de una DMO normal/alta es mucho más probable que se fracture fundamentalmente si recibe un trauma de intensidad moderada/severa puesto que del 100% de niños con DMO normal/alta sólo el 25% se fracturan con un trauma leve mientras que el 75% restante necesitan un trauma de intensidad moderada/severa.

Ahora bien, si se colapsa estadísticamente el estado nutricional como normal/bajo vs sobrepeso/obesidad se genera el cuadro 4 en la forma siguiente:

			DMO		Total
			BAJA	NORMAL/ ALTA	
ESTADO NUTRICIONAL	NORMAL /BAJO	Recuento	8	16	24
		% de DMO	88.9%	66.7%	72.7%
	SOBREPESO/ OBESIDAD	Recuento	1	8	9
		% de DMO	11.1%	33.3%	27.3%
Total		Recuento	9	24	33
		% de DMO	100.0%	100.0%	100.0%

Cuadro 4. Tabla de contingencia EDO NUTRICIONAL * DMO

La razón de momios sería: $OR = 8 \times 8 / 1 \times 16 = 4.0$

Ello indica que los niños con estado nutricional normal/bajo tienen 4.0 veces más riesgo de tener una DMO baja que los niños con sobrepeso/obesidad ($p = 0.20$). Nuevamente, el estado nutricional normal/bajo tiene significancia clínica en relación a la DMO baja; pero al mismo tiempo se debe saber que en esta tabla la potencia estadística es apenas del 60.0%; nuevamente se puede pensar que la causa es el tamaño de la muestra.

Los niños con DMO baja tienen menor edad que los de DMO normal/alta ($p= 0.06$) al comparar 9.6 años de un grupo contra 11.5 años del otro grupo.

Después de haber explorado las relaciones bivariadas de la DMO binaria contra cada una de las variables, se aplicó el análisis multivariado a través de la regresión logística binaria con el resultado mostrado en el cuadro 2.

Dicho cuadro indica que al tomar en cuenta simultáneamente todas las variables para pronosticar cómo será la DMO (dejando solo la intensidad del trauma y el estado nutricional como variables pues son las únicas con poder pronóstico) los niños con DMO baja tienen 4.09 veces más riesgo de fracturarse hasta con un trauma leve ($p= 0.099$) en relación a los niños con DMO normal/alta y, si tiene DMO baja tienen 4.50 veces más riesgo de fracturarse si tienen un estado nutricional normal/bajo ($p= 0.206$) en comparación a los que tienen una DMO normal/alta.

Probablemente la conclusión más notoria del presente estudio estriba en que la DMO fue baja en los pacientes que tuvieron fractura de la cadera o en otras palabras, ningún caso con DMO alta tuvo fractura de la cadera.

Este dato lo debemos tomar como un parámetro capital de lo que puede ocurrir en la edad avanzada, que se caracteriza por fracturas de la cadera en pacientes de preferencia del género femenino con osteoporosis formal, asumiendo que la osteoporosis puede tener su origen en la infancia, de acuerdo con lo propuesto por Auza- Torres y col.

Conclusiones

1. La DMO de columna está intensamente correlacionada con la edad de los niños $r = 0.752$ ($p = 0.0001$): a mayor edad mayor DMO (gráfico 1).

2. Las fracturas de miembros inferiores asociadas a traumas leves están asociadas a su vez con DMO baja. En consecuencia los niños con DMO baja tienen 3.7 veces más riesgo de sufrir una fractura con un trauma leve comparado con aquellos niños que tienen DMO normal/alta y sufren trauma leve.

3. La relación entre magnitud del trauma y nivel de DMO está mediada por el sitio de la fractura (gráfico 2), de suerte que:

A). Las fracturas a nivel de tibia requieren traumas moderados a severos aun cuando la DMO sea baja.

B). Las fracturas a nivel de cadera/fémur suceden con traumas leves o moderados sólo cuando la DMO es baja y, si es alta, suceden con traumas severos.

C). En tobillo las fracturas no se explican por la intensidad del trauma (todos tienen DMO normal/alta) sino que tal vez sea más importante el mecanismo de producción de la misma.

4. Sólo la intensidad del trauma y el estado nutricional resultan variables con poder pronóstico, así los niños con DMO baja tienen 4.09 veces más riesgo de fracturarse hasta con un trauma leve ($p = 0.09$) en relación a los niños con DMO normal/alta; y, al mismo tiempo, si tiene DMO baja tienen 4.50 veces más riesgo de fracturarse si tienen un estado nutricional normal/bajo ($p = 0.206$) en comparación a los que tienen una DMO Normal/alta (tabla 2).

5. El estudio adolece de potencias estadísticas bajas debido a que la muestra aún no es de tamaño apropiado para rechazar con poco error las hipótesis nulas.

Bibliografía

1. Auza, TAM. *Osteoporosis del adulto: ¿Raíz en la infancia? Análisis de 1009 alumnos de primaria. Nuevas tablas de densitometría.* Hospital infantil de México, 2009. En prensa
2. Rodríguez MJR, Redón TA, León HSR, Díez GP, Becerra LL. *Bone mineral density, nutritional condition and fractures of long bones in children.* México 2009. En prensa
3. Rauch F, Schoenau E. *Skeletal development in premature infants: a review of bone physiology beyond nutritional aspects,* Arch. Dis. Child. Fetal. Ed. 2002;86:F82-85
4. Black RE, Williams SM, Jones IE, Goulding A. *Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health.* A. J Clin Nutr. 2002, 76: 675-680.
5. Kalkwarf HJ, Zemel BS, Gilsanz V, Lappe JM, Horlik M, Oberfield S, Mahboobi S, Fan B, Frederick MM, Winer K, Sheperd JA. *The bone mineral density in childhood Study: bone mineral content and density according to age, sex and race.* J CLIN Endocrinol Metab, 2007, 92: 2087-2099.
6. Clark M, Tobias JH, Ness AR. *Association between bone density and fractures in children: a systematic review and meta-analysis.* Pediatric, 2006, 117: E291-E297.
7. GRIFFITH. *Bone mass and architecture determination: state of the art.* Best practice and research clinical endocrinology and metabolism. 2008
8. GORDON CM, *Evaluation of bone density in children,* Current Opinion in Endocrinology and Diabetes 2005, 12:444-451
9. Landin LA. *Fracture patterns in children. Analysis of 8,682 fractures with special reference to incidence, etiologu and secular changes in a Swedish urban population 1950- 1979.* Acta Orthop Scand 202:1-109. 1983
10. *Índice de Masa Corporal, Patrones de crecimiento de la OMS 2007- 5 a 19 años (percentiles),* Organización Mundial de la Salud, Ecuador, 2007

ANEXO 1

** Tablas de Referencia **

- Osteoporosis del adulto: ¿Raíz en la infancia? Análisis de 1009 alumnos de primaria. Nuevas tablas de densitometría₂

Niñas: Densidad Ósea Central

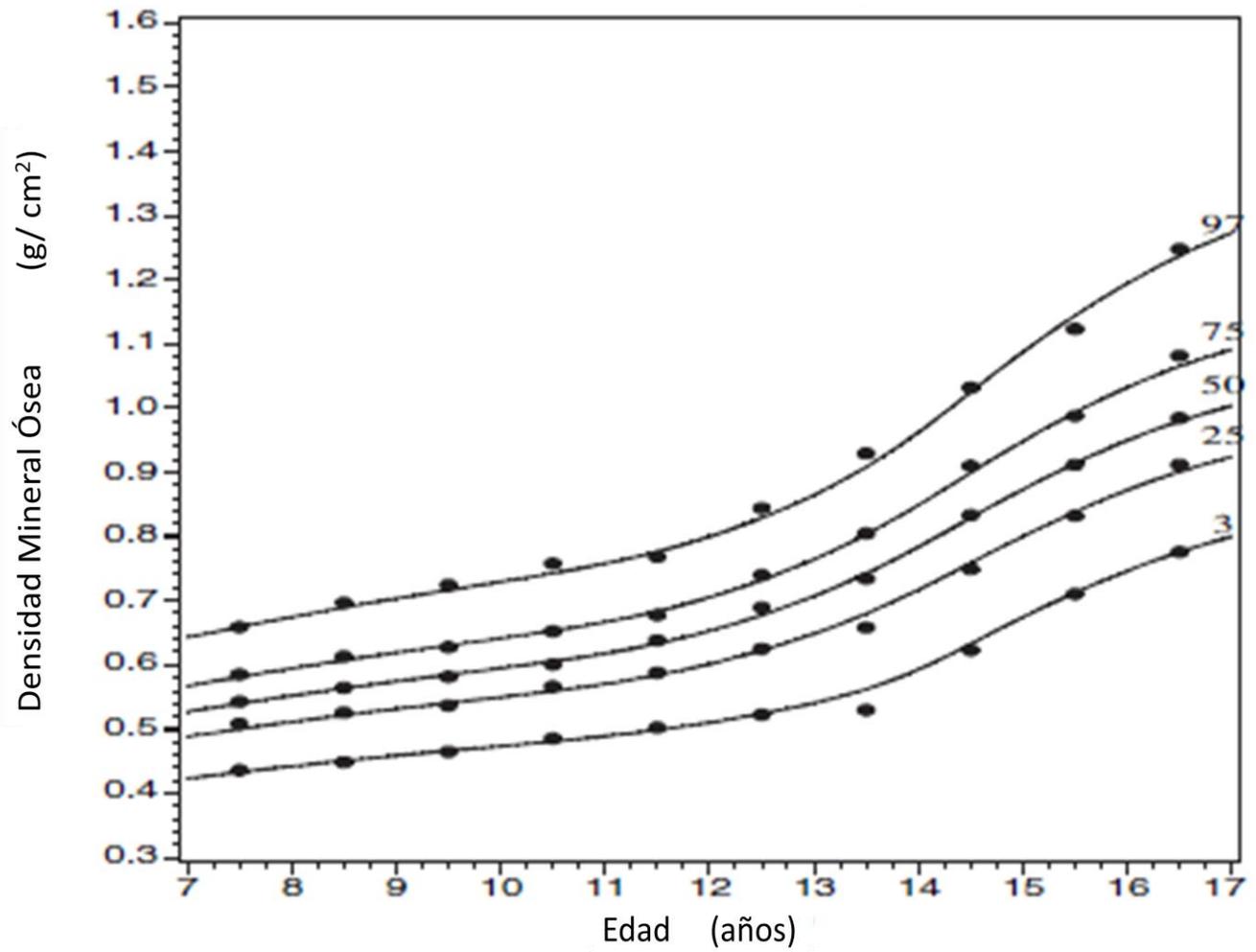
Edad (años)	Percentila		
	10	50	90
6	0.5002	0.5883	0.7497
7	0.5182	0.6083	0.7698
8	0.5363	0.6283	0.7898
9	0.5543	0.6484	0.8098
10	0.5723	0.6684	0.8299
11	0.5904	0.6884	0.8499
12	0.6084	0.7085	0.8699
13	0.6264	0.7285	0.8900
14	0.6444	0.7485	0.9100

Niños: Densidad Ósea Central

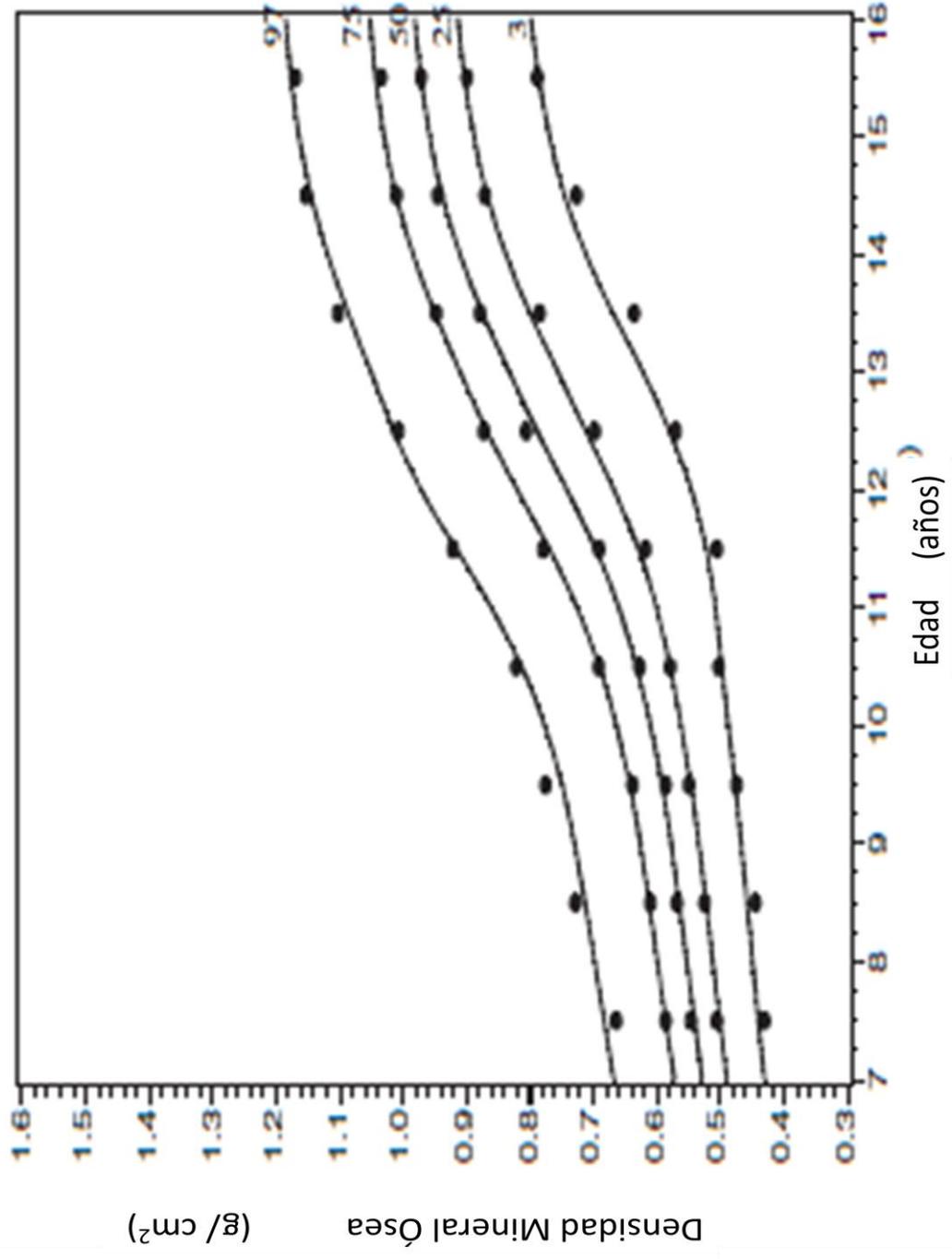
Edad (años)	Percentila		
	10	50	90
6	0.6290	0.6798	0.8302
7	0.6316	0.6821	0.8325
8	0.6335	0.6844	0.8347
9	0.6358	0.6866	0.8370
10	0.6426	0.6934	0.8437
11	0.6448	0.6956	0.8460
12	0.6561	0.7069	0.8573
13	0.6572	0.7081	0.8584
14	0.6617	0.7126	0.8629

- The bone Mineral Density in Childhood Study: Bone mineral Content and Density According to Age, Sex and Race ₈

DMO lumbar y edad para niños no negros de 7 a 17 años



DMO lumbar y edad para niñas no negras de 7 a 17 años



ANEXO 2

** Magnitud del Trauma **

- Leve
 - Caída de <0.5m (estando de pie)
 - Caída en una superficie elástica (arena) de 0.5- 3m
 - Caída de una cama o cuna
 - Lesiones durante los juegos (peleas en parques)
 - Lesiones deportivas de baja energía (judo, karate, juegos de pelota, gimnasia)

- Moderado
 - Caídas en concreto de 0.5- 3m
 - Caída de una litera, escaleras
 - Caída de una bicicleta o caballo, patineta, patines
 - Caída de resbaladillas o columpios
 - Atropellados por bicicletas

- Severo
 - Caídas de más de 3m
 - Accidentes de tráfico
 - Golpe por un objeto pesado en movimiento

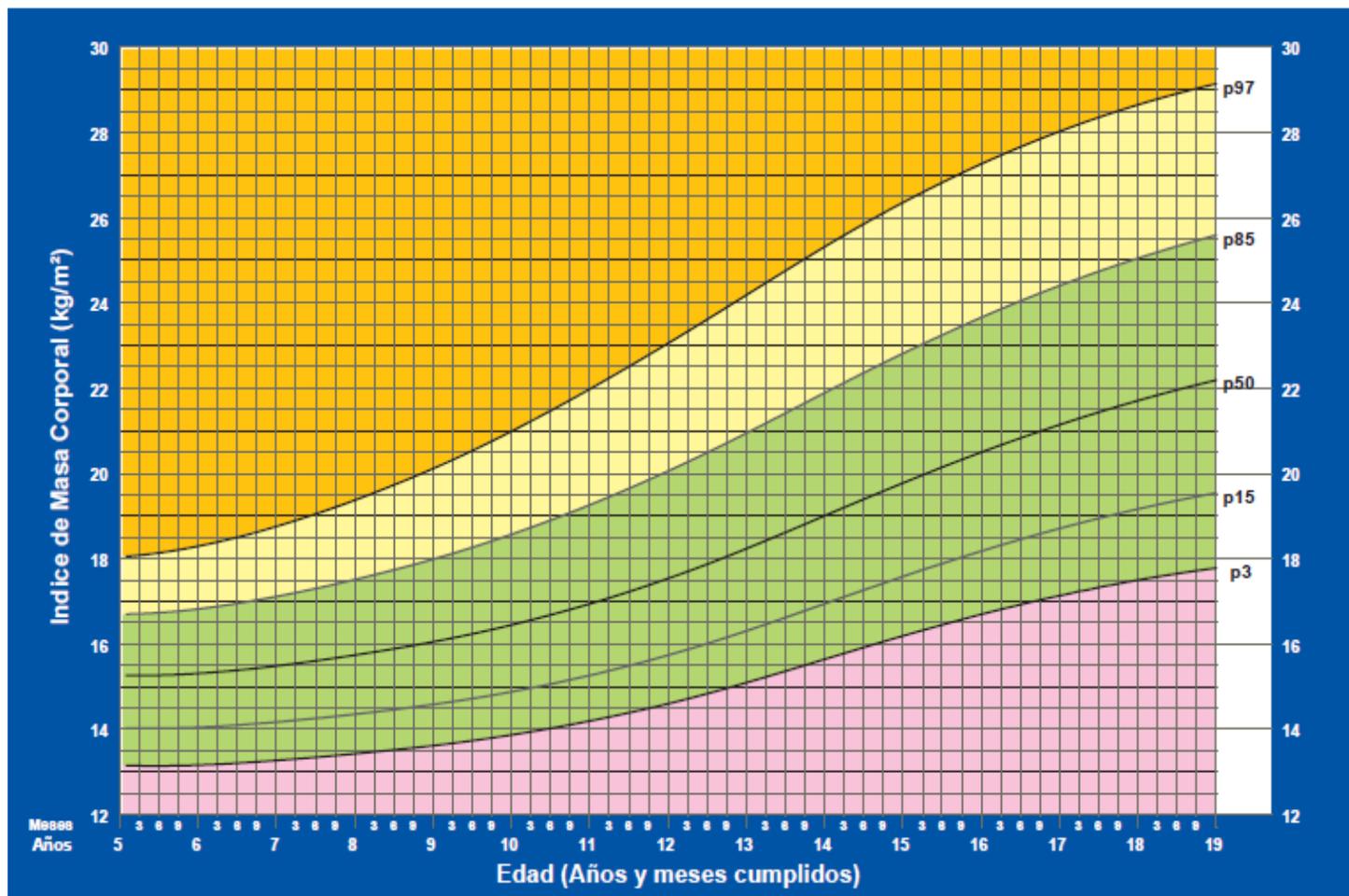
Índice de Masa Corporal - NIÑOS y ADOLESCENTES

Patrones de crecimiento de la OMS 2007 - 5 a 19 años (percentiles)



** Índice de Masa Corporal₁₁ **

ANEXO 3



Nota: Este patrón describe el crecimiento normal de un niño en un ambiente óptimo desde los 5 años hasta los 19 años y puede aplicarse a todos los niños y adolescentes en cualquier lugar del mundo, independientemente de su etnia, estatus socioeconómico y tipo de alimentación. Las curvas se basan en el patrón publicado por OMS en el año 2007. Para mayor información visite el sitio oficial de la OMS en <http://www.who.int/childgrowth/> - Puede descargar una versión para imprimir en formato PDF en la dirección: <http://www.saludestura.com/formulario/>



Formula Índice de Masa Corporal= peso (kg) / [talla(m)]²

- Sobrepeso
- Riesgo de sobrepeso
- Normal
- Bajo peso