

## Densidad mineral ósea en niños y adolescentes

### Revisión de literatura

Bone mineral density in children and adolescents. Literature review

Jason Cardona Gómez

Estudiante de décimo semestre de Licenciatura en Educación Física, Instituto Universitario de Educación Física - Universidad de Antioquia. Correo: [jasoncar18@hotmail.es](mailto:jasoncar18@hotmail.es)

### Resumen

La osteoporosis es una enfermedad esquelética que se caracteriza por la disminución de la masa ósea y actualmente es un grave problema de salud pública a nivel mundial por la alta prevalencia y por sus costos sanitarios. En Colombia, los costos que conlleva tener una fractura de cadera están calculados en 6500 dólares por persona. El riesgo de fracturas es alto e incrementa con la edad; se estima que la probabilidad de que una mujer blanca mayor de 50 años presente fractura de cadera es del 14% y del 6% en mujeres de raza negra, siendo la raza un factor importante a la hora de determinar la posibilidad de sufrir fracturas. Es primordial saber que uno de cada cinco pacientes de fractura de cadera morirá un año después de ocurrido el evento. Una muy buena medida para prevenir la aparición de la osteoporosis es la actividad física, que tiene un efecto osteogénico positivo, por lo que se convierte en un factor protector de esta patología debido al aumento del pico de masa ósea y a la reducción de las caídas (una de las principales causas de fracturas). Se han realizado numerosas investigaciones y revisiones del tema donde se correlaciona directa y positivamente el efecto del ejercicio con la densidad mineral ósea (cantidad de hueso por unidad de área) en todas las edades. Sin embargo, algunas investigaciones sugieren que las actividades físicas de alto impacto son las que más ganancias a nivel óseo generan. Por ejemplo, en Inglaterra se estudió a 724 adolescentes que hicieron ejercicio físico de acuerdo al nivel de impacto, clasificado según la intensidad (gravedad en una escala de 1 a 5), en actividades físicas como caminar,

caminar rápido, trotar, trotar a más de 10 kilómetros por hora y saltar, respectivamente, y se concluyó que aquellos ejercicios físicos por encima de la gravedad 3 se relacionaron positivamente con densidad mineral ósea del cuello femoral. Con respecto a la edad para obtener mayor ganancia ósea, parecen ser la infancia y la adolescencia épocas de la vida muy sensibles e importantes para alcanzarla, en comparación con la adultez y la tercera edad. Parece ser aun más importante hacer actividad física de acuerdo a la etapa Tanner porque puede ser un indicador muy confiable a la hora de obtener mayores ganancias óseas pues, según diversas investigaciones, las etapas 2 y 3 de Tanner son de las que más ganancias a nivel de hueso presentan y desde ahí se puede pensar en el ejercicio como herramienta para disminuir las posibilidades de padecer osteoporosis en edad avanzada. No obstante se plantean algunas interrogantes: ¿Todo tipo de actividad física es efectiva a la hora de generar una respuesta positiva en el hueso?, ¿En todas las edades se evidencia los efectos positivos del ejercicio de igual proporción?, ¿Hay una edad ideal para esperar mayores beneficios de la actividad física?, ¿Qué tan importante es la etapa infancia y la adolescencia para conseguir mayores ganancias óseas?

**Palabras clave:** Pico de masa ósea, Osteoporosis, Actividad física, Infancia, Adolescencia.

## Summary

Osteoporosis is a skeletal disease characterized by low bone mass and is nowadays a serious public health problem worldwide due to the high prevalence and its health costs, such is the case in Colombia where the costs associated with having a hip fracture are estimated at \$ 6,500 per person. The risk of fractures is high and increases with age, it is estimated that the probability of a hip fracture in white women over 50 years old is 14% and 6% in black women, being the race an important factor for determining the possibility of fractures. It is essential to know that one in five hip fracture patients die between years after the event. A very good measure to prevent the onset of osteoporosis is physical activity it has a positive osteogenic effect, so it turns to be a protective factor for this disease due to increased peak bone mass and the reduction of falls (one major cause of fractures). There have been numerous investigations and reviews on the subject which directly and positively correlates the effect of exercise in bone mineral density (amount of bone per unit area) at all ages. However, some research suggests that are the high-impact physical activities which generate the mayor gains in bone mass, for example in England 724 adolescents who practiced physical exercise were classified according to the level of impact of the physical activity. Physical activity is ranked in level 1, 2, 3, 4 and 5 after the gravity forces that are generated during its practice, such activities are walking, brisk walking, jogging, jogging faster than 10 K/h and jump respectively and concluded that

those physical activities with a level above 3 were positively associated with bone mineral density of the femoral neck. With respect to the age for obtaining higher bone gains it seems that childhood and adolescence are periods very sensitive and important in life to achieve greater gains in bone compared to adulthood and older ages. It seems even more important to practice physical activity according to Tanner stages because it can be a very reliable indicator when it comes to obtain more bone, according to research, exercise during steps 2 and 3 produces the most gains in bone mass. Exercise can be then considered as an effective tool to reduce the chances of osteoporosis in older ages. However, some questions arise: Is any kind of physical activity more effective than the others in generating a positive response in the bone?, ¿Are there evidence of positive effects of exercise for all ages ?, ¿Is there an ideal age for expect greater physical activity benefits ?, ¿How important are the child and adolescent periods to achieve higher bone density gains ?

**Keywords:** Peakbonemass, Osteoporosis, Physical Activity, Child, Adolescence.

## Introducción

La osteoporosis es una enfermedad esquelética que se caracteriza por la disminución de la masa ósea y actualmente es un grave problema de salud pública a nivel mundial por la alta prevalencia y por sus costos sanitarios.

Shaw (2001) menciona que las fracturas representan uno de los problemas de salud pública con mayor impacto en la sociedad, estimándose en los Estados Unidos unos 1,5 millones de fracturas cada año relacionadas con osteoporosis. En Europa 1 de cada 3 mujeres y 1 de cada 5 hombres experimentarán fracturas relacionadas con baja Masa Ósea; además, se estima que para el año 2050, los costos directos totales por fracturas de cadera serán cercanos a los 51 billones de euros (Burrows, 2007; Kanis & Johnell, 2005).

El riesgo de fracturas es alto e incrementa con la edad. Se estima que la probabilidad de que una mujer blanca mayor de 50 años presente fractura de cadera es del 14% y del 6% en mujeres de raza negra, siendo la raza un factor importante a la hora de determinar la posibilidad de sufrir fracturas. Es importante mencionar que una de cada cinco pacientes de fractura de cadera morirá un año después de ocurrido el evento (Arango, 2009).

La National Osteoporosis Foundation (2007) reporta que en los Estados Unidos cerca de 10 millones de personas tienen osteoporosis: 8 millones son mujeres y 2 millones son

hombres. También se estima que casi 34 millones de personas tienen baja masa ósea, que los pone en mayor riesgo de sufrir osteoporosis. El informe concluye que la osteoporosis afecta alrededor de 44 millones de Estadounidenses, de los cuales 55% son adultos mayores de 50 años de edad. Finalmente, se sabe que uno de cada dos mujeres y uno de cada cuatro hombres mayores de 50 años tienen una fractura relacionada con osteoporosis en su tiempo de vida.

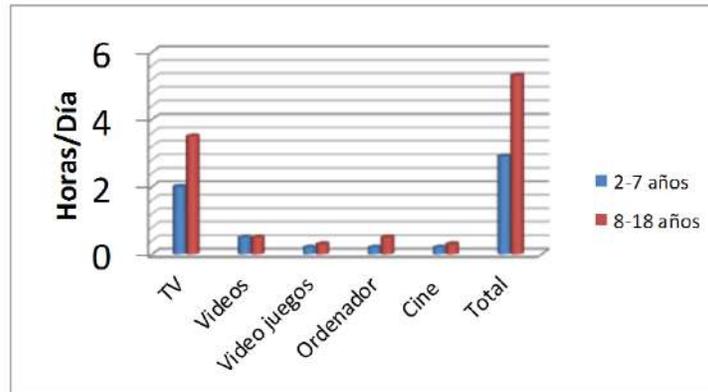
En Colombia, los costos del tratamiento de una fractura de cadera están calculados en 6500 dólares por persona (Zanchetta & MacDonald, 2012); además, esta misma fuente informa que en el país se registran entre 8000 y 10.000 fracturas de cadera, al año, en mujeres, lo que equivale a una fractura cada hora aproximadamente, y además el 90% de estas personas son tratadas quirúrgicamente; también se calculan 284.711 fracturas vertebrales en mujeres cada año, y un total de 854.135 fracturas osteoporóticas por año en otros sitios del cuerpo, en mujeres colombianas de 50 años o más.

### ¿Qué es la Densidad Mineral Ósea?

Según Planas & Morote (2006), la Densidad Mineral Ósea se define por la concentración media de mineral óseo por unidad de área y se mide en gramos sobre centímetro cuadrado. Según Arango (2009), la Densidad Mineral Ósea es un valor que da cuenta de la cantidad de hueso que posee un individuo, cuyo valor está en constante cambio. En las primeras décadas de la vida este valor aumenta y a partir de la cuarta década, el valor entra en un declive, aumentando el riesgo de padecer osteoporosis.

Chesnut (1991) identifica diversos factores de riesgo para la disminución de la Densidad Mineral Ósea, entre ellos se encuentra el déficit en el alcance del Pico de Masa Ósea durante la etapa de crecimiento, que representa una edad de vital importancia para el aumento de la Masa Ósea.

Abajo & Márquez (2009) señalan la cantidad de horas que los niños y adolescentes entre 2 y 18 años de los Estados Unidos permanecen sentados utilizando medios electrónicos como televisión, videos, video juegos, ordenador y cine. Se evidencia como entre los 2 y los 7 años los niños pasan alrededor de 3,5 horas al día sentados, datos que aumentan en edades entre los 8 y los 18 años hasta un total de 5,2 horas al día sentados, hecho que refleja cómo los medios electrónicos rempazan hasta cierto punto la Actividad Física.



Tiempo que pasan los niños en Estados Unidos utilizando medios electrónicos. Adaptado de Abajo & Márquez (2009, p.3)

La Actividad Física como medio para aumentar las ganancias óseas es un factor importante, pero también se plantea cuál etapa del ciclo de vida es la más acorde para ejercer este estímulo. En tal sentido Peña (2003) sugiere que las edades ideales para estimular el hueso a través del ejercicio físico y obtener respuestas óseas positivas son la infancia y la adolescencia, argumentando que el Pico de Masa Ósea se alcanza cerca del 90% a los 20 años, tanto en hombres como en mujeres, siendo la edad más influenciada para generar cambios positivos en el hueso.

<b>Pre púberes</b>	<b>Ganancias entre 2-4% de masa ósea</b>
<b>Adolescentes</b>	Incrementos de Pico de Masa Ósea y el tamaño óseo, mejor arquitectura del esqueleto
<b>Adultos jóvenes</b>	Aumentos entre 1-3% al año
<b>Pre menopáusicas</b>	Ganancias entre 1-2,8% según actividades y tiempos
<b>Post menopáusicas</b>	Ganancias inferiores a 1% año pero no pierden como los inactivos (1-2% año)
<b>Ancianos</b>	Dudosa ganancia de masa ósea, pero ayuda a mejorar la fuerza, estabilidad, reacción y a prevenir las caídas
<b>Atletas</b>	Aumentos entre 10-30% de masa ósea

**Figura 1.** Efecto de la Actividad Física sobre la masa ósea en diferentes edades biológicas con respecto a controles sedentarios (Peña, 2003)

### Importancia de aumentar la Densidad Mineral Ósea

Chalem & Portocarrero (1997) definen la osteoporosis como una enfermedad esquelética sistémica caracterizada por baja Masa Ósea y deterioro de la micro-arquitectura del tejido óseo, llevando a la fragilidad del hueso, la disminución de su resistencia mecánica y el incremento del riesgo de fracturas.

Como se mencionó, una de las formas de prevenir la osteoporosis es realizar Actividad Física. Según Calafat (2007), el estímulo más importante que puede tener el hueso son las cargas mecánicas inherentes al Ejercicio Físico, que exceden las habituales. También señala que, al parecer, los saltos no estereotipados de diferentes trayectorias son los que tienen mayor potencial osteogénico.

Abundan estudios acerca de los efectos de la Actividad Física y del Deporte sobre la Densidad Mineral Ósea. Karlsson et al. (2008) hicieron una revisión con respecto a los principales tipos de Actividad Física que generan una respuesta osteogénica positiva sobre la Densidad Mineral Ósea, cuyos resultados sugieren una respuesta positiva del Ejercicio Físico sobre el hueso.

Arango (2009) sugiere que un incremento del 1% en 9 meses para personas adultas es una muy buena respuesta dada la velocidad promedio de pérdida de 0,5 a 1% por año. También indica que un incremento de 3 al 5% está asociado con una reducción de entre 20 y 30% sobre la incidencia de fracturas. Por último, cambios entre 3 y 5% en niños pre púberes indican una buena significancia producto de una intervención.

Además Hui et al. (1988) indican que un aumento del 5% del Pico de Masa Ósea reduce en un 40% el riesgo de sufrir osteoporosis a lo largo de la vida.

Peña (2003) sugiere que la Actividad Física no solo mejora la Densidad Mineral Ósea sino también el equilibrio, la marcha, la coordinación, la fuerza muscular y el tiempo de reacción, todos ellos factores que reducen el riesgo de caídas y de fracturas, que es el desenlace más dramático de la osteoporosis.

### Determinantes de la Densidad Mineral Ósea

Calafat (2007) sugiere una serie de factores determinantes del aumento de la Masa Ósea, como el género, los factores ambientales, la genética, la edad y las hormonas. Veamos:

#### Genética

Bonjour et al. (1995) definen el Pico de Masa Ósea como “la mayor cantidad de masa ósea obtenida cuando, tanto el crecimiento del esqueleto, como su consolidación, se han completado”. El Pico de Masa Ósea tiene una influencia genética importante. Pocock et al. (1987) sugieren que al menos el 80% depende del factor genético.

## Género

Peña (2003) menciona que por encima de los 50 años, la posibilidad de padecer fractura el resto de la vida se estima en 40% mujeres y 13% hombres, y el riesgo de padecer en toda la vida una fractura relacionada con fragilidad ósea es de una de cada dos mujeres y uno de cada tres hombres.

Las cualidades óseas están relacionadas con el género, siendo más propensas a tener un bajo Pico de Masa Ósea las mujeres, debido a la disminución de la actividad hormonal durante la menopausia, lo que las hace más vulnerables en esta etapa a padecer osteoporosis (Arango, 2009).

## Edad

Durante la etapa de crecimiento el hueso pasa por un proceso interno de remodelado y aumento del Pico de Masa Ósea, alcanzando cerca del 90% durante las primeras dos décadas de la vida, etapa en la que se debe prestar especial interés en determinar los modos en los que se puede aumentar dicho valor en esta época de la vida. Según Bonjour et al. (1995) el restante 10% se alcanza en los 10 años siguientes de la vida y comienza a descender en el inicio de la cuarta década. Peña (2003) sugiere que cerca del 95% del Pico de Masa Ósea se consigue hacia el final del desarrollo de la estatura máxima del esqueleto, es decir, alrededor de los 16-18 años en la mujer y los 18-20 años en el hombre, y el 5% restante se adquiere aproximadamente en los diez años siguientes. Estos autores sugieren que el Pico de Masa Ósea parece ser un importante indicador de la aparición de la osteoporosis.

Bonjour et al. (2009) sugieren que es indispensable aumentar el Pico de Masa Ósea porque es uno de los factores más importante para la prevención de la osteoporosis en el adulto. Plantean que desde el nacimiento hasta la edad adulta hay un incremento progresivo de la mineralización ósea y que ello ocurre con mayor velocidad en dos etapas de la vida: la primera entre 0 y 3 años y luego a los 10 años, etapa en la que la mineralización es mayor tanto a nivel lumbar como femoral. Aproximadamente a los 16 años la mineralización se enlentece y prácticamente cesa dos años más tarde.

## Actividad física

La investigación sobre el efecto de la Actividad Física en la Densidad Mineral Ósea es tema de interés en el ámbito de la salud. De la literatura revisada se destaca el aporte de Reuter et al. (2012), quienes llevaron a cabo un estudio de tipo transversal en el que

compararon la Densidad Mineral Ósea y la composición corporal de 85 estudiantes universitarios de educación física y medicina, con edades promedio de 24 años, y diferentes estilos de vida. Encontraron que los estudiantes de educación física realizaban mayor Actividad Física que los de medicina, presentando mayor masa magra, menor tejido graso y la Densidad Mineral Ósea fue mayor en diferentes puntos del cuerpo, como el cuello femoral, el fémur total y el cuerpo total, tanto en hombres como en mujeres. Por otra parte los estudiantes de medicina presentaron baja Densidad Mineral Ósea en los puntos mencionados, en comparación con los estudiantes de educación física.

A continuación se mencionan investigaciones de tipo experimental, pre experimental y transversal donde se clasifican los tipos de Actividad Física y su efecto sobre la Densidad Mineral Ósea:

**Actividades aeróbicas vs Densidad Mineral Ósea:** Witzke & Snow (2000) realizaron un estudio con 54 niñas con edades promedio de 14,5 años (DE 0,5 años), que consistía en realizar ejercicios de resistencia de 30 a 45 minutos por sesión, 3 días a la semana durante 9 meses, sin encontrar efectos de la actividad deportiva sobre la Densidad Mineral Ósea.

**Actividades de fuerza vs Densidad Mineral Ósea:** Blimkie et al. (1996) realizaron un estudio experimental con 36 niñas, con edades promedio de 16,3 años (DE 0,3 años) quienes realizaron un entrenamiento con pesos 3 días a la semana durante 6 meses, sin encontrar efectos de la actividad física sobre la Densidad Mineral Ósea.

**Actividades de impacto vs Densidad Mineral Ósea:** Petit et al. (2002) realizaron un estudio experimental con 106 niñas en estadio Tanner 1 y 2 (edad promedio 10,5 años, DE 0,6) donde el grupo experimental realizó un programa de Actividad Física de alto impacto durante 10-12 minutos, 3 veces a la semana durante 7 meses, donde se encontró un aumento de la Densidad Mineral Ósea en el cuello femoral de un 6,5% en el grupo de ejercicio vs. un 3,2% del grupo control, y un aumento en el trocánter de un 7,7% en el grupo experimental vs. 5,8% en el grupo control.

Bradney et al. (1998) realizaron un estudio experimental con 40 niños con promedio de edad de 10,4 años (DE 0,2 años), quienes desarrollaron actividades de soporte de peso (baloncesto, aeróbicos, fútbol, voleibol, gimnasia y danzas) por 30 minutos, 3 veces a la semana, durante 8 meses. Los resultados indicaron que la Densidad Mineral Ósea en el cuerpo total aumentó, respecto al grupo control de “sedentarios”, en un 1,2%, con un aumento de 2,8% en la espina lumbar y 5,6% en las piernas.

En contraposición a estos estudios, MacKelvie et al. (2001) llevaron a cabo una investigación con 70 niñas de 10 años de edad (26 niñas del grupo control y 44 del grupo de intervención) en el que desarrollaron un programa de actividades de alto impacto, pasando por 5 circuitos de entrenamiento con duración de 1,5 y 2 minutos por estación. En las estaciones se realizaban ejercicios de saltos (simples, con estocada, continuos, por encima de diversos obstáculos y con caída desde plataforma o drop jump). Los saltos aumentaron de intensidad progresivamente durante el año escolar, dividiéndose en 3 niveles, cada uno con duración de 3 meses aproximadamente. Los saltos se hacían cada vez más difíciles; la altura del salto sobre plataforma aumentó hasta los 50 cm, y el número de saltos aumentaba cada semana, iniciando con 10 hasta alcanzar los 20 saltos. Por sesión se saltaba un mínimo de 50 veces, progresando hasta alcanzar los 100 saltos al final de un nivel. Cada sesión duraba de 10 a 12 minutos, 3 veces a la semana durante 7 meses. Esta intervención no tuvo efectos sobre la Densidad Mineral Ósea.

De acuerdo con Deere et al. (2012), Vainionpaa et al. (2006) y Deere et al. (2012), la Actividad Física, de acuerdo a su impacto, se clasifica de la siguiente manera:

Gravedad	Clasificación	Actividad
	0,5-1	Caminar a 3 km/h
	0,9-1,1	Caminar a 5 km/h
	1,1-2,1	Caminar rápido
	1-3	Saltos laterales
	2	Salto lateral
	2,1-3,8	Trotar
	3	Correr a 9 km/h
	4,3	Correr a 13 km/h
	4,5	Salto con contramovimiento
	4,7	Salto sin contramovimiento
	>5	Salto en caída a 38 cm
	4,2	Correr a mas de 10km/h
	5,4-9,2	Saltos con caída

Además de esta clasificación se debe tener en cuenta un volumen adecuado de la carga. De acuerdo con Vainionpaa et al. (2006) la intensidad del salto o el tipo de impacto es el que determina el volumen, del siguiente modo:

Gravedad	Número repeticiones cada día
0,3-1,0	7,928 (6353-9503)
1,1-2,4	393 (273-513)
2,5-3,8	60 (13-106)
3,9-5,3	13 (3,4-23,1)
5,4-9,2	4,5 (1,9-7,5)

### Consumo de calcio

Gibbons et al. (2004) desarrollaron un estudio experimental con el objetivo de determinar el efecto de un alto consumo de Calcio diario en 154 niños entre 8 y 10 años de edad durante 18 meses, donde el grupo experimental recibió 1200 mg diarios de Calcio vs 400 mg diarios el grupo control. Los resultados indicaron que a nivel de la espina lumbar hubo un aumento de 8,4% vs 8,6% del grupo control, en el cuerpo total el aumento fue de 5,1% vs 4,3% del grupo control, en el cuello femoral 8,9% vs 8,2% y a nivel de trocánter 8,6% vs 7,5% del grupo control.

Recomendaciones de aporte de Calcio			
Grupo de edad	EAR (mg/día)	RDA (mg/día)	UL (U/día)
0-6 meses	A	A	1000
6-12 meses	A	A	1500
1-3 años	500	700	2500
4-8 años	800	1000	2500
9-18 años	1100	1300	3000

EAR: necesidades medias estimadas (estimated average requirements); RDA: ingesta diaria recomendada (recommended dietary allowances); UL: niveles máximos tolerables (upper level).  
A: Para lactantes de 0 a 6 meses se recomienda 200 mg/día y de 6 a 12 meses de 260 mg/día.

Figura 2. Recomendaciones de aporte de calcio diario durante la infancia y la adolescencia. Martínez, Moreno & Dalmau (2012)

### Sistema hormonal

Fernández et al. (2006) afirman que las hormonas son las únicas sustancias que se producen en una parte del cuerpo y generan reacción en otra, y también regulan la síntesis y acción de los factores locales que intervienen en el metabolismo celular. Consideran que el adecuado desarrollo del esqueleto está condicionado por el sistema endocrino, principalmente por:

**Hormona del crecimiento (GH):** tiene dos acciones sobre el hueso:

- Actúa directamente sobre los osteoblastos, lo que produce un aumento en la síntesis de colágeno, osteocalcina y fosfatasa alcalina.
- Actúa indirectamente produciendo un aumento en número y función de los osteoblastos.

**Calcitonina:** inhibe la reabsorción ósea porque reduce de manera transitoria el número y la actividad de los osteoclastos

**Vitamina D:** hormona esteroidea que favorece la absorción intestinal del calcio y fosfato y por ende la mineralización ósea.

**Andrógenos:** tiene un efecto anabolizante sobre el hueso ya que estimula los receptores de los osteoblastos; también actúa como mediador en el pico de la GH. Tener bajos valores de andrógenos se asocia a una menor Densidad Mineral Ósea.

**Estrógenos:** tiene un papel importante en el desarrollo esquelético durante la adolescencia, ya que favorecen la formación ósea al aumentar el número y la función de los osteoblastos y disminuyen la reabsorción. Hofbauer et al (1999) sugieren que los estrógenos pueden aumentar los niveles de osteoprotegerina (OPG), proteína producida por los osteoblastos que inhibe la reabsorción, razón por la que la deficiencia de estrógenos durante la menopausia constituye uno de los factores de riesgo más importantes para la pérdida de masa ósea asociada a osteoporosis.

**Insulina:** estimula el aumento de la síntesis hepática del factor de crecimiento análogo a la insulina (IGF-I), que tiene la función de aumentar la función de los osteoblastos.

**Parathormona (PTH):** controla la homeostasis del calcio a través de la acción directa en el hueso y el riñón, e indirecta en el intestino.

**Glucocorticoides:** a dosis altas tiene efectos catabólicos sobre el hueso ya que inhibe la síntesis de IGF-I; sin embargo, a dosis normales tiene una función osteogénica.

## Conclusiones

Es importante realizar Actividad Física regularmente para aumentar el Pico de Masa Ósea, que se puede modificar de manera positiva antes de finalizar la etapa donde puede producir mayores ganancias, que se estima alrededor de los 20 años; a partir de esta edad, el efecto del ejercicio tendría la función de mantener este pico, mas no de aumentarlo. También esta variable puede tener una influencia positiva de hasta un 20% a la hora de prevenir la aparición de la osteoporosis.

Diversos factores como la genética, el equilibrio hormonal y la alimentación rica en calcio pueden ser determinantes en la Densidad Mineral Ósea hasta en un 80%; sin embargo, el nivel de Actividad Física parece tener un importante efecto sobre esta variable, sobre todo las que enfatizan en impactos; además, las ganancias en la Densidad Mineral Ósea ocurre en los sitios específicos del cuerpo que fueron sometidos a estrés mecánico producto del ejercicio.

En algunos estudios no se encontraron respuestas positivas sobre la Densidad Mineral Ósea en las personas que realizaron Actividad Física. Estos resultados pueden obedecer a la diversidad de metodologías de entrenamiento utilizadas por los investigadores, por las características de la muestra, la duración del estímulo, entre otras. Al indagar con respecto a la variable más importante para el estímulo de la remodelación ósea, parece ser que la intensidad es la más influyente, tal como lo evidencia la investigación de Deree et al. (2012), quienes indican que aquellas actividades cuyo nivel de impacto es superior a gravedad 4, son las que más ganancias óseas generan.

También se encontró una diferencia significativa entre las ganancias óseas reportadas en los estudios transversales comparados con los experimentales; en el primer tipo de investigación se encontraron ganancias en el hueso producto del ejercicio de hasta un 20%, mientras que en el segundo las ganancias no superaron el 5%, por lo que el tipo de investigación es determinante para hallar verdaderas ganancias en el hueso.

Realizar investigaciones teniendo en cuenta el estadio Tanner de las personas participantes puede ser una variable trascendental para esperar mayores aumentos en la Densidad Mineral Ósea. Según Peña (2003) los resultados de las investigaciones en niños pre púberes sugieren que hay un aumento en la Densidad Mineral Ósea entre 2% y 4%, siendo esta etapa de la vida una de las más importante a la hora de aumentar las reservas óseas.

Arango (2009) sugiere que cambios entre 3% y 5% en niños pre púberes indican una buena significancia producto de una intervención. Hui et al. (1988) indican que un aumento del 5% del Pico de Masa Ósea reduce en un 40% el riesgo de sufrir de osteoporosis a lo largo de la vida.

## Referencias

- Abajo, S., & Márquez, S. (2009). Salud y efectos beneficiosos de la actividad física. En S. Márquez & N. Garatachea, *Actividad física y salud* (pp.3-13). España: Fundación Universitaria Iberoamericana.
- Arango, E. (2009) ¿Tiene el ejercicio algún efecto benéfico en el mantenimiento y recuperación de la salud ósea? En F. Patiño & J. Márquez, *Actividad física y ejercicio físico en salud: retos en un contexto globalizado* (pp. 95-109) Medellín: Funámbulos Editores. [Documento](#)
- Blimkie, C., Rice, S., Webber, C., Martin, J., Levy, D., & Gordon, C. (1996). Effects of resistance training on bone mineral content and density in adolescent females. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 74, 1025-33. [Documento](#)
- Bonjour, J., Chevalley, T., Ferrari, S., & Rizzoli, R. (2009). The importance and relevance of peak bone mass in the prevalence of osteoporosis. *Salud Pública de México*, 5(Supl.5), s5-s17. [Documento](#)
- Bonjour, J., Theintz, G., Law, F., Slosman, D., & Rizzoli, R. (1995). Peak bone mass: facts and uncertainties. *Archives de Pédiatrie*, 2(5), 460-8. [Documento](#)
- Bradney, M., Pearce, G., Naughton, G., Sullivan, C., Bass, S., Beck, T., Carlson, J., & Seeman, E. (1998). Moderate exercise during growth in prepubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength: a controlled prospective study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 13, 1814-21.
- Burrows, M. (2007). Exercise and bone mineral accrual in children and adolescents. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 305-312. [Documento](#)
- Calafat, C. (2007). Deporte y masa ósea (II). Características del ejercicio físico que condicionan el modelado y remodelado óseo. *Apunts Medicina del'esport*, 154, 92-8. [Documento](#)

- Calafat, C. (2007). Ejercicio físico y masa ósea (I). Evolución ontogénica de la masa ósea e influencia de la actividad física sobre el hueso en las diferentes etapas de la vida. *Apunts Medicina Del'esport*, 153, 40–6. [Documento](#)
- Chalem, M. & Portocarrero, J. (1997). Enfermedades metabólicas del hueso. En F. Chalem (Ed.), *Medicina Interna*, 3ªEd. (pp.1789). Bogotá: Fundación Instituto de Reumatología e Inmunología.
- Chesnut, C. (1991). Theoretical overview: bone development, peak bone mass, bone loss and fracture Risk. *American Journal of Medicine*, 91(5B), 2S-4S.
- Deere, K., Sayers, A., Rittweger, J., & Tobias, J. (2012). Habitual levels of high, but not moderate or low impact activity are positively related to hip BMD and geometry: results from a population-based study of adolescents. *Journal of Bone and Mineral Research*, 27(9), 1887–95. [Documento](#)
- Deere, K., Sayers, A., Smith, G., Rittweger, J., & Tobias, J. (2012). High impact activity is related to lean but not fat mass: findings from a population-based study in adolescents. *International Journal of Epidemiology*, 41, 1124–31. [Documento](#)
- Fernández, I., Alobera, M., Del Canto, M., & Blanco, L. (2006). Bases fisiológicas de la regeneración ósea II. El proceso de remodelado. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 11(2), E151-7. [Documento](#)
- Gibbons, M., Gilchrist, N., Frampton, C., Maguire, P., Reilly, P., March, R., & Wall, C. (2004). The effects of a high calcium dairy food on bone health in pre-pubertal children in New Zealand. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 13(4), 341-347. [Documento](#)
- Hofbauer, L., Khosla, S., Dunstan, C., Lacey, D., Spelsberg, T., & Riggs, B. (1999). Estrogen stimulates gene expression and protein production of osteoprotegerin in human osteoblastic cells. *Endocrinology*, 140, 4367-70. [Documento](#)
- Hui, S., Slemenda, C., & Johnston, C. (1988). Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. *Journal of Clinical Investigation*, 81, 1804-9. [Documento](#)

- Kanis, J. A., & Johnell, O. (2005). Requirements for DXA for the management of osteoporosis in Europe. *Osteoporosis International*, 16(3), 229-38. [Documento](#)
- Karlsson, M., Nordqvist, A., & Karlsson, C. (2008). Physical activity increases bone mass during growth. *Food & Nutrition Research*, 52, 10.3402/fnr.v52i0.1871. [Documento](#)
- Mackelvie, K., McKay, H., Khan, K., & Crocker, P. (2001). A school based exercise intervention augments bone mineral accrual in early pubertal girls. *Journal of Pediatrics*, 139(4), 501-8. [Documento](#)
- Martínez, V., Moreno, J., & Dalmau, J. (2012) Recomendaciones de ingesta de calcio y vitamina D: posicionamiento del comité de nutrición de la asociación Española de pediatría. *Anales de Pediatría*, 77(1):57.e1-57.e8. [Documento](#)
- National Osteoporosis Foundation (2007). *Making progress through partnerships. 2007 Annual report*. USA: Author. [Documento](#)
- Patiño, F., & Márquez, J. (2009). ¿Tiene el ejercicio algún efecto benéfico en el mantenimiento y recuperación de la salud ósea? En E. Arango (Ed.), *Actividad física y ejercicio físico en salud: retos en un contexto globalizado* (pp.95-109). Medellín: Funámbulos editores. [Documento](#)
- Peña, A. (2003). Efectos del ejercicio sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitación*, 37(6), 339-53.
- Petit, M., McKay, K., Mackelvie, A., Heinonen, K., Khan, M., & Beck, A. (2002). A Randomized School-Based Jumping Intervention Confers Site and Maturity-Specific Benefits on Bone Structural Properties in Girls: A Hip Structural Analysis Study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 17(3), 363-72. [Documento](#)
- Planas, J., & Morote, J. (2006). La densitometría ósea: un nuevo método diagnóstico para el urólogo. *Archivos Españoles de Urología*, 59(10), 1031-40. [Documento](#)
- Pocock, N., Eisman, J., Hopper, J., Yeates, M., Sambrook, P., & Eberl, S. (1987). Genetic determinants of bone mass in adults. A twin study. *Journal of Clinical Investigation*, 80 (3), 706-10. [Documento](#)

- Reuter, C., Stein, C., & Vargas, D. (2012). Massa óssea e composição corporal em estudantes universitarios. *Revista da Associação Médica do Brasileira*, 58 (3), 328-34. [Documento](#)
- Shaw, J., Witze, K., & Winters, K. (2001). Exercise for skeletal health and osteoporosis prevention. In: ACSM, *ACSM'S Resource Manual for guidelines for exercise testing and prescription* (4<sup>th</sup> Ed.). USA: Wolters Kluwer.
- Vainionpaa, A., Korpelainen, R., Vihriala, E., Rinta-Paavola, A., Leppaluoto, J., & Jamsa, T. (2006). Intensity of exercise is associated with bone density change in premenopausal women. *Osteoporosis International*, 17, 455–63.
- Witzke, K., & Snow, C. (2000). Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 1051-7. [Documento](#)
- Zanchetta, J., & MacDonald, S. (2012). *Auditoría Regional de América Latina. Epidemiología, costos e impacto de la osteoporosis en 2012*. International Osteoporosis Foundation. [Documento](#)