

# MASA ÓSEA Y EJERCICIO

López Torres O, [olgalopez69@hotmail.com](mailto:olgalopez69@hotmail.com)  
Garrido Pastor G, El Solo pulgar E.  
Instituto nacional de educación física de Madrid.  
Área: Actividad física y salud  
Subárea: Poblaciones especiales.

## Resumen:

La presente revisión pretende determinar cuales son los factores que influyen en la densidad mineral ósea, así como establecer los factores que influye en mayor medida. Según los trabajos que se pueden encontrar en la bibliografía, los factores que determinan el grado de mineralización ósea son principalmente tres:

1. Status hormonal.
2. Ingesta y concentración sérica de calcio.
3. Actividad física.

**Palabras clave:** hueso, densidad mineral, osteoporosis, calcio, actividad física.

## INTRODUCCIÓN.

El hueso, pese a lo que se pueda pensar, no es un tejido rígido que soporta al cuerpo, sino que participa activamente en la regulación del calcio sérico<sup>11</sup>. Está influido tanto por factores hormonales como físicos<sup>1</sup>.

El tejido óseo cumple varias funciones en el organismo<sup>1</sup>.

1. Soporte estructural del cuerpo: sirve de punto de anclaje para que los músculos puedan mover el cuerpo y le proporciona una forma estable.
2. Protección de órganos internos: tales como el corazón, pulmones y médula espinal.
3. Formación de glóbulos rojos o hematíes: en las celdillas del panal que el tejido óseo esponjoso forma con la malla de las trabéculas se encuentra la médula roja o hematopoyética.
4. Reserva de Ca y P: el Ca es el principal componente del hueso. Más de un 99% del Ca total del organismo se encuentra almacenado en él. Además, es fundamental en muchas reacciones metabólicas, así como la contracción muscular y cardíaca.

El 1% restante se encuentra en sangre y dentro del músculo. La concentración de Ca sérico está muy regulada, manteniéndose los valores dentro de unos límites muy estrictos. Cuando la disponibilidad de Ca en sangre disminuye, este se obtiene de la reserva ósea. A su vez, cuando los niveles séricos aumentan, es almacenado en el hueso.

Por otro lado, diferencia dos tipos de tejido óseo:

1. Cortical: También conocido como hueso compacto. Forma la capa dura externa del hueso (aproximadamente un 80% del total).
2. Trabecular: También conocido como hueso esponjoso. Se encuentra al final de los huesos largos y en la zona central de los huesos. Tiene una actividad metabólica mucho mayor que el tejido cortical.

Mientras que el tejido cortical está más influenciado por presiones físicas y estrés mecánico, el tejido trabecular es mucho más sensible a cambios hormonales y metabólicos.

Dentro del tejido óseo se diferencian tres tipos de células<sup>1</sup>.

1. Osteoblastos: Son los responsables de la formación de nuevo hueso.
2. Osteoclastos: Se encargan de destruir las células viejas. Son los responsables de la reabsorción del hueso.
3. Osteocitos: Regulan todo el proceso de turnover óseo, aunque su función exacta no es todavía del todo conocida.

Todo este proceso metabólico conocido como remodelación ósea, da como resultado continuos cambios en el hueso.

Este proceso de remodelación influye en:

- El crecimiento del hueso.
- Cambios en la densidad ósea.
- Regulación de los niveles de  $Ca^2$  en el cuerpo.

En casos normales, la formación de hueso iguala a la destrucción, por lo que la densidad ósea no varía. Es lo denominado balance neutro. Aunque también pueden darse tanto un balance positivo (cuando la formación del hueso es mayor que la destrucción) o un balance negativo (cuando la destrucción del hueso es mayor que la formación.)

Por tanto, pueden darse tres casos:

1. Balance neutro: El DMO se mantiene constante.
2. Balance positivo: El DMO aumenta.
3. Balance negativo: El DMO disminuye.

### **PICO DE MASA ÓSEA.**

Es importante establecer el Pico de Masa Ósea (PMO)<sup>2</sup>. Entendemos por PMO la máxima cantidad de masa ósea que se consigue durante toda la vida. El momento de la vida en el que se alcanza no se sabe con seguridad. Algunos autores nos dicen que se alcanza cuando la persona se encuentra entre los 20 y los 30 años. Otros autores lo localizan antes, situándolo aproximadamente a los 18 años. Durante el periodo de crecimiento y formación del hueso, se produce un balance positivo, por lo que la DMO aumenta. Tras alcanzar en PMO la DMO comienza a disminuir lentamente. Por eso, es muy importante conseguir una DMO la mayor posible durante las primeras décadas de vida para que el PMO sea, a su vez, lo mayor posible.

### **Conseguir un PMO lo más alto posible ayuda a prevenir y evitar posibles riesgos posteriores de fracturas de estrés debidas a la osteoporosis.**

Existen, a parte de la genética, otros factores que influyen en el PMO:

- Status hormonal.
- Ingesta y concentración sérica de Ca
- Ejercicio.

#### **1. STATUS HORMONAL.**

Algunos estudios<sup>4, 7, 8, 18</sup> exponen la relación existente entre valores bajos de determinadas hormonas sexuales y una densidad mineral ósea (DMO) menor.

Se ha observado una relación entre menopausia y amenorrea y pérdidas de masa ósea<sup>1</sup>.

Como es sabido, las mujeres menopáusicas tienen un riesgo mayor de sufrir osteoporosis así como fracturas de stress ligadas a esta debido a los cambios hormonales que sufren durante esta etapa.

La disminución de los niveles de estrógenos que se produce como consecuencia de la menopausia puede tener una relación directa con la pérdida de masa ósea en este periodo. La ausencia de estrógenos resulta en una mayor reabsorción del hueso mientras que la formación se mantiene constante, lo que produce una disminución de la masa ósea. Por otro lado, se cree que los estrógenos tienen un efecto directo sobre el hueso, ya que se han descubierto receptores de estrógenos en los osteoblastos, pudiendo desempeñar estos una función reguladora<sup>1</sup>.

Estos niveles bajos de estrógenos se dan también en mujeres que padecen amenorrea<sup>7, 8, 4</sup>.

Se ha observado que la presencia de irregularidades menstruales influye negativamente en la DMO. Determinados estudios han demostrado que deportistas amenorreicas tienen una DMO vertebral menor que otras deportistas de carga de entrenamiento similar con ciclos menstruales regulares<sup>13</sup>.

Se ha visto asociada a la práctica deportiva un mayor índice de amenorrea y desórdenes alimenticios que en la población sedentaria. Esto puede ser debido a un entrenamiento excesivo, a un bajo porcentaje de masa grasa o a la combinación de ambas: sobentrenamiento y acentuada pérdida de peso. Tanto la amenorrea como los desórdenes alimenticios contribuyen a disminuir la DMO<sup>1</sup>.

Las causas por las que las deportistas sufren amenorrea no son bien conocidas. Por un lado se cree que el balance energético negativo que sufre puede producir disfunciones en el hipotálamo que lleva a que exista un exceso de cortisol que produce, a su vez, la inhibición de gonadotropinas. Por otro lado, se

piensa que se produce una disminución en la concentración de estrógenos, lo que influye directamente y de forma rápida en la DMO<sup>1</sup>.

Así mismo, el estímulo osteogénico producido por la actividad física es más efectivo con ciclos menstruales normales<sup>3</sup>.

Esto nos lleva a plantearnos que si la actividad física mejora en cierta manera la mineralización del hueso pero por otro lado aumenta la incidencia de amenorrea que lleva, a su vez a disminuir la DMO, entonces la actividad física puede ser tanto positiva como negativa en la mineralización del hueso.

Un estudio realizado por Drinkwater<sup>4</sup> comprobó que la DMO de deportistas amenorreicas era menor que el de deportistas eumenorreicas y que la DMO de las deportistas amenorreicas aumentaba un 6% tras recuperar éstas sus ciclos menstruales normales, aunque los valores siguieron siendo menores que los hallados en las deportistas eumenorreicas.

Otros estudios<sup>16, 17, 15</sup> han comprobado que existe una DMO menor en atletas amenorreicas a nivel de espina lumbar, aunque sólo en el tejido trabecular, mientras que en el tejido cortical se encontraron valores similares a los que presentaban las atletas eumenorreicas.

En mujeres menopausicas, los niveles de estrógenos también bajan, influyendo en el tejido óseo. Debido a ello, cuando la mujer llega a la menopausia, es conveniente determinar su nivel de masa ósea para poder establecer el grado de riesgo que presenta de sufrir fracturas de estrés debido a la osteoporosis en edades más avanzadas. Se intenta, con ello, poder poner remedio, tratando de mejorar la DMO en aquellas zonas más propensas a sufrir fracturas (espina lumbar, cadera y radio)<sup>3</sup>. Se ha observado mediante estudios realizados que aquellas mujeres que participan en programas de entrenamiento a estas edades, tienen una masa ósea mayor que las mujeres sedentarias<sup>3</sup>. El nivel de efectividad del entrenamiento dependerá del tipo de actividad realizada.

## **2. ACTIVIDAD FÍSICA.**

La influencia de las tensiones mecánicas y de las cargas no está todavía clara. Lo que sí se sabe es que cuando aumentan las tracciones musculares producidas por la contracción durante la actividad física, la actividad de los osteoblastos se ve estimulada mientras que la de los osteoclastos se mantiene, lo que resulta en un aumento de la masa ósea<sup>1</sup>.

Por otro lado, se ha observado que durante periodos prolongados en cama, la actividad de los osteoblastos disminuye manteniéndose constante la de los osteoclastos, lo que se traduce en una disminución de la masa ósea.

Se han observado niveles más altos de mineralización ósea en personas activas que en sedentarios lo que nos lleva a pensar que la práctica de actividad física puede inducir a aumentar la DMO. Lo que no está claro es qué tipo de actividad ni qué intensidad es la más beneficiosa para mejorar la mineralización del hueso. Un trabajo realizado por Platen P, 2000, expone que lo que influye en la mejora del tejido óseo no es la duración del ejercicio, sino la frecuencia en combinación con la intensidad. Aunque dicha intensidad aún no está clara. Llevar una vida activa es esencial para mantener la salud del hueso, sobre todo en la etapa prepuberal.

Estudios realizados con diferentes grupos de deportistas demostraron que aquellos deportes de impacto, tales como gimnasia, voleibol o baloncesto eran más beneficiosos que los de bajo impacto (ciclismo o natación). Fehling et col (1995)<sup>19</sup> demostró que tanto las gimnastas como las jugadoras de voleibol tenían entre un 10 y un 20% más alto la DMO que las ciclistas y nadadoras en todas las regiones.

A su vez, si comparamos determinados segmentos corporales según su implicación en la actividad física, los segmentos más usados tienen una DMO mayor<sup>20</sup>. Este efecto se acentúa si dichos segmentos se ven sometidos a actividades de alto impacto.

Se ha visto que es mayor la DMO a nivel del radio en gimnastas que en jugadoras de voleibol.

Esto nos lleva a pensar que los deportes de alto impacto son más efectivos en lo que al efecto osteogénico se refiere. Los deportes que realizan movimientos de alto impacto tanto en miembro superior como inferior potencian la mejora de la mineralización ósea a todos los niveles así como aquellos deportes que por sus características realicen cambios de dirección, frenadas o saltos, tales como los deportes de equipo en los que las presiones y cargas se aplican en direcciones muy variadas.

Por otro lado, el aumento de la masa muscular que se produce debido a la práctica de actividad física tiene un efecto positivo sobre el tejido óseo. Un estudio realizado por Platen P, 2000, con diferentes grupos de deportistas revela la influencia positiva de algunas variables antropométricas, tales como: peso, talla, índice de masa corporal (BMI), envergadura o masa magra, mientras que otras variables, tales como; masa grasa o la relación cadera/cintura no presenta relación con la DMO. Los valores de fuerza se correlacionan positivamente con la DMO en esas zonas. Esto nos lleva a pensar que la variable que

influye no es tanto el peso corporal sino como la masa muscular. Por tanto, el hecho de que la actividad física mejore y aumente la masa magra, debe influir positivamente en la DMO.

### 3. INGESTA Y CONCENTRACIÓN SÉRICA DE CALCIO.

El status mineral puede ser determinado de forma directa examinando las muestras sanguíneas, o de forma indirecta, mediante análisis de la dieta<sup>10</sup>.

Si se utiliza este último método, las cantidades obtenidas deberán ser comparadas con las RDAs (recommended dietary allowance) es decir, las cantidades diarias recomendadas. Podemos definir la RDA como “Nivel de ingesta de los nutrientes esenciales que, basándose en conocimientos científicos, son, según las tablas de nutrición y alimentación, las adecuadas para cubrir las necesidades conocidas de los nutrientes para prácticamente todas las personas sanas”<sup>10</sup>.

Debemos tener en cuenta que las tablas de RDAs no tienen en cuenta a la población deportista y las pérdidas añadidas que sufren. Por lo tanto, las cantidades diarias recomendadas para esta población deberán ajustarse en función a las pérdidas que la actividad física les ocasione.

En ocasiones, existen diferencias entre las cantidades ingeridas y las que se encuentran en sangre. Esto se debe al hecho de que no todos los minerales presentes en los alimentos se asimilan igual. La presencia de otros minerales o el estado iónico en el que se encuentren puede interferir en la absorción de un mineral concreto.

Determinar el status mineral en deportistas es importante para valorar el rendimiento, ya que carencias en determinados minerales pueden provocar un detrimento en el rendimiento.

La RDA estipulada para el Calcio es de 1300 mg/día para todas las edades según las últimas publicaciones. Las principales fuentes de calcio son: leche, derivados lácteos, sardinas, almejas, ostras, nabos, brócoli y legumbres<sup>10</sup>.

En determinados deportes se dan frecuentemente deficiencias en la ingesta de calcio debido fundamentalmente a una baja ingesta unida a grandes pérdidas por el ejercicio. Una baja ingesta de calcio está relacionada con una disminución de la DMO. Este problema se da con mucha frecuencia en aquellos deportes que por sus características impliquen un control estricto del peso corporal lo que lleva a los deportistas a limitar su ingesta comprometiendo así, la salud de su tejido óseo.

En deportes tales como gimnasia, patinaje, danza, judo, natación o fondo se dan muy a menudo deficiencias debido a la baja ingesta combinada con una carga de entrenamiento muy alta.

Una limitación de la ingesta de calcio prolongada puede provocar problemas graves de mineralización ósea que pueden derivar en osteoporosis.

Estudios recientes han demostrado que aumentar la ingesta de calcio en la alimentación de 900 a 1500 mg/día previene la pérdida de masa ósea en espina lumbar en mujeres premenopáusicas adultas<sup>2</sup>. La suplementación con las cantidades previamente citadas retarda la pérdida de masa ósea a nivel del húmero aunque no a nivel del radio. No se ha demostrado la relación positiva entre el aumento de la ingesta de calcio en niños y un aumento en el PMO. En cambio, sí se ha visto una disminución en las pérdidas de masa ósea al suplementar con calcio a mujeres durante los 5 años siguientes a la menopausia aunque en ningún caso se llegó a eliminar del todo<sup>2</sup>.

Todo esto nos lleva a pensar que la suplementación con calcio es sólo efectiva cuando la cantidad aportada en dieta no cubre las necesidades diarias. En la actualidad se está estudiando la influencia de otras sustancias, tales como vitamina K, vitamina D, hormonas reguladoras del calcio (PTH, Calcitonina), leptinas o los anticonceptivos orales.<sup>21, 22, 23</sup>

Es un factor más decisivo para mejorar la mineralización del hueso la práctica regular de actividad física que un aporte extra de calcio en la dieta.

En determinados deportes de riesgo, tales como danza, gimnasia o patinaje en los que la ingesta diaria está muy por debajo del gasto calórico y el balance energético es muy negativo, es importante tener muy controlada la ingesta de calcio para que no haya deficiencias.

Estas deportistas sufren a menudo lo denominado la triada de la deportista. Se denomina así a la unión de 3 factores:

- Amenorrea.
- Desórdenes alimenticios.
- Osteoporosis.

La presencia de la triada de la deportista es un factor clave en la disminución de la DMO. Así, en los deportes de riesgo, queda por determinar si la influencia de la actividad física por encima de una intensidad concreta es capaz de contrarrestar los efectos negativos de la amenorrea y los desórdenes alimenticios sobre la DMO y en caso de que sea así, cual sería esa intensidad.

Un estudio realizado por Fehling, 1995<sup>19</sup> con gimnastas, demostró que estas presentaban una DMO mayor en radio y cadera que las controles sedentarias, a pesar del menor peso corporal, mayor incidencia de amenorrea y menor ingesta.

Un estudio realizado por nuestro equipo de trabajo con una población de bailarinas de clásico demostró que las bailarinas presentaban una DMO similar a la de las controles a nivel de cadera y de espina lumbar, aunque los valores encontrados a nivel de radio fueron menores en las bailarinas respecto a la muestra control. El hecho de encontrar valores similares en los dos grupos a nivel de cadera y espina lumbar, a pesar de las diferencias de peso, nos indica la influencia de la actividad física y del tipo de esta, así como la relación con la masa muscular.

La danza es una actividad física en la que los miembros inferiores trabajan continuamente y se ven sometidos a una gran carga. Por el contrario, en la danza clásica, los miembros superiores apenas soportan cargas, ya que no existen apoyos, lanzamiento de objetos u otra actividad que implique la utilización del miembro superior. Éste, trabaja siempre desplazando únicamente su propio peso corporal.

Esta diferencia en el tipo de trabajo, se refleja en el grado de mineralización del hueso.

No se observó una relación directa entre la ingesta de calcio y la DMO.

## CONCLUSIONES.

El factor más determinante en la DMO es la actividad física. Queda por determinar el tipo y la intensidad de dicha actividad para que su efecto osteogénico sea lo mayor posible. Los trabajos encontrados en la bibliografía demuestran que las personas que tienen una vida activa entre los 15 y 45 años tienen una salud ósea mayor que aquellas sedentarias. Dentro de los diferentes tipos de actividades, las más efectivas parecen ser aquellas de alto impacto, en las que las cargas sean elevadas y la ganancia muscular sea alta.

En lo que respecta al status hormonal, es un factor a tener en cuenta. Tanto el metabolismo de las hormonas reguladoras del calcio como de las hormonas sexuales.

La influencia de la dieta y de los niveles séricos de calcio no parece tener relación con la DMO.

De cualquier manera, los trabajos que se han realizado no aportan datos concluyentes. Se hace necesario en este caso realizar más estudios longitudinales, ya que los estudios transversales no aportan datos determinantes.

Con todo esto, hemos llegado a la conclusión de la necesidad de estudiar a una muestra adolescente (entre 11 y 15 años). Un estudio longitudinal de un grupo activo de estas edades puede revelar datos interesantes. Se estudiarán las nuevas variables, tales como las leptinas, ya que algunos estudios que se han realizado confirman la relación entre la disminución de las leptinas y la mejora de la DMO.

Consideramos el tema de interés social ya que los costes anuales que los problemas óseos causan al estado son muy elevados, así como los problemas físicos derivados de las lesiones y fracturas producidas por la osteoporosis.

Se intentan buscar soluciones a este problema que afecta a un alto porcentaje de la población para conseguir un nivel de vida mejor.

## REFERENCIAS.

1. Berning JR, Nelson Steeen S. Nutrition for sport and exercise. 1998.
2. Shils ME, Olson JA, Shike M. Modern nutrition in health and disease. 1994.
3. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T. *Physical activity, fitness and health*. 1992.
4. Drinkwater BL, Nilson K, Chesnut CH III, Shainholtz S, Southworth MB. Bone mineral content of amenorrheic and eumenorrheic athletes. *N Engl J Med*. 1984; 311:277-281.
5. Hetland ML, Haarbo J, Christiansen C. Running induces menstrual disturbances but bone mass is unaffected, except in amenorrheic women. *Am J Med*. 1993; 95: 53-60.
6. Snead DB, Weltman A, Weltman JY, et al. Reproductive hormones and bone mineral density in women runners. *J Appl Physiol*. 1992; 72: 2149-2156.
7. Davies MC, Hall MS, Jacobs HS. Bone mineral loss in young women with amenorrhea. *BMJ*. 1990; 790-793.
8. Christiansen C, Riis BJ, Rodbro P. Prediction of rapid bone loss in postmenopausal women. *Lancet*. 1987; 1105-1108.
9. Risser WL, Lee EJ, LeBlanc A, Pointdexter HBW, Risser JHM, Schneider V. Bone density in eumenorrheic female college athletes. *Med Sci Sport Exerc*. 1990; 22: 570-574.

10. Williams C, Devlin J T. Food nutrition and sports performance. 1991.
11. Human kinetics.....
12. Lindberg J, Fears W, Hunt M, Powell M, Boll D, Wade C. Exercise induced amenorrhea and bone density. *Ann Int Med.* 1984; 101:647-648.
13. Rencken ML, Chesnut CH, Drinkwater BL. Bone density at multiple skeletal sites in amenorrheic ATHLETES. *Jama.* 1996; 276:238-240.
14. Myburgh KH, Bachrach LK, Lewis BT, Kent K, Marcus R. Low bone mineral density at axial and appendicular sites in amenorrheic athletes.
15. Lohman TG, Going S, Pamerter RW, et al. Effects of resistance training on regional and total bone mineral density in premenopausal women: A randomized prospective study. *J Bone Miner Res.* 1995; 10: 1015-1024.
16. Snow-Harter C, Bouxsein ML, Lewis BT, Carter DR, Marcus R. Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: A randomized exercise intervention trial. *J Bone Miner Res.* 1992; 7: 761-769.
17. Friedlander AL, Genant HK, Sadowsky S, Byl NN, Gluer C. A two-years program of aerobics and weight training enhances bone mineral density of young women. *J Bone Miner Res.* 1995; 10: 574-585.
18. Pouilles JM, Tremolliers F, Ribot C. The effects of menopause on longitudinal bone loss from the spine. *Calcif Tissue Int.* 1993; 52: 340-343.
19. Fehling PC, Alekel L, Clasey J, Rector A, Stillman RJ. A comparison of bone mineral densities among female athletes in impact loading and active loading sports. *Bone.* 1995; 17:205-210.
20. Nichols DL, Sanborn CF, Bonnick SL. The effects of gymnastics training on bone mineral density. *Med Sci Sport Exerc.* 1995; 7: 179-185.
21. Craciun AM, Wolf J, Knapen MHJ, Brouns F, Verneer C. 1998; Improved bone metabolism in female athletes after vitamin K supplementation. *Int. Sports. Med.* 19: 479-484.
22. Connie M, et al. 2001. Impact of exercise in bone health and contraindication of oral contraceptive use in young women. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 33: 873-880.
23. Dyson K, et col. Gymnastic training and bone density in preadolescent females. 1997. *Med. Sci. Sports. Exerc.* 29; 4: 443-450.