

## RELACIÓN ENTRE MASA ÓSEA Y AGILIDAD EN PERSONAS MAYORES

Gómez-Cabello, A. <sup>1</sup>; Vicente-Rodríguez, G. <sup>1</sup>;  
González-Agüero, A. <sup>1</sup>; Ara, I. <sup>2</sup>; Casajús, J. A. <sup>1</sup>;

1. Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Universidad de Zaragoza
2. Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Castilla-La Mancha

---

### RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la asociación entre masa ósea y agilidad en personas mayores. Se evaluó a 223 participantes mayores de 65 años (64 hombres y 159 mujeres) de Zaragoza (España). Se midió el área, contenido (CMO) y densidad mineral ósea (DMO) en el cuerpo completo, columna lumbar y cadera mediante absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA). La agilidad se evaluó con el test «8-Foot Up and Go» (modificado de la batería Senior Fitness Test). La diferencia en agilidad entre sexos se estudió mediante tests ANOVA. La asociación entre agilidad y masa ósea se analizó mediante regresión lineal teniendo en cuenta las diferencias en edad, talla y masa magra. Los resultados mostraron que los hombres eran más ágiles que las mujeres ( $P < 0.05$ ). La agilidad explicó un 4% de la variabilidad en el área de la pelvis de los hombres ( $P < 0.05$ ). En las mujeres la agilidad explicaba desde un 2% hasta un 18% de la variabilidad del CMO y DMO en el cuerpo completo, trocánter y piernas (todos  $P < 0.01$ ). En conclusión, la agilidad mostró una asociación significativa con el CMO y DMO especialmente en mujeres postmenopáusicas.

**Palabras clave:** contenido mineral óseo (CMO), densidad mineral ósea (DMO), condición física, envejecimiento

### ABSTRACT

The main purpose of this study was to test the association between bone-related variables and agility in elderly people. A total of 223 participants 65 years and older (64 men and 159 women) were evaluated in Zaragoza (Spain). Bone area, mineral content (BMC) and density (BMD) were assessed in whole body, spine and hip by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). Agility was measured using the 8-Foot Up and Go Test (modified of the Senior Fitness Test battery). The difference between male and female in agility was studied with one-way ANOVA. The association between agility and bone-related variables was tested by linear regression accounting for differences in age, height and lean mass. Results showed that men had better agility than women ( $P < 0.05$ ). In men agility was only associated with pelvis area explaining 4% of variation ( $P < 0.05$ ). In women agility explained from 2% to 18% of variability in BMC and BMD in the subtotal whole body, trochanter and lower limbs respectively (all  $P < 0.01$ ). In conclusion, agility showed a close association with BMC and BMD mainly in postmenopausal women.

**Key Words:** bone mineral content (BMC), bone mineral density (BMD), physical fitness, ageing.

---

### Correspondencia:

Alba Gómez Cabello

Grupo de investigación GENUUD. Universidad de Zaragoza.

Edificio Cervantes, 2.ª planta. C/ Corona de Aragón 42, 50009, Zaragoza.

agomez@unizar.es

Fecha de recepción: 1/06/2010

Fecha de aceptación: 28/11/2010

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el envejecimiento de la población se ha convertido en una de las principales características de los países desarrollados. El número de personas mayores de 65 años se ha incrementando en las últimas décadas y se prevé que seguirá creciendo debido al aumento de la esperanza de vida (Goldacre, 2009). En España, datos del año 2005 muestran una prevalencia de población mayor ( $\geq 65$  años) del 17%, situándose como el cuarto país con mayor envejecimiento a nivel mundial. Además se ha estimado que en el año 2050 este porcentaje aumentará hasta el 33%, alcanzando de este modo el segundo lugar en el ranking de envejecimiento (*World Population Prospects, The 2006 Revision. Las personas mayores en España. Datos estadísticos estatales y por comunidades autónomas, 2008*).

TABLA 1  
Países con mayor envejecimiento, 2005-2050

Países	Población de 65 y más años			
	2005		2050	
	Número (millones)	%	Número (millones)	%
Japón	25.255	19.7	38.632	37.7
Italia	11.578	19.7	17.829	32.6
Alemania	15.525	18.8	22.360	30.2
<b>España</b>	<b>7.304</b>	<b>16.8</b>	<b>15.413</b>	<b>33.2</b>
Francia	9.958	16.3	17.703	25.9
Reino Unido	9.684	16.1	16.528	24.1
Ucrania	7.539	16.1	8.533	27.6
Rusia	19.841	13.8	25.674	23.8
EEUU	36.751	12.3	84.614	21.0
China	100.464	7.7	333.668	23.7
<b>Posición de España</b>		<b>4.<sup>a</sup></b>		<b>2.<sup>a</sup></b>

La osteoporosis, definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como una enfermedad esquelética caracterizada por una baja densidad ósea y un deterioro de la microarquitectura del tejido óseo («Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis», 1993), se ha convertido en un importante problema de salud pública entre las personas mayores por su gran impacto sobre la calidad de vida y mortalidad de las personas que la padecen (Center, Nguyen, Schneider, Sambrook, & Eisman, 1999; Riggs & Melton, 1995).

Existen múltiples factores que pueden afectar al desarrollo de la osteoporosis, como bajo peso corporal, pérdida de peso, años transcurridos desde la menopausia, fumar o el uso de determinadas medicaciones (Bakhireva, Barrett-Connor, Kritiz-Silverstein, & Morton, 2004; Robbins et al., 2007; Shin et al., 2010). Sin embargo,

el principal factor de riesgo, así como el método actual de diagnóstico de la osteoporosis, es el descenso de la masa ósea (J. Kanis, 2007). La disminución de contenido y densidad mineral ósea (CMO y DMO) que se produce desde aproximadamente la tercera década de vida se hace más patente en las personas de edad avanzada (Szulc & Delmas, 2007), especialmente en mujeres (Nguyen, Sambrook, & Eisman, 1998); aumentando por tanto la fragilidad ósea y la susceptibilidad a las fracturas. Se ha estimado que una de cada dos mujeres con una edad actual de 50 años desarrollará una fractura osteoporótica a lo largo de su vida. En conjunto, el número de fracturas osteoporóticas en hombres y mujeres de Europa alcanza la cifra de 2.7 millones, ocasionando un coste de 36 billones de euros anuales (J. A. Kanis & Johnell, 2005).

La actividad física se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en un gasto energético (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). En contraste con la actividad física, que se relaciona con los movimientos que la gente realiza, la condición física se ha definido como «la capacidad para llevar a cabo las tareas diarias con vigor y estado de alerta, sin fatiga excesiva y con energía suficiente para disfrutar de actividades de tiempo libre y hacer frente a emergencias imprevistas» (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). Tanto el nivel de actividad física realizada como el nivel de condición física alcanzada mantienen una estrecha relación con distintos componentes de la salud (Farrell, Fitzgerald, McAuley, & Barlow, 2010; Vogel et al., 2009; Williams, 2001). En relación a la masa ósea, un estilo de vida activo ha sido relacionado con una mayor DMO en edades avanzadas (Morseth, Emaus, Wilsgaard, Jacobsen, & Jorgensen, 2010) y por el contrario, el sedentarismo se ha vinculado con un mayor riesgo de fracturas tanto en hombres (Michaelsson et al., 2007) como en mujeres (Cummings et al., 1995; Feskanich, Willett, & Colditz, 2002). Respecto a la condición física, la mayoría de los estudios realizados en personas mayores se han centrado en establecer las relaciones existentes entre la capacidad cardiorrespiratoria, la fuerza y la masa ósea. Las investigaciones llevadas a cabo con tal fin han demostrado que la fuerza parece tener una fuerte asociación con la masa ósea en las personas mayores (Miller et al., 2009; Pocock et al., 1989), mientras que la condición física cardiorrespiratoria no se relaciona con parámetros óseos en este grupo de población (Miller et al., 2009; Stewart et al., 2002). Sin embargo, la condición física es un concepto mucho más amplio, que abarca otros parámetros menos estudiados desde este punto de vista y que quizás puedan tener una gran relevancia para la salud ósea durante el envejecimiento.

Hasta donde nosotros conocemos, la agilidad, entendida como el componente de la condición física relacionado con la capacidad de cambiar rápidamente la posición de todo el cuerpo en el espacio con velocidad y precisión (Caspersen, Powell, & Christenson, 1985), y su relación con el CMO, DMO y área ósea nunca ha sido

valorada en personas mayores. Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la asociación entre las diferentes variables de masa ósea y la agilidad en hombres y mujeres mayores de Zaragoza (Aragón).

## MÉTODO

### *Participantes*

El estudio realizado forma parte de un proyecto global llamado «Estudio multicéntrico para la evaluación de la condición física en personas mayores» que forma parte de la red EXERNET (Red de investigación en ejercicio físico y salud para poblaciones especiales; [www.spanishexernet.com](http://www.spanishexernet.com)).

La muestra de este estudio estaba compuesta por 223 (64 hombres y 159 mujeres) personas mayores de Zaragoza con una edad comprendida entre los 65 y 89 años. Los criterios de exclusión fueron: edad menor de 65 años, cáncer, demencia y aquellos institucionalizados o incapaces de cuidar de sí mismos. Una vez concluido el trabajo de campo, los sujetos que no cumplían los criterios de inclusión fueron excluidos.

Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado previo a la realización de las pruebas. El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (18/2008). El trabajo de campo se realizó entre Junio de 2008 y Octubre de 2009.

### *Mediciones de composición corporal*

El área ósea, CMO y DMO fueron medidos mediante absorciometría fotónica dual de rayos X (DXA) (QDR-Explorer, Hologic Corp., Software versión 12.4, Waltham, MA, USA) en tres pruebas específicas para el cuerpo completo (figura 1a), cadera y sus subregiones (trocánter, zona inter-trocantérica, cuello femoral y triángulo de Wards) (figura 1b) y la columna lumbar (L1-L4) (figura 1c). Además, también se analizó la masa magra del cuerpo completo. Todas las exploraciones del DXA fueron realizadas con el mismo dispositivo, software y técnico, el cuál fue previamente entrenado en el uso del instrumental, posicionamiento de los sujetos y análisis de los resultados, de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

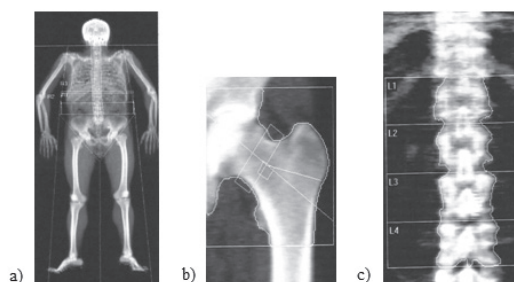


FIGURA 1. a) Cuerpo completo, b) cadera y c) columna lumbar medidos con DXA

### *Mediciones antropométricas*

#### *Talla*

La talla de los participantes se midió mediante el uso de un estadiómetro portátil de una altura máxima de 2.10 m y un margen de error de 0.001 m (SECA 225, SECA, Hamburg, Germany). Para su medición, los sujetos debían permanecer de pie, con los pies juntos, los talones, glúteos y parte superior de la espalda en contacto con la escala y la cabeza en el plano de Frankfort (Sanchez-Garcia et al., 2007).

#### *Peso corporal*

El peso corporal se midió a través de un analizador portátil de composición corporal con una capacidad máxima de 200 kg y un margen de error de 100 g (TANITA BC-418MA). Antes de pesarse, los participantes debían quitarse la ropa y los zapatos.

#### *Evaluación de la agilidad*

La agilidad se evaluó en todos los participantes con el test «8-Foot Up-and-Go Test» (modificado de la batería Senior Fitness Test (Rikli & Jones, 2001)). Partiendo de una posición sentada, se midió el tiempo que el participante tardaba en levantarse, caminar hasta un cono situado a 2.45 m, rodearlo y volver a sentarse. El test se realizó dos veces con al menos un minuto de descanso entre ambos intentos. Se registró el mejor intento de los dos.



FIGURA 2. Test de agilidad

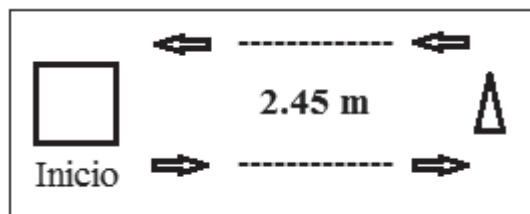


FIGURA 3. Esquema del test 8-Foot Up-and-Go

### Análisis estadístico

Se presentan valores de media y desviación estándar (DE) como estadísticos descriptivos de las variables registradas. Las diferencias entre hombres y mujeres fueron estudiadas con ANOVA. La asociación de la agilidad con las variables de masa ósea se realizó mediante regresión lineal teniendo en cuenta las diferencias en edad, talla y masa magra. La muestra se dividió en tres grupos de acuerdo con los tertiles de agilidad. Las diferencias en la masa ósea en función de estos tertiles fueron analizadas con ANOVA. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico SPSS, versión 15.0. Se fijó el nivel de significación en  $P < 0.05$ .

### RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan las características de los participantes. Los hombres tenían mayor talla, peso corporal y masa magra que las mujeres ( $P < 0.01$ ), mientras que no se encontraron diferencias significativas en la edad entre sexos.

TABLA 2  
Características de los sujetos

Variables	Hombres				Mujeres				P
	n	Media	±	DE	n	Media	±	DE	
Edad (años)	64	72.4	±	6.1	159	73.3	±	5.7	0.331
Talla (cm)	64	167.4	±	6.5	159	152.9	±	5.4	<b>0.000</b>
Peso corporal (kg)	64	77.1	±	9.8	159	65.0	±	10.0	<b>0.000</b>
Masa magra (kg)	64	49.8	±	5.2	159	35.2	±	4.4	<b>0.000</b>

En la figura 4 se observa como los hombres obtuvieron un mejor resultado en la prueba de agilidad, realizando el test 8-Foot Up-and-Go un 8% más rápido que las mujeres ( $P < 0.05$ ).

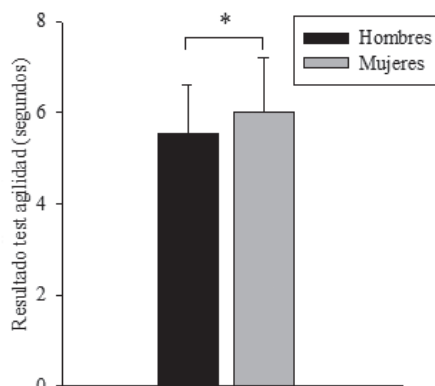


FIGURA 4. Resultados de la prueba de agilidad en hombres y mujeres mayores

En hombres la regresión lineal mostró que la agilidad se asociaba únicamente con el área de la pelvis explicando un 4% de la variabilidad ( $P < 0.05$ ). Por el contrario, en mujeres la agilidad tenía una mayor asociación con las variables de masa ósea que la encontrada en los hombres. En este caso ésta explicaba un 2, 5 y 8% de la variabilidad en el CMO y un 11, 7 y 18% de la variabilidad en la DMO en el cuerpo completo, trocánter y extremidades inferiores, respectivamente ( $P < 0.01$ ; Tabla 3).

TABLA 3  
Relación entre la agilidad y la masa ósea en diferentes regiones del cuerpo ajustando por edad, altura y masa magra en hombres y mujeres mayores

Región	Hombres		Mujeres	
	Cambio en R <sup>2</sup>	P	Cambio en R <sup>2</sup>	P
Área Subtotal	0.020	0.068	0.004	0.173
CMO Subtotal	0.010	0.270	<b>0.021</b>	<b>0.015</b>
DMO Subtotal	0.004	0.584	<b>0.105</b>	<b>0.000</b>
Área Brazos	0.036	0.073	0.010	0.132
CMO Brazos	0.000	0.858	0.006	0.168
DMO Brazos	0.039	0.068	0.001	0.597
Área Piernas	0.006	0.304	0.003	0.271
CMO Piernas	0.006	0.431	<b>0.082</b>	<b>0.000</b>
DMO Piernas	0.006	0.513	<b>0.175</b>	<b>0.000</b>
Área Pelvis	<b>0.039</b>	<b>0.042</b>	0.002	0.443
CMO Pelvis	0.023	0.146	0.005	0.309
DMO Pelvis	0.009	0.414	0.003	0.459
Área Columna lumbar	0.004	0.620	0.002	0.497
CMO Columna lumbar	0.017	0.226	0.000	0.921
DMO Columna lumbar	0.048	0.051	0.000	0.930
Área Trocánter	0.001	0.810	0.003	0.485
CMO Trocánter	0.016	0.232	<b>0.048</b>	<b>0.002</b>
DMO Trocánter	0.027	0.159	<b>0.070</b>	<b>0.000</b>
Área Inter-trocánter	0.017	0.288	0.000	0.947
CMO Inter-trocánter	0.000	0.947	0.003	0.443
DMO Inter-trocánter	0.013	0.333	0.005	0.329
Área Cuello femoral	0.010	0.416	0.000	0.825
CMO Cuello femoral	0.018	0.228	0.004	0.366
DMO Cuello femoral	0.008	0.446	0.007	0.255
Área Triángulo Wards	0.007	0.511	0.002	0.538
CMO Triángulo Wards	0.014	0.312	0.009	0.204
DMO Triángulo Wards	0.025	0.183	0.014	0.116
Área Cadera total	0.010	0.391	0.001	0.717
CMO Cadera total	0.002	0.706	0.013	0.105
DMO Cadera total	0.014	0.298	0.017	0.067

CMO=contenido mineral óseo; DMO=densidad mineral ósea

Tras dividir la muestra en tertiles en función de los resultados en la prueba de agilidad, se observó que las mujeres situadas en el tercil inferior de la prueba tenían

menor área en la columna lumbar, CMO en el trocánter y DMO en el trocánter y triángulo de Wards que aquellas situadas en el tercil superior ( $P < 0.05$ ). Además, también se observó que aquellas mujeres situadas en el segundo tercil tenían un menor CMO y DMO en la región de la pelvis que aquellas ubicadas en el tercil superior ( $P < 0.05$ ; Figura 5). Sin embargo, en hombres no se encontraron diferencias significativas en la masa ósea entre los diferentes tertiles.

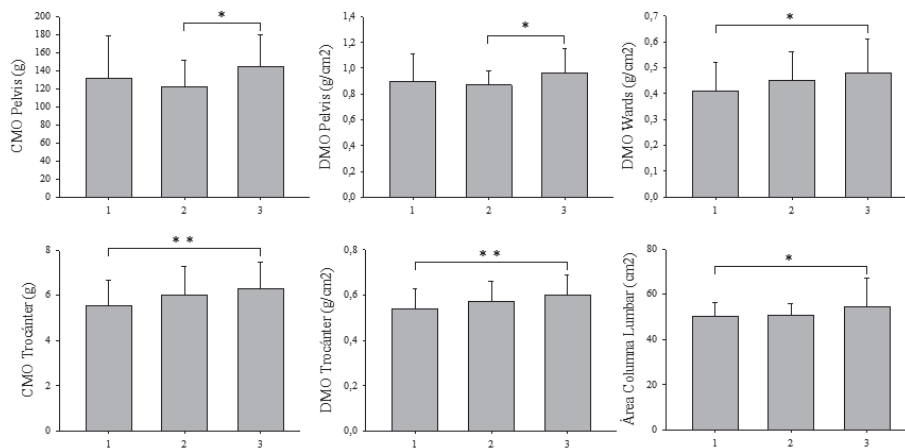


FIGURA 5. Diferencias entre tertiles de agilidad en los valores de área ósea, contenido mineral óseo (CMO) y densidad mineral ósea (DMO) de mujeres

## DISCUSIÓN

El objetivo de nuestro estudio fue comprobar si la agilidad podría tener alguna asociación con la masa ósea (área, CMO y DMO) en personas mayores. Los principales hallazgos de este estudio fueron (1) que la agilidad está asociada con la masa ósea en las personas mayores independientemente de la masa muscular, (2) que aunque los hombres tienen mayor agilidad que las mujeres durante el envejecimiento, en estas últimas existen mayores asociaciones entre esta variable de condición física y la masa ósea que las encontradas en hombres y (3) que las mujeres situadas en los tertiles medio e inferior en el test de agilidad tenían una menor masa ósea que aquellas ubicadas en el tercil superior.

En las últimas décadas, junto al progresivo aumento de la población mayor, también ha aumentado el interés y dedicación por tratar de mejorar la salud y reducir los factores de riesgo que pueden desencadenar diversas enfermedades a lo largo del proceso de envejecimiento; surgiendo de esta manera numerosos estudios realizados con tal fin (Babizhayev, 2010; Guadalupe-Grau, Fuentes, Guerra, & Calbet, 2009; Kiraly & Kiraly, 2005). En relación a la osteoporosis, la mayoría de las investigaciones desarrolladas se centran en personas de edad avanzada ya que aunque se ha



demostrado que los adultos jóvenes y los niños pueden también desarrollarla (*Diagnosis of osteoporosis in men, premenopausal women, and children, 2004*), esta patología se asocia comúnmente con personas mayores, especialmente entre las mujeres y se debe en parte a los cambios hormonales (por ejemplo, la reducción de estrógeno durante la menopausia) y una disminución de la actividad física.

Aunque la medicación es la vía más usada para aliviar la pérdida ósea (por ejemplo, la terapia con bifosfonatos), estos fármacos pueden ocasionar efectos secundarios, como toxicidad gastrointestinal (Chien & Goss, 2006). Sin embargo, la promoción de actividad física regular tanto en niños y jóvenes (Vicente-Rodríguez, 2006) como en personas mayores (Vogel et al., 2009), es una de las principales medidas no farmacológicas que deben ser promovidas a lo largo de la vida, especialmente desde un punto de vista preventivo para un envejecimiento exitoso. El descenso de los niveles de actividad física que ocurre durante el proceso de envejecimiento a menudo conduce a una mayor pérdida de masa ósea y masa muscular, que posteriormente se traduce en una disminución de la actividad física y así sucesivamente. Los efectos beneficiosos de la práctica regular de actividad física sobre la masa ósea han sido ampliamente demostrados, mostrando que un estilo de vida físicamente activo a lo largo de la vida, incluyendo las últimas décadas, puede retardar la pérdida ósea y contribuir a la reducción del riesgo de fracturas debidas a fragilidad ósea (Cummings et al., 1995; Feskanich, Willett, & Colditz, 2002; Michaelsson et al., 2007; Morseth, Emaus, Wilsgaard, Jacobsen, & Jorgensen, 2010; Vuillemin, Guillemin, Jouanny, Denis, & Jeandel, 2001).

Aunque es bien sabido que actividad física y condición física son términos diferentes, ambos están muy relacionados ya que elevados niveles de condición física están asociados con la práctica de actividad física regular (Ara et al., 2004). Teniendo en cuenta los beneficios de la actividad física sobre la masa ósea (Vicente-Rodríguez et al., 2004), parece obvio que la condición física se traduzca también en una mejora de la salud ósea. Sin embargo, parece ser que los diferentes componentes de la condición física no tienen la misma relación e influencia sobre el área, CMO y DMO de las personas mayores.

Las variables de condición física más estudiadas en relación a la acumulación de masa ósea son la capacidad aeróbica y la fuerza. En población de edad avanzada se ha demostrado que la capacidad aeróbica no parece tener ningún efecto real sobre la masa ósea, mientras que la fuerza muscular parece tener una fuerte relación con el CMO y DMO. Stewart et al. (2002) mostraron que la capacidad aeróbica (determinada a través del consumo máximo de oxígeno) evaluada en tapiz rodante no se correlacionaba con la DMO ni en el cuerpo completo, ni en la columna lumbar o la cadera. Del mismo modo, varios años más tarde se informó de que la capacidad

aeróbica se asociaba con el CMO y DMO en hombres de mediana edad, pero no en hombres mayores (Miller et al., 2009). Sin embargo, la fuerza muscular parece ser un factor importante para el mantenimiento de la DMO y la disminución del riesgo de fracturas tanto en jóvenes como en personas de mayor edad. Pocock et al. (1989) demostraron en mujeres posmenopáusicas que la fuerza muscular predecía la masa ósea en el fémur y el antebrazo, aunque no en la columna vertebral. Posteriormente, Miller et al. (2009) informaron de que la fuerza de agarre se relacionaba con el CMO y DMO tanto en ancianos como en hombres de mediana edad, mientras que la fuerza de los extensores de la rodilla sólo estaba relacionada con la masa ósea en adultos pero no en mayores. Aunque otras variables de condición física, como el equilibrio o la coordinación, no muestran una gran asociación con la masa ósea, sus efectos beneficiosos sobre la osteoporosis se manifiestan a través de una disminución del riesgo de fracturas (Gerdhem, Ringsberg, Akesson, & Obrant, 2003).

La elección de la agilidad como la variable de condición física a tratar en este estudio se debió a la ausencia de trabajos que investiguen las relaciones entre ésta y la masa ósea en las personas mayores. Tal y como se muestra en el apartado de resultados, la agilidad tenía una mayor asociación con la masa ósea en las mujeres, explicando desde un 2% hasta un 18% de la variabilidad del CMO y DMO en diferentes puntos esqueléticos, mientras que en hombres esta variable de condición física únicamente estaba asociada con el área de la pelvis explicando un 4% de la variación de la misma. Además, en las mujeres se observó también que aquellas personas situadas en los tertiles medio e inferior en el test de agilidad tenían una menor masa ósea que aquellas ubicadas en el tercil superior, lo que sugiere una vez más la importancia de mantener un buen nivel de condición física a lo largo del envejecimiento para garantizar una correcta salud ósea en la senectud.

El hecho de que la agilidad tenga la mayor asociación con la masa ósea de mujeres en las extremidades inferiores, explicando un 8.2 y un 17.5% de la variabilidad en el CMO y DMO respectivamente, está en concordancia con estudios que muestran que el beneficio sobre la masa ósea se obtiene principalmente en los huesos involucrados directamente en la actividad (Sanchis-Moysi et al., 2004; Todd & Robinson, 2003).

#### CONCLUSIONES

En conclusión, la agilidad es una variable de condición física que muestra una gran asociación con la masa ósea especialmente en mujeres postmenopáusicas.

Debido a que la actividad física es la vía principal para la mejora de la condición física, y teniendo en cuenta los resultados de nuestro estudio, así como el resto de literatura científica, parece necesario mantener un estilo de vida activo con el fin

de garantizar una buena salud ósea a lo largo del proceso de envejecimiento. El hecho de que menores niveles de agilidad estén asociados con menor masa ósea en mujeres postmenopáusicas podría hacer de esta variable de condición física un posible indicador y predictor de salud ósea en ausencia de otros métodos de medición.

#### REFERENCIAS

- Ara, I., Vicente-Rodríguez, G., Jimenez-Ramirez, J., Dorado, C., Serrano-Sanchez, J. A., & Calbet, J. A. (2004). Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(12), 1585-1593.
- Babizhayev, M. A. (2010). New concept in nutrition for the maintenance of the aging eye redox regulation and therapeutic treatment of cataract disease; synergism of natural antioxidant imidazole-containing amino acid-based compounds, chaperone, and glutathione boosting agents: a systemic perspective on aging and longevity emerged from studies in humans. *Am J Ther*, 17(4), 373-389.
- Bakhireva, L. N., Barrett-Connor, E., Kritz-Silverstein, D., & Morton, D. J. (2004). Modifiable predictors of bone loss in older men: a prospective study. *Am J Prev Med*, 26(5), 436-442.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*, 100(2), 126-131.
- Center, J. R., Nguyen, T. V., Schneider, D., Sambrook, P. N., & Eisman, J. A. (1999). Mortality after all major types of osteoporotic fracture in men and women: an observational study. *Lancet*, 353(9156), 878-882.
- Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. (1993). *Am J Med*, 94(6), 646-650.
- Cummings, S. R., Nevitt, M. C., Browner, W. S., Stone, K., Fox, K. M., Ensrud, K. E., et al. (1995). Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med*, 332(12), 767-773.
- Chien, A. J., & Goss, P. E. (2006). Aromatase inhibitors and bone health in women with breast cancer. *J Clin Oncol*, 24(33), 5305-5312.
- Diagnosis of osteoporosis in men, premenopausal women, and children.* (2004). Retrieved from [www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=14742884](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14742884).
- EXERNET, Red de Investigación en Ejercicio Físico y Salud para Poblaciones Especiales.* [www.spanishexernet.com](http://www.spanishexernet.com). Última entrada: 20 de Noviembre de 2010.
- Farrell, S. W., Fitzgerald, S. J., McAuley, P. A., & Barlow, C. E. (2010). Cardiorespiratory fitness, adiposity, and all-cause mortality in women. *Med Sci Sports Exerc*, 42(11), 2006-2012.
- Feskanich, D., Willett, W., & Colditz, G. (2002). Walking and leisure-time activity and risk of hip fracture in postmenopausal women. *Jama*, 288(18), 2300-2306.

- Gerdhem, P., Ringsberg, K. A., Akesson, K., & Obrant, K. J. (2003). Influence of muscle strength, physical activity and weight on bone mass in a population-based sample of 1004 elderly women. *Osteoporos Int*, *14*(9), 768-772.
- Goldacre, M. J. (2009). Demography of aging and the epidemiology of gastrointestinal disorders in the elderly. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*, *23*(6), 793-804.
- Guadalupe-Grau, A., Fuentes, T., Guerra, B., & Calbet, J. A. (2009). Exercise and bone mass in adults. *Sports Med*, *39*(6), 439-468.
- Kanis, J. (2007). *Assessment of osteoporosis at the primary healthcare level: Technical Report*. WHO Collaborating Centre, University of Sheffield, Sheffield.
- Kanis, J. A., & Johnell, O. (2005). Requirements for DXA for the management of osteoporosis in Europe. *Osteoporos Int*, *16*(3), 229-238.
- Kiraly, M. A., & Kiraly, S. J. (2005). The effect of exercise on hippocampal integrity: review of recent research. *Int J Psychiatry Med*, *35*(1), 75-89.
- Michaelsson, K., Olofsson, H., Jensevik, K., Larsson, S., Mallmin, H., Berglund, L., et al. (2007). Leisure physical activity and the risk of fracture in men. *PLoS Med*, *4*(6), e199.
- Miller, L. E., Pierson, L. M., Pierson, M. E., Kiebzak, G. M., Ramp, W. K., Herbert, W. G., et al. (2009). Age influences anthropometric and fitness-related predictors of bone mineral in men. *Aging Male*, *12*(2-3), 47-53.
- Morseth, B., Emaus, N., Wilsgaard, T., Jacobsen, B. K., & Jorgensen, L. (2010). Leisure time physical activity in adulthood is positively associated with bone mineral density 22 years later. The Tromso study. *Eur J Epidemiol*, *25*(5), 325-331.
- Nguyen, T. V., Sambrook, P. N., & Eisman, J. A. (1998). Bone loss, physical activity, and weight change in elderly women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *J Bone Miner Res*, *13*(9), 1458-1467.
- Pocock, N., Eisman, J., Gwinn, T., Sambrook, P., Kelly, P., Freund, J., et al. (1989). Muscle strength, physical fitness, and weight but not age predict femoral neck bone mass. *J Bone Miner Res*, *4*(3), 441-448.
- Riggs, B. L., & Melton, L. J., 3rd. (1995). The worldwide problem of osteoporosis: insights afforded by epidemiology. *Bone*, *17*(5 Suppl), 505S-511S.
- Rikli, R. E., & Jones, J. (2001). *Senior fitness test manual*.
- Robbins, J., Aragaki, A. K., Kooperberg, C., Watts, N., Wactawski-Wende, J., Jackson, R. D., et al. (2007). Factors associated with 5-year risk of hip fracture in postmenopausal women. *Jama*, *298*(20), 2389-2398.
- Sanchez-Garcia, S., Garcia-Pena, C., Duque-Lopez, M. X., Juarez-Cedillo, T., Cortes-Nunez, A. R., & Reyes-Beaman, S. (2007). Anthropometric measures and nutritional status in a healthy elderly population. *BMC Public Health*, *7*, 2.
- Sanchis-Moysi, J., Dorado, C., Vicente-Rodríguez, G., Milutinovic, L., Garces, G. L., & Calbet, J. A. (2004). Inter-arm asymmetry in bone mineral content and bone area in postmenopausal recreational tennis players. *Maturitas*, *48*(3), 289-298.

- Shin, C. S., Choi, H. J., Kim, M. J., Kim, J. T., Yu, S. H., Koo, B. K., et al. (2010). Prevalence and risk factors of osteoporosis in Korea: A community-based cohort study with lumbar spine and hip bone mineral density. *Bone*, 47(2), 378-87.
- Stewart, K. J., Deregis, J. R., Turner, K. L., Bacher, A. C., Sung, J., Hees, P. S., et al. (2002). Fitness, fatness and activity as predictors of bone mineral density in older persons. *J Intern Med*, 252(5), 381-388.
- Szulc, P., & Delmas, P. D. (2007). Bone loss in elderly men: increased endosteal bone loss and stable periosteal apposition. The prospective MINOS study. *Osteoporos Int*, 18(4), 495-503.
- Todd, J. A., & Robinson, R. J. (2003). Osteoporosis and exercise. *Postgrad Med J*, 79(932), 320-323.
- Vicente-Rodríguez, G. (2006). How does exercise affect bone development during growth? *Sports Med*, 36(7), 561-569.
- Vicente-Rodríguez, G., Ara, I., Perez-Gomez, J., Serrano-Sanchez, J. A., Dorado, C., & Calbet, J. A. (2004). High femoral bone mineral density accretion in prepubertal soccer players. *Med Sci Sports Exerc*, 36(10), 1789-1795.
- Vogel, T., Brechat, P. H., Lepretre, P. M., Kaltenbach, G., Berthel, M., & Lonsdorfer, J. (2009). Health benefits of physical activity in older patients: a review. *Int J Clin Pract*, 63(2), 303-320.
- Vuillemin, A., Guillemin, F., Jouanny, P., Denis, G., & Jeandel, C. (2001). Differential influence of physical activity on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in the elderly population. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(6), B248-253.
- Williams, P. T. (2001). Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 33(5), 754-761.
- World Population Prospects, The 2006 Revision. *Las personas mayores en España*. Datos estadísticos estatales y por comunidades autónomas. (2008).

