Article

La Relación entre el Consumo Máximo de Oxígeno y la Salud Ósea en Jóvenes Universitarios

Cody A. Croall[1], Curt B. Dixon[2], Luke Haile[1] y Joseph L. Andreacci[1]

[1]*Departamento de Ciencias del Ejercicio, Universidad de Bloomsburg, Bloomsburg, PA*
[2]*Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad de Lock Haven, Lock Haven, PA*

RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue examinar la relación entre el consumo máximo de oxígeno (VO2máx) y el contenido mineral óseo de todo el cuerpo (WB-BMC) y la densidad mineral ósea de todo el cuerpo (WB-BMD) en 44 jóvenes universitarios (edad: 21,8 ± 1,4 años; índice de masa corporal: 26,6 ± 4,7 kg•m-2). La composición corporal se midió usando absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). La prueba de VO2máx se realizó en una cinta caminadora motorizada utilizando el protocolo de la cinta caminadora de Bruce. El VO2máx absoluto (L•min-1) se correlacionó positivamente con el WB-BMC (r = 0,60) y la WB-BMD (r = 0,59). Por el contrario, no se observó ninguna relación entre el VO2máx relativo (mL•kg-1•min-1) y el WB-BMC o la WB-BMD. Se observó una relación significativa (P<0,001) entre la masa corporal y el WB-BMC (r = 0,68) y la WB-BMD (r = 0,55). Los resultados de este estudio indican una relación moderada entre el VO2máx absoluto y las variables óseas de jóvenes universitarios.

Palabras Clave: Salud Ósea, Contenido Mineral Óseo, Densidad Mineral Ósea, Consumo Máximo de Oxígeno

INTRODUCCIÓN

La osteoporosis es una enfermedad que causa que los huesos se debiliten y se desgasten, lo que aumenta el riesgo de fracturas. La salud ósea y la tasa de prevalencia de osteoporosis se asocian comúnmente con mujeres en lugar de hombres (6). Sin embargo, Willson et al. (22) señalan que hasta uno de cada cuatro hombres mayores de 50 años desarrollará una fractura relacionada con la osteoporosis. La degeneración ósea y la gravedad pueden diagnosticarse mediante un escáner de todo el cuerpo usando una absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). La DXA es el método más ampliamente aceptado para determinar el contenido mineral óseo de todo el cuerpo (WB-BMC) y la densidad mineral ósea de todo el cuerpo (WB-BMD). Ambos se utilizan para clasificar la gravedad de la enfermedad ósea.

El diagnóstico clínico de osteoporosis se realiza sobre la base de los criterios de puntuación-T ampliamente aceptados para la BMD establecidos por la Organización Mundial de la Salud (22). Se estima que la masa ósea pico se alcanzará antes de la tercera década de vida (17). La optimización de la masa ósea pico en la edad adulta temprana es uno de los factores más importantes para prevenir la osteoporosis y las fracturas relacionadas más adelante en la vida (14). Una baja masa ósea pico y, por lo tanto, una baja salud ósea general es un factor de riesgo para desarrollar osteoporosis (17).

Existen muchos factores que afectan el desarrollo óseo, como las hormonas sexuales, el nivel de actividad física y el tamaño corporal, y es posible que la pubertad tenga el mayor efecto sobre la formación y el desarrollo de los huesos tanto

en hombres como en mujeres (22). Las células óseas expresan los receptores de andrógenos que explican el aumento en la formación de hueso durante la pubertad y la adolescencia en hombres jóvenes (19). El desarrollo de la osteoporosis en los hombres ocurre menos porque los hombres tienen esqueletos más grandes y la pérdida ósea se produce más tarde y a un ritmo reducido (15). La osteoporosis se asocia principalmente con mujeres posmenopáusicas debido a la disminución de los niveles de estrógeno circulantes (15). Hasta la menopausia, las mujeres muestran una mayor absorción/reabsorción ósea en comparación con los hombres. Los hombres mantienen los niveles de testosterona, lo que les permite mantener la integridad del hueso por más tiempo que las mujeres, lo que retrasa la aparición de la osteoporosis.

De acuerdo con el Centro Nacional de Recursos sobre Osteoporosis y Enfermedades Óseas Relacionadas, NIH (15), hay dos clasificaciones de osteoporosis: (a) primaria; y (b) secundaria. Una clasificación de un individuo que tiene una causa primaria de osteoporosis sería la osteoporosis relacionada con la edad, que es más probable que ocurra a medida que aumenta la edad, y se observa en hombres >70 años de edad (14,16,18,22). La mayoría de las causas secundarias de osteoporosis en los hombres son conductuales y, por lo tanto, en su mayoría modificables. La causa nutricional más notable de la osteoporosis es una dieta deficiente que produce bajos niveles séricos de vitamina D y calcio. El calcio inadecuado contribuye significativamente al desarrollo de la osteoporosis (16). La vitamina D ayuda a la absorción de calcio. Una variedad de enfermedades crónicas (como EPOC, artritis e hipertiroidismo) se consideran causas secundarias de osteoporosis en los hombres. El abuso del alcohol, el tabaquismo y un estilo de vida sedentario son también causas secundarias (22).

La actividad física (PA) se recomienda para mantener la salud ósea (10). La aptitud física se ha correlacionado con el WB-BMC en múltiples estudios (3,4,13,17) en las últimas décadas. Los informes anteriores han utilizado el entrenamiento de la fuerza y de alto impacto (4) para evaluar los niveles de aptitud física de los sujetos, mientras que algunos estudios (4,7,11,12) han analizado la capacidad aeróbica. El consumo máximo de oxígeno (VO2máx) es una medida directa de la aptitud física, y se han observado relaciones entre el VO2máx y el WB-BMC como la WB-BMD. Friedlander et al. (8) informaron que la intervención de ejercicios aeróbicos y de entrenamiento con pesas resultó en un incremento en el VO2máx y la BMD en mujeres jóvenes de entre 20 y 35 años de edad. Estos hallazgos sugieren que puede haber una relación similar encontrada en hombres de la misma edad entre el VO2máx y la WB-BMD.

En la actualidad, hay resultados contradictorios sobre si la masa grasa o la masa libre de grasa contribuye en mayor medida a la promoción de la salud ósea (3,7,9,18,20,21). Ho-Pham et al. (9) completaron un meta-análisis que examinó el impacto de la masa grasa (FM) y la masa libre de grasa (FFM) en la BMD. Tanto la FM como la FFM mostraron una relación con la BMD, pero según el tamaño de la muestra y la variabilidad, se informaron resultados variables. Concluyeron que la FFM es un mejor predictor de la BMD la FM cuando se analizaron tamaños de muestra más grandes (9). Los estudios de población caucásica encontraron que la FM era un fuerte determinante de la BMD; mientras que la mayoría de los estudios de población asiática mostraron que la FFM era un fuerte determinante (9).

El Hage et al. (7) examinaron la relación entre el VO2máx y el WB-BMC y la WB-BMD en un grupo de adultos jóvenes libaneses. Informaron que el VO2máx absoluto (L·min-1) estaba moderadamente correlacionado ($P<0,001$) con el WB-BMC ($r = 0,57$) y la WB-BMD ($r = 0,53$) en los hombres. Además, hubo una correlación significativa ($P<0,001$) entre la masa corporal y el WB-BMC ($r = 0,71$) y la WB-BMD ($r = 0,62$) en los hombres. Liberato et al. (11) examinaron la relación entre el WB-BMC, la WB-BMD, la composición corporal y la capacidad cardiorrespiratoria en hombres jóvenes australianos. Los autores informaron una relación significativa ($P<0,01$) entre la masa corporal y el WB-BMC y la WB-BMD ($r = 0,84$, $r = 0,54$), respectivamente. Informaron que la FFM observó fuertes correlaciones ($P<0,01$) entre el WB-BMC ($r = 0,92$) y la WB-BMD ($r = 0,62$) (11). Informaron que no se observó ninguna correlación entre el VO2máx (mL·kg-1·min-1) y el WB-BMC y la WB-BMD.

Más recientemente, Masteller et al. (12) examinaron la relación entre el VO2máx y el WB-BMC y la WB-BMD en mujeres jóvenes de 18 a 31 años de edad. Informaron una correlación moderada entre el VO2máx (L·min-1) y el WB-BMC y la WB-BMD ($r = 0,37$, $r = 0,24$, $P<0,001$), respectivamente. El VO2máx relativo (mL·kg-1·min-1) no arrojó ninguna correlación en comparación con la WB-BMD. La masa corporal de los sujetos estaba moderadamente correlacionada con el WB-BMC y la WB-BMD ($r = 0,62$, $r = 0,36$, $P<0,001$) (12).

Investigaciones previas sugieren que la aptitud aeróbica puede influir en el WB-BMC y la WB-BMD en hombres y mujeres jóvenes (7,11,12) y que la FM y la FFM también pueden influir en la salud ósea general (9). Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue determinar si existe una relación entre el VO2máx y el WB-BMC y la WB-BMD en hombres jóvenes.

MÉTODOS

Sujetos

Cuarenta y nueve hombres sanos, universitarios entre 19 y 26 años de edad participaron en este estudio. Antes de la participación, se obtuvo el consentimiento informado por escrito de cada sujeto según lo exigido por la Junta de Revisión Institucional de la Universidad de Bloomsburg. Además, se completó un cuestionario de preparación para la actividad física y el cuestionario de salud y dieta luego del consentimiento informado. Los cuestionarios fueron evaluados por el equipo de investigación para garantizar que los sujetos calificaran para participar en este estudio. Se les pidió a los sujetos que fueran al laboratorio en dos visitas separadas dentro de un período de 1 semana, con no menos de 24 horas de diferencia.

Procedimientos

Se midió la altura y el peso de los sujetos usando un estadiómetro montado en la pared y una balanza digital calibrada. Se midió la composición corporal usando un escáner DXA para determinar la FM, la FFM, el porcentaje de grasa corporal (%BF), el WB-BMC y la WB-BMD. Todos los sujetos fueron instruidos para usar ropa ajustada y para eliminar todo el metal de su cuerpo antes de la prueba, de acuerdo con las pautas de procedimiento del fabricante.

Cada sujeto recibió instrucciones de cumplir con las siguientes pautas pre-prueba para garantizar la precisión de las medidas: (a) no ejercicio físico dentro de las 12 horas anteriores a la prueba; (b) no comer ni beber dentro de las 2 horas anteriores a la prueba; (c) no consumo de alcohol dentro de las 48 horas anteriores a la prueba; (d) vaciar la vejiga dentro de los 30 min anteriores a la prueba; y (e) no medicamentos con diuréticos dentro de los 7 días anteriores a la prueba.

El consumo máximo de oxígeno del sujeto (VO2máx) se evaluó mediante el protocolo de Bruce (5). El índice de esfuerzo percibido (RPE) de los sujetos se midió utilizando la escala OMNI (2) al final de cada etapa. La frecuencia cardíaca fue monitoreada continuamente usando un monitor cardíaco Polar durante la prueba. El gas espirado de los sujetos se recogió mediante una válvula respiratoria bidireccional Hans-Rudolph y se tomaron muestras en una cámara de mezcla de 3 L. Las concentraciones espiradas de O2 y CO2 se analizaron mediante espirometría de circuito abierto en intervalos de 15 segundos utilizando un Sistema de Medición Metabólica TrueOne 2400 de Parvo Medics.

El logro del VO2máx fue aceptado cuando el sujeto demostró 4 de los siguientes 5 criterios: (a) cambio en el VO2 ≤2,1 mL·kg-1·min-1 con carga de trabajo creciente; (b) RER ≥1,10; (c) RPE ≥8; (d) FC dentro de ±10 latidos de su FCmáx predicha por la edad; y (e) fatiga voluntaria y finalización de la prueba.

Análisis Estadísticos

Las correlaciones producto-momento de Pearson se calcularon para determinar la relación entre el VO2máx y el WB-BMC y la WB-BMD y las relaciones entre la masa corporal, la FM y la FFM con el WB-BMC y la WB-BMD utilizando SigmaPlot Versión 13.0 (Systat Software, San Jose, CA). Las ecuaciones de regresión se formularon para analizar más a fondo las relaciones entre las variables. Todos los valores se expresan como media ± desviación estándar a menos que se indique lo contrario. El nivel de significancia se estableció en un nivel alfa de P≤0,05 para todos los análisis.

RESULTADOS

Un total de 49 sujetos fueron reclutados originalmente para participar en esta investigación. Sin embargo, 5 sujetos no lograron alcanzar los criterios de VO2máx y, por lo tanto, solo se incluyeron 44 sujetos para su posterior análisis. Las características de los 44 hombres que participaron en este estudio se informan en la Tabla 1. Mostraron una amplia gama de masa corporal, composición corporal, WB-BMC y WB-BMD (Tabla 1). Los valores medios absolutos y relativos de VO2máx fueron 3,9 ± 0,50 L·min-1 y 47,3 ± 6,4 mL·kg-1·min-1, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 1. *Características de los Participantes del Estudio (N = 44).*

Variables	Media ± DE	Rango
Edad (años)	21,8 ± 1,4	19,0 – 26,0
Altura (cm)	177,1 ± 5,3	164,5 – 188,8
Masa Corporal (kg)	83,4 ± 14,0	58,0 – 126,6
Índice de Masa Corporal ($kg \cdot m^{-2}$)	26,6 ± 4,7	18,8 – 41,0
Grasa Corporal (%)	18,6 ± 7,8	5,0 – 40,5
Masa Grasa (kg)	16,1 ± 9,6	4,0 – 51,4
Masa Libre de Grasa (kg)	65,5 ± 9,4	22,9 – 81,0
WB-BMD ($g \cdot cm^{-2}$)	1,3 ± 0,1	1,0 – 1,5
WB-BMC (g)	3518,8 ± 427,3	2388,9 – 4468,3

Todos los datos expresados como media ± DE. ***WB-BMD*** *= Densidad Mineral Ósea del Cuerpo Entero;* ***WB-BMC*** *= Contenido Mineral Óseo del Cuerpo Entero*

Tabla 2. *Datos Fisiológicos Obtenidos de la Prueba de Consumo Máximo de Oxígeno.*

	Media ± DE	**Rango**
VO_2máx Relativo **($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)**	**47,3 ± 6,4**	**30,0 – 59,4**
VO_2máx Absoluto **($L \cdot min^{-1}$)**	**3,9 ± 0,5**	**2,2 – 4,8**
Relación de Intercambio Respiratorio	**1,18 ± 0,07**	**1,04 – 1,33**
Índice de Esfuerzo Percibido	**9 ± 1**	**7 – 10**

Se estableció una correlación moderada (P<0,001) entre el VO2máx absoluto (L·min-1) y el WB-BMC (r = 0,60) y la WB-BMD (r = 0,59) (Figuras 1A y 2A). Por el contrario, no se observó ninguna relación cuando el VO2máx se expresó en relación con la masa corporal (mL·kg-1·min-1) con respecto al WB-BMC o la WB-BMD (Figuras 1B y 2B). Las correlaciones entre la composición corporal y las variables óseas se muestran en la Tabla 3. Se observó una relación significativa (P<0,001) entre la masa corporal y el WB-BMC (r = 0,68) y la WB-BMD (r = 0,55) (Tabla 3).

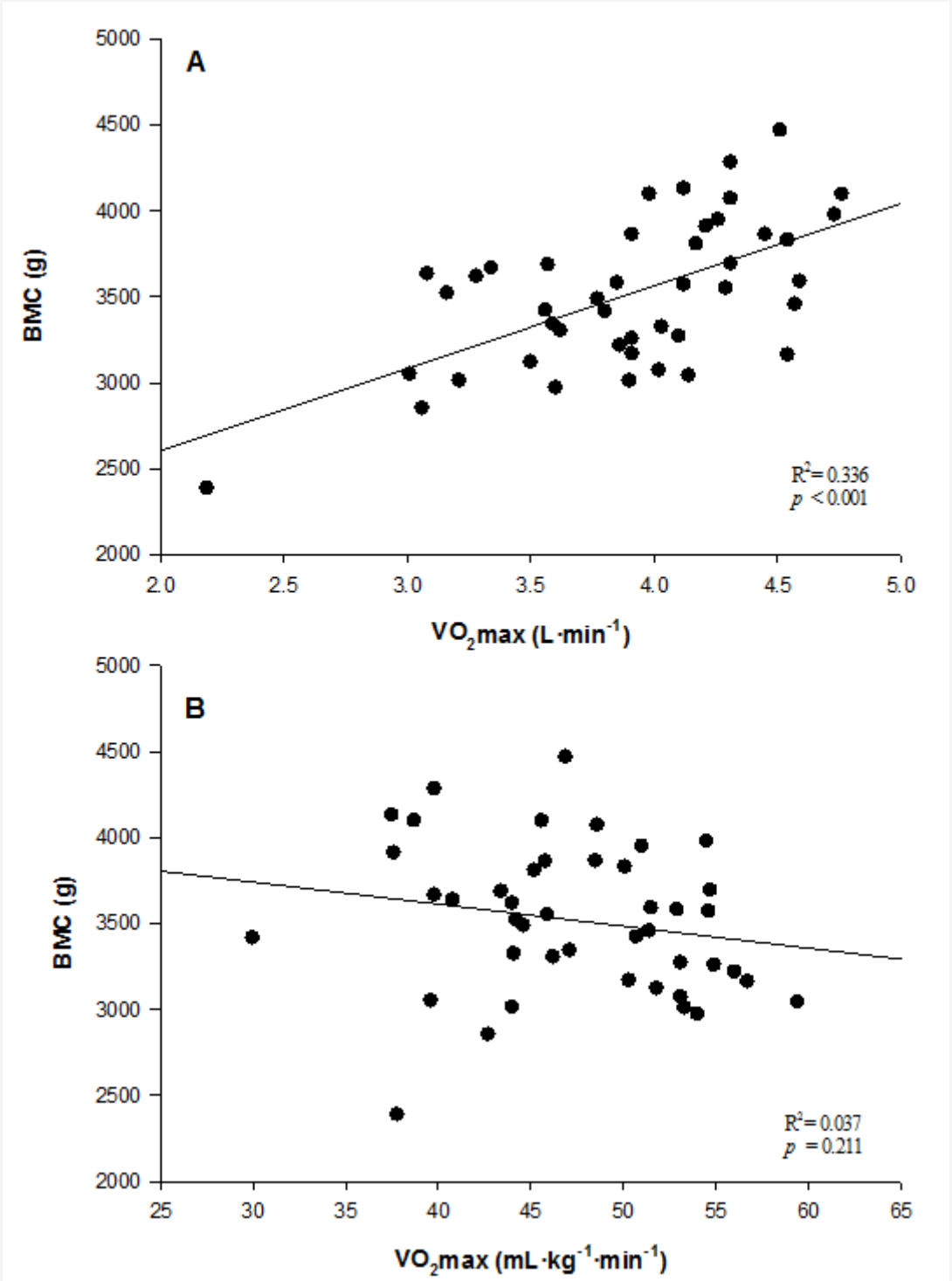

Figura 1. *La Relación entre el Contenido Mineral Óseo (BMC) y el Consumo Máximo de Oxígeno Absoluto y Relativo (VO2máx).*

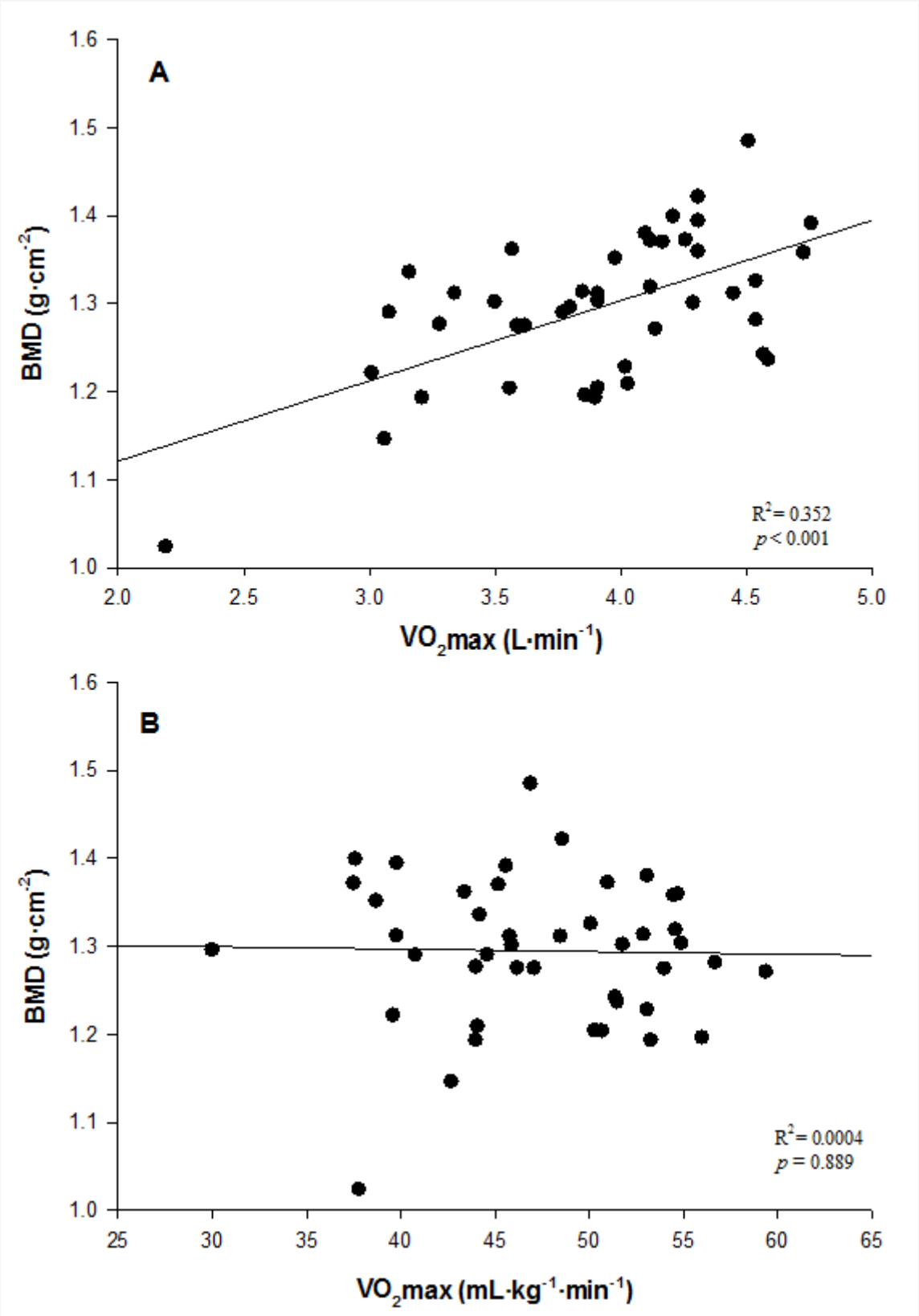

Figura 2. *La Relación entre la Densidad Mineral Ósea (BMD) y el Consumo Máximo de Oxígeno Absoluto y Relativo (VO2máx).*

Tabla 3. *Correlaciones entre las Variables de Composición Corporal y las Variables Óseas.*

		WB-BMC (g)			WB-BMD ($g \cdot cm^{-2}$)	
	r	r^2	Valor-P	r	r^2	Valor-P
Masa Corporal (kg)	0,68	0,47	0,001*	0,55	0,30	0,001*
Masa Libre de Grasa (kg)	0,35	0,12	0,002*	0,42	0,18	0,004*
Masa Grasa (kg)	0,39	0,15	0,009*	0,26	0,06	0,086

*Estadísticamente significativo *P<0,05*

DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue examinar la relación entre la capacidad aeróbica y la salud ósea en hombres jóvenes. Teniendo en cuenta los hallazgos previos en mujeres, planteamos la hipótesis de que los hombres con un VO2máx absoluto más alto (L·min-1) mostrarían un WB-BMC y una WB-BMD más altos. Nuestros datos respaldaron esta afirmación cuando el VO2máx (L·min-1) se correlacionó con el WB-BMC (r = 0,60, P<0,001) y la WB-BMD (r = 0,59, P<0,001). Por el contrario, no se observó ninguna relación entre el VO2máx relativo (mL·kg-1·min-1) y el WB-BMC o la WB-BMD.

Masteller y colegas (12) informaron recientemente una relación (P<0,001) entre el VO2máx absoluto (L·min-1) y el WB-BMC (r = 0,37) y la WB-BMD (r = 0,24) en 83 mujeres jóvenes. No se observó ninguna relación entre el VO2máx relativo (mL·kg-1·min-1) y el WB-BMC o la WB-BMD. También informaron correlaciones significativas (P<0,001) entre la FFM y el WB-BMC (r = 0,54), el WB-BMC (r = 0,45) y la FM y el WB-BMC (r = 0,60), y la WB-BMD (r = 0,31). Masteller et al. (12) afirmaron que en las mujeres jóvenes el VO2máx puede no ser tan fuerte como predictor de salud ósea como la FM y la FFM. Curiosamente, si bien informaron que la FM y la FFM son un mejor predictor de la salud ósea que el VO2máx (L·min-1) en mujeres jóvenes, nuestro estudio muestra que el VO2máx (L·min-1) puede ser un mejor predictor de la salud ósea que la FM y la FFM en hombres jóvenes.

El Hage et al. (7) informaron una relación significativa (P<0,001) entre el VO2máx (L·min-1) y el WB-BMC (r = 0,57), y la WB-BMD (r = 0,53), y ninguna relación entre el VO2máx relativo y el WB-BMC y la WB-BMD en 37 jóvenes libaneses. Los valores medios del VO2máx en el estudio de El Hage et al. (7) fueron considerablemente más bajos que los sujetos evaluados en el presente estudio, aunque nuestros sujetos mostraron medidas antropométricas similares (valores de VO2máx: 3,1 ± 0,66 vs 3,9 ± 0,5 L·min-1; 39,7 ± 6,8 vs 47,3 ± 6,4 mL·kg-1·min-1).

Liberato y colegas (11) no informaron ninguna relación entre el VO2máx (mL·kg-1·min-1) y el WB-BMC y la WB-BMD en 35 hombres jóvenes con un rango de edad de 18 a 35 años. Informaron las correlaciones entre la masa corporal y el WB-BMC (r = 0,84) y la WB-BMD (r = 0,54). No se informaron los valores absolutos de VO2máx. Además, informaron relaciones significativas (P<0,01) entre la FFM y el WB-BMC (r = 0,92) y la WB-BMD (r = 0,54) (10).

El presente estudio encontró relaciones significativas (P<0,001) entre la masa corporal y el WB-BMC (r = 0,68) y la WB-BMD (r = 0,55). Se esperaba este hallazgo y muy probablemente debido a una masa corporal más grande, lo que resulta en una mayor carga sobre el tejido esquelético. Esta relación entre la masa corporal y el WB-BMC y la WB-BMD ha sido informada en la bibliografía reciente (7,11,12). Además, se ha informado que la FFM afecta la salud ósea más que la FM en hombres y mujeres (9). Observamos una relación entre la FFM y la FM y las variables óseas, que es compatible con la bibliografía actual (7,11,12).

Limitaciones en este Estudio

Hay varias limitaciones en el presente estudio. Una limitación principal es la naturaleza transversal del diseño del estudio. Los datos longitudinales pueden contribuir mejor al cuerpo actual de la bibliografía al analizar los posibles cambios en las variables óseas y el VO2máx durante el desarrollo pico de la masa ósea. Otra posible limitación podría ser que no se realizaron cuestionarios dietéticos para evaluar la ingesta de calcio y vitamina D en la dieta. En base a los resultados presentados por Masteller et al. (12), no encontraron ninguna relación entre la ingesta de nutrientes y las variables óseas.

CONCLUSIONES

Esta investigación también examinó la posible relación entre el VO2máx y la salud ósea en hombres jóvenes. Estudios previos informaron relaciones entre la capacidad aeróbica y la salud ósea en hombres y mujeres. Principalmente, encontramos que el VO2máx (L·min-1) fue un predictor moderado del WB-BMC y la WB-BMD, siendo la masa corporal el mayor predictor en general.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer a todos los sujetos por su participación en esta investigación. Esta investigación fue apoyada por un Premio de Tesis de Graduados de la Universidad de Bloomsburg (CC).

Dirección de correo: Joseph L. Andreacci, PhD, Department of Exercise Science, Bloomsburg University, Bloomsburg, PA, USA 17815. Email: jandreac@bloomu.edu

REFERENCIAS

1. American College of Sports Medicine. (2014). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. *Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins*
2. Andreacci JL, Robertson RJ, Goss FL, Randall CR, Tessmer KA, Nagle EF, Gallagher KA. (2004). Frequency of verbal encouragement effects sub-maximal exertional perceptions during exercise testing in young adult women. *Int J Sport Psychol. 2004;35:267-283.*
3. Baptista F, Barrigas C, Vieira F, Santa-Clara H, Homens PM, Fragoso I, Sardinha LB. (2012). The role of lean body mass and physical activity in bone health in children. *J Bone Miner Metab. 2012;30:100-108.*
4. Bevier WC, Wiswell, RA, Pyka G, Kozak KC, Newhall KM, Marcus R. (1989). Relationship of body composition, muscle strength, and aerobic capacity to bone mineral density in older men and women. *J Bone Miner Res. 1989;4(3):421-432.*
5. Bruce RA, Blackmin JR, Jones JW, Strait G. (1963). Exercising testing in adult normal subjects and cardiac patients. *Pediatr. 1963;32(2):742-756.*
6. Burtner EL. (2011). Correlations between body composition components and bone mineral content in untrained young men and women. *Master's Theses.*
7. El Hage R, Zakhem E, Theunynck D, Zunquin G, Bedran F, Sebaaly A, Maalouf G. (2014). Maximal oxygen consumption and bone mineral density in a group of young Lebanese adults. *J Clin Densitom. 2014;17(2):1-5.*
8. Friedlander AL, Genant HK, Sadowsky S, Byl NN, Glüer CC. (1995). A two-year program of aerobics and weight training enhances bone mineral density of young women. *J Bone Miner Res. 1995;10(4):574-585.*
9. Ho-Pham LT, Nguyen UD, Nguyen TV. (2014). Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: A meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab. 2014;99(1):30-38.*
10. Kohrt WM, Bloomfield SA, Little KD, Nelson ME, Yingling VR. (2004). American College of Sports Medicine position stand: Physical activity and bone health. *Med Sci Sports Exerc. 2004;36(11):1985-1996.*
11. Liberato SC, Maple-Brown L, Bressan J. (2015). Association between bone mineralization, body composition, and cardiorespiratory fitness level in young Australian men. *J Clin Densitom. 2015;18(2):187-191.*
12. Masteller BR, Dixon CB, Rawson ES, Andreacci JL. (2016). The relationship between aerobic capacity and bone health in young women. *Int J Exerc Sci. 2016;9(1):56-63.*
13. Miller LE, Pierson LM, Pierson ME, Kiebzak GM, Ramp WK, Herbert WG, Cook JW. (2009). Age influences anthropometric and fitness-related predictors of bone mineral in men. *Aging Male. 2009;12(2-3):47-53.*
14. Mitchell JA, Chesi A, Elci O, McCormack S E, Kalkwarf H J, Lappe J M, Grant SF. (2015). Genetics of bone mass in childhood and adolescence: Effects of sex and maturation interactions. *J Bone Miner Res. 2015;30(9):1676-1683.*
15. National Institute of Health Osteoporosis and Related Bone Diseases National Resource Center. (2015). Osteoporosis in men. *(NIH Pub. No. 15-7885-E).*
16. National Institute of Health Osteoporosis and Related Bone Diseases National Resource Center. (2015). Calcium and vitamin D: Important at every age. *(NIH Pub. No. 15-7878-E).*
17. Nilsson M, Ohlsson C, Oden A, Mellstrom D, Lorentzon M. (2012). Increased physical activity is associated with enhanced development of peak bone mass in men: A five-year longitudinal study. *J Bone Miner Res. 2012;27(5):1206-1214.*
18. Salamat MR, Salamat AH, Abedi I, Janghorbani M. (2013). Relationship between weight, body mass index, and bone mineral density in men referred for dual-energy x-ray absorptiometry scan in Isfahan, Iran. *J Osteoporos. 2013;1-7.*
19. Sinnesael M, Boonen S, Claessens F, Gielen E, Vanderschueren D. (2011). Testosterone and the male skeleton; A dual mode of

action. *J Osteoporos. 2011;1-7.*
20. Travison TG, Araujo AB, Esche GR, Mckinlay JB. (2008). The relationship between body composition and bone mineral content: Threshold effects in a racially and ethnically diverse group of men. *Osteoporos Int. 2008;19(1):29-38.*
21. Travison TG, Chiu GR, McKinlay JB, Araujo AB. (2011). Accounting for racial/ethnic variation in bone mineral content and density: The competing influences of socioeconomic factors, body composition, health and lifestyle, and circulating androgens and estrogens. *Osteoporos Int. 2011;22:2645-2654.*
22. Willson T, Nelson SD, Newbold J, Nelson RE, LaFleur J. (2015). The clinical epidemiology of male osteoporosis: A review of the recent literature. *Clin Epidemiol. 2015;7:65-76.*

Cita Original

Croall CA, Dixon CB, Haile L, Andreacci JL. La Relación entre el Consumo Máximo de Oxígeno y la Salud Ósea en Jóvenes Universitarios. JEPonline 2017;20(5):1-11.