

Predicción de la salud ósea por medio ecuaciones de regresión en niños y adolescentes que viven a moderada altitud

Prediction of bone health by regression equations in children and adolescents living at moderate altitude

Jose SULLA TORRES¹, Camilo URRRA ALBORNOZ², Fernando ALVEAR VASQUEZ³, Marco COSSIO BOLAÑOS³, Rossana GOMEZ CAMPOS³

1 Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

2 Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile.

3 Universidad Católica del Maule, Talca, Chile.

Recibido: 22/septiembre/2020. Aceptado: 21/octubre/2020.

RESUMEN

Introducción: Durante el crecimiento, la acumulación de masa ósea se maximiza, por lo que su evaluación durante esta etapa es relevante.

Objetivo: Comparar la salud ósea con estudios de otras regiones geográficas del mundo y verificar las diferencias de densidad y contenido mineral óseo de escolares clasificados con y sin riesgo de fragilidad ósea.

Métodos: Fue realizado un estudio descriptivo transversal en 1224 escolares (573 niños y 651 niñas) de la ciudad de Arequipa (Perú). El rango de edad oscila desde los 6 hasta los 16,9 años. Se evaluó el peso, estatura de pie, estatura sentada, diámetro del fémur, longitud del antebrazo derecho. Se calculó el Índice ponderal (IP), el estado de madurez a través del pico de velocidad de crecimiento (APVC), Densidad mineral ósea (DMO) y contenido mineral óseo (CMO) por ecuaciones de regresión. La muestra se clasificó en grupo con riesgo y sin riesgo de fragilidad ósea.

Resultados: La DMO y CMO se comparó con estudios de Países bajos, Chile, y China. Los niños de países bajos presentaron valores promedios superiores a los niños peruanos desde ~0,10 a 0,90 (g/cm²) en DMO y desde ~0,28

a 0,94 (g/cm²) en CMO en ambos sexos. Se observó 9% (n=52) en hombres y 12% (n= 78) en mujeres con riesgo de padecer osteoporosis y 91% (n=521) de hombres y 88% (n=573) de mujeres sin riesgo de osteoporosis. Hubo diferencias en el diámetro del fémur, longitud del antebrazo, DMO y CMO entre ambos grupos categorizados (con y sin riesgo) y en ambos sexos (p<0.05).

Conclusiones: Hubo discrepancias en la DMO y CMO con otras regiones geográficas, además los escolares clasificados con riesgo de fragilidad ósea presentaron tamaño de los huesos disminuidos y una pobre salud ósea en comparación con sus contrapartes sin riesgo.

PALABRAS CLAVE

Salud ósea, ecuaciones de regresión, niños, adolescentes, Perú.

ABSTRACT

Introduction: During growth, the accumulation of bone mass is maximized, so its evaluation during this stage is relevant.

Objective: To compare bone health with studies from other geographical regions of the world and to verify the differences in bone density and mineral content of schoolchildren classified with and without risk of bone fragility.

Methods: A descriptive cross-sectional study was carried out in 1224 schoolchildren (573 boys and 651 girls) from the

Correspondencia:
Rossana Gómez Campos
rossaunicamp@gmail.com

city of Arequipa (Peru). The age range ranges from 6 to 16.9 years. Weight, standing height, sitting height, diameter of the femur, length of the right forearm were evaluated. The weight index (PI), the state of maturity through the growth rate peak (APVC), bone mineral density (BMD) and bone mineral content (CMO) were calculated by regression equations. The sample was classified into a group with risk and without risk of bone fragility.

Results: BMD and CMO were compared with studies from the Netherlands, Chile, and China. Children from the Netherlands presented mean values higher than Peruvian children from ~ 0.10 to 0.90 (g / cm²) in BMD and from ~ 0.28 to 0.94 (g / cm²) in CMO in both sexes. It was observed 9% (n = 52) in men and 12% (n = 78) in women with risk of suffering osteoporosis and 91% (n = 521) of men and 88% (n = 573) of women without risk of osteoporosis. There were differences in the diameter of the femur, length of the forearm, BMD and CMO between both categorized groups (with and without risk) and in both sexes (p <0.05).

Conclusions: There were discrepancies in BMD and CMO with other geographic regions, in addition, schoolchildren classified as risk of bone fragility had decreased bone size and poor bone health compared to their counterparts without risk.

KEY WORDS

Bone health, regression equations, children, adolescents, Peru.

ABREVIATURAS

IP: Índice ponderal.

APVC: años del pico de velocidad de crecimiento.

DMO: Densidad mineral ósea.

CMO: Contenido mineral óseo.

INTRODUCCIÓN

La niñez y la adolescencia son consideradas como momentos particularmente importantes para maximizar la acumulación de masa ósea, puesto que el esqueleto sufre cambios importantes debido a los procesos de crecimiento, modelado y remodelado¹.

La base para la salud ósea en general se crea durante estas etapas, ya que la masa ósea máxima alcanzada durante el crecimiento y la maduración biológica son determinantes para la salud en la etapa adulta².

En los últimos años, la preocupación sobre la salud ósea y la posible fragilidad en poblaciones pediátricas han sido motivo de múltiples investigaciones en diversas partes del mundo³⁻⁶.

Su evaluación por lo general se efectúa a través de varios métodos, como la ecografía, la tomografía computarizada y la

absorciometría de energía dual de rayos X (DXA)⁷, entre otros. Aunque el método estándar de oro para diagnosticar la osteoporosis recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es el método de la DXA⁸.

De hecho, el uso de DXA no sólo en adultos, sino también en niños y adolescentes requiere de infraestructura, laboratorio y profesionales altamente especializados para evaluación. Por lo que es necesario de un radiólogo que monitoree los aspectos técnicos de la adquisición del equipo, un estadístico conocedor de los conceptos de puntajes Z, un especialista en huesos⁹.

En consecuencia, ante la ausencia de técnicas de evaluación no-invasivas, recientemente se ha propuesto ecuaciones de regresión para predecir la salud ósea (Densidad y contenido mineral óseo) en niños y adolescentes chilenos¹⁰. Esta técnica se basa en medidas antropométricas como la longitud del antebrazo, el diámetro óseo del fémur y el control del estado de madurez somática.

El uso de esta nueva técnica de campo podría ser relevante en contextos epidemiológicos, puesto que puede ayudar a entregar información aproximada sobre la densidad mineral ósea DMO y contenido mineral ósea CMO de niños y adolescentes, especialmente en regiones y situaciones donde no se tiene acceso a un laboratorio y equipamiento sofisticado.

Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo comparar la salud ósea con estudios de otras regiones geográficas del mundo y verificar las diferencias de CDMO y CMO de escolares clasificados con y sin riesgo de fragilidad ósea.

MÉTODOS

Tipo de estudio y muestra

Se efectuó un estudio descriptivo transversal en 1224 escolares (573 niños y 651 niñas) de la ciudad de Arequipa (Perú). Los sujetos fueron invitados a participar voluntariamente, por lo que la selección de la muestra fue no-probabilística. El rango de edad oscila desde los 6 hasta los 16,9 años. Los niños provienen de seis centros escolares estatales (nivel primario de 6 a 11 años y secundario de 12 a 16 años). Se encuentra localizada al sur de la capital del Perú (Lima) a 1009 km.

Los Directores de los colegios autorizaron la realización del estudio. Los padres y/o tutores de los alumnos fueron informados y firmaron el consentimiento informado. La investigación se efectuó de acuerdo a la declaración de Helsinki para seres humanos y al comité de ética local (Universidad Católica-2018).

Se incluyeron a los escolares que asistieron a todas las evaluaciones antropométricas y a los que estaban dentro del rango de edad establecido (6 a 16,9 años). Fueron excluidos los que presentaban algún tipo de lesión física-deportiva que impedía la evaluación de las variables antropométricas.

Procedimientos

Las variables antropométricas fueron evaluadas en las instalaciones de cada uno de los 6 colegios investigados. Todo el procedimiento estuvo a cargo de dos evaluadores con amplia experiencia en evaluaciones antropométricas. Se diseñó una ficha para recolectar los datos, en el que registraba fecha de nacimiento y fecha de evaluación (día, mes y año), medidas antropométricas. Las evaluaciones se efectuaron desde abril a noviembre del 2018.

Para la evaluación antropométrica se utilizó el protocolo estandarizado de Ross, Marfell-Jones¹¹. El peso corporal (kg) se tomó usando una balanza eléctrica (Tanita, Reino Unido) con una escala de 0 a 150 kg y con una precisión de 100 g. La altura de pie se evaluó con un estadiómetro portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburgo, Alemania) con una precisión de 0,1 mm., siguiendo el plano horizontal de Frankfurt. La estatura sentada se tomó usando un banco de madera con un respaldo firme de 50 cm de altura, con una escala de medición de (0 a 150 cm) con una precisión a 1 mm. Se evaluó en posición sentada, con la espalda, nalgas y la cabeza contra la pared. La longitud del antebrazo (cm) o la distancia entre los puntos radial y estiloides se midieron utilizando un antropómetro de la marca Cescorf (Made in Brazil) con una escala de 0 a 60 cm con una precisión de 1 mm. El diámetro del fémur biepicondilar (cm) se midió con un antropómetro marca Cescorf (Hecho en Brasil) con una escala de 0 a 20 cm y una precisión de 1 mm. Todos instrumentos de evaluación previamente fueron revisados y calibrados constantemente durante los meses que duró la evaluación.

Se calculó el índice ponderal (IP): $PI = \text{peso (kg)} / \text{estatura}^3$ (m). El estado de madurez (EM) de los escolares estudiados se determinó mediante los años del pico de velocidad de crecimiento de la estatura APVC. Se calculó por medio de la ecuación de regresión propuesta por Mirwald et al¹². Este método incluye la estatura de pie, estatura sentada, longitud de las piernas (estatura de pie – estatura sentada) y sus interacciones:

Mujeres:

Estado de madurez (años) = $-9.376 + (0.0001882 \times (\text{longitud de piernas} \times \text{estatura sentada})) + (0.0022 \times (\text{edad} \times \text{longitud de piernas})) + (0.005841 \times (\text{edad} \times \text{estatura de pie})) - (0.002658 \times (\text{edad} \times \text{peso})) + (0.07693 \times (\text{relación peso por estatura} \times 100))$,

Hombres:

Estado de madurez (años) = $-9.236 + ((0.0002708 \times (\text{longitud de piernas} \times \text{estatura sentada})) + (-0.001663 \times (\text{edad} \times \text{longitud de piernas})) + (0.007216 \times (\text{edad} \times \text{estatura de pie})) + (0.02292 \times (\text{relación peso por estatura} \times 100))$.

Para predecir la DMO y CMO se utilizó las ecuaciones propuestas por Gómez-Campos et al¹⁰, siendo:

Hombres:

$DMO = 0.605 + 0.056 * APVC + 0.008 * \text{Longitud antebrazo} + 0.022 * \text{Diámetro del fémur}$

$CMO = 0.43 + 0.18 * APHV + 0.039 * \text{Longitud antebrazo} + 0.06 * \text{Diámetro del fémur}$

Mujeres:

$DMO = 0.469 + 0.027 * APHV + 0.007 * \text{Longitud antebrazo} + 0.019 * \text{Diámetro del fémur}$

$CMO = 0.077 + 0.07 * APHV + 0.032 * \text{Longitud antebrazo} + 0.48 * \text{Diámetro del fémur}$

Para las comparaciones de la DMO y CMO entre estudios, se utilizó la referencia de Países Bajos³, China¹³ y Chile¹⁰. Los dos primeros estudios fueron determinados por DXA y el estudio de Chile por medio de ecuación de regresión antropométrica. Los puntos de corte adoptados para clasificar con riesgo de fragilidad ósea y sin riesgo fueron adoptadas del estudio de Gomez-Campos et al¹⁰. Estos son $p < 5$ con riesgo de fragilidad ósea y $\geq p5$ sin fragilidad.

Estadística

Todas las variables evaluadas reflejaron normalidad (Kolmogorov-Smirnov). Se analizó la estadística descriptiva (Promedio, desviación estándar, % y rango). Para comparar las diferencias entre ambos sexos se utilizó la prueba t student para muestras independientes. Las comparaciones entre prevalencias se efectuaron por medio de Fisher. Las diferencias entre grupo clasificado con riesgo de osteoporosis y sin riesgo se efectuaron por medio de la prueba de test de student para muestras relacionadas. Para todos los casos se consideró estadísticamente significativo $p < 0,05$. Los análisis se efectuaron en Spss 18.0.

RESULTADOS

Las variables antropométricas y los valores de DMO y CMO por edad y sexo se observan en la tabla 1 y 2. En el peso corporal, estatura, IP, DMO y CMO hubo diferencias significativas desde los 13 hasta los 16 años ($p < 0,05$). Los hombres presentaron mayor peso, estatura, DMO y CMO que las mujeres, mientras que estas, reflejaron mayor IP que los hombres. En anteriores edades no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$). En la estatura sentada y la longitud del antebrazo, hubo diferencias en ambos sexos a los 15 y 16 años. Los hombres presentaron valores superiores respecto a las mujeres ($p < 0,05$). En el diámetro del fémur no se observó diferencias significativas en todas las edades ($p < 0,05$).

Las comparaciones de DMO y CMO con otros estudios se observan en la figura 1. Estas comparaciones se efectuaron de forma gráfica.

La DMO y CMO de los niños y adolescentes de ambos sexos de países bajos mostraron valores más altos que sus

Tabla 1. Características antropométricas de la muestra estudiada.

Edades (años)	n	Peso (kg)		Estatura (cm)		E. Sentada (cm)		L. Antebrazo (cm)		D. Fémur (cm)	
		X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Hombres											
6.0-6.9	16	23,8	6,5	122,8	4,2	61,4	4,7	17,3	1,2	6,3	0,7
7.0-7.9	44	26,7	4,5	128,5	4,9	65,8	3,9	18,7	0,9	7,1	0,8
8.0-8.9	46	31,4	6,8	131,3	5,2	70,2	3,4	20,1	1,3	7,7	0,9
9.0-9.9	61	38,0	9,2	137,6	6,3	72,7	4,2	21,0	1,4	7,5	1,2
10.0-10.9	56	42,0	10,6	142,6	7,0	75,3	4,8	21,6	1,4	8,5	0,9
11.0-11.9	51	47,0	11,8	149,0	7,0	76,7	3,6	23,3	1,8	8,2	1,3
12.0-12.9	45	51,0	10,0	156,2	7,2	79,2	7,4	24,3	1,6	8,8	0,9
13.0-13.9	65	56,0*	14,3	160,8*	8,6	83,9	4,1	25,0	1,6	8,9	0,9
14.0-14.9	59	60,2*	12,5	164,9*	6,2	85,3	5,1	25,5	1,6	9,0	0,9
15.0-15.9	77	60,5*	12,2	166,7*	6,0	86,3*	4,3	25,3*	1,8	8,9	0,9
16.0-16.9	53	62,1*	12,1	169,0*	6,2	87,8*	3,0	25,5*	1,6	9,2	1,3
Total	573	48	16,4	151,2	16,0	78,5	8,7	23,1	2,9	8,4	1,3
Mujeres											
6.0-6.9	19	22,2	5,0	121,7	3,8	60,7	3,5	17,1	1,0	6,3	0,6
7.0-7.9	29	26,4	5,6	127,8	8,2	65,0	3,5	18,3	1,3	7,0	1,0
8.0-8.9	53	34,1	14,1	132,2	5,7	69,9	3,4	19,7	3,1	7,6	1,0
9.0-9.9	67	34,2	8,4	137,3	9,9	71,0	4,9	20,9	1,4	6,8	1,6
10.0-10.9	62	40,6	9,7	144,8	6,7	75,5	3,7	21,8	1,4	7,9	1,1
11.0-11.9	54	48,6	11,2	149,4	6,7	78,1	3,7	23,1	1,4	7,5	1,2
12.0-12.9	56	50,8	10,4	153	6,7	81,0	3,5	24,0	1,5	8,3	0,9
13.0-13.9	85	53,4	9,3	154,6	5,6	82,5	2,9	24,2	1,4	8,4	0,8
14.0-14.9	87	54,4	9,0	156,1	6,3	83,6	3,7	24,2	1,5	8,3	0,8
15.0-15.9	93	54,1	7,7	157,6	6,2	83,5	2,9	23,9	1,5	8,2	1,1
16.0-16.9	46	59,4	10,7	158,5	6,8	83,7	5,9	24,5	1,8	8,8	1,0
Total	651	46,6	14,0	148,2	12,5	78,1	7,4	22,7	2,6	7,9	1,2

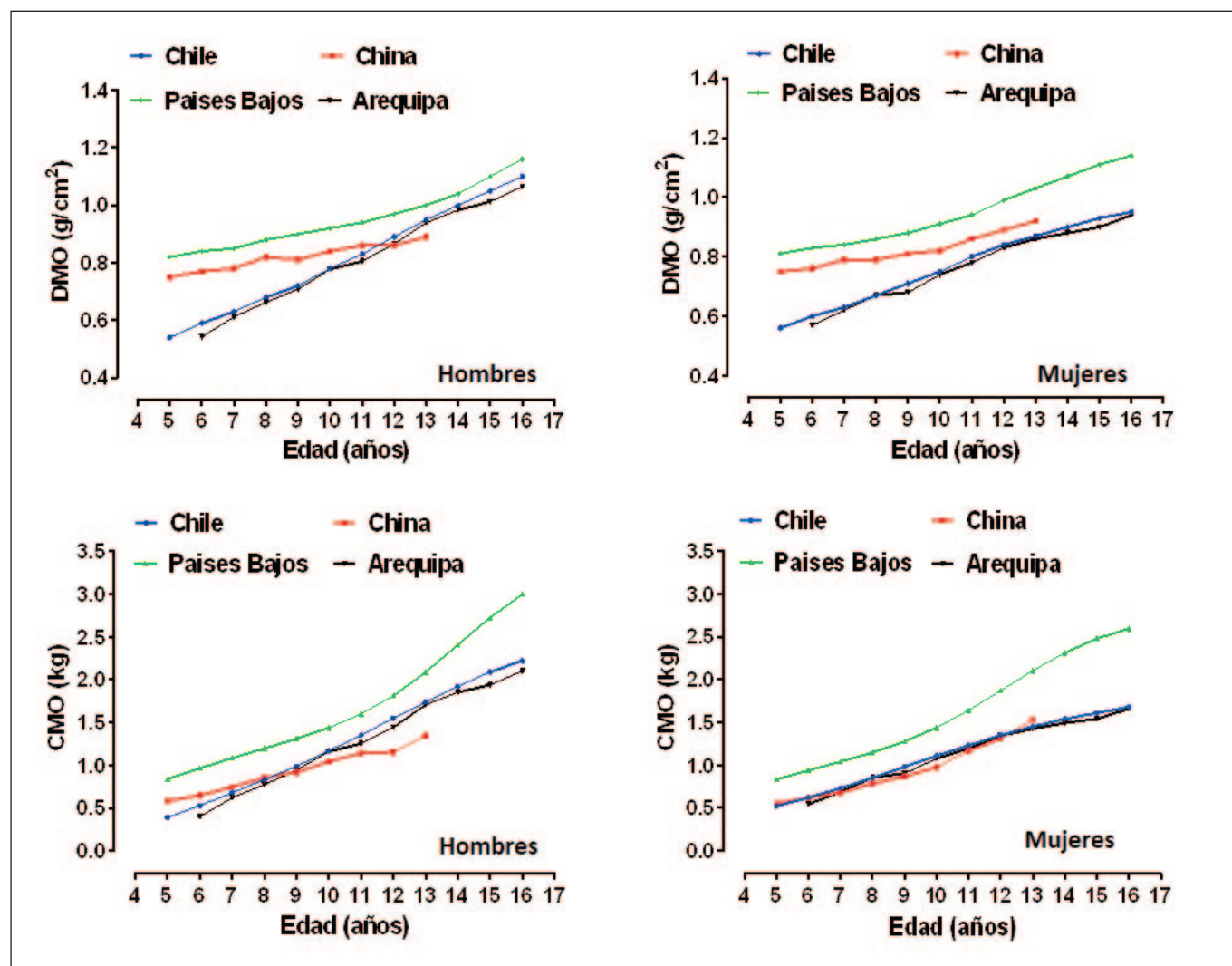
X: Promedio, DE: Desviación estándar, E: estatura, L: Longitud, D: Diámetro, *: Diferencia significativa en relación a las mujeres ($p < 0,05$).

Tabla 2. Valores del IP, DMO y CMO de niños y adolescentes de ambos sexos.

Edades (años)	IP (kg/m ³)		DMO (g/cm ²)		CMO (g/cm ²)	
	X	DE	X	DE	X	DE
6.0-6.9	12,7	2,5	0,54	0,03	0,40	0,10
7.0-7.9	14,9	5,3	0,61	0,04	0,62	0,11
8.0-8.9	13,8	2,1	0,66	0,06	0,77	0,23
9.0-9.9	14,5	2,7	0,71	0,05	0,94	0,19
10.0-10.9	14,3	2,5	0,78	0,04	1,16	0,14
11.0-11.9	14,1	2,5	0,81	0,08	1,25	0,30
12.0-12.9	13,4	2,5	0,87	0,08	1,44	0,30
13.0-13.9	13,5*	3,2	0,94*	0,06	1,71*	0,17
14.0-14.9	13,4*	2,8	0,98*	0,05	1,85*	0,17
15.0-15.9	13,1*	2,3	1,01*	0,05	1,94*	0,17
16.0-16.9	12,8*	2,2	1,07*	0,05	2,10*	0,15
Total	13,7	2,9	0,85	0,16	1,4	0,54
6.0-6.9	12,3	2,2	0,57	0,01	0,54	0,06
7.0-7.9	15,6	5	0,62	0,02	0,69	0,11
8.0-8.9	14,5	4,6	0,67	0,02	0,85	0,09
9.0-9.9	13,3	2,7	0,68	0,03	0,90	0,12
10.0-10.9	13,2	2,2	0,74	0,02	1,08	0,11
11.0-11.9	14,5	2,5	0,78	0,03	1,19	0,12
12.0-12.9	14,2	2,5	0,83	0,02	1,34	0,13
13.0-13.9	14,5	2,6	0,86	0,02	1,42	0,10
14.0-14.9	14,3	2,3	0,88	0,02	1,49	0,10
15.0-15.9	13,9	2,1	0,9	0,02	1,54	0,10
16.0-16.9	14,9	2,4	0,94	0,02	1,66	0,13
Total	14,1	2,9	0,8	0,11	1,25	0,32

X: Promedio, DE: Desviación estándar, IP: Índice ponderal, DMO: Densidad mineral ósea, CMO: Contenido mineral óseo, *: Diferencia significativa en relación a las mujeres (p<0,05).

Figura 1. Comparación gráfica de los valores medios de DMO y CMO de niños y adolescentes de Arequipa (Perú) con estudios internacionales.



contrapartes de los escolares de Arequipa (Perú) y los demás estudios. Por ejemplo, para DMO en hombres los valores fueron superiores desde $\sim 0,10$ a $0,90\text{g/cm}^2$ y en mujeres desde $\sim 0,16$ a $0,26\text{g/cm}^2$, mientras que, en el CMO, los hombres de países bajos fueron superiores desde $\sim 0,28$ a $0,90\text{g/cm}^2$ y en mujeres fueron superiores desde $\sim 0,30$ hasta $0,94\text{g/cm}^2$.

En general, los niños y adolescentes de Arequipa (Perú) reflejaron similar patrón de salud ósea que los escolares de Chile, aunque ambos estudios presentaron valores inferiores, respecto a la población de los países bajos y ligeramente inferiores a la población china.

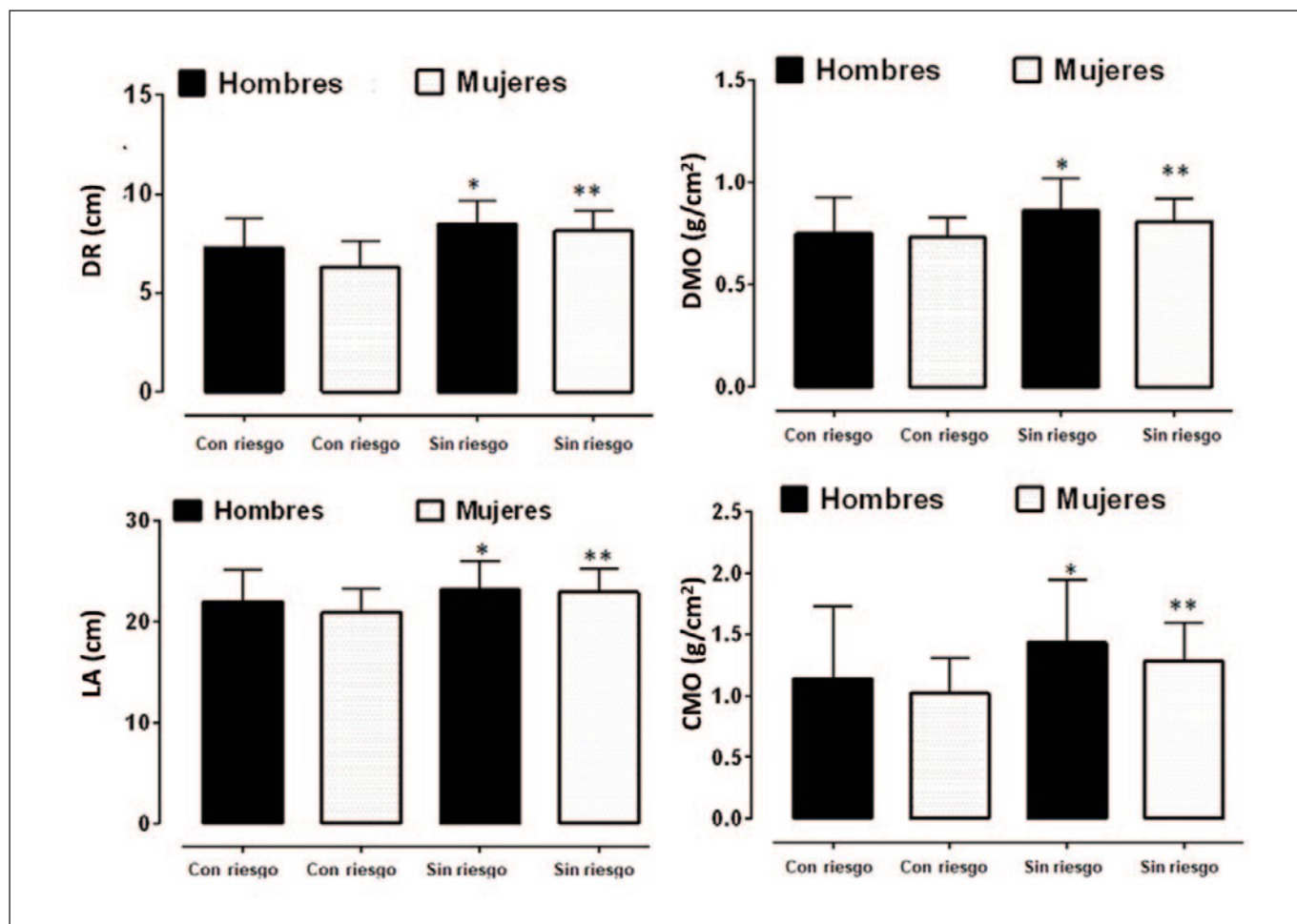
Las comparaciones de las prevalencias de niños y adolescentes clasificados con y sin riesgo de fragilidad ósea se observan en la figura 2. Hubo diferencias en las prevalencias de DMO. Verificamos 9% ($n=52$) en hombres y 12% ($n=78$)

en mujeres con riesgo de padecer osteoporosis y 91% ($n=521$) de hombres y 88% ($n=573$) de mujeres sin riesgo de fragilidad ósea. También se observó diferencias significativas entre ambos grupos (clasificados con riesgo y sin riesgo) en la longitud del antebrazo, diámetro de la rodilla y DMO y CMO en ambos sexos ($p<0,05$). Los niños clasificados sin riesgo de osteoporosis presentaron un mejor perfil antropométrico y valores de DMO y CMO más altos que sus contrapartes con riesgo de fragilidad ósea.

DISCUSIÓN

Los resultados del estudio han demostrado que hubo diferencias entre los valores medios de DMO y CMO con estudios internacionales de Países bajos y china, aunque los escolares de Arequipa reflejaron valores promedios similares al estudio chileno. También se observó diferencias entre niños de Arequipa de ambos sexos, donde los hombres

Figura 2. Comparación de diámetro del fémur (DF), longitud del antebrazo (LA), densidad mineral ósea (DMO) y contenido mineral óseo (CMO) de niños y adolescentes clasificados con y sin riesgo de fragilidad ósea.



*: diferencia significativa en respecto al grupo con riesgo en hombres; **: diferencia significativa en relación al grupo con riesgo en mujeres.

presentaron valores superiores de DMO y CMO desde los 13 años en adelante.

Estos resultados son consistentes con estudios reportados en otras regiones geográficas del mundo^{3,10,14}, donde destacan que las diferencias entre ambos sexos por lo general empiezan aparecer durante la adolescencia. Estas diferencias se deben a los cambios morfológicos que ocurren en la pubertad¹⁵, donde hay considerables cambios de masa ósea como resultados del aumento del tamaño de los huesos, los que dependen de la longitud y del ancho de los huesos¹⁶, respectivamente.

De hecho, estos hallazgos obtenidos en este estudio deben basarse idealmente en un rango de referencia específico por etnia y raza¹⁷, puesto que la infancia y la adolescencia son periodos de rápida acumulación de masa ósea, los que conducen y permiten alcanzar el pico de masa ósea durante la adultez de acuerdo a sus propios estilos de vida¹⁸, por lo que es importante mantener una evaluación constante durante el

periodo del crecimiento y desarrollo somático para identificar tempranamente algunas anomalías en la salud ósea.

Respecto a las comparaciones entre los dos grupos (clasificados con riesgo de osteoporosis y sin riesgo). Los resultados indican que el grupo de jóvenes clasificados sin riesgo evidenciaron un mejor perfil antropométrico (diámetro de fémur y longitud del antebrazo) y elevados valores de DMO y CMO en relación al grupo con riesgo.

Estos hallazgos son relevantes, puesto que la osteoporosis es una enfermedad propia que se presenta en la adultez y durante el envejecimiento, sin embargo, la pérdida de la masa ósea y las propiedades estructurales del hueso durante el crecimiento conducen a una fragilidad ósea y riesgo de fractura^{19,20} especialmente en la vida adulta.

Por ello, se estima que estos niños con riesgo de fragilidad ósea, futuramente podrían padecer de osteoporosis, por lo que aún pueden optimizar e incrementar su DMO y CMO en vista de que los factores como, la nutrición, actividad física, regula-

ción hormonal, tabaquismo^{21,22}, pueden ser modificables de forma positiva en esta etapa.

Se ha sugerido que, para mejorar la acumulación de masa ósea durante el crecimiento, desarrollo, y la adultez⁴, es necesario la optimización de los estilos de vida, lo que puede ser una estrategia importante para reducir el riesgo de osteoporosis o masa ósea baja en el futuro²³.

Por ejemplo, además de una adecuada nutrición, es necesario efectuar ejercicio físico y actividad física vigorosa²⁴, puesto que los huesos son estructuras vivas que se adaptan a las necesidades ambientales en respuesta al estrés mecánico producido por el ejercicio físico en contacto con la superficie. Por lo tanto, la absorción ósea ocurre cuando la fuerza es baja y la DMO aumenta a través de la osteogénesis cuando la fuerza está por encima de cierta intensidad de ejercicio físico²⁵.

Este estudio presenta algunas limitaciones importantes que merecen ser descritas. El método utilizado para calcular la DMO y CMO se basó en una ecuación antropométrica, además no fue posible evaluar los niveles de actividad física y los hábitos de alimentación (ingesta de calcio y vitamina E), por lo que los resultados deben ser analizados con precaución. Aunque, sin perjuicio de lo anterior, curiosamente los valores de DMO y CMO siguieron similares patrones con estudios de otras regiones geográficas conforme la edad aumenta, inclusive las prevalencias de escolares identificadas con riesgo de fragilidad ósea podrían ser útiles para realizar pruebas específicas más a fondo en laboratorio, lo que podría ayudar en reducir costos, especialmente en colegios públicos del Perú, donde la mayoría de los padres no tienen acceso a un escaneo por DXA.

CONCLUSIÓN

Este estudio demostró que hubo diferencias entre la DMO y CMO con investigaciones de otras regiones geográficas, además, los escolares clasificados con riesgo de fragilidad ósea presentaron tamaño de los huesos disminuidos y una pobre salud ósea en comparación con sus contrapartes sin riesgo. Estos resultados sugieren que el grupo con riesgo debe ser evaluado exhaustivamente para descartar algunas anomalías óseas en el futuro.

FINANCIAMIENTO

Proyecto Res. 24154-R-2017 de la Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

BIBLIOGRAFÍA

- Baxter-Jones AD, Faulkner RA, Forwood MR, Mirwald RL, Bailey DA. Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: an estimation of peak bone mass. *J Bone Miner Res.* 2011; 26(8):1729-1739.
- Cooper C, Westlake S, Harvey N, Javaid K, Dennison E, et al. Review: developmental origins of osteoporotic fractures. *Osteoporos Int.* 2006;17: 337-347.
- Van der Sluis IM, de Ridder MA, Boot AM, Krenning EP, de Muinck Keizer-Schrama SM. Reference data for bone density and body composition measured with dual energy x ray absorptiometry in white children and young adults. *Archives of disease in childhood.* 2002; 87(4):341-347.
- Kalkwarf HJ, Laor T, Bean JA. Fracture risk in children with a forearm injury is associated with volumetric bone density and cortical area (by peripheral QCT) and areal bone density (by DXA). *Osteoporos Int.* 2011; 22:607-616
- Yi KH, Hwang JS, Kim EY, Lee JA, Kim DH, Lim JS. Reference values for bone mineral density according to age with body size adjustment in Korean children and adolescents. *J Bone Miner Metab.* 2014;32(3):281-289.
- Gómez-Campos R, Sulla-Torres J, Andruske CL, Campos LFCC, Luarte-Rocha C, Cossio-Bolaños W, Cossio-Bolaños M. Ultrasound reference values for the calcaneus of children and adolescents at moderate altitudes in Peru *J Pediatr (Rio J).* 2020;S0021-7557(19)30577-7.
- Miranda V, Muñoz CH, Paolinelli GP, Astudillo AC. Densitometría ósea. *Revista Médica Clínica Las Condes.*2013; 24 (1):169-173.
- Kok-Yong Ch, Ima-Nirwana S. Calcaneal quantitative ultrasound as a determinant of bone health status: what properties of bone does it reflect?. *Int J Med Sci.* 2013;10:1778-1783
- Binkovitz LA, Henwood MJ. Pediatric DXA: technique and interpretation. *Pediatric radiology.* 2007;37(1): 21-31.
- Gómez-Campos R, Andruske CL, Arruda M, Urra Albornoz C, Cossio-Bolaños M. Proposed equations and reference values for calculating bone health in children and adolescent based on age and sex. *PLoS one.* 2017;12(7): e0181918.
- Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. In: MacDougall JD, Wenger HA, Geeny HJ. (Eds.), *Physiological testing of elite athlete.* London: Human Kinetics. 1991;223:308-314.
- Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:689-94.
- Hao X, Jia-Xuan C, Jian G, Tian-Min Z, Qiu-Lian W, Zhong-Man Y, Jin-Ping W. Normal Reference for Bone Density in Healthy Chinese Children, *Journal of Clinical Densitometry.* 2007;10, (3): 266-275.
- Langsetmo L, Hanley DA, Kreiger N, et al. Geographic variation of bone mineral density and selected risk factors for prediction of incident fracture among Canadians 50 and older. *Bone.* 2008;43: 672-678.
- Rauch F, Bailey DA, Baxter-Jones ADG, Mirwald R, Faulkner RA. The 'muscle-bone unit' during the pubertal growth spurt. *Bone.* 2004;34:771-775.
- Bailey DA, Martin AD, McKay HA, Whiting S, Mirwald R. Calcium accretion in girls and boys during puberty: A longitudinal analysis. *J Bone Miner Res.* 2000;15:2245-2250.
- Mikuls TR, Saag KG, Curtis J, Bridges SL Jr, Alarcon GS, Westfall AO, Lim SS, Smith EA, Jonas BL, Moreland LW: Prevalence of

- osteoporosis and osteopenia among African Americans with early rheumatoid arthritis: the impact of ethnic-specific normative data. *J Natl Med Assoc.* 2005, 97(8):1155-1160.
18. Kralick AE, Zemel BS. Evolutionary Perspectives on the Developing Skeleton and Implications for Lifelong Health. *Frontiers in endocrinology.* 2020;11:99.
 19. Novotny SA, Warren GL, Hamrick MW. Aging and the muscle-bone relationship. *Physiology.* 2015; 30:8–16.
 20. Osterhoff G, Morgan EF, Shefelbine SJ, Karim L, McNamara LM, Augat P. Bone mechanical properties and changes with osteoporosis. *Injury.* 2016; 47(Suppl. 2):S11–20.
 21. Krall EA, Dawson-Hughes B. Heritable and life-style determinants of bone mineral density. *J Bone Miner Res.* 1993;8:1e9.
 22. Abrahamsen B, Brask-Lindemann D, Rubin KH, Schwarz P. Una revisión del estilo de vida, el tabaquismo y otros factores de riesgo modificables para las fracturas osteoporóticas. *Informes de BoneKEy Reports.* 2014; 3:574.
 23. Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, Kalkwarf HJ, Lappe JM, Lewis R, et al. The national osteoporosis foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteopor Int.* 2016; 27:1281–386.
 24. Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exerc Sport Sci Rev.* 2012;40:13–21
 25. Duncan CS, Blimkie CJ, Cowell CT, et al. Bone mineral density in adolescent female athletes: relationship to exercise type and muscle strength. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:286–294.