

Trabajo Original



Calidad ósea y diámetros óseos de niños por medio de ultrasonido cuantitativo del calcáneo QUS

JOSE SULLA-TORRES^a, RUBEN VIDAL-ESPINOZA^b, MARCO COSSIO-BOLAÑOS^c, LUIS FELIPE CASTELLI^d, MARGOT RIVERA-PORTUGAL^a, PATRICIO GATICA MANDIOLA^a, ROSSANA GÓMEZ-CAMPOS^c

^aUniversidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú. ^bUniversidad Católica Silva Henríquez, Santiago, Chile
^cUniversidad Católica del Maule, Talca, Chile. ^dUniversidad del Bío Bío, Chillán, Chile

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 25 de abril de 2020

Revisión: 7 de setiembre de 2020

Aceptado el 29 de octubre de 2020

Palabras clave:

Calidad ósea

Diámetros óseos

Niños

Ultrasonido QUS

RESUMEN

El objetivo fue relacionar los diámetros óseos con la calidad ósea, utilizando ultrasonido cuantitativo del calcáneo QUS en niños de ambos sexos. Se efectuó un estudio descriptivo correlacional en 384 escolares (185 niños y 199 niñas) de Arequipa (Perú). El rango de edad oscila entre 6.0 a 11.9 años. Se evaluó el peso, la estatura y los diámetros óseos del epicóndilo del húmero (codo), estiloides (muñeca), epicóndilo del fémur (rodilla) y bimalleolar (tobillo) del lado derecho. Se evaluó la calidad ósea por medio de ultrasonido cuantitativo del calcáneo QUS. Hubo correlación positiva significativa ($p < 0.001$) en ambos sexos. En los niños las correlaciones oscilaron entre ($r = 0.84$ a $r = 0.27$) y en las niñas entre ($r = 0.31$ a $r = 0.20$). Los cuatro diámetros óseos fueron categorizados en terciles. El tercil 3 (diámetro grande) y tercil 2 (diámetro mediano) difieren del tercil 1 (diámetros pequeños) ($p < 0.05$). Los niños que fueron clasificados con diámetro pequeño presentaron menor calidad ósea que sus contrapartes medianas y grandes. Se demostró que los niños con diámetros óseos pequeños presentaron menor calidad ósea que sus similares con diámetros medianos y grandes. Estos resultados sugieren que el codo, muñeca, rodilla y tobillo podrían ser variables antropométricas relevantes para evaluar la salud y el crecimiento óseo durante el proceso de crecimiento físico.

ABSTRACT

Keywords:

Iodine
Bone quality
Bone diameters
Children
QUS ultrasound

The objective was to relate bone diameters with bone quality, using quantitative ultrasound of the calcaneus QUS in children of both sexes. A correlational descriptive study was carried out in 384 schoolchildren (185 boys and 199 girls) from Arequipa (Peru). The age range is from 6.0 to 11.9 years. Weight, height, and bone diameters of the humerus epicondyle (elbow), styloid (wrist), femoral epicondyle (knee) and bimalleolar (ankle) of the right side were evaluated. Bone quality was evaluated by quantitative ultrasound of the QUS calcaneus. There was a significant positive correlation ($p < 0.001$) in both sexes. In boys the correlations ranged between ($r = 0.84$ to $r = 0.27$) and in girls between ($r = 0.31$ to $r = 0.20$). The four bone diameters were categorized into tertiles. Tertile 3 (large diameter) and tertile 2 (medium diameter) differ from tertile 1 (small diameters) ($p < 0.05$). Children who were classified as small in diameter had lower bone quality than their medium and large counterparts. It was demonstrated that children with small bone diameters had lower bone quality than their peers with medium and large diameters. These results suggest that the elbow, wrist, knee and ankle could be relevant anthropometric variables to assess bone health and growth during the physical growth process.

INTRODUCCIÓN

Los huesos son estructuras tridimensionales complejas que crecen en longitud y en diámetro⁽¹⁾. El crecimiento longitudinal es impulsado por la placa de crecimiento, mientras que el crecimiento en diámetro es determinado por el periostio. Ambos tipos de crecimiento tienen efectos opuestos sobre la resistencia ósea⁽²⁾.

Durante la infancia y la adolescencia, el crecimiento longitudinal continúa hasta principios de la edad adulta, mientras que los diámetros de los huesos sólo cambian lentamente después del periodo del crecimiento, convirtiéndose más adelante en una de las determinantes más importantes de la resistencia ósea a lo largo de la vida⁽³⁾.

En ese sentido, los diámetros óseos son variables antropométricas relevantes que merecen ser estudiadas desde edades tempranas, a pesar de que el crecimiento óseo longitudinal ha sido una de las principales preocupaciones de la medicina pediátrica⁽⁴⁾. Actualmente, los estudios le dan importancia a la integridad estructural de los huesos enteros: la masa ósea total, la geometría ósea y las propiedades del tejido constituyente⁽⁵⁾. Estos se evalúan por medio la absorciometría dual de rayos X (DXA)⁽⁶⁾, tomografía axial computarizada⁽⁷⁾, ultrasonido cuantitativo (QUS)⁽⁸⁾, entre otros métodos.

El crecimiento óseo expresado en diámetros (ancho) ha recibido poca atención por los estudios, a pesar de ser relevante para el desarrollo esquelético. Estos, por lo general, se evalúan por medio de métodos directos (análisis de cadáveres), e indirectos (rayos X y antropometría).

En consecuencia, basados en que los parámetros de la geometría ósea, como tamaño, forma, espesor cortical y área de sección transversal (CSA) están muy relacionados con la resistencia ósea y con la aparición de fracturas^(9, 10), es probable que la calidad ósea dependa del ancho de los huesos (diámetro del humero, estiloideo, fémur y bimalleolar) en niños de ambos sexos; por lo que se espera observar asociación positiva entre ambos parámetros. Pues los estudios en general, destacan que la resistencia y calidad ósea aumentan durante el crecimiento, no solo debido al incremento del contenido mineral óseo, sino también debido a cambios en las propiedades geométricas de los huesos^(5,11,12).

Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo relacionar los diámetros óseos con la calidad ósea, utilizando ultrasonido cuantitativo del calcáneo QUS en niños de ambos sexos. Esta información podría ayudar a identificar los diámetros con menor calidad ósea.

MATERIAL Y MÉTODOS**Tipo de estudio y muestra**

Se efectuó un estudio descriptivo transversal (correlacional) en 384 escolares (185 niños y 199 niñas) de Arequipa (Perú). El rango de edad oscila entre 6.0 a 11.9 años. La selección de la muestra fue no probabilística (cuotas), siendo de 6.0 a 6.9 años (14 niños y 22 niñas), de 7.0 a 7.9 años (34 niños y 30 niñas), de 8.0 a 8.9 años (33 niños y 36 niñas), de 9.0 a 9.9 años (40 niños y

39 niñas), de 10 a 10.9 años (39 niños y 32 niñas) y de 11.0 a 11.9 años (25 niños y 40 niñas). Se evaluó 4 colegios públicos del nivel primario de la zona urbana. Arequipa es la segunda ciudad del Perú en población y está localizada al sur de la capital (Lima) y está a una altitud de 2320 metros sobre el nivel del mar. El clima de la ciudad durante todo el año es relativamente estable, presentado humedad entre 46% a 70% y la temperatura oscila entre 10° a 25° C⁽¹³⁾. Todos los padres y alumnos fueron informados del objetivo del estudio en las instalaciones de cada colegio. Los padres firmaron el consentimiento informado y los alumnos el asentimiento. La investigación se efectuó de acuerdo a la declaración de Helsinki para seres humanos y tuvo la autorización del comité de ética de la región (UNSA, 2017).

Técnicas y procedimientos

Las evaluaciones antropométricas fueron realizadas en las instalaciones de los colegios. Se efectuó durante los meses de abril a julio del 2019. El procedimiento de evaluación estuvo a cargo de 3 evaluadores con amplia experiencia en medidas antropométricas y manejo del equipo de ultrasonido SONOST 3000 (Seúl, Corea). Los datos se registraron en una planilla individual: fecha de nacimiento, fecha de evaluación, peso, estatura, diámetros (codo, muñeca, rodilla y tobillo) y calidad ósea. Las variables antropométricas fueron evaluadas de acuerdo a las sugerencias descritas por Ross, Marfell-Jones⁽¹⁴⁾ (evaluando los diámetros del lado derecho). Se efectuaron sin zapatos y con la menor cantidad de ropa posible (short y polo). El peso corporal se evaluó utilizando una balanza digital Tanita (Reino Unido, Ltd.) con precisión de 1,0 kg. La estatura se midió con un estadiómetro portátil (Hamburgo Seca, Ltd.) con precisión de 0,1mm y de acuerdo al plano de Frankfurt. Se evaluó los diámetros óseos epicóndilo del humero (codo), estilóideo (muñeca), epicóndilo del fémur (rodilla) y bimalolear (tobillo) del lado derecho. Todos los diámetros se evaluaron con un antropómetro de marca Cescorf (Brasil) con una escala de 0 a 20 cm y una precisión de 1mm. Las evaluaciones se efectuaron dos veces, donde el error técnico de medida ETM reportó valores entre 1,5 a 2,1% de error en todas las variables antropométricas.

El índice de masa corporal (IMC) se obtuvo del peso y la altura. Se utilizó la fórmula propuesta por Quetelet [IMC = peso (kg) / altura (m)²]. La calidad ósea se evaluó utilizando un densitómetro de huesos SONOST 3000 (Seúl, Corea). Este instrumento registra información del calcáneo del lado derecho, almacenando información de tres parámetros: Velocidad del sonido (SOS, m/s), atenuación de ultrasonido de banda ancha (BUA, dB/MHz); e índice de calidad ósea (BQI = α SOS + β BUA, α , β : correcciones de temperatura). Para el estudio utilizamos el BUA. La evaluación se realiza descalzo y demora alrededor de unos 15 segundos por paciente. Se evaluó dos veces cada sujeto, donde el Error Técnico de Medida (ETM) intra-evaluador fue de 1,4%.

Análisis estadístico

Se verificó la normalidad de datos por medio de Shapiro-Wilk. Se efectuó el análisis estadístico descriptivo de promedio,

desviación estándar, rango y porcentajes. Para relacionar las variables se utilizó correlación de Pearson bivariada. Se calculó terciles para categorizar la salud ósea [T: tercil, (1: Pequeño, 2: medio y 3: grande)]. Las diferencias entre sexos se verificaron por test "t" para muestras independientes. Las diferencias entre categorías de terciles se verificaron por medio de Anova de una vía y la prueba de especificidad de Tukey. En todos los casos se adoptó un nivel de significación de $p < 0,05$. Todo el procesamiento estadístico se efectuó mediante el programa SPSS 18.0.

RESULTADOS

Las variables antropométricas, de calidad ósea y diámetros óseos se observan en la tabla I. No hubo diferencias significativas entre ambos sexos en todas las variables evaluadas.

Tabla I. Características antropométricas de la muestra estudiada

Variables	Niños (185)		Niñas (n= 199)	
	X	DE	X	DE
Edad (años)	9,34	1,78	9,45	1,84
Peso (kg)	33,69	11,22	34,02	10,88
Estatura (cm)	124,78	27,54	125,66	29,75
Calidad ósea				
SOS	1516,56	20,43	1516,66	20,72
BUA	76,65	17,31	76,77	16,69
BQI	78,35	15,36	78,47	16,93
Diámetros óseos (cm)				
Codo	5,18	0,57	5,04	0,49
Muñeca	4,32	0,50	4,26	0,49
Rodilla	7,99	0,90	7,75	0,88
Tobillo	5,84	0,91	5,68	0,76

X: Promedio, DE: Desviación Estándar, BUA: atenuación de ultrasonido de banda ancha, SOS: Velocidad del sonido, BQI: índice de calidad ósea, NS: sin diferencia significativa entre ambos sexos.

Las correlaciones entre los diámetros óseos con la calidad ósea (BUA) en niños de ambos sexos se observan en la figura 1. En los cuatro diámetros óseos las correlaciones fueron positivas y significativas ($p < 0,001$). En los niños las correlaciones oscilan entre ($r = 0,84$ a $r = 0,27$) y en las niñas entre ($r = 0,31$ a $r = 0,20$).

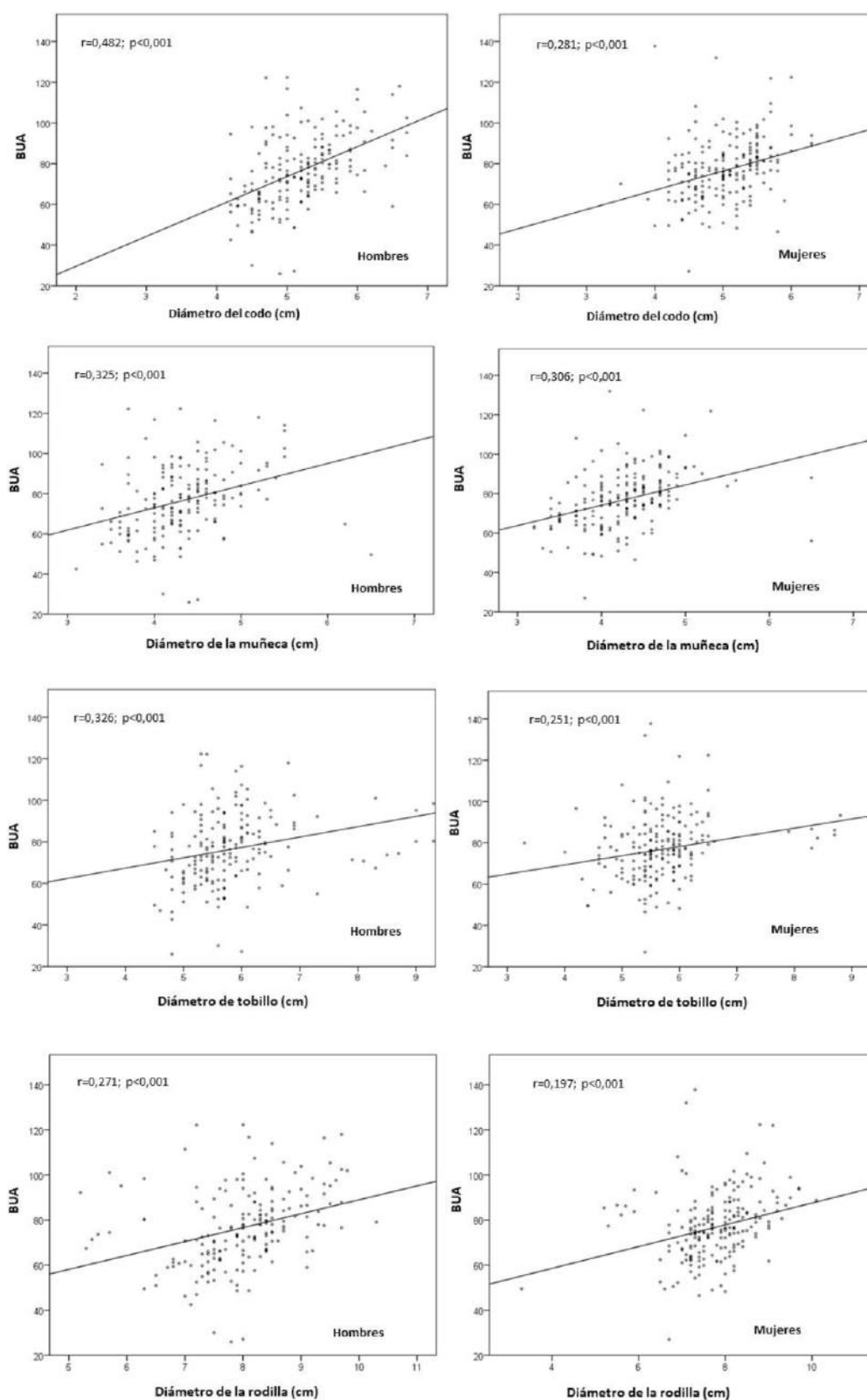


Figura 1. Correlaciones entre los diámetros óseos con la calidad ósea (BUA)

Los cuatro diámetros óseos fueron categorizados en terciles para observar la calidad ósea mediante BUA. Estos valores medios y sus DE se observan en la tabla II. Se determinó diferencias significativas entre terciles en ambos sexos. El T3 y T2 difieren del T1 ($p < 0.05$). Los niños que fueron clasificados dentro del T1 con diámetro pequeño presentaron menor BUA que sus contrapartes con diámetro óseo medio (T2) y grande (T3).

Tabla II. Comparación de los valores medios de la calidad ósea (BUA) en función de los diámetros óseos categorizados por terciles.

Diámetros	Tercil	n	Niños (n= 185)		n	Niñas (n= 199)	
			X	DE		X	DE
Codo	T1	65	67,32	17,04	83	73,29	16,57
	T2	53	75,45 ^a	16,94	67	73,61	17,28
	T3	67	86,07 ^{a,b}	12,73	61	84,75 ^{a,b}	13,43
Muñeca	T1	68	70,12	17,35	85	71,09	17,75
	T2	67	76,1	16,14	75	79,05 ^a	12,98
	T3	50	85,50 ^{a,b}	15,32	51	82,7 ^{a,b}	17,09
Tobillo	T1	61	71,86	17,87	74	72,85	18,35
	T2	61	74,92	16,35	83	76,46	16,21
	T3	63	82,89 ^{a,b}	16,19	54	82,41 ^{a,b}	13,48
Rodilla	T1	56	68,79	17,65	83	72,68	16,62
	T2	56	74,49	18,68	78	74,81	16,84
	T3	73	83,99 ^{a,b}	12,81	50	86,46 ^{a,b}	12,5

X: Promedio, DE: Desviación Estándar, BUA: atenuación de ultrasonido de banda ancha, T: Tercil (1: pequeño, 2: mediano, 3: grande), aDiferencia significativa a T1, bDiferencia significativa en relación a T2.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio han demostrado que los diámetros óseos se correlacionan positivamente con la calidad ósea determinada por medio de BUA (ultrasonido cuantitativo del calcáneo QUS) en niños de ambos sexos. Además, cuando se clasificaron por terciles, los niños que evidenciaron diámetros óseos grandes y medianos presentaron valores de BUA más altos que los categorizados como pequeños. Estos hallazgos demostraron que, durante la etapa de crecimiento físico, los niños con diámetros óseos pequeños reflejaron menor calidad ósea. De hecho, el ensanchamiento de los huesos es uno de los procesos determinantes de la resistencia ósea a lo largo de la vida⁽¹⁵⁾. Estos patrones de ensanchamiento óseo podrían deberse a dos modelos que se han sugerido en la literatura⁽¹⁶⁾. Estas son la teoría del mecanostato (efectos mecánicos regulan la aposición perióstica) y la teoría Sizostat (gen maestro o un conjunto de genes que regulan el crecimiento óseo en anchura permitiendo alcanzar el tamaño apropiado), las que podrían explicar la mayor capacidad de engrosamiento de los diámetros óseos. Varios estudios han postulado que la masa corporal y la fuerza

muscular tienen influencias importantes sobre la resistencia ósea a lo largo de la vida^(5,17,18). Inclusive se presume que las personas que viven a elevadas altitudes presentan un mejor estado óseo en comparación con aquellos que viven a bajas altitudes, debido a la actividad diaria causada por las laderas empinadas en áreas montañosas⁽¹⁹⁾. En este estudio no fue posible evaluar los niveles de actividad física, así como contar con un grupo control de baja altitud, que esta información hubiera podido complementar los resultados alcanzados.

En esencia, a pesar de demostrar que los diámetros óseos anchos presentan una mejor calidad ósea en niños de ambos sexos, las fuerzas mecánicas parecen ser importantes para determinar la calidad de los huesos⁽¹⁶⁾, aunque algunos estudios no descartan que, factores como, la alimentación, el alto consumo en calcio, los altos niveles de actividad física^(20,21) y factores étnicos⁽²²⁾, también juegan un papel relevante en el crecimiento y formación de los diámetros óseos en niños y adolescentes; por lo que futuras investigaciones deben tomar en consideración estos aspectos relevantes.

En general, el crecimiento y el desarrollo óseo en niños son producto de las complejas interacciones de factores genéticos y ambientales, como la dieta, las hormonas y los estímulos mecánicos⁽¹⁵⁾. Pues hasta donde se conoce, el ensanchamiento de los diámetros óseos durante la etapa del crecimiento no está muy claro⁽²⁾. Por lo que es necesario que futuros estudios desarrollen investigaciones longitudinales y experimentales, cuya información podría contribuir a deslumbrar la incertidumbre entre la teoría del mecanostato y Sizostat.

La evaluación de los diámetros óseos durante la etapa de crecimiento, podría proporcionar información valiosa para detectar a edades tempranas el riesgo de desarrollar fragilidad ósea⁽²³⁾, por lo que los segmentos del codo, la muñeca, la rodilla y el tobillo, podrían ser excelentes parámetros para valorar la calidad ósea en niños y adolescentes.

Los resultados obtenidos en este estudio deben ser analizados con precaución, puesto que la selección de la muestra no fue probabilística, esto podría originar sesgos en los resultados descritos, inclusive el diseño transversal propuesto limita los hallazgos a parámetros descriptivos, evitando establecer relaciones causales. A pesar de resaltar tales limitaciones, esta investigación presenta algunas potencialidades, por ejemplo, es uno de los primeros estudios efectuados en niños de moderada altitud del Perú, en el que se valora la calidad ósea por medio de ultrasonido cuantitativo del calcáneo QUS; además dada sus características transversales podría servir de línea de base para diseñar en el futuro investigaciones longitudinales.

CONCLUSIONES

En conclusión, se demostró que los niños con diámetros óseos pequeños presentaron menor calidad ósea que sus similares con diámetros medianos y grandes. Estos resultados sugieren que el codo, muñeca, rodilla y tobillo podrían ser variables antropométricas relevantes para evaluar la salud y el crecimiento óseo en grosor durante el proceso de crecimiento

físico. Aunque futuros estudios deben aumentar el rango de edad, abarcando la adolescencia para determinar con mayor precisión el máximo engrosamiento de los diámetros óseos.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no presentar conflictos de intereses en relación con la preparación y la publicación de este artículo.

Agradecimientos: Proyecto de investigación IBA-0042- 2017-UNSA, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

BIBLIOGRAFÍA

- Rauch F.** Bone accrual in children: adding substance to surfaces. *Pediatrics*. 2007; 119:137-40.
- Rauch F.** Bone growth in length and width: the Yin and Yang of bone stability. *J Musculoskeletal and Neuronal Interact* 2005; 5:194-201.
- Seeman E.** Periosteal bone formation—a neglected determinant of bone strength. *NEJM*. 2003; 349:320-3.
- Li LP, Herzog W.** Strain-rate dependence of cartilage stiffness in unconfined compression: the role of fibril reinforcement versus tissue volume change in fluid pressurization. *J Biomechan*. 2004; 37:375-82.
- Van der Meulen MC, Jepsen KJ, Mikić B.** Understanding bone strength: size isn't everything. *Bone*. 2001; 29:101-4.
- Chin KY, Ima-Nirwana S.** Calcaneal quantitative ultrasound as a determinant of bone health status: what properties of bone does it reflect? *Intern J Med Sci* 2013; 10:1778-83.
- Burke É, Carroll R, O'Dwyer M, Walsh JB, McCallion P, McCarron M.** Quantitative examination of the bone health status of older adults with intellectual and developmental disability in Ireland: a cross-sectional nationwide study. *BMJ open*. 2019; 9(4):026939.
- Szmodis M, Zsákai A, Bosnyák E, Protzner A, Trájer E, Farkas A, et al.** Reference data for ultrasound bone characteristics in Hungarian children aged 7–19 years. *Annals Hum. Biol.* 2017; 44:704-14.
- Taes Y, Lapauw B, Griet V, De Bacquer D, Goemaere S, Zmierzak H, et al.** Prevalent fractures are related to cortical bone geometry in young healthy men at age of peak bone mass. *J Bone Miner Res*. 2010; 25:1433-40.
- Fonseca RM, de Oliveira RJ, Pereira RW, França NM.** Bone mineral density associated with physical traits and lifestyle in adolescents. *Rev Bras Med Esp* 2012; 18:381-4
- Lang TF, Keyak JH, Heitz MW, Augat P, Lu Y, Mathur A, Genant HK.** Volumetric quantitative computed tomography of the proximal femur: precision and relation to bone strength. *Bone*. 1997; 21:101-8.
- Högler W, Blimkie CJ, Cowell CT, Kemp AF, Briody J, Wiebe P, et al.** A comparison of bone geometry and cortical density at the mid-femur between prepuberty and young adulthood using magnetic resonance imaging. *Bone*. 2003; 33:771-8.
- Cossio-Bolaños M, Campos RG, Andruske CL, Flores AV, Luarte-Rocha C, Olivares PR, et al.** Physical growth, biological age, and nutritional transitions of adolescents living at moderate altitudes in Peru. *Intern J Environ Res Public Health*. 2015; 12:12082-94.
- Ross WD, Marfell-Jones M.J.** *Kinanthropometry. Physiological Testing of Elite Athlete; Human Kinetics: Champaign, IL, USA.* 1991: 223-308.
- Seeman E.** Structural basis of growth-related gain and age-related loss of bone strength. *Rheumatology (Oxford)*. 2008; 47:Suppl 4:iv2-iv8.
- Gkiatas I, Lykissas M, Kostas-Agnantis I, Korompilias A, Batistatou A, Beris A.** Factors affecting bone growth. *Am J Orthop*. 2015; 44:61-7.
- Schoenau E, Neu CM, Mokov E, Wassmer G, Manz F.** Influence of puberty on muscle area and cortical bone area of the forearm in boys and girls. *J Clin Endocrinol Metab*. 2000; 85:1095-8.
- Gómez-Campos R, Cofré Huenul R, Urra Albornoz C, Luarte-Rocha C, Ibáñez Quispe V, Cossio Bolaños MA.** Densidad mineral ósea en una muestra de jóvenes chilenos practicantes de diversas modalidades deportivas. *Revista Salud Uninorte*. 2017; 33:48-57.
- Takeda M, Hamano T, Kohno K, Yano S, Shiwaku K, Nabika T.** Association between geographic elevation, bone status, and exercise habits: the Shimane CoHRE study. *Intern J Environ Res Public Health*. 2015; 12:7392-9.
- Takeda M, Hamano T, Kohno K, Yano S, Shiwaku K, Nabika T.** Association Between Geographic Elevation, Bone Status, and Exercise Habits: The Shimane CoHRE Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2015; 12:7392-9.
- Gracia-Marco L, Vicente-Rodriguez G, Casajús JA, Molnar D, Castillo MJ, Moreno LA.** Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA Study. *Eur J Appl Physiol*. 2011; 111):2671-80.
- Eveleth PB, Micozzi MS.** *Antropometría en el niño y enfermedades crónicas en el adulto.* Cusmins, M., Moreno, E. Crecimiento y desarrollo. OPS, Whashington. 1988:120-219.
- Goh SY, Aragon JM, Lee YS, Loke KY.** Normative data for quantitative calcaneal ultrasound in Asian children. *Ann Acad Med Singap.* 2011; 40:74-9.

RAEM REVISTA ARGENTINA DE
ENDOCRINOLOGÍA Y METABOLISMO

www.raem.org.ar