

Densidad mineral ósea en escolares colombianos entre 8 y 16 años

Bone mineral density in colombian schools between 8 and 16 years old

José Armando VIDARTE CLAROS¹, Consuelo VÉLEZ ÁLVAREZ¹, Alejandro ARANGO ARENAS¹, José Hernán PARRA SÁNCHEZ²

1 Universidad Autónoma de Manizales, Facultad de Salud, Departamentos de movimiento Humano y Salud Pública.

2 Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Departamento de economía.

Recibido: 19/septiembre/2020. Aceptado: 21/octubre/2020.

RESUMEN

Introducción: La salud ósea está dada por un adecuado desarrollo del contenido mineral óseo en edades tempranas.

Objetivo: Determinar la relación de la Densidad Mineral Ósea (DMO) con las variables sociodemográficas, antropométricas y práctica de actividad física en escolares colombianos.

Métodos: Estudio descriptivo transversal correlacional, participaron 1.940 escolares entre 8 y 16 años de diferentes ciudades colombianas, se realizó un muestreo aleatorio. Se aplicó el cuestionario de actividad física PAQ-C versión colombiana y la medición de variables antropométricas las cuales sirvieron para determinar la DMO con el apoyo de fórmulas de predicción establecidas. A partir de la distribución normal de las variables mediante el estadístico de Pearson se establecieron las relaciones del estudio.

Resultados: Las medias de la DMO fueron superiores para las ciudades de Popayán, Pasto y Villavicencio, en los hombres, en los estratos 3,2,4 y 5, para quienes habían tenido fractura, y realizaban actividad física. La DMO presenta un incremento progresivo a medida que se aumenta la edad, siendo mayor el incremento en los hombres a partir de los 13 años. Al relacionar la DMO con la edad y el sexo se encontraron diferencias estadísticamente significativas para

ambas variables $p < 0,05$. Se encontró una correlación directa y significativa entre la DMO, la edad, el índice de Masa Corporal (IMC) y la velocidad pico de crecimiento (APHV) de los escolares evaluados y en ciudades como Manizales, Neiva, Pasto y Villavicencio no hay correlación entre la DMO y la actividad física.

Conclusiones: Conocer la relación entre la DMO y variables como la edad, sexo, IMC y Actividad física permite establecer un diagnóstico del estado de salud ósea de los escolares con la intencionalidad de establecer acciones de promoción en salud que favorezcan el proceso de desarrollo y crecimiento de los escolares

PALABRAS CLAVE

Índice de Masa Corporal; Densidad Mineral ósea; Ejercicio físico; Estado Nutricional.

SUMMARY

Introduction: Bone health is given by an adequate development of bone mineral content at an early age.

Objective: To determine the relationship of the Bone Mineral Density (BMD) with the sociodemographic, anthropometric variables and the practice of physical activity in Colombian schoolchildren.

Methods: Descriptive cross-sectional correlational study, 1,940 schoolchildren between 8 and 16 years old from different Colombian cities participated, a random sampling was carried out. The PAQ-C physical activity questionnaire was applied in the Colombian version and the measurement of anth-

Correspondencia:
José Armando Vidarte Claros
jovida@autonoma.edu.co

ropometric variables which served to determine BMD supported by established prediction formulas. From the normal distribution of the variables using the Pearson statistic, the study relationships were established.

Results: The means of BMD were higher for the cities of Popayán, Pasto and Villavicencio, in men, in strata 3,2,4 and 5, for those who had had a fracture, and carried out physical activity. BMD shows a progressive increase as age increases, the increase being greater in men from 13 years of age. When relating BMD to age and sex, statistically significant differences were found for both variables, $p < 0.05$. A direct and significant correlation was found between BMD, age, Body Mass Index (BMI) and peak growth rate (APHV) of the evaluated schoolchildren and in cities such as Manizales, Neiva, Pasto and Villavicencio there is no correlation between BMD and physical activity.

Conclusions: Knowing the relationship between BMD and variables such as age, sex, BMI and Physical activity allows establishing a diagnosis of the state of bone health of schoolchildren with the intention of establishing health promotion actions that favor the development and growth process of the schoolchildren.

KEY WORDS

Body Mass Index; Bone mineral density; Physical exercise; Nutritional condition.

INTRODUCCIÓN

Diferentes estudios evidencian cómo la base para una buena salud ósea está dada a partir de un desarrollo adecuado del contenido mineral óseo, en especial, en las primeras edades, donde es relevante la vigilancia del crecimiento y maduración del sistema esquelético¹⁻⁵. El diagnóstico de la salud ósea es importante, con ello se pueden determinar la acumulación mineral ósea máxima en edades pediátricas y la acumulación de los máximos de masa ósea en edades adultas convirtiéndose en la mejor opción para prevenir la osteoporosis en la edad adulta⁶⁻⁸.

La Densidad Mineral Ósea (DMO), se refiere a la cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso, es un tejido sensible a diversos estímulos mecánicos, principalmente a los resultantes de la gravedad y las contracciones musculares⁹ y los principales factores determinantes de la masa ósea máxima son la genética, el estado hormonal, la ingestión de calcio y la actividad física^{10,11}. Durante la fase de crecimiento, la DMO aumenta progresivamente en los hombres, llegando a alcanzar, al final de la adolescencia, cerca del 95%; además el pico de masa ósea se presenta, por lo general, entre la segunda y tercera década de vida¹².

En ese contexto, la etapa de la adolescencia es considerada como un momento crítico para la adquisición de masa ósea¹³,

puesto que se producen cambios significativos durante el proceso de crecimiento y la maduración biológica. Así, la valoración de la DMO durante la maduración presenta la mejor oportunidad para la detección temprana y atención específica de los desórdenes osteopélicos y osteoporótico.

Por su parte, la actividad física como medio para aumentar las ganancias óseas es un factor importante. Las edades ideales para estimular el hueso a través del ejercicio físico y obtener respuestas óseas positivas son la infancia y la adolescencia, argumentándose que el 90% del pico de masa ósea se alcanza a una edad cercana a los 20 años tanto en hombres como en mujeres, siendo estas edades las más influyentes para generar cambios positivos en el hueso¹⁴.

Algunos de los beneficios y efectos de la actividad física y del deporte sobre la DMO, son los esfuerzos físicos que conlleven cargas de alto impacto durante su ejecución, realizadas antes de la maduración esquelética, estímulos que tienen una gran influencia en el crecimiento de la masa ósea y la masa muscular influyendo sobre el incremento de la fuerza siendo éstos factores de reducción de la incidencia de fracturas y la disminución en un 40% del riesgo de sufrir osteoporosis a lo largo de la vida^{12-14, 15}. Además de estos beneficios, la actividad física también mejora el equilibrio, la marcha, la coordinación y el tiempo de reacción, siendo éstos factores claves en la reducción del riesgo de caídas y de fracturas, los cuales son el desenlace más dramático de la osteoporosis⁶⁻⁹.

La evaluación de la densidad mineral ósea se ha realizado tradicionalmente por la densitometría ósea cuyo objetivo es identificar a las personas con riesgo de fragilidad ósea para establecer, guiar y monitorear su tratamiento posteriormente¹⁶. En este contexto, la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) se ha convertido en el estándar de oro para medir la DMO y el contenido mineral óseo (CMO) de niños y adolescentes en todo el mundo. Sin embargo, este método tiene de igual forma algunos limitantes como el costo de dicha valoración, ya que se ha incrementado últimamente por el uso de programas y softwares y el desarrollo de estándares específicos para regiones geográficas particulares^{15,16}, aspectos que hoy pueden considerarse como limitantes para su uso y aplicación para ciertos contextos socioculturales, además de proporcionar resultados contradictorios cuando es utilizado por países que no tienen estándares nacionales disponibles.

En Chile Gómez-Campos et al., han venido planteando ecuaciones de regresión para predecir la salud ósea de niños y adolescentes basadas en indicadores antropométricos para proponer valores de referencia según la edad y el género¹⁷. Estos autores, establecen que la antropometría puede ser un método alternativo de bajo costo y fácil de usar en contextos epidemiológicos y los resultados de este estudio han posibilitado confirmar que las variables antropométricas longitud del antebrazo, diámetro del fémur y la velocidad pico de

crecimiento (VPC) son variables que pueden predecir la DMO y VPC en niños y adolescentes de ambos sexos, con una alta precisión en sus coeficientes de regresión. Además de lo anterior, también pudieron establecer un buen acuerdo (Trazado de Bland-Altman) con el método de referencia DXA ya que los límites del 95% fueron estrechos y los coeficientes de correlación altamente significativos, apoyando la reproducibilidad de las ecuaciones propuestas y, por tanto, soportaron la construcción de cuatro ecuaciones para estimar la salud ósea, desarrollando percentiles limítrofes para cada edad y sexo.

De esta manera, las conclusiones de Gómez-Campos et al.¹⁷ permiten establecer la hipótesis de cómo la Velocidad Pico de Crecimiento (APVH) en conjunto con variables antropométricas como longitud del antebrazo y diámetro del fémur, además de predecir la salud ósea de niños y adolescentes, sirve para correlacionar DMO respecto a variables definidas en función de la edad y el sexo en adolescentes

El objetivo del presente artículo es determinar la relación de la DMO con las variables sociodemográficas, antropométricas y práctica de actividad física en escolares colombianos.

MATERIAL Y METODOS

Tipo de estudio: Descriptivo transversal con una fase correlacional.

Población: La población estuvo constituida por el total de los escolares entre los 8 y 16 años de edad pertenecientes a las instituciones educativas tanto públicas como privadas de las diferentes ciudades que participaron en el estudio, la información sobre la población fue suministrada por las secretarías de educación de cada ciudad.

Muestra: Para la determinación del tamaño de muestra se usaron los estadísticos media, desviación estándar y margen de error correspondientes a variables antropométricas del estudio de Gómez-Campos et al.¹⁷, con una confiabilidad del 95% y un margen de error específico para cada una de las variables, se obtuvo un tamaño muestral total de 320 personas para cada ciudad, el total de participantes fue de 1940 sujetos.

En cada ciudad se tuvo en cuenta el número de instituciones educativas oficiales y privadas y acorde a la distribución de instituciones por ciudad se definió que porcentualmente se abordarían 60% de instituciones públicas y 40% de instituciones privadas. Los escolares se distribuyeron de manera proporcional por sexo y edad, al final participaron 18 estudiantes por cada rango de edad y sexo en cada una de las instituciones educativas. La selección de estudiantes e instituciones se realizó de manera aleatoria.

Los participantes debieron cumplir con criterios de inclusión como estar matriculado en el sistema educativo, diligenciar el consentimiento informado de acudientes y/o pa-

dres de familia y asentimiento informado, estar apto cognitivamente para el desarrollo de los cuestionarios de actividad física y corporalmente íntegro y saludable para el desarrollo de testeos antropométricos y la institución educativa seleccionada aleatoriamente debió contar con mínimo 50 alumnos matriculados.

Técnicas e instrumentos: Se emplearon las técnicas de observación y encuesta, se realizó la medición de variables antropométricas según los lineamientos de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría¹⁸ y a formatos de encuesta para las variables sociodemográficas y de evaluación de la actividad Física PAQ-C respectivamente.

El cuestionario de actividad física para niños (PAQ-C) en su consistencia interna alcanza un coeficiente alfa de Cronbach de 0,73 y un coeficiente de correlación intraclass prueba – post prueba de 0,60 en población colombiana¹⁹.

Las variables antropométricas se valoraron en lugares aereados, privados, y destinados especialmente al interior de las instituciones educativas donde se llevaron a cabo las mediciones y en horarios previamente establecidos. Durante las evaluaciones siempre se requirió la presencia de los acudientes de los escolares, los cuales pudieron observar permanentemente los procedimientos de medición utilizados, respetando siempre la privacidad y buenas costumbres culturales de cada región.

La masa corporal de los sujetos se valoró en una balanza OMRON, referencia HBF-510-LA, Para su medición, se solicitó a los sujetos permanecer de pie en el centro de la balanza sin apoyo y con su peso distribuido equitativamente en ambos pies. Posteriormente se registró el dato obtenido en una sola medición¹⁸.

La altura vertical, en función del plano de Frankfort, se midió utilizando cinta métrica Stanley referencia 0433726 con precisión de 0,1 mm, la cual fue adosada a la pared en cada uno de los sitios destinados para las mediciones por las instituciones educativas. La medición se tomó como la distancia perpendicular entre el plano transversal del vértex y el inferior de los pies. Se solicitó a los sujetos estar de pie, con los talones juntos, y los talones, glúteos y la región superior de la espalda en contacto con la cinta métrica. Se posicionó el plano de Frankfort verificando la transversalidad entre el orbitale y el tragion¹⁸.

La altura sedente (altura del tronco cefálico), se midió igualmente con cinta métrica Stanley referencia 0433726 con precisión de 0,1 mm adosada a pared con la superposición inferior de banco antropométrico de 40 cm de altura, 50 cm de ancho y 30 cm de profundidad. En este banco los sujetos se pudieron sentar para facilitar la resta del resultado de la altura vertical y así obtener la altura sedente. La altura sedente se definió como la distancia perpendicular entre los planos transversales del punto del vértex y la región inferior de los

glúteos, con el sujeto en sedente. Para su medición se utilizó el método de talla con tracción, sentando a los sujetos sobre el cajón antropométrico, solicitando el descanso de las manos sobre los muslos, una inspiración profunda y la retención de la misma mientras se mantuvo la cabeza en el plano de Frankfort, provocando posteriormente una tracción moderada a partir de las apófisis mastoides¹⁸.

Para medir la longitud del antebrazo se utilizó un calibrador antropométrico CESCORF de 60 cm de apertura con una precisión de 1 mm. La longitud se valoró tomando como referencia la distancia entre los puntos antropométricos radiale y stylium. Para esta medición, se solicitó a los sujetos adoptar una posición relajada, con los brazos colgados a ambos lados del cuerpo y el antebrazo en posición de semipronación (con el pulgar hacia adelante). Se posicionó posteriormente una rama del calibrador en la marca Radiale y otra en la marca Stylium, registrándose el valor de la longitud del antebrazo¹⁸.

El diámetro biepicondilar femoral (cm) se midió con un calibrador antropométrico INNOVARE de 16 cm de apertura con una precisión de 1 mm. El diámetro biepicondilar femoral se definió como la distancia lineal entre los epicóndilos lateral y medial del fémur. Para su medición, se solicitó a los sujetos adoptar una posición relajada en sedente con las manos alejadas de la región de las rodillas. La rodilla derecha se posicionó en flexión de 90 grados¹⁸. La longitud de los miembros inferiores se determinó calculando la diferencia entre la altura vertical y la altura sedente¹⁸. Todas las mediciones se hicieron dos veces, reportándose la media de estas.

El índice de masa corporal (IMC) se calculó utilizando la fórmula estándar: masa corporal (kg) / altura² (m) propuesta por la OMS y se clasificó acorde a baremos internacionales de bajo (<18,5 Kg/m²), normal (18,5 – 24,9 Kg/m²), sobrepeso (25 – 29,9 Kg/m²), obesidad I (30 – 34,9 Kg/m²), obesidad II (35 – 39,9 Kg/m²) y obesidad III (>40 Kg/m²)²⁰.

El pico de velocidad de crecimiento se calculó mediante fórmula de predicción propuesta por Mirwald et al.²¹, la cual requiere la inclusión de la longitud de miembros inferiores, la altura sedente, la altura vertical, la edad y el peso, relacionada seguidamente para niños y niñas:

VPC niños

$$= -9,232 + 0,0002708(LMI * AS) - 0,001663(E * LMI) + 0,007216(E * ES) + 0,02292(MC / AV)$$

VPC niñas

$$= -9,37 + 0,0001882(LMI * AS) + 0,0022(E * LMI) + 0,005841(E * AS) - 0,002658(E * MC) + (0,07693 * (MC / AV))$$

Dónde: **LMI** = Longitud de miembros inferiores, **AS** = Altura sedente, **E** = Edad, **MC** = Masa corporal, **AV** = Altura vertical.

La densidad mineral ósea se calculó mediante fórmula de predicción propuesta por Gómez-Campos et al.¹⁷, la cual re-

quiere la inclusión de la velocidad pico de crecimiento, la longitud del antebrazo y el diámetro biepicondilar femoral, relacionada seguidamente para niños y niñas:

$$DMO \text{ niños} = 0,605 + (0,056 * VPC) + (0,008 * LA) + (0,022 * DF)$$

$$DMO \text{ niñas} = 0,469 + (0,027 * VPC) + (0,007 * LA) + (0,019 * DF)$$

Para cada ciudad se hizo una capacitación a auxiliares de investigación que estuvieron a cargo de toma de datos en el manejo, utilización y desarrollo de pruebas antropométricas y en la administración de encuesta sociodemográfica y de actividad física. Igualmente, se capacitó a auxiliares de registro en la consignación de información en el instrumento de recolección de datos.

Análisis Estadístico: Se realizó en el programa SPSS versión 24 (licenciado por la Universidad Autónoma de Manizales. Se hizo un análisis univariado de las variables categóricas y la magnitud de la misma a través de la distribución de frecuencias absolutas y relativas. Se calcularon las medidas de tendencia central y de variabilidad o dispersión para variables cuantitativas incluidas en el estudio. Posteriormente se desarrolló un análisis bivariado a partir de las posibles relaciones entre las variables de estudio. Se empleó el supuesto de normalidad aplicando la prueba de Kolmogorov-smirnov, la cual indicó que las variables cuantitativas tenían una distribución normal, esto permitió utilizar el estadístico de Pearson y se hicieron relaciones con pruebas no paramétricas (U-Mann-Whitney, Krus Kall-Wallis) dependiendo de las características de las variables cualitativas.

RESULTADOS

En la tabla 1, se presenta como las medias de la DMO fueron superiores para las ciudades de Popayán, Pasto y Villavicencio, en los hombres, en los estratos 3, 4 y 5 para quienes habían tenido fractura, y realizaban actividad física. Se encontró asociación estadísticamente significativa en la relación de la densidad mineral ósea con ciudad, sexo, estrato y haber sufrido fracturas.

La tabla 2 evidencia como la DMO en los escolares participantes presenta un incremento progresivo a medida que se aumenta la edad, tanto para el sexo masculino como para el sexo femenino, siendo mayor el incremento en los hombres a partir de los 13 años. La relacionar el DMO con la edad y el sexo se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ambas variables $p < 0,05$.

Se confirma como la DMO acorde al sexo es mayor en los hombres y según la ciudad es más alta en Pasto, seguida por Cartago, Villavicencio y Manizales (figura 1). Mientras que en la relación DMO y la edad se evidencia como a excepción de Manizales a partir de los 12 años la media tiende a estabilizarse hacia una densidad mineral ósea promedio de 0,8407 g/cm² (figura 2).

Tabla 1. Asociación entre la DMO y variables demográficas, de fracturas y realización de Actividad física en los escolares participantes.

DENSIDAD MINERAL ÓSEA						
VARIABLE	\bar{X}	DS	$\bar{X}-DS$	$\bar{X}+DS$	CHI²	P
CIUDAD						
Manizales	,787	,170	,448	1,127	103,33	0,000
Cartago	,778	,178	,422	1,134		
Neiva	,772	,132	,508	1,035		
Popayán	,810	,131	,548	1,072		
Pasto	,857	,189	,479	1,234		
Villavicencio	,835	,127	,582	1,089		
SEXO						
Hombre	,895	,172	,551	1,239	-24,300	0,000
Mujer	,721	,084	,552	,890		
TIPO DE COLEGIO						
Oficial	,807	,158	,491	1,123	0,656	0,512
Privado	,804	,163	,479	1,130		
ESTRATO						
1	0,795	0,139	0,656	1,073	13,993	0,000
2	0,807	0,154	0,653	1,115		
3	0,813	0,165	0,648	1,143		
4	0,801	0,179	0,622	1,159		
5	0,806	0,158	0,648	1,121		
6	0,743	0,171	0,572	1,085		
HA SUFRIDO FRACTURA						
No	,8006	,15746	0,64317	0,95808	-3,728	0,000
Si	,8446	,17452	0,67011	1,01914		
REALIZA ACTIVIDAD FÍSICA						
No	1,736	0,530	0,3	2,00	-,9712	0,331
Si	3,06	0,402	2,51	4,31		

\bar{X} = Media; DS= Desviación Estándar; $\bar{X}-DS$ = Mínimo; $\bar{X}+DS$ = Máximo; Chi²= prueba de chi cuadrado; p= Significancia <0,50.

Tabla 2. Relación entre la DMO, la edad y el sexo en los participantes en el estudio.

EDAD (años)	Sexo	\bar{X}	n	DS	z*	P
8	Masculino	,6726	105	,05135	-7,149	,000
	Femenino	,6225	102	,04505		
9	Masculino	,7289	106	,05061	-9,826	,000
	Femenino	,6438	104	,04747		
10	Masculino	,7854	106	,05937	-10,877	,000
	Femenino	,6766	108	,04874		
11	Masculino	,8326	117	,05986	-11,980	,000
	Femenino	,7047	111	,05366		
12	Masculino	,9111	100	,14816	-11,909	,000
	Femenino	,7287	101	,06031		
13	Masculino	,9409	123	,07792	-12,564	,000
	Femenino	,7626	121	,08587		
14	Masculino	1,0172	100	,08174	-12,711	,000
	Femenino	,7650	118	,05454		
15	Masculino	1,0924	98	,13963	-12,691	,000
	Femenino	,7724	121	,05940		
16	Masculino	1,1237	92	,09999	-11,925	,000
	Femenino	,7891	107	,09420		

\bar{X} = Media; n= muestra; DS= Desviación Estándar; Z= U Mann Whitney; P= Significancia<0,05.

Se encontró una correlación directa y significativa entre la densidad mineral ósea, la edad, el índice de Masa Corporal (IMC) y la velocidad pico de crecimiento (APHV) de los escolares evaluados (tabla 3).

La tabla 4 muestra como al correlacionar la densidad mineral ósea según la ciudad de evaluación y las diferentes variables se encontró como para Manizales, Neiva Pasto y

Villavicencio no existió correlación con la actividad física, pero sí con las demás variables, en las ciudades de Cartago y Popayán la DMO se correlacionó estadísticamente con todas las variables. Llama la atención como en Popayán la correlación entre la densidad mineral ósea y la actividad física fue negativa y significativa, es decir a menor actividad física mayor DMO.

Tabla 3. Correlación entre la Densidad Mineral Ósea, Actividad física, Índice de Masa Corporal y Velocidad pico de crecimiento.

DMO	ACTIVIDAD FÍSICA	INDICE DE MASA CORPORAL	EDAD (AÑOS)	APHV
Correlación de Pearson	,039	,320**	,581**	,767**
Sig. (bilateral)	,068	,000	,000	0,000

APHV= Pico de velocidad de crecimiento.

Figura 1. DMO según sexo y ciudad de evaluación.

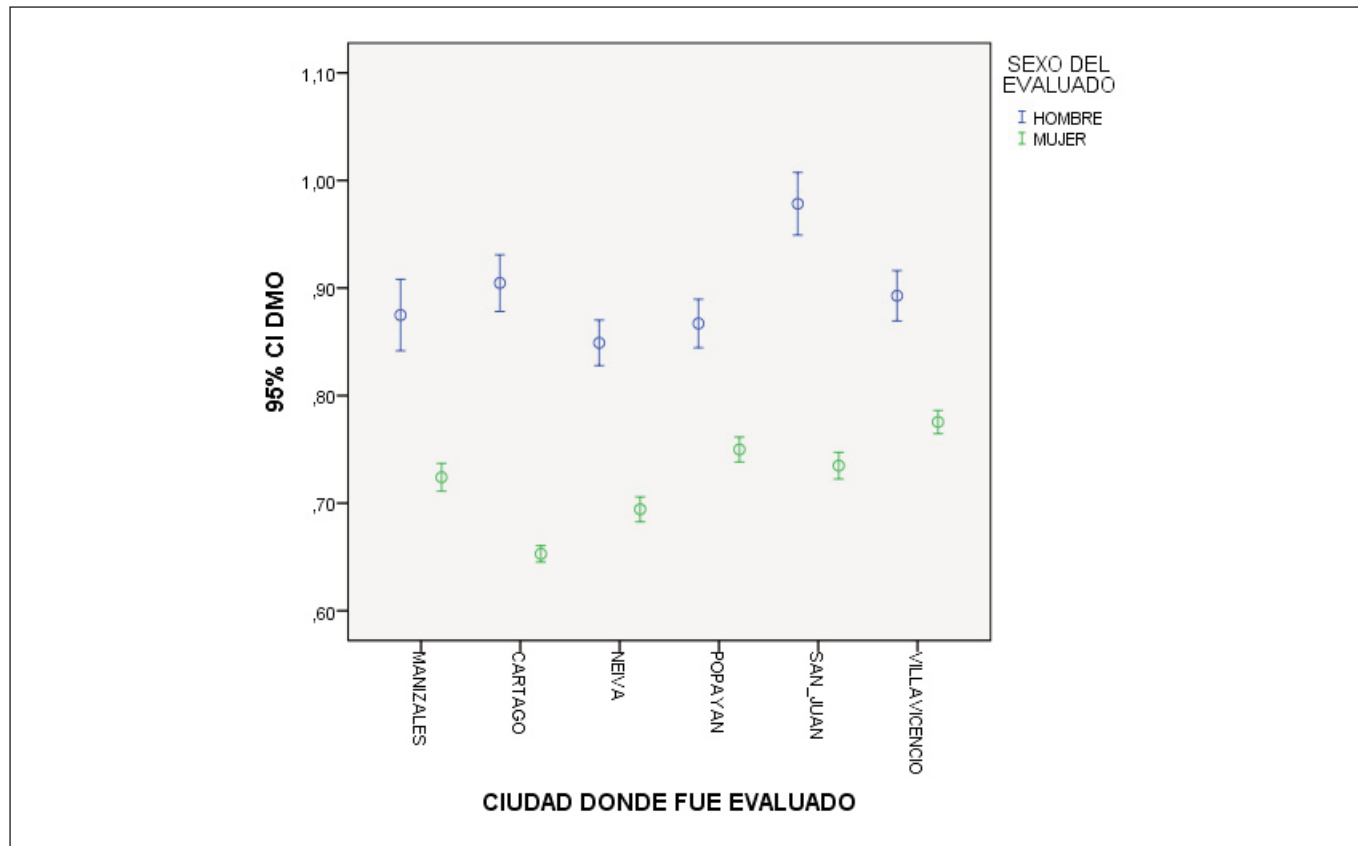


Figura 2. DMO según ciudad de evaluación.

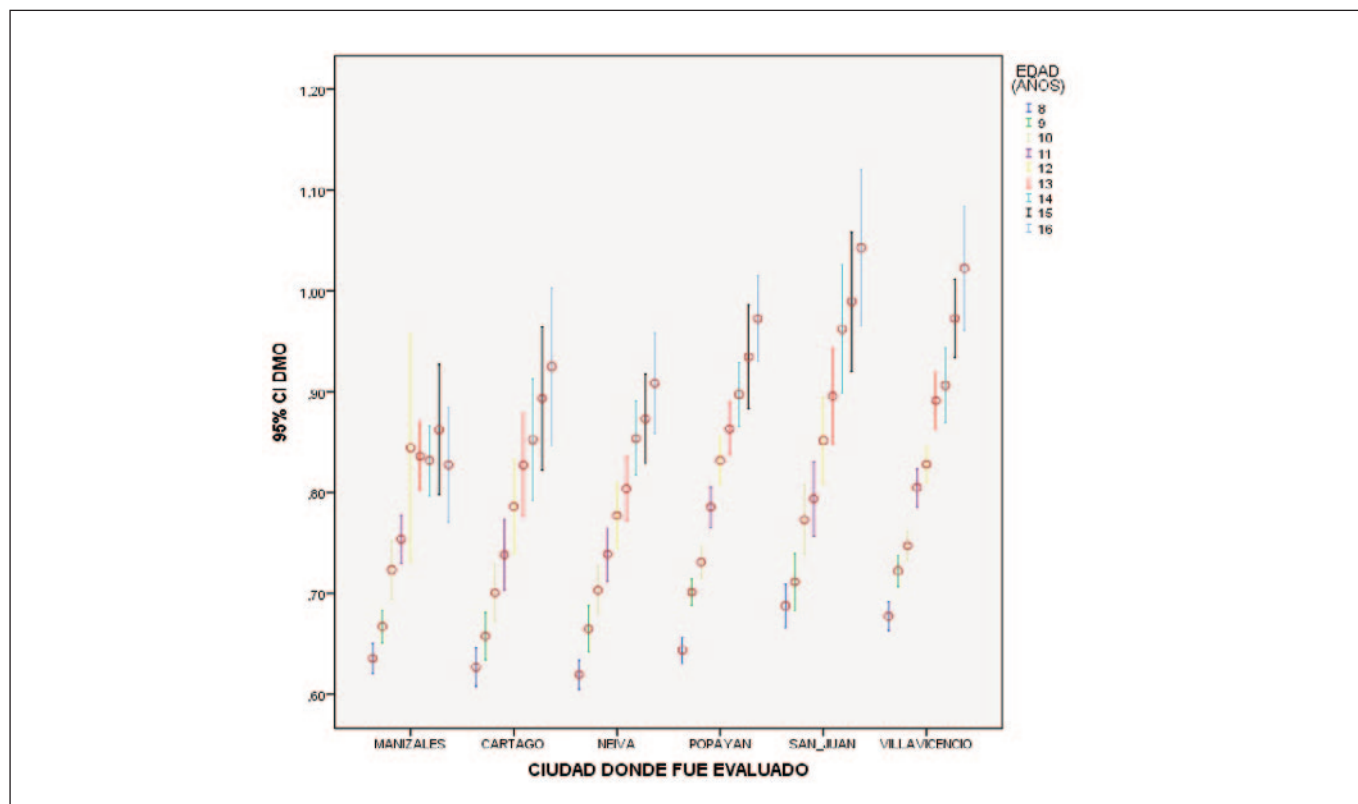


Tabla 4. Correlación entre la DMO, Actividad física, ÍMC y Pico de velocidad de crecimiento según la ciudad de evaluación.

DENSIDAD MINERAL ÓSEA					
Ciudad	Correlación	Actividad física	Índice De Masa Corporal	Edad (AÑOS)	APVH
Cartago	Correlación de Pearson	,110	,328	,574	,974
	Sig. (bilateral)	,045	,000	,000	,000
Manizales	Correlación de Pearson	,044	,392	,553	,739
	Sig. (bilateral)	,399	,000	,000	,000
Neiva	Correlación de Pearson	-,042	,473	,714	,836
	Sig. (bilateral)	,465	,000	0,00	,000
Popayán	Correlación de Pearson	-,281	,440	,847	,717
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000
San Juan de Pasto	Correlación de Pearson	,037	,273	,630	,842
	Sig. (bilateral)	,510	,000	,000	,000
Villavicencio	Correlación de Pearson	,051	,432	,838	,676
	Sig. (bilateral)	,387	,000	,000	,000

APVH= Pico de velocidad de crecimiento.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Participaron 1.940 escolares entre 8 y 16 años de seis ciudades colombianas. En cuanto a las variables sociodemográficas la distribución por edad y sexo fue establecida de manera equitativa, datos similares a otros estudios^{21,22}.

En cuanto al historial de fracturas de los escolares valorados, se encontró una prevalencia de fracturas por autorreporte durante el ciclo vital que alcanzó el 15,7%, otros reportes han evidenciado que la prevalencia de lesión esquelética alcanza un 46% en escolares que asisten a consulta médica por trauma y la incidencia de lesión esquelética llega a ser de 20,2 fracturas por cada 1000 habitantes por año²³.

Otros estudios de igual forma encontraron correlación estadísticamente significativa entre los valores del DMO y la edad, altura y peso, datos similares a los encontrados en el presente estudio con las variables anteriormente mencionadas⁴, es decir, se encontró una asociación estadísticamente significativa y su relación fue positiva, para Correa et al.²⁴, en su estudio después de clasificar su población en las categorías en normopeso, sobrepeso y obesidad, encontró que no hubo asociación estadísticamente significativa para la edad, y la altura entre los grupos. Se encontró asociación estadísticamente significativa con el peso y el IMC se concluye que los sujetos con sobrepeso y obesidad tienen mejores niveles de mineralización frente a los que se encuentran en normopeso.

Sierra et al.²⁵, en su investigación no encontraron asociación estadísticamente significativa, entre DMO e IMC, esto lo atribuyen a que la mayor tendencia de los niños con sobrepeso para fracturar sus huesos se deba que son huesos adaptados para cargas musculares y no para cargas estáticas como el peso corporal; además se ha comprobado que los sujetos con sobrepeso tienen menor cantidad de hueso para su peso corporal que los que tienen normopeso.

La DMO aumenta progresivamente con la edad datos similares a lo que se encontró en la investigación realizada por Redón et al.²⁶, quienes argumentan que existe una estrecha relación entre la edad y la DMO ya que a mayor edad aumenta considerablemente esta variable, de igual manera Gómez-Campo⁴ en su estudio encontraron que la DMO aumenta significativamente con la edad y adicional a esto sus valores son mayores en hombres que en mujeres; finalmente Viña et al.²⁷, concluyeron que la DMO es mayor en hombres debido a que son más sensible a los cambios óseos metabólicos, estos datos son coherentes a los encontrados en el presente estudio.

Para la relación entre el DMO y variables de estudio, se evidencio una correlación positiva y estadísticamente significativa para todas las variables: edad, IMC, APVH, y nivel de actividad física, al relacionar estos resultados con los obtenidos en el estudio de Sierra Salinas et al.²⁵, se encuentra coincidencia en los resultados; en el estudio desarrollado por Nava

et al.²⁸, se encontró una correlación estadísticamente positiva en el DMO y el IMC, variable que se asemeja a la encontrada en el actual estudio; para el estudio realizado por Iglesias además los resultados del presente estudio son similares a los obtenidos por el estudio de Molina et al.²⁹ se evidencia una correlación estadísticamente significativa entre el DMO y la realización de la actividad física, resultado que se asemeja al encontrado en el presente estudio.

Se bien la variable ciudad de evaluación mostró correlación entre DMO y las diferentes variables de estudio es de resaltar que al revisar la literatura no se evidencian estudios en este sentido, sería muy interesante avanzar en estudios donde se busque la relación entre DMO y variables como la altimetría y planimetría, que permitan desarrollar esta hipótesis de investigación y se pueda tener una explicación científica, así como se ha demostrado la relación de la altura con otras hormonas³⁰.

Se concluye que, la Densidad Mineral Ósea en escolares se relaciona con variables como el sexo, la edad, el IMC y la práctica de actividad física, en este sentido el diagnóstico e identificación a edades tempranas del estado de la salud ósea, es de suma importancia en las acciones preventivas y la implementación de estrategias de promoción de la salud y prevención de la enfermedad que se lleven a cabo por los sistemas de salud⁹, en especial, teniendo en cuenta el actual panorama de atención en salud.

REFERENCIAS

- Ma NS, Gordon CM. Pediatric osteoporosis: Where are we now? *J Pediatr* [Internet]. 2012;161(6):983–90. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.07.057>
- Kang, M.J., Hong, H.S., Chung, S.J. et al. Body composition and bone density reference data for Korean children, adolescents, and young adults according to age and sex: results of the 2009–2010 Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *J Bone Miner Metab* 34, 429–439 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00774-015-0686-y>
- Stagi S, Cavalli L, Iurato C, Seminara S, Brandi ML, de Martino M. Bone health in children and adolescents: The available imaging techniques. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2013;10(3):166–71.
- Gómez-Campos R, Cofré-Huenul R, Urra-Albornoz C, Luarte-Rocha C, Ibáñez- Quispe V, Cossio Bolaños MA. Bone mineral density in a sample of young Chilean practitioners of different sports. *Salud, Barranquilla* [online]. 2017, vol.33, 1, 48-57
- Sopher AB, Fennoy I, Oberfield SE. An update on childhood bone health: Mineral accrual, assessment and treatment. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2015;22(1):35–40. <https://doi.org/10.1097/MED.000000000000124>.
- 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):1729–39.
- Liphardt AM, Schipilow JD, Macdonald HM, Kan M, Zieger A, Boyd SK. Bone micro-architecture of elite alpine skiers is not reflected by bone mineral density. *Osteoporos Int*. 2015; 26:2309–2317.
- Buttazoni C, Rosengren BE, Karlsson C, Dencker M, Nilsson JÅ, Karlsson MK. A pediatric bone mass scan has poor ability to predict peak bone mass: An 11-year prospective study in 121 children. *Calcif Tissue Int*. 2015;96(5):379–88. <https://doi.org/10.1007/s00223-015-9965-9>
- Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, De Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(4):507–11. <https://doi.org/10.1097/00005768-20010400-00001>.
- Estrada A, Ramnitz SM, Gafni RI. Bone densitometry in children and adolescents. *Curr Opin Obstet Gynecol*. 2014; 26 (5): 339-346.
- Plaza- Carmona M, Martínez-González L. Importancia del ejercicio físico en la salud ósea durante el crecimiento. *Rev. enferm. CyL Vol 8 - Nº 2*; 2016; 18-22
- Saucedo-Molina TJ, Rodríguez Jiménez J, Oliva Macías LA, Villarreal Castillo M, León Hernández RC y Fernández Cortés TL. Relación entre el índice de masa corporal, la actividad física y los tiempos de comida en adolescentes mexicanos. *Nutr Hosp*. 2015;32(3):1082-1090
- Ackerman K, Misra M. Bone Health in Adolescent Athletes with a Focus on Female Athlete Triad. *Phys Sportsmed*. 2011;39(1):131–141.
- Gordon CM, Bachrach LK, Carpenter TO, Crabtree N, El-Hajj Fuleihan G, Kutilek S, et al. Dual energy X-ray absorptiometry interpretation and reporting in children and adolescents: The 2007 ISCD pediatric official positions. *J Clin Densitom Assess Skelet Heal*. 2008;11(1):43–58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocd.2014.01.003>.
- Soininen AM, Eloranta V, Lindi T, Venäläinen N, Zaproudina A, Mahonen TA. Determinants of serum 25-hydroxyvitamin D concentration in Finnish children: the Physical Activity and Nutrition in Children (PANIC) study. *Br. J. Nutr*. 25 (2016) 1–12. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114515005292>.
- Rizzoli R, Bianchi ML, Garabédian M, McKay HA, Moreno LA. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone*. 2010;46(2):294–305. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2009.10.005>.
- Gómez-Campos R, Andruske CL, De 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). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181918>.
- International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometrics assessment. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-0037.2020v22e70517>
- Herazo-Beltrán AY, Domínguez-Anaya R. Confiabilidad del cuestionario de actividad física en niños colombianos. *Rev Salud Pública*

- (Bogota). 2012;14(5):802–9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24652359>.
20. World Health Organization. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Geneva; 2000.
 21. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sport Exerc.* 2002;34(4):689–94. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
 22. Vidarte-Claros JA, Vélez-Álvarez C, Arango- Arenas A, Parra-Sánchez JH. Body composition in Colombian schoolchildren: Differences by sex and age. *Nutr. clín. diet. hosp.* 2019; 39(3):154-161 <http://dx.doi.org/10.12873/393vidarte>
 23. Prieto-Benavides DH, Correa-Bautista JE, Ramírez-Vélez R. Physical activity levels, physical fitness and screen time among children and adolescents from bogotá, Colombia. *Nutr Hosp.* 2015;32(5):2184–92. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9576>.
 24. Correa Rodríguez M, Rueda Medina B, Gonzales Jiménez E, Navarro Pérez C, Schmidt Rio J. Los niveles de mineralización ósea están influenciados por la composición corporal en niños y adolescentes. *Nutr hosp.* 2014; 30 (4): 763-768. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.30.4.7683>.
 25. Sierra Salinas C, Delange Segura E, Blasco J, Navas López V, Barco Gálvez C, Disminución de la densidad mineral ósea y otros factores de riesgo en niños prepuberales con fractura del antebrazo distal. *An Pediatr.* 2009; 71 (5): 383 -890. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2009.07.007>.
 26. Redon A, Rodríguez R, León S, Díez P, Becerra L. Densidad mineral ósea, estado nutricional y fracturas de huesos largos en niños. [consultado 1 oct 2019]; 3(4):168-176.
 27. Viña S, Bueno B, Armada M, Hernández C, Lozano C, Ruibal J, Casado E. Densidad mineral ósea del antebrazo en niños sanos. 2009; 51 (6): 657-663.
 28. Nava-González E, Cerda-Flores R, García-Hernández P, Jasso-de la Peña G, Bastarrachea R y Gallegos-Cabriales E. Densidad mineral ósea y su asociación con la composición corporal y biomarcadores metabólicos del eje insulino-glucosa, hueso y tejido adiposo en mujeres. Mexico. 2015; 151:731-40. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2015/gm156e.pdf>
 29. Molina, E, Ducaud P, Bustamante I, León-Prados, J.A., Otero-Saborido, F.M, y González-Jurado, J.A. Variación en la densidad mineral ósea inducida por ejercicio en mujeres posmenopáusicas. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 15. 2015 527-541. <http://dx.doi.org/10.15366/rimcafd2015.59.008>
 30. Ybañez Julca RO; Llajaruna Acosta A. Efectos de la altura sobre la neuroendocrinología: testosterona, menarquía y menopausia, y estrés oxidativo. *Rev Peru Med Integrativa.*2017;2(2):144-9.