



**ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD ÓSEA EN ESCOLARES ENTRE 8 Y 16 AÑOS DE
LA CIUDAD DE NEIVA**

FT. FRANK ANYELO CASTRO ARISTIZÁBAL

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE SALUD
MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE
MANIZALES
2019**

**ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD ÓSEA EN ESCOLARES ENTRE 8 Y 16 AÑOS DE
LA CIUDAD DE NEIVA**

Autor

FT. FRANK ANYELO CASTRO ARISTIZÁBAL

Proyecto de grado para optar al título de Magíster en Actividad Física y Deporte

Directores

Dr. JOSÉ ARMANDO VIDARTE CLAROS

Dra. CONSUELO VÉLEZ ALVAREZ

Mag. JOSÉ HERNÁN PARRA SÁNCHEZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE SALUD
MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE
MANIZALES**

2019

DEDICATORIA

A mi padre Arquímedes Castro Zamora (Q.E.P.D), por enseñarme el valor del cariño hacia la familia, por conducirme en este camino de ser cada vez una mejor persona y un gran profesional, siempre con la fijación de metas.

A mis abuelos Beatriz Zamora de Castro, Sixto Antonio Castro y Eliseo Aristizábal. (Q.E.P.D).

A Dios, por cada bendición y por mantener encendida en mí la llama de la Fé y su poder.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Marcela Aristizábal Silva por sus diversos sacrificios, muchos de ellos con el único fin de beneficiar a sus hijos.

A mis hermanos Hanyinsham y Yordan Castro Aristizábal por el apoyo incondicional y por ser parte de mi inspiración para lograr mis metas.

A mi esposa Lucy Rojas Cortes, por demostrarme y hacerme saber en tiempos difíciles que estoy hecho para alcanzar lo que sea que me proponga y por su ayuda desinteresada noche a noche en la elaboración de este informe.

A mi amigo fisioterapeuta Juan José Trujillo, por su colaboración en la recolección de la información en cada uno de los colegios.

A todos los coordinadores, entrenadores, profesores de cada una de las instituciones participantes por su colaboración y compromiso en el desarrollo de esta investigación.

RESUMEN

Objetivo: Determinar las variables predictoras de la salud ósea en escolares entre 8 y 16 años de la ciudad de Neiva. **Metodología:** Estudio descriptivo- transversal con una fase comparativa y predictiva con 306 participantes escolares entre los 8 y 16 años de los colegios públicos y privados de la ciudad de Neiva-Huila. Se indago acerca de la actividad física mediante el cuestionario PAQ-C y la Densidad Mineral Ósea (DMO) mediante antropometría, lo que permitió determinar las variables predictoras de la salud ósea en los escolares. **Resultados:** La relación, según sexo fue 1:1, con una edad media de $12,00 \pm 2,58$ años, el estrato socioeconómico, se halló que 6 de cada 10 estudiantes correspondían al estrato 2. Con relación al nivel educativo en mayor porcentaje se encontraban estudiantes de nivel medio, seguido de primaria. El IMC tuvo una media de $20,39 \pm 3,90$ kg/m². Cuando se asociaron las variables y el DMO se evidenció que existe asociación estadísticamente significativa con las variables Sexo ($p < 0.000$), Edad ($p < 0.009$), Altura sentado ($p < 0.000$), Longitud de antebrazo derecho ($p < 0.000$), Diámetro de fémur ($p < 0.000$) y Velocidad pico de crecimiento ($p < 0.000$). **Conclusiones:** El 47.7% de los escolares presentaron niveles de actividad física bajo. Las variables que tuvieron asociación estadísticamente significativa con el DMO fueron: sexo, edad, altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro de fémur y velocidad pico de crecimiento.

Palabras claves: Actividad Física, densidad mineral ósea, (Fuente: Dec`s)

ABSTRACT

Objective: To determine the predictive variables of bone health in schoolchildren between 8 and 16 years old from the city of Neiva. **Methodology:** Descriptive-cross-sectional study with a comparative and predictive phase with 306 school participants between the ages of 8 and 16 from public and private schools in the city of Neiva-Huila. We inquired about physical activity through the PAQ-C questionnaire and Bone Mineral Density (BMD) through anthropometry, which allowed determining the predictive variables of bone health in schoolchildren. **Results:** The ratio, according to sex was 1: 1, with an average age of 12.00 ± 2.58 years, the socioeconomic stratum; it was found that 6 out of 10 students corresponded to stratum 2. In relation to the higher educational level Percentage were students of medium level, followed by elementary school. The BMI had an average of 20.39 ± 3.90 kg / m². When the variables and BMD were associated, it was evidenced that there is a statistically significant association with the variables Sex ($p < 0.000$), Age ($p < 0.009$), Sitting height ($p < 0.000$), Right forearm length ($p < 0.000$), Femur diameter ($p < 0.000$) and Peak growth rate ($p < 0.000$). **Conclusions:** 47.7% of schoolchildren presented low levels of physical activity. The variables that had a statistically significant association with BMD were: sex, age, sitting height, right forearm length, femur diameter and peak growth rate.

Keywords: Physical Activity, Bone Mineral Density, (Source: Dec`s)

CONTENIDO

1	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1	Planteamiento del problema	14
1.2	Pregunta de investigación	17
2	JUSTIFICACIÓN.....	18
3	REFERENTE TEÓRICO.....	22
3.1	Salud ósea en niños y adolescentes	22
3.2	Densidad Mineral Ósea.....	23
	Densitometría ósea	24
3.3	Antropometría.....	27
3.4	La actividad física y su relación con la densidad mineral ósea	28
4	OBJETIVOS.....	32
4.1	Objetivo General.....	32
4.2	Objetivos Específicos	32
5	METODOLOGÍA	33
5.1	Tipo de estudio	33
5.2	Población	33
5.3	Criterios de Selección	33
	5.3.1Criterios De Inclusión.....	33
	5.3.2Criterios De Exclusión.....	33
5.4	Muestra	34
5.5	Variables	34
5.6	Técnicas e instrumentos.....	37
5.7	Procedimiento	41
5.8	Plan de análisis	42
6	RESULTADOS.....	44
6.1	Análisis univariado	44
6.2	Análisis bivariado	48
6.3	Análisis multivariado.....	52

7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
8 CONCLUSIONES	60
9 RECOMENDACIONES	61
10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Variables asumidas para el muestreo	34
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	35
Tabla 3 Distribución de la población según variables sociodemográficas.....	44
Tabla 4 Distribución de la población según antecedente de fractura, consumo de medicamentos y suplementos	44
Tabla 5 Distribución de la población participante según el nivel de actividad física	45
Tabla 6 Distribución de la población participante acorde al nivel de actividad física según el sexo y edad	45
Tabla 7 Descriptivos de las variables antropométricas en la población participante en el estudio.....	46
Tabla 8 Distribución del DMO según el sexo y la edad de la población participante en el estudio.....	47
Tabla 9 Descriptivos de la VPC según el sexo y la edad de la población participante en el estudio.....	48
Tabla 10 Tabla resumen. Asociación entre el nivel de actividad física y las variables sociodemográficas.. ..	48
Tabla 11 Pruebas de normalidad	49
Tabla 12 Coeficiente de correlación entre la DMO y las variables de estudio	49
Tabla 13 Relación entre el DMO y las variables de estudio (U de Mann-Whitney).....	50
Tabla 14 Relación entre el DMO y las variables de estudio (Kruskal-Wallis)	51

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Consentimiento informado.....	77
Anexo 2 Instrumento de recolección de información.....	79
Anexo 3 Protocolo por antropometría.....	83
Anexo 4 Tablas complementarias Resultados SPSS.....	87

PRESENTACIÓN

A continuación, se presenta el informe final de investigación para obtener el título de magíster en Actividad física de la universidad Autónoma de Manizales. Este trabajo hace parte del macroproyecto titulado Actividad Física y salud ósea en escolares entre 8 y 16 años. estudio multicéntrico, macroproyecto adscrito a la línea de investigación en actividad física del grupo de investigación Cuerpo Movimiento de la UAM y realizado con 12 estudiantes de la cohorte III de la maestría en Actividad Física y deporte, en 6 municipios de Colombia. Se indago sobre la actividad física por medio del cuestionario PAQ-C y las variables predictoras de la salud ósea por medio de la densidad mineral ósea determinada por antropometría.

INTRODUCCIÓN

El presente documento da cuenta del proceso investigativo llevado a cabo en la maestría en Actividad física y deporte de la universidad Autónoma de Manizales. Para ello se construyó el proyecto titulado “Actividad física y salud ósea en escolares entre los 8 y 16 años de la ciudad de Neiva. Estudio multicéntrico”.

Los elementos investigativos de esta investigación representan el abordaje operativo de la investigación y posibilitaron el alcance de la misma. A continuación, se establecen cada uno de ellos:

Inicialmente se presenta el área problemática donde se evidencian los vacíos del conocimiento encontrados mediante la búsqueda exhaustiva de antecedentes, los cuales permitieron el planteamiento de la pregunta de investigación, originada de esa realidad que se abordó. Luego se plantean los objetivos tanto general como específicos que dieron razón del camino a desarrollar y el alcance investigativo.

En el apartado de la metodología, se presentan cada uno de los elementos constitutivos de esta, los cuales muestran los caminos metodológicos abordados en la investigación y donde de manera específica se muestran además del diseño muestral, los procedimientos y criterios tenidos en cuenta para la investigación.

En el referente teórico desarrollado se establecen las siguientes temáticas: La densidad mineral ósea (DMO), que se refiere a la cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso. Este tejido es sensible a diversos estímulos mecánicos, principalmente a los resultantes de la gravedad y las contracciones musculares y que para su evaluación se utilizó la antropometría, la cual se da por medio del estudio de las dimensiones y medidas humanas con el propósito de comprender los cambios físicos del hombre y las diferencias entre sus razas y sub-razas, así como la composición del cuerpo humano en diferentes edades y distintos grados de nutrición.

Posteriormente, se presentan los resultados de la investigación, los cuales a partir del análisis estadístico univariado, bivariado y multivariado muestran lo obtenido y planteado en los objetivos específicos. Se resalta como el análisis univariado propicia resultados descriptivos, desde lo bivariado se hacen las asociaciones propias de la investigación y que permitieron el alcance del análisis multivariado a partir del modelamiento establecido.

Por último, se plantean la discusión de los resultados donde se resaltan y contrastan estos con lo encontrado en otras investigaciones y posibilitaron establecer el avance científico en la temática. Las conclusiones derivadas de la investigación y las recomendaciones que orientan lo obtenido en esta y dan pautas para continuar en el avance investigativo.

1 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Son diferentes los estudios que evidencian como la base para una buena salud ósea está dada a partir de un desarrollo adecuado del contenido mineral óseo y esto se marca en las primeras edades, donde, es relevante la vigilancia del crecimiento y maduración del sistema esquelético (1-7). El diagnóstico de la salud ósea es importante ya que 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, por tanto, el poder determinar la masa mineral ósea permite tener adecuados diagnósticos de la salud mineral ósea en el infante y la masa mineral ósea máxima óptima es el mejor medio de prevenir la osteoporosis en la edad adulta (8- 10).

La DMO se refiere a la cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso. Este tejido es sensible a diversos estímulos mecánicos, principalmente a los resultantes de la gravedad y las contracciones musculares (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 por lo general se presenta entre la segunda y tercera década de vida (12). En ese contexto, la etapa de la adolescencia es considerada como un momento crítico para la adquisición de masa ósea (13), puesto que se producen cambios significativos durante el proceso de crecimiento y la maduración biológica. La valoración de la DMO durante la maduración presenta la mejor oportunidad.

Así mismo, son muchos los factores que influyen en la mineralización de los huesos en la infancia y la adolescencia, entre los cuales se incluyen, factores no modificables (sexo, edad, grupo étnico, herencia, menopausia, fenotipo pequeño) otros que son susceptibles de cambio (factores nutricionales, estilo de vida, peso bajo, caídas, tabaco, alcohol, café, medicamentos) sobre los cuales sí se puede actuar (14 -18).

La actividad física desempeña un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y disminuye el riesgo de obesidad, actuando en la regulación del balance energético y preservando o manteniendo la masa magra en detrimento de la masa grasa (19, 20). Así mismo, la actividad física como medio para aumentar las ganancias óseas es un factor importante, pero también se plantea, ¿cuál etapa del ciclo de vida es la más acorde para ejercer este estímulo. Las edades ideales para estimular el hueso a través del ejercicio físico y obtener respuestas óseas positivas son la infancia y la adolescencia, argumentando que el pico de masa ósea se alcanza cerca del 90% a los 20 años, tanto en hombres como en mujeres, siendo la edad más adecuada para generar cambios positivos en el hueso (21).

Diferentes estudios muestran los beneficios y efectos de la actividad física y del deporte sobre la DMO, entre los cuales se encuentran esfuerzos físicos que conllevan cargas de alto impacto durante su ejecución (saltos, carreras, giros, cambios de dirección...), que realizadas antes de la maduración del esqueleto, tienen una gran influencia en el crecimiento de la masa ósea y aquellas que implican la utilización de la masa muscular influyen sobre el incremento de la fuerza y esto es factor de reducción de la incidencia de fracturas y la reducción en un 40% del riesgo de sufrir osteoporosis a lo largo de la vida, además de otras ganancias no solo mejora la DMO sino también el equilibrio, la marcha, la coordinación, la fuerza muscular y el tiempo de reacción, todos ellos factores que reducen el riesgo de caídas y de fracturas, que es el desenlace más dramático de la osteoporosis (22-25). También se resalta como algunas modalidades deportivas tales como el fútbol (6, 24), baloncesto o voleibol entre otras (7), poseen un alto contenido osteogénico, debido a las constantes fuerzas de reacción que se producen entre el niño y la superficie de juego, durante su desarrollo (26-28).

El ejercicio controlado, junto a una dieta equilibrada que reduzca el consumo de sodio y cubra los requerimientos diarios de calcio y vitamina D, puede contribuir significativamente a la prevención de sintomatología y desarrollo de enfermedades como la tan temida osteoporosis. Los factores nutricionales son importantes como reguladores de la masa ósea, a través de distintos mecanismos: proporciona vitaminas, sales minerales de calcio, fósforo y magnesio, interacciona con hormonas y factores locales de crecimiento para la

mineralización y crecimiento del hueso, y aporta nutrientes energéticos necesarios para la síntesis de la matriz del cartílago y del hueso (29, 30).

El aporte nutricional en los deportistas es determinante para su rendimiento profesional. Dicho aporte pudiera verse comprometido si no están bien informados sobre las dietas equilibradas en energía y nutrientes. Muchos factores intervienen en que sus dietas sean inadecuadas; entre ellos, la falta de controles y asesoramiento apropiado (31). Las necesidades energéticas de los deportistas infantiles y juveniles no han sido muy estudiadas. Los deportistas más jóvenes difieren de los de edades superiores en cuanto a sus necesidades específicas, ya que necesitan un mayor consumo de proteínas por kilogramo de peso corporal; además, aquéllos utilizan como combustible un mayor porcentaje de grasa durante el entrenamiento (32, 33).

El consumo de dietas bajas en energía conducirá de manera inevitable a deficiencias nutricionales, entre ellas de calcio. Esto dará lugar a una alta incidencia de fracturas por estrés cuando el aporte de este elemento en la dieta es deficitario (13). Para deportistas de alto nivel una ingesta deficitaria de calcio conlleva a mayor riesgo de fracturas, ya que en la adolescencia el consumo de calcio es necesario para conseguir un pico máximo de mineralización ósea.

La evaluación de la DMO 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 posteriormente (34). En este contexto, la absorciometría de rayos X de energía dual se ha convertido en el estándar de oro para medir la DMO y el CMO de niños y adolescentes en todo el mundo. Esto se debe a su velocidad, alta precisión, seguridad, baja emisión de radiación, amplia accesibilidad y alto índice de reproductibilidad (99%), su escaso error de precisión (1%), el limitado tiempo que se precisa para su realización (3-5 minutos) y su mínima dosis de radiación (0,02% de límite anual) establecido para la población (35). 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

(36, 37), aspectos que hoy pueden considerarse como limitantes para su uso y aplicación para ciertos contextos socioculturales, además, puede proporcionar resultados contradictorios cuando es utilizado por países que no tienen estándares nacionales disponibles.

En Chile Gómez- Campos et al, han planteado 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 sexo (38). 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, el diámetro del fémur y la velocidad pico de crecimiento fueron variables que predijeron la DMO y el CMO en niños y adolescentes de ambos sexos, donde a partir de cuatro modelos propuestos se encontró 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% son estrechos y los coeficientes de correlación son altamente significativos, estos apoyaron la reproducibilidad de las ecuaciones propuestas y por tanto, con base en las cuatro ecuaciones para estimar la salud ósea, se desarrollaron percentiles para cada edad y sexo. Las conclusiones del estudio de Chile (38) permiten establecer la hipótesis de cómo los años de velocidad pico de crecimiento (VPC) basados en variables antropométricas, longitud del antebrazo y diámetro del fémur además de predecir la salud ósea de niños y adolescentes sirve para correlacionar DMO y CMO respecto variables definidas en función a la edad y el sexo en adolescentes colombianos.

De acuerdo con los anteriores planteamientos surge la siguiente pregunta de investigación.

1.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las variables predictoras de la salud ósea en escolares entre 8 y 16 años de la ciudad de Neiva?

2 JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la salud ósea en niños y adolescentes es importante, puesto que permite identificar aquellos que pueden estar con bajos niveles de acumulación de mineral óseo, o con riesgo futuro de padecer osteoporosis, debido a posibles bajas densidades de mineralización ósea. Permitiendo tener una referencia nacional y de igual forma determinar la correlación buscada, así de esta manera tener un sustento actual y científico determinante en futuros problemas de salud, fortaleciendo la prevención a través de la obtención de datos referenciales y el resultado determinante en el aporte a las políticas en la salud pública (38).

Determinar la DMO en niños y adolescentes a partir de los hallazgos del estudio de Gómez-Campos et al (38) donde la antropometría juega un papel importante es muy relevante, ya que permite establecer que los usos de estos instrumentos no invasivos ayudan a identificar a los niños con posibles problemas subyacentes en la mineralización ósea durante la etapa de crecimiento y la maduración biológica, resultados que pueden ser utilizados e implementados en contextos clínicos y epidemiológicos durante la infancia y la adolescencia. Además, esta nueva manera de evaluación de la DMO donde las referencias basadas en variables antropométricas reducen drásticamente los costos y su uso e implementación puede ser ventajoso para las clínicas de salud y las instituciones educativas, donde los recursos y la infraestructura son limitados, ya que como bien se ha planteado las formas de evaluación tradicional de la salud ósea en muestras pediátricas de varios países del mundo (39-42) utilizaron equipos sofisticados y costosos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) propone que la actividad física, como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos exige un gasto de energía (43), además hoy se ha convertido en una estrategia de promoción de la salud, para ello establece una serie de beneficios que se pueden obtener a partir de su práctica. Por su parte Peña sugiere que las edades ideales para estimular el hueso a través del ejercicio físico y obtener respuestas óseas positivas son la infancia y la adolescencia, argumentando que el pico de masa ósea se alcanza cerca del 90% a los 20 años, tanto en hombres como en mujeres (44).

De igual forma las investigaciones realizadas por Reuter en 2012 demostraron que los estudiantes que realizaban mayor actividad física presentaron mayor masa magra, menor tejido graso y la DMO fue mayor en diferentes puntos del cuerpo, como el cuello femoral, el fémur total y el cuerpo total, tanto en hombres como en mujeres (45).

En este sentido la realización de la presente investigación busca evidenciar como los niveles de actividad física en los escolares y la ingesta nutricional determinan en gran medida la salud ósea de los mismos, ya que al identificar la densidad mineral ósea de los participantes, se podrán aportar nuevos elementos científicamente validados para incentivar la realización de la actividad física a edades tempranas, y generar conciencia de los resultados de ésta en el fortalecimiento de los huesos, su crecimiento y la importancia de la reserva de calcio para edades futuras, de tal forma que se pueda así prevenir la osteoporosis en la edad adulta, ya que en las personas mayores una de las causas de la pérdida de calcio se produce por la falta de ejercicio (46).

El uso de percentiles basados en variables antropométricas simples y el control de la maduración somática mediante la VPA podrían servir para ayudar a los profesionales e investigadores a mejorar la atención de la salud ósea de niños y adolescentes. Además, esto para comparar y clasificar a los niños según los puntos de corte establecidos (normal, osteopenia y osteoporosis). Estos valores de referencia deberían mostrar aplicaciones prácticas para detectar anomalías esqueléticas en niños y adolescentes.

Se evidencia un vacío en el conocimiento en el área para el caso colombiano y seguramente los resultados podrán fundamentar procesos de promoción de la salud en una población que ha sido valorada y reconocida como la más importante en la escala de desarrollo humano desde lo biológico y psicosocial. Este proyecto se articuló a la línea de investigación “actividad física y deporte” del grupo de investigación Cuerpo Movimiento de la UAM, puesto que se dirige a la valoración de la salud ósea de los escolares a través de medios y métodos antropométricos, fortaleciendo los procesos que tienen que ver con actividad física y deporte, y, con la posibilidad de establecer posibles predictores de la salud ósea.

El desarrollo de este trabajo pretende establecer los percentiles predictivos de salud ósea en la población participante, y dado que es un estudio multicéntrico los resultados generados en el momento de su consolidación aportarán elementos a nivel nacional para la toma de decisiones en relación a la actividad física en la población escolar y adolescentes y su importancia en función del desarrollo antropométrico.

La viabilidad de ésta propuesta se expresa en que se contó con los recursos humanos y materiales para el logro de los objetivos, además, del interés en función de los resultados que ésta pueda brindar como aporte a la maestría de actividad física y deporte, y a la línea de investigación en la cual se inscribe, éstos pueden articularse al currículo del programa y a los trabajos de proyección derivados de la línea enmarcados en la importancia de promover la adopción de aquellas medidas preventivas y terapéuticas encaminadas a promover una salud ósea óptima durante la infancia y adolescencia a través de la actividad física y el deporte tal como lo afirma Sopher (47).

La participación en el estudio fue totalmente voluntaria, previa autorización a través de la aceptación y firma de un consentimiento y asentimiento informado (los cuales fueron aceptados por el comité de ética de la universidad Autónoma de Manizales) por parte de los padres de familia o acudientes de los participantes (anexo 1). La información recogida se usó solo para fines investigativos preservando los principios de integridad e intimidad de las personas. Toda la información obtenida y los resultados de la investigación fueron tratados confidencialmente y quedaron archivados en papel y medio electrónico en la Universidad por los responsables del proyecto.

Los escolares participantes tuvieron la posibilidad de retirarse voluntariamente en cualquier fase del proceso de evaluación, igualmente, el presente estudio se consideró como investigación con riesgo mínimo” de acuerdo al artículo 11 de la resolución 008430 de 1993 del ministerio de salud colombiano, ya que se emplearon pruebas de evaluación no invasivas, que no atentaron contra la integridad física y moral de los escolares participantes del estudio. Adicionalmente esta investigación cumplió con los principios enunciados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (4), Por otra parte, se respetaron los derechos

de autor de los diferentes insumos teóricos y evaluaciones utilizadas, citando las respectivas referencias bibliográficas.

3 REFERENTE TEÓRICO

3.1 Salud ósea en niños y adolescentes

Al hablar de salud ósea es necesario tener presente cómo los estilos de vida juegan un papel importante en la etapa de crecimiento en los niños por cuanto desarrollan las bases para una buena salud en edades futuras. Una adecuada alimentación, descanso y ejercicio físico, son elementos esenciales para el desarrollo infantil. Llevar a cabo un estilo de vida activo en edades tempranas, participando en actividades físico-deportivo en las que se produzcan impactos y fuerzas que generen estímulos en la masa ósea, va a permitir garantizar un capital mayor que asegure la reducción de problemas del mismo en la etapa adulta (48).

Moreno et al, plantean como la articulación de actividades físico deportivas y una adecuada alimentación reduce el riesgo de padecer diferentes enfermedades como la osteoporosis, la obesidad, la hipertensión arterial, la diabetes y problemas cardiovasculares (49), y otras enfermedades como el incremento en las fracturas óseas (50), debido a que cada día los niños realizan menos actividad física lo que conlleva a la posibilidad de poseer una baja en la DMO (51, 52), siendo la adolescencia una de las etapas más sensible en el desarrollo óseo de los sujetos y donde en gran porcentaje los recursos óseos en la edad adulta han sido obtenidos en éstas etapas (53, 54).

Es importante destacar como, a pesar de que el pico de masa ósea se alcanza alrededor de los 25-30 años, es en la adolescencia donde se aprecian las mayores ganancias en la masa ósea, especialmente entre los 11 y 14 años en el caso de las chicas y entre los 14 y 16 en el caso de los chicos, pudiendo alcanzar hasta un 51% del pico de masa ósea en este periodo de desarrollo puberal (55). Dentro de las enfermedades óseas es importante destacar la osteoporosis como uno de los mayores problemas de salud para el mundo, tanto por su extensión como por sus consecuencias socioeconómicas. El riesgo de presentar una fractura osteoporótica a lo largo de la vida es de aproximadamente del 40%. Se estima que para el año 2050, la incidencia en todo el mundo de fractura de cadera aumentará un 310% en varones y un 240% en mujeres, alcanzando valores entre 4.5 y 6.3 millones de fracturas

anuales (50), por tanto, es importante para la salud ósea el desarrollo de hábitos higiénico-dietéticos correctos durante la infancia y la adolescencia (56).

3.2 Densidad Mineral Ósea

La DMO se refiere a la cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso. Este tejido es sensible a diversos estímulos mecánicos, principalmente a los resultantes de la gravedad y las contracciones musculares (57). De hecho, se consideran como principales factores determinantes de la masa ósea máxima, la genética, el estado hormonal, ingesta de calcio y la actividad física (57, 58).

Durante la fase de crecimiento, la DMO aumenta progresivamente en los hombres, llegando a alcanzar, al final de la adolescencia, cerca del 95% (59), además el pico de masa ósea por lo general se presenta entre la segunda y tercera década de vida (60). En ese contexto, la etapa de la adolescencia es considerada como un momento crítico para la adquisición de masa ósea (61), puesto que se producen cambios significativos durante el proceso de crecimiento y la maduración biológica.

Lo anterior pone en evidencia la relevancia de una valoración de la DMO durante la maduración como una oportunidad para ganar densidad ósea, así como también para modificar el tamaño del esqueleto y su arquitectura en respuesta a las cargas mecánicas (59). Además, puede ser la mejor época para apostar estrategias de prevención primaria que reduzcan la presencia de osteoporosis en la edad adulta (61, 62). En general, se acepta que el desarrollo adecuado del contenido mineral óseo durante el crecimiento y la maduración biológica es clave para la salud del esqueleto durante la vida adulta (63).

Los métodos de cuantificación de la masa ósea más utilizados son los indirectos, entre los cuales se encuentran: la histología/histomorfometría, la micro tomografía y la micro resonancia magnética y los indirectos como la radiología simple (cualitativa), los índices radiológicos (Shing, Meunier), radiogrametría índices de Nordin-Barnet, Morgan..., técnicas densitométricas, técnicas densitometría fotónica dual (DFD), axiales: tomografía axial

cuantitativa (TAC), la densitometría radiológica de doble energía (DRDE) (columna lumbar, cadera), las técnicas de densitometría radiológica monoenergética periféricas: (DRMP), Densitometría fotónica simple (DFS), DFD periférica (DFDP) (radio, calcáneo, falanges), tomografía periférica cuantitativa (TPC), ultrasonidos cuantitativos (UC) y radiogrametría digital cuantitativa (RDC)

Densitometría ósea.

La evaluación indirecta cuantitativa se puede llevar a cabo mediante diferentes técnicas densitométricas que se fundamentan en la alteración que produce el tejido óseo mineralizado sobre agentes físicos. Por su aplicación clínica, se pueden clasificar entre las que permiten evaluar hueso axial y las que exploran huesos periféricos ya que, por la metodología que emplean, no pueden acceder a huesos con abundante tejido blando adyacente (64).

Todas las técnicas han mostrado cierta capacidad de predecir el riesgo de fractura (64). La capacidad de predicción del riesgo de fractura de la masa ósea evaluada por densitometría en diferentes sectores anatómicos se asocia a un mayor riesgo relativo de fractura en el mismo lugar anatómico donde se ha evaluado la misma. Pero, como puede observarse en el metaanálisis de Marshall, el riesgo relativo asociado a la predicción de cualquier tipo de fractura es muy similar (1,5 veces por cada desviación estándar que disminuye la masa ósea) con todas las técnicas, tanto axiales como periféricas (65).

Las técnicas axiales (DRDE: densitometría radiológica de doble energía X-ray; TAC: tomografía axial cuantitativa) permiten explorar vértebras y cadera. Mientras la TAC permite sustraer y analizar el hueso trabecular puro, mediante la DRDE se debe evaluar conjuntamente. La DRDE se ha impuesto como técnica densitométrica por diferentes razones: permite explorar los sectores anatómicos donde asientan las fracturas osteoporóticas epidemiológicamente más relevantes, columna vertebral y extremo proximal del fémur, tiene una excelente precisión que permite un control evolutivo en un plazo razonable, la evolución de la masa ósea en esos sectores con la edad es concordante con la epidemiología de la enfermedad, permite observar la respuesta terapéutica de la masa ósea, en huesos periféricos

puede no observarse cambios en enfermos con respuesta axial y disminución del riesgo de fractura (65).

Los diferentes densitómetros DRDE se basan en el mismo principio: generación de una imagen digitalizada en función de la atenuación de dos haces colimados de rayos X, de alta y baja energía, de un determinado sector anatómico. Aunque existen diferencias en los tipos de filtros, número de detectores y emisores de rayos X, sistema de calibración y algoritmos para la selección de áreas de interés, son estos dos últimos los responsables de que no sean idénticos los valores obtenidos por densitómetros de diferentes casas comerciales (65).

El cálculo de la densidad se realiza a través de un proceso matemático que se inicia con la diferenciación del tejido óseo respecto a los tejidos blandos –diferencial de la captación del haz de baja y alta energía–, determinación del área explorada (cm), determinación del contenido mineral (CMO, g) y con el cociente de ambos se obtiene la densidad por unidad de superficie (DMO, g/cm²) en cada subsector de la región ósea explorada (66).

Existen programas específicos para la exploración lateral de la columna lumbar, del antebrazo, exclusión de material protésico, análisis de escoliosis, huesos pequeños (que permite su utilización con animales de experimentación), así como densitómetros que permiten la exploración del cuerpo entero aportando información no sólo de la densidad mineral ósea sino también de la composición corporal de los tejidos blandos. Los tiempos de exploración se sitúan entre 8 y 15 minutos, si bien existen modos para realizar la densitometría, hay que tener en cuenta los posibles factores que pueden influir en la correcta interpretación clínica de la misma: correcta colocación del paciente y selección de las áreas de interés (dependientes del técnico que realiza la exploración, evaluables mediante la inspección de la imagen) y, muy importantes, los dependientes del sujeto (66).

Una vez obtenida la DMO en un determinado sujeto, ésta debe ser considerada en función de los valores de su población control, bien sea respecto al pico de masa ósea de la población joven sana (puntuación T) o bien respecto a su grupo de edad y sexo (puntuación Z). En ambos casos se transforma el valor de la DMO en desviaciones estándar respecto al valor medio poblacional. La estandarización debe realizarse utilizando valores poblacionales

válidos, a ser posible, de la misma población estudiada. (66, 67), según estos autores las fórmulas utilizadas para alcanzar dichos valores son:

$$\text{Puntuación T} = \frac{\text{DMO sujeto} - \text{DMO "pico de masa ósea"}}{\text{Desviación estándar del "pico de masa ósea"}}$$

$$\text{Puntuación Z} = \frac{\text{DMO sujeto} - \text{DMO media para su edad y sexo}}{\text{Desviación estándar de su grupo de edad y sexo}}$$

Algunos estudios donde se muestra relevancia sobre el análisis de la DMO y el CMO en niños, desde la utilización de absorciometría (DRDE) (68), buscó fue detectar DMO y CMO en niños saludables y así poder detectar su relación con medida antropométrica, a partir del estudio de factores que afectan sus cambios especialmente el calcio sérico, los niveles de vitamina D; concluye como la densidad ósea promedio (DMO) de niños y adolescentes saludables es menor que el de otros países como Estados Unidos, Brasil y los Iraníes. Se encontró en 2.3% de niñas especialmente en la adolescencia. Los niños tienen más DMO y CMO que las niñas en todos los grupos de edad. El peso, la altura, el índice de masa corporal (IMC) son buenos predictores para cambios la DMO y el CMO durante un período de crecimiento. La Vitamina D en este estudio muestra menos efecto en los cambios en la DMO y CMO.

Así mismo el estudio realizado por Hao Xu et al, (69), muestra como la DMO de la mano en adultos se correlacionó significativamente con varios sitios esqueléticos, incluido el cuerpo total. Sin embargo, aún no se han explorado las relaciones entre las mediciones de la mano y del hueso corporal total para los niños. Se realizó un estudio de corte transversal con 892 niños chinos normales (511 varones, 381 mujeres) entre 5 y 14 años mediante la medición de la DMO y el CMO en la mano total, extremidad superior, cuerpo subtotal y cuerpo total usando DRDE, encontrándose que la mano DMO y CMO aumentaron con la edad para ambos sexos. Las niñas tenían significativamente mayor DMO y CMO de la mano que los hombres. La edad explicó más varianza en la mano DMO. En este estudio se muestra la relevancia de

la exploración DRDE de mano como una herramienta nueva para la evaluación clínica del hueso y de la salud en los niños.

3.3 Antropometría

La antropometría corresponde a la sub-rama de la antropología biológica o física que estudia las medidas del hombre (70,71). Se refiere al estudio de las dimensiones y medidas humanas con el propósito de comprender los cambios físicos del hombre y las diferencias entre sus razas y sub-razas, así como la composición del cuerpo humano en diferentes edades y distintos grados de nutrición (72). Además de las variaciones de las dimensiones del cuerpo humano de acuerdo al sexo, edad, raza, nivel socioeconómico, etc. (72). Estas dimensiones son de dos tipos importantes: estructurales y funcionales. Las estructurales son las de la cabeza, troncos y extremidades en posiciones estándar. Mientras que las funcionales o dinámicas incluyen medidas tomadas durante el movimiento realizado por el cuerpo en actividades específicas (71, 72). Su objetivo principal es determinar la masa corporal expresada por el peso, las dimensiones lineales como la estatura, la composición corporal y las reservas de tejido adiposo y muscular estimadas por los distintos tejidos superficiales: masa grasa y masa magra (71).

Como se ha planteado inicialmente el proceso de evaluación por antropometría en el presente estudio se apoya en las variables desarrolladas en el estudio de Gómez Campos (38), quienes hipotetizaron que los años de VPC basados en variables antropométricas, longitud del antebrazo y diámetro del fémur podrían predecir la salud ósea de niños y adolescentes. Además, la creación de percentiles basados en el método LMS pueden contribuir a diagnosticar, clasificar y monitorear DMO y CMO en función de la edad y el sexo tiene su relevancia en la medida que se plantea.

Lo anterior refiere entonces que serán variables del estudio desde la antropometría, la altura vertical, la altura sentada (altura del tronco cefálico), la longitud del antebrazo (m) o la distancia entre los puntos cabeza y estiloide radial, el diámetro del fémur biepicondilar (cm), bajo el protocolo estandarizado del "grupo de trabajo internacional de la cineantropometría"

descrito por Ross y Marfell-Jones (73). Además, se medirán las variables IMC calculado a partir de la fórmula estandarizada masa corporal (kg) / altura 2(m) y la maduración biológica (74)

3.4 La actividad física y su relación con la densidad mineral ósea

Además de todos los beneficios que se suceden en el organismo a partir de la práctica de la actividad física, es de resaltar como ésta se convierte en un determinante mayor de la masa ósea, ya que ayuda a regular la síntesis del componente orgánico de la matriz ósea, el depósito de sales minerales, la orientación espacial de las fibrillas de colágeno mineralizadas y la orientación espacial de la arquitectura ósea. Sus efectos van encaminados a optimizar la fuerza y la resistencia del hueso frente a los microtraumatismos y macrotraumatismos a los que está continuamente sometido, así mismo una inmovilización prolongada conlleva a una disminución de la DMO (75, 76). Mientras que el ejercicio físico continuado provoca un incremento en la DMO, sin que se conozcan bien los mecanismos a través de los cuales se producen estos cambios (77), está totalmente corroborado que los niños y adolescentes con actividad física apreciable tienen valores mayores de DMO que aquellos que tienen una actividad sedentaria. Las atletas de élite, corredoras y gimnastas, incluso a pesar de presentar cierto grado de hipogonadismo, tienen valores de densidad mineral ósea superiores a los individuos sedentarios (78).

Estudios controlados en adolescentes con diversos grados de actividad física han mostrado que el ejercicio prolongado estimula la aposición de masa ósea. Ciertos datos experimentales apuntan en el sentido de que el ejercicio estimula la formación ósea e inhibe la resorción ósea (79) y el aporte nutricional en los deportistas juega de igual manera un papel determinante para su rendimiento profesional. Dicho aporte pudiera verse comprometido si no están bien informados sobre las dietas equilibradas en energía y nutrientes. Muchos factores intervienen en que las dietas sean inadecuadas; entre ellos, la falta de controles y asesoramiento apropiado (80).

Otros estudios muestran como actividades físicas como la danza clásica, gimnasia rítmica, deportistas de triatlón y jóvenes sedentarias (grupo control), mediante encuestas de registro de alimentos consumidos durante cinco días (80), donde se pudo comprobar que el grupo de bailarinas, gimnastas y sedentarios consumieron dietas hipoenérgicas con respecto a la cantidad diaria recomendada (CDR) (81) para esa edad. Dicha energía procedía sobre todo de los hidratos de carbono en el grupo que entrenaba resistencia (triatlón), al igual que el grupo de bailarinas y gimnastas, aunque con menor aporte. En las sedentarias el aporte se hacía a expensas de las grasas. En todas las deportistas el consumo de proteínas fue adecuado (80).

Por tanto, el consumo de dietas bajas en energía conducirá de manera inevitable a deficiencias nutricionales, entre ellas de calcio. Esto dará lugar a una alta incidencia de fracturas de estrés cuando el aporte de este elemento en la dieta es deficitario (82). Para deportistas de alto nivel una ingesta deficitaria de calcio conlleva a mayor riesgo de fracturas, ya que en la adolescencia el consumo de calcio es necesario para conseguir un pico máximo de mineralización ósea. Sin embargo, existen más factores que intervienen en la mineralización ósea, como son: la edad, el IMC, el desarrollo puberal, el tipo de hueso cortical o trabecular, el ejercicio físico y las características del mismo, y la presencia de alteraciones menstruales (83).

La deficiencia de calcio en la dieta está ampliamente descrita (16), y dependiendo del ejercicio físico realizado tendrá más o menos repercusiones. Por tanto, es imprescindible un adecuado asesoramiento nutricional. De ahí que se haya recomendado el aporte de calcio en cantidades mayores de 1.500 mg/día para los colectivos de mujeres que presenten alteraciones menstruales o trastornos del comportamiento alimentario (17).

El ejercicio constituye probablemente el estímulo más importante en el crecimiento y remodelación del hueso, contribuyendo además la presión y la tensión muscular y como se ha venido mencionando la actividad física contribuye al depósito de sales minerales, a la síntesis del componente orgánico de la matriz trabecular y a optimizar la fuerza y la resistencia del hueso frente a los traumatismos a que está sometido. La actividad física podría

contribuir a reducir el riesgo de fractura, mejorando la resistencia y la calidad del hueso, a través de cambios en la arquitectura y características geométricas del mismo (84, 85).

De igual forma los estudios que sobre la DMO se han llevado a cabo en deportistas muestran resultados heterogéneos, posiblemente atribuibles a causas como: las diferentes técnicas de medición de la masa ósea empleada, el tipo de ejercicio, la intensidad y la duración del entrenamiento, el estado nutricional y la situación hormonal de los deportistas (86). La intensidad y el tipo del ejercicio tienen importantes repercusiones sobre la masa ósea.

Así, diferentes estudios (87) han demostrado una DMO mayor en las atletas de nivel alto y medio de competición, respecto a las de bajo nivel. El tipo de actividad deportiva no sólo condiciona diferentes modalidades de entrenamiento y grupos musculares implicados, sino también las características físicas y el tipo de nutrición de las deportistas. En este sentido, las nadadoras no necesitan un peso reducido para conseguir mejores rendimientos deportivos, por lo que su nutrición y peso corporal suelen ser mejores que en otro tipo de actividades. Es relevante también plantear que los beneficios del ejercicio físico en relación con la edad frente a la DMO son innumerables y siendo importante establecer que cuando el ejercicio se mantiene a lo largo de toda la vida, la DMO general y de cadera es entre un 5 y un 8% superior a las de sus homólogos inactivos, según los niveles de intensidad (88).

En la presente investigación se utilizó para evaluar los niveles de actividad física el cuestionario de actividad física en niños (CAF-N) o por sus siglas en inglés (PAQ-C) validado para Colombia por Herazo y Domínguez (89), que es un cuestionario que mide los niveles de actividad física moderada a vigoroso general en los últimos 7 días durante el año escolar; consta de diez preguntas con opciones de respuesta en una escala de cinco puntos. La primera pregunta indaga sobre las actividades realizadas durante el tiempo libre; las seis preguntas siguientes evalúan las actividades físicas realizadas en las clases de educación física, durante el receso, almuerzo, justo después de la escuela, en las tardes y los fines de semana; las dos últimas preguntas del cuestionario valoran la actividad física realizada durante el fin de semana y la frecuencia con que hizo actividad física cada día de la semana (anexo B); la puntuación final del nivel de actividad física se deriva de las primeras nueve

preguntas, la pregunta diez no se utiliza como parte de la puntuación total, pero si para identificar al estudiante que tuvo una actividad inusual durante la semana anterior (88,90). Para calcular la puntuación final se estima la media de las 9 preguntas, donde uno (1) indica baja actividad física y cinco (5) indica alta actividad física.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Determinar las variables predictoras de la salud ósea en escolares entre 8 y 16 años de la ciudad de Neiva.

4.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar las variables sociodemográficas, antecedentes de fracturas y uso de medicamentos de los escolares participantes en el estudio.
2. Determinar los niveles de actividad física en los escolares participantes.
3. Describir las características antropométricas de los escolares participantes en el estudio
4. Determinar la distribución de la DMO de los estudiantes participantes en el estudio según sexo y edad
5. Establecer la relación del DMO con las variables de estudio en los participantes
6. Estimar el modelo predictivo de la salud ósea de los escolares participantes en el estudio

5 METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio

La investigación pertenece a los estudios de análisis descriptivo transversal con una fase comparativa y predictiva que pretendió, a través de una regresión logística, estimar un modelo de pronóstico para salud ósea en los escolares entre los 8 y 16 años de edad pertenecientes a colegios públicos y privados de la ciudad de Neiva (Huila) que cumplieran con los criterios de inclusión, los cuales fueron elegidos por aleatorización simple para la participación en la investigación.

5.2 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 la ciudad de Neiva (Huila).

5.3 Criterios de Selección

5.3.1 Criterios De Inclusión

- Estudiantes con edades entre 8 y 16 años matriculados en las instituciones educativas.
- Diligenciamiento del consentimiento de los acudientes y/o padres de familia y asentimiento informado de los participantes en el estudio.
- Que al momento de la prueba física estuvieron aptos para su desarrollo.
- El colegio seleccionado para la valoración de los estudiantes debe contar con 50 o más alumnos matriculados y registrados en la secretaria de educación municipal.

5.3.2 Criterios De Exclusión

- Estudiantes que al momento de la prueba presentaron alguna patología.
- Colegio seleccionado para la evaluación de los estudiantes con menos de 50 alumnos matriculados y registrados en la secretaria de educación municipal.

5.4 Muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra se usaron los estimadores (media, desviación estándar y margen de error), del estudio referente de Gómez Campos et al., 2017 (38).

Tabla 1 Variables asumidas para el muestreo

Variables	Media	DE	Var	ME	Tamaño muestras
<i>Antropometría</i>					
Edad cronológica (años)	12.95	3,84	14,7456	0,45	277
Edad biológica (PVC)			0		
peso (kg)	51.84	18,94	358,7236	2,1	309
Altura de pie (cm)	151.72	19,25	370,5625	2	351
Altura sentado (cm)	79.47	9,98	99,6004	1,1	313
Longitud de antebrazo (cm)	23.38	3,49	12,1801	0,4	289
Diámetro del femur (cm)	8.85	1,11	1,2321	0,12	324
Total					306

DE: Desviación estándar, Var: Varianza, ME: Margen de error

Con base en los anteriores estimadores (media y varianza), con una confiabilidad del 95% y un margen de error de 0,4 cm se trabajó con el promedio de los tamaños muestrales generado por las variables (tabla 1) se proporcionó un tamaño muestral de 290 escolares. Adicionalmente previendo una pérdida de información del 10% se hace un ajuste por este valor y se decide un tamaño muestral definitivo de 319 escolares. Estos escolares fueron seleccionados aleatoriamente de los establecimientos públicos y privados de forma proporcional. Al final se contó con un tamaño de muestra de 306 estudiantes.

5.5 Variables

Tabla 2 Operacionalización de variables

Variable	Valor	Descripción	Índice
Edad	8 a 16 años	Tiempo que una persona ha vivido desde su nacimiento a la fecha de la evaluación	Años
Nivel escolaridad	Años escolaridad	Periodo, medido en años escolares, que el niño ha permanecido en el sistema educativo formal	Grado que está cursando
Sexo	Masculino Femenino	Característica biológica y genética que divide a los seres humanos en dos posibilidades solamente: mujer u hombre	Masculino- Femenino
Tipo de colegio	Oficial Privado	Tipología del colegio establecida por el MEN	Oficial – Privado
Estrato socioeconómico	Bajo-bajo Bajo Medio bajo Medio Medio alto Alto	Nivel de clasificación de la población con características similares en cuanto a grado de riqueza y calidad de vida, determinado de manera directa mediante las condiciones físicas de las viviendas y su localización,	1 2 3 4 5 6
Actividad Física que realiza	Actividad física realiza	Actividades que realiza en el tiempo libre	Nombre de la actividad física
Frecuencia de práctica de Actividad física en tiempo libre	Número de veces que realiza actividad física	Actividades físicas realizadas en los últimos 7 días	No hago Casi nunca Algunas veces A menudo Siempre
Intensidad de práctica de AF	Intensidad de la actividad física	Veces que se hizo actividad física o fue activo	Ninguno 1 vez 2-3 veces 4 veces 5 veces 6 o más veces

Variable	Valor	Descripción	Índice
	Días a la semana que se hizo actividad física	Día de la semana	Ninguno Un poco Normal Frecuente Muy frecuente
Autoeficacia hacia la actividad física		Actividad para definir autoeficacia	Si No
Gasto frente a pantalla	Computador Video juegos Televisión	Horas al día que permanece frente a la pantalla	Si No
Peso	Mayor a 0	Fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo.	Kilogramos (k)
Índice de masa corporal (IMC)	Mayor a 0	Medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo, utilizada para determinar el grado de riesgo para la salud	k/cm ²
Altura vertical	Mayor de 0	Estatura del individuo: longitud desde el vértex de la cabeza hasta la base de sustentación en posición bípeda	cm
Altura sentada	Mayor de 0	Distancia entre el vértex y el plano de sustentación, o bien la porción más inferior de la pelvis	cm
Longitud del antebrazo	Mayor de 0	Distancia entre los puntos cabeza y apófisis estiloides del radio	cm
Diámetro Fémur	Mayor de 0	Distancia entre los dos puntos más salientes de los condilos femorales	cm
Historia de fractura	Mayor de 0	Ha tenido fractura	Si No
Consumo de medicamentos	Mayor de 0	Consume o ha consumido medicamentos	Si No

Variable	Valor	Descripción	Índice
Consumo de suplementos	Mayor de 0	Consume o ha consumido suplementos	Si No

5.6 Técnicas e instrumentos

Para el desarrollo del estudio se emplearon las técnicas de observación y encuesta, recurriendo a la medición de variables antropométricas acorde a los lineamientos de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (91) 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 (CAFN) ha mostrado una muy buena consistencia interna, alcanzando un coeficiente alfa de Cronbach de 0,73 y una buena confiabilidad, consiguiendo un coeficiente de correlación intraclase prueba – post prueba de 0,60 en población colombiana (92). En cuanto a la validez del cuestionario, se reportó en población española, una moderada correlación con la prueba no paramétrica de Spearman, alcanzando un valor de 0,34 frente a la actividad física reportada por acelerómetro (93).

Las variables antropométricas se valoraron en lugares aireados, privados, reservados y destinados especialmente al interior de las instituciones educativas donde se llevaron a cabo las mediciones. 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 la región. Las mediciones se programaron en horarios previamente convenidos con los rectores y directores de grupo de las instituciones educativas que hicieron parte de la investigación.

La masa corporal de los sujetos se valoró en una balanza OMRON, referencia HBF-510-LA, se define como la cantidad de materia del cuerpo y se calcula midiendo el peso, es decir, la fuerza que ejerce la materia en un campo gravitacional estándar. 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 medición (91).

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 en plano de Frankfort verificando la transversalidad entre el orbital y el tragión. Para tal fin, el evaluador posicionó sus pulgares en cada punto orbital y sus dedos índices sobre cada punto tragión, verificando la alineación horizontal. Una vez obtenido el plano de Frankfort, el evaluador reubicó sus pulgares en la región posterior de las orejas del sujeto evaluado para generar una tracción gentil de las mastoides solicitando una inspiración profunda y su retención al mismo tiempo. Inmediatamente se colocó una escuadra firmemente sobre el vértex y se comprimió el cabello lo máximo posible y se registró el valor de la altura vertical posterior a su lectura. Este procedimiento se repitió en dos ocasiones y se utilizó la media de éstas para el análisis de datos (91).

La altura sentada (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 talla sedente se define 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 mastoides. Posteriormente se posicionó una escuadra firmemente sobre el vértex y se comprimió el cabello lo máximo posible, registrándose el valor de la altura en

sedente después de su lectura. Este proceso se repitió en dos ocasiones y se utilizó la media de éstas para el análisis de datos (91).

La longitud del antebrazo se midió utilizando 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 cabeza y apófisis estiloides del radio. 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 en la cabeza radial y otra en la apófisis estiloides del mismo, registrándose el valor de la longitud del antebrazo después de repetir en dos ocasiones alternadamente esta medición en el antebrazo derecho y la medida de diámetro biepicondilar femoral (91).

Para la medición del diámetro biepicondilar femoral (cm) se utilizó un calibrador antropométrico INNOVARE de 16 cm de apertura con una precisión de 1 mm. El diámetro biepicondilar femoral se define 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 grados. El calibrador se colocó en la superficie dorsal de las manos mientras que los pulgares en la región inferior de las ramas del calibrador, los dedos índices extendidos en el exterior de las ramas, los dedos medios libres para palpar los epicóndilos femorales firmemente y en círculo, los dedos índices libres para ejercer la presión necesaria sobre las laterales de las ramas para reducir el grosor del tejido blando superficial una vez las ramas estuvieron ubicadas encima de los epicóndilos. Posteriormente se registró la lectura en dos ocasiones de manera alternada como en las medidas de longitud del brazo (91).

La longitud de los miembros inferiores se determinó calculando la diferencia entre la altura vertical y la altura sedente (94)

El 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 - 34,9 kg/m²) y obesidad III (>40 kg/m²) (95).

El pico de velocidad de crecimiento se calculó mediante la fórmula de predicción propuesta por Mirwald et al. (96), la cual requiere la inclusión de la longitud de miembros inferiores, la altura sedente, la altura vertical, la edad y el peso, la cual se relaciona seguidamente para niños y niñas:

$$\text{PVC niños} = -9,232 + 0,0002708(LMI * AS) - 0,001663(E * LMI) + 0,007216(E * ES) + 0,02292(MC/AV)$$

$$\text{PVC niñas} = -9,37 + 0,0001882(LMI * AS) + 0,0022(E * LMI) + 0,005841(E * AS) - 0,002658(E * MC) + (0,07693 * (MC/AV))$$

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

La DMO se calculó mediante fórmula de predicción propuesta por Gómez-Campos et al. (39), la cual requiere la inclusión de la velocidad pico de crecimiento, la longitud del antebrazo y el diámetro biepicondilar femoral, esta se relaciona seguidamente para niños y niñas:

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

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

Se utilizaron las técnicas de observación y encuesta. Los instrumentos empleados fueron el formato de encuesta de las variables sociodemográficas y de evaluación de la actividad Física PAQ-C (97), y de variables antropométricas.

Las mediciones de las variables antropométricas se llevaron a cabo en las instalaciones de cada colegio en el horario asignado por el coordinador del mismo.

5.7 Procedimiento

Se desarrolló el siguiente procedimiento, el cual estuvo apegado a los planteamientos de los objetivos propuestos:

- Reunión con Secretaria de Educación Municipal de Neiva y funcionarios subordinados para la explicación de motivos, relevancia e importancia de la investigación en la ciudad y la generación de manifestación expresa por escrito de compromiso con la investigación por parte de este ente municipal.
- Una vez definido el muestreo y las instituciones participantes, se socializó la propuesta investigativa con cada uno de los directivos encargados de estas instituciones educativas para la generación de espacios, recursos y compromisos de sus colaboradores en el desarrollo de la investigación.
- 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 (Anexo C).
- Jornada de calibración de instrumentos a los auxiliares de investigación encargados de la administración de encuestas sociodemográfica y de actividad física y en la toma de mediciones antropométricas.
- Recolección de la información: Una vez obtuvo la autorización para el desarrollo del proyecto por parte de los directivos de la secretaría de educación y los rectores de las diferentes instituciones educativas se procedió al diligenciamiento de consentimientos y asentimientos informados de cada uno de los sujetos de estudio y sus acudientes previa explicación a cada uno de ellos de la naturaleza e importancia del estudio, se indicó el alcance, riesgo mínimo y la garantía de respeto a la libertad de participación, de igual manera se explicó la custodia a la privacidad y confidencialidad de los datos.

- Procesamiento de la información
- Elaboración del informe final.
- Socialización de los resultados.

5.8 Plan de análisis

El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS versión 24 (licenciado por la Universidad Autónoma de Manizales, posteriormente se hizo la limpieza y depuración de los datos, esto se llevó a cabo en la primera etapa del análisis, que correspondió al 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.

El análisis bivariado se desarrolló a partir de las posibles relaciones entre las variables de estudio. Para determinar la significancia estadística de las posibles relaciones resultantes se aplicaron pruebas paramétricas (Chi cuadrado y phi) establecidas a partir de las características propias de las variables categóricas (ordinales y nominales).

Con el fin de establecer una relación entre variables, se empleó el supuesto de normalidad aplicando la prueba de Kolmogorov-Smirnov, el cual indicó que los datos no tenían una distribución normal, por ello se procedió a trabajar con el estadístico Spearman y se hicieron relaciones con pruebas no paramétricas (U-Mann-Whitney, Krus Kall-Wallis) dependiendo de las características de las variables cualitativas. Por último, se hizo el análisis multivariado el cual buscó la construcción de un modelo de regresión lineal logístico.

6 RESULTADOS

6.1 Análisis univariado

Tabla 3 Distribución de la población según variables sociodemográficas

		Frecuencia	Porcentaje
Sexo	Hombre	153	50,0
	Mujer	153	50,0
Estrato	2	183	59,8
	3	91	29,7
	4	32	10,5
Edad	8-10	102	33,3
	11-13	102	33,3
	14-16	102	33,3
Tipo de colegio	Oficial	132	43,1
	Privado	174	56,9
Nivel educativo	Primaria	103	33,7
	Media	160	52,3
	Secundaria	43	14,1

Fuente: elaboración propia UAM 2019

Participaron en el estudio 306 escolares, con una media de $12 \pm 2,58$ años. Adscritos tanto a colegios públicos como privados de la ciudad de Neiva, en cuanto al sexo la distribución fue 1:1. Se encontró que en mayor porcentaje pertenecen al estrato 2, y se encontraban en nivel educativo media, seguido de primaria (tabla 3).

Tabla 4 Distribución de la población según antecedente de fractura, consumo de medicamentos y suplementos

		Frecuencia	Porcentaje
Ha sufrido fracturas	No	304	99,3
	Si	2	0,7
Consume medicamentos	No	303	99,0
	Si	3	1,0
Consume suplementos	No	306	100,0

Fuente: elaboración propia UAM 2019

La tabla 4, muestra como en mayor porcentaje los participantes no han sufrido fracturas, no consumen medicamentos y no consumen algún tipo de suplemento nutricional. Quienes han sufrido algún tipo de fractura la presentaron en boca y en miembro inferior. Quienes han consumido medicamentos son en mayor porcentaje los antihistamínicos, broncodilatadores y antiespasmódicos respectivamente.

Tabla 5 Distribución de la población participante según el nivel de actividad física

		Frecuencia	Porcentaje
Nivel de actividad física	Muy baja	24	7,8
	Baja	146	47,7
	Moderada	113	36,9
	Intensa	23	7,5
	Total	306	100,0

Fuente: elaboración propia UAM 2019

Respecto al nivel de actividad física, se evidencia en la tabla 5, como en mayor porcentaje los escolares obtuvieron niveles bajos de actividad física, seguido de niveles moderados.

Tabla 6 Distribución de la población participante acorde al nivel de actividad física según el sexo y edad

Sexo	Edad (años)		Frecuencia	Porcentaje	
Hombre	8-10	Válidos	Inactivo	27	52,9

			Activo	24	47,1
			Total	51	100,0
			Inactivo	25	49,0
	11-13	Válidos	Activo	26	51,0
			Total	51	100,0
			Inactivo	27	52,9
	14-16	Válidos	Activo	24	47,1
			Total	51	100,0
			Inactivo	28	54,9
	8-10	Válidos	Activo	23	45,1
			Total	51	100,0
			Inactivo	29	56,9
Mujer	11-13	Válidos	Activo	22	43,1
			Total	51	100,0
			Inactivo	34	66,7
	14-16	Válidos	Activo	17	33,3
			Total	51	100,0

Fuente: elaboración propia UAM 2019

La anterior tabla muestra como el nivel de actividad física según sexo y edad, en mayor porcentaje son más inactivas las mujeres, en los diferentes rangos de edad.

Tabla 7 Descriptivos de las variables antropométricas en la población participante en el estudio.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
Peso (kg)	306	20,60	102,50	48,7778	14,59210
Talla (cm)	306	121	188	153,06	13,251
Índice de masa corporal (k/m ²)	306	11,1	39,1	20,399	3,9012

Altura sentado (cm)	306	60	93	77,13	6,460
Longitud antebrazo derecho (cm)	306	15,3	26,2	20,624	2,3311
Diámetro del fémur (cm)	306	5,0	9,8	7,419	,8583
N válido (según lista)	306				

Fuente: elaboración propia UAM 2019

La tabla 7, muestra como la media del IMC es de $20,39 \pm 3,90$ Kg/m² los cuales se encuentran clasificados en normal según la OMS (98). Con relación a la altura sentado, se obtuvo una media de $77,13 \pm 6,46$ cm. La longitud del antebrazo derecho obtuvo una media de $20,62 \pm 2,33$ cm y el promedio del diámetro de fémur de $7,41 \pm 0,85$ cm.

Tabla 8 Distribución del DMO según el sexo y la edad de la población participante en el estudio.

Sexo	Edad (años)	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
Hombre	8-10	51	,60	,88	,7074	,06146
		51				
	11-13	51	,74	,97	,8447	,05923
		51				
	14-16	51	,86	1,16	,9949	,06062
		51				
Mujer	8-10	51	,55	,72	,6181	,03903
		51				
	11-13	51	,60	,81	,7021	,05005
		51				
	14-16	51	,66	,83	,7627	,03836
		51				

Fuente: elaboración propia UAM 2019

La tabla anterior evidencia cómo la DMO es directamente proporcional a la edad, ya que a medida que avanza en la edad aumenta la DMO, siendo la DMO mayor en los hombres de cada edad.

Tabla 9 Descriptivos de la VPC según el sexo y la edad de la población participante en el estudio..

Sexo	Edad (años)	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.
Hombre	8-10	51	-5,06	-2,05	-3,6001	,76892
		51				
	11-13	51	-2,99	-,06	-1,7268	,78102
		51				
	14-16	51	-1,25	2,41	,4610	,84570
		51				
Mujer	8-10	51	-5,77	-1,10	-3,9714	,96099
		51				
	11-13	51	-3,87	1,01	-1,8967	1,21915
		51				
	14-16	51	-2,42	1,62	-,1656	,95067
		51				

Fuente: elaboración propia UAM 2019

La tabla anterior muestra como en los hombres las medias de la velocidad pico de crecimiento es negativa en edades entre los 8 a los 13 años, mientras que para las edades de 14 a 16 años hay una relación positiva y se evidencia que aumenta acorde a la edad. Para el caso de las mujeres sucede lo contrario, se evidencia que en todas las edades el pico de velocidad de crecimiento es negativo.

6.2 Análisis bivariado

Tabla 10 Tabla resumen. Asociación entre el nivel de actividad física y las variables sociodemográficas..

Variable	Chi cuadrado	Significancia
Tipo de colegio	0.600	0.439
Sexo	1.906	0.167
Grado	5.908	0.658
Estrato	0.305	0.859

Ha sufrido fractura	1.611	0.204
Consume medicamentos	2.424	0.120

Fuente: elaboración propia UAM 2019

La anterior tabla evidencia cómo al asociar el nivel de actividad física con las variables sociodemográficas no se presenta asociación estadísticamente significativa entre estas.

Tabla 11 Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-smirnov ^a		
	Estadístico	Gl	Sig.
Edad (años)	,114	306	,000
Peso (k)	,079	306	,000
Talla (cm)	,050	306	,065
Altura sentada (cm)	,060	306	,010
Longitud antebrazo derecho (cm)	,063	306	,005
Diámetro del fémur (cm)	,067	306	,002
Pico de velocidad de crecimiento (años)	,066	306	,003
Densidad mineral ósea	,096	306	,000

Fuente: elaboración propia UAM 2019

La tabla 11 evidencia que no se encontró distribución en las variables, excepto la variable talla.

Tabla 12 Coeficiente de correlación entre la DMO y las variables de estudio

		Densidad mineral ósea
Edad (años)	Coeficiente de correlación	,683**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	306
Peso (kg)	Coeficiente de correlación	,740**
	Sig. (bilateral)	,000

	N	306
Talla (cm)	Coefficiente de correlación	,794**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	306
Índice de masa corporal (kg/talla ²)	Coefficiente de correlación	,473**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	306
Altura sentada (cm)	Coefficiente de correlación	,690**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	306
Longitud antebrazo derecho (cm)	Coefficiente de correlación	,758**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	306
Diámetro del fémur (mm)	Coefficiente de correlación	,648**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	306
Pico de velocidad de crecimiento	Coefficiente de correlación	,836**
	Sig. (bilateral)	,000
	N	306

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: elaboración propia UAM 2019

La anterior tabla evidencia correlación positivas y estadísticamente significativas entre el DMO y las variables de estudio.

Tabla 13 Relación entre el DMO y las variables de estudio (U de Mann-Whitney)

Variable		Rango Promedio	U De Mann-Whitney	Significancia
Sexo	Hombre	204,35	3925,000	,000*
	Mujer	102,65		
Tipo de Colegio	Oficial	158,36	10843,000	,403
	Privado	149,82		
Ha Sufrido Fracturas	Si	207,00	258,000	,712
	No	153,32		
	Si	153,67	454,000	,997

Consumo Medicamentos	No	153,50		
Nivel de Actividad Física	Inactivo	152,02	11308,000	,743
	Activo	155,35		

Fuente: elaboración propia UAM 2019, * sig<0,05

La anterior tabla muestra que al relacionar el DMO con las variables de estudio, se encuentra como solamente el sexo tiene relación estadísticamente significativa.

Tabla 14 Relación entre el DMO y las variables de estudio (Kruskal-Wallis)

Variable		Rango Promedio	Kruskal-Wallis	Significancia
Nivel Educativo	Primaria	82,30	108,975	,000*
	Media	180,28		
	Secundaria	224,42		
Estrato	2	158,21	1,290	,525
	3	146,64		
	4	146,09		
Nivel de Actividad Física	Muy Baja	171,63	1,555	,670
	Baja	148,79		
	Moderada	154,42		
	Intensa	159,96		
Comuna	1	158,23	4,739	,856
	2	162,89		
	3	156,45		
	4	135,13		
	5	157,14		
	6	131,97		
	7	144,40		
	8	182,07		

Variable	Rango Promedio	Kruskal-Wallis	Significancia
	9	148,06	
	10	153,21	

Fuente: elaboración propia UAM 2019, * sig<0,05

La anterior tabla muestra que al comparar el DMO con las variables de estudio, se evidenció que la variable nivel educativo tiene relación estadísticamente significativa.

6.3 Análisis multivariado

A continuación, se presenta el modelo de regresión lineal para el estudio de la ciudad de Neiva, es de resaltar que para este modelamiento se incluyen las variables que en el análisis bivariado fueron estadísticamente significativas: edad, altura sentado (AS), longitud de antebrazo derecho (LAD), diámetro del fémur (DF), índice de masa corporal (IMC), velocidad pico de crecimiento (VPC), sexo, nivel educativo (NE).

La fórmula utilizada para el desarrollo de este modelo fue:

$$Y_i = b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + \dots + b_pX_{pi} + e$$

El modelo establecido para la ciudad de Neiva fue el siguiente:

$$\text{DMO} = 0,378 - 0,128 * \text{Sexo} + 0,011 * \text{Edad} + 0,002 * \text{AS} + 0,011 * \text{LAD} + 0,019 * \text{DF} + 0,029 \text{ APVH}$$

$$\mathbf{T} = \quad 8,543 \quad -38,895^* \quad 2,635^* \quad 3,844^* \quad 8,505^* \quad 8,401^* \quad 11,563^*$$

*Sig <0,05

$$F = 1129,729 \quad \text{Sig.} = 0,000$$

$$r^2 = 0,958$$

Como se observa el r cuadrado muestra que el modelo global tiene un muy buen ajuste, es decir, el 95,7% de la DMO de los escolares de la ciudad de Neiva, es explicado por las

variables anteriormente registradas en el modelo. El estadístico F: 1129,729 que se registra en el modelo, muestra que el modelo global es significativo $<0,05$.

Individualmente cada uno de los coeficientes que acompañan a las variables son estadísticamente significativo, es decir guardan relación con la DMO, como se observan en las variables (edad, altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro del fémur y velocidad pico de crecimiento) muestran una relación positiva con la DMO, el coeficiente que acompaña la variable (sexo) es negativo, que indica que una mujer tiene en promedio una DMO menor $0,128 \text{ g/cm}^2$ que el hombre.

Pronóstico

Dado que el modelo cumple con todos los pasos para la validación, se procede a hacer una predicción para el presente proyecto en la ciudad de Neiva, en donde se seleccionó un individuo de sexo masculino con las siguientes características: 10 años de edad, altura sentado de 72 cm, longitud de antebrazo derecho de 17,7 cm, diámetro de fémur de 7,3 cm y un VPC de -3,34 años, el cual presenta un DMO de $0,845 \text{ gr/cm}^2$, mientras que una mujer con las mismas características, tiene un DMO de $0,717 \text{ gr/cm}^2$ con una diferencia de $-0,128 \text{ gr/cm}^2$.

7 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta investigación tuvo como objetivo determinar las variables predictoras de la salud ósea de los escolares entre los 8 y 16 años de la ciudad de Neiva. En cuanto a las variables sociodemográficas, en el presente estudio se encontró que la edad tiene una media de $12,00 \pm 2,58$ años, siendo este dato similar a los encontrados en los estudios realizados por Barja y cols., (99) donde la edad media fue de $11,4 \pm 1$; y acordes a los rangos de edad establecidos en la presente investigación, los hallados por Gihan et al, (73), sin embargo en dichos estudios no hay similitud en cuanto a la cantidad de niños incluidos en cada rango de edad.

Las diferentes investigaciones realizadas en la temática utilizan poblaciones con edades bastante disímiles, como la desarrollada por Katzman et al, (100), quienes incluyeron adolescentes con edades entre 9 y 20.9 años; también la investigación de Xu et al, (69) que tuvo en cuenta edades de 5 a 14 años; la desarrollada por Redon y cols. (101), con edades entre 2 y 14.5 años; por Teixeira et al, (102), con un grupo conformado por adolescentes entre los 10 y 20 años; y por Yeste et al. (103), quienes incluyeron una población con edades que iban desde los 15 días de nacidos hasta los 21 años. Si bien, no aparece de manera explícita en ninguno de los estudios analizados, este comportamiento puede depender de las edades que los investigadores consideren que comprenden la infancia, la pubertad y la adolescencia (103).

En relación al sexo se encontró en el presente estudio una relación 1:1, siendo este igual a la investigación desarrollada por Velásquez et al, (105) y Arango (106), Glastre et al, (57) donde se incluyeron 65 niñas y 70 niños; Soininen et al, (107) quienes trabajaron con 245 niños y 227 niñas, así mismo diferentes a los hallazgos de Gihan et al, (73), quienes incluyeron 82 niños y 33 niñas; de Xu et al, (69) quienes consideraron 511 niños y 381 niñas; de Redon et al, (101), con 43 niños y 23 niñas y de Yeste et al, (103), incluyendo 284 niños y 256 niñas. Con relación al estrato socioeconómico se encontró en el presente estudio que el mayor porcentaje de escolares pertenecían al estrato 2 que es considerado bajo (59,8%); otros estudios realizados en el país, como el desarrollado por Velásquez et al, (105) presentaron

por el contrario, una prevalencia de escolares provenientes de estratos medio-bajo y medio (75,7%) y Arango (106) donde también predominaron los escolares de estratos medio-bajo y medio (65,4%). Para el caso del tipo de colegio, comparado con las mismas investigaciones, también se presentaron diferencias, pues en este caso prevalecieron los escolares de colegios privados (56,9%), mientras que en estas dos investigaciones fueron 74% y 90.9% los estudiantes pertenecientes a colegios oficiales respectivamente (105,106).

El nivel de actividad física fue en mayor porcentaje bajo y muy bajo (55.5%), en este sentido (105, 106) manifiestan que los escolares realizan actividad física de 1 a 2 veces por semana con una duración menor a 30 minutos (50.5% y 43.3% respectivamente), situación que puede producir niveles de actividad física bajos. Otras investigaciones, se enfocan en grupos poblacionales específicos como jóvenes practicantes de diversas modalidades deportivas, quienes entrenaban cinco veces por semana y en promedio 90 minutos/día, lo que sugiere niveles de actividad física intensa (1); y el estudio desarrollado en un grupo de niñas, que expresan que la mayoría de ellas mantuvo un nivel de actividad moderado a alto (86.7%), no presentan una clasificación que indique a cuánto equivalen dichos rangos (100).

Con relación al componente morfológico, se encontró una media de la variable IMC de los participantes de $20,39 \pm 3,90$ kg/m², clasificándose en un nivel normal según la clasificación de la OMS (98). Estos datos son similares a los hallados por Gihan y cols., donde el valor medio para los niños fue de 14.9 ± 2.4 Kg/m² y para las niñas de 15.4 ± 2.2 Kg/m², valores normales para la edad (73), en otro estudio los valores medios del IMC estuvieron entre 20.69-28.01 para la población deportista y de 22.6 para los escolares utilizados como grupo control; los investigadores en este caso rescatan que el tipo de actividad deportiva estaba influyendo en el IMC, por eso los participantes presentaban los valores más bajos (1). Por su parte el estudio de Katzman et al, (100), el IMC fue de 20.5 ± 3.3 Kg/m², valor que se aproxima a los encontrados en esta investigación, más si se considera que las edades iban desde los 9-20.9 años con un promedio de 14.3 ± 3.6 años y que el grupo estaba conformado sólo por mujeres. Un aspecto que resulta importante es que generalmente las mujeres presentan menor IMC, tal como sucedió en la investigación de Xu et al, (69) donde los

hombres tenían una media de 15.4 ± 2.2 y las mujeres de 15.0 ± 2.3 (con diferencias estadísticas significativas, $p < 0,001$).

En cuanto al peso, los escolares evaluados tenían en promedio un peso de 48.78 ± 14.59 , valor levemente bajo si se compara con el estudio de Velásquez et al, (105) donde el promedio de peso fue de $52,4 \pm 9,6$ kg, y el de Arango (106) que obtuvo un promedio de $54,9 \pm 10,6$ Kg; cabe resaltar que las muestras con las cuales fueron comparados los valores obtenidos para IMC en esta investigación, no son iguales respecto a la edad, por lo que la diferencia puede deberse a esta condición y en general, puede ser una aproximación a las características encontradas en esta región.

Para el caso de la variable talla, el promedio encontrado en el presente estudio fue de 153.06 ± 13.25 cm; mientras que en el caso de Velásquez et al, (105), y Arango (106) fue de $160,4 \pm 8,9$ cm y de $162,5 \pm 10,54$ cm respectivamente, lo que indica que se encuentran en los promedios de la población colombiana; aun así las diferencias en los valores pueden estar relacionadas con las edades de cada grupo estudiado. En otras poblaciones como la intervenida por Gihan et al, (73), en Arabia Saudita, la talla de los niños, para el rango de edad que fue considerada en esta investigación, fue 148.73 ± 10.1 cm en niños y de 145.85 ± 6.5 cm en niñas; lo que indica que este grupo poblacional es levemente más bajo que la población colombiana.

Así, la DMO estuvo altamente correlacionada con la altura ($r=0.859$, $p < 0.001$) y el peso ($r=0.900$, $p < 0,001$) en la investigación Glastre et al, (57); también en la investigación de Gihan et al, (73) la altura, el peso y el IMC mostraron correlaciones positivas significativas con los cambios en la DMO, pues la DMO media tenía una correlación positiva significativa con la talla media total ($r=0.752$, $p < 0.0001$), peso ($r=0.758$, $p < 0.0001$) e IMC ($r=0.468$, $p < 0.0001$) en niños y niñas (73). Para el caso del estudio de Soininen et al, (107), la talla corporal ($\beta=0.572$, $p < 0.001$) y el peso ($\beta=0.709$, $p < 0.001$) se asociaron positivamente con la DMO ajustada por edad y sexo; en las niñas, la altura corporal ($\beta=0.615$, $p < 0.001$) y el peso ($\beta=0.727$, $p < 0.001$) se asociaron positivamente con la DMO ajustada por edad, mientras en los niños, la altura corporal ($\beta=0.520$, $p < 0.001$) y el peso ($\beta=0.686$, $p < 0.001$) se asociaron

positivamente con la DMO ajustada por edad. En esta investigación también el peso y la talla presentaron diferencias estadísticas que mostraron la asociación con la DMO ($p < 0.0001$).

Los valores obtenidos para la DMO, en esta investigación fueron para los hombres un valor medio de $0,849 \pm 0,060$ y para las mujeres de $0,6943 \pm 0,0424$, cifras que dejan ver de manera clara cómo esta variable es mayor en los niños ($p < 0,0001$); además, este comportamiento se incrementa en los dos sexos conforme aumenta la edad; entonces, para los niños en el rango de edad de los 8 a 10 años la DMO media encontrada fue de $0,7074 \pm 0,06146$; en los 11 a 13 años fue de $0,8447 \pm 0,05923$ y en los 14 a 16 años fue de $0,9949 \pm 0,06062$; para las niñas, en cada uno de estos rangos de edad se encontró $0,6181 \pm 0,03903$; $0,7021 \pm 0,05005$; $0,7627 \pm 0,03836$ respectivamente; cifras que tienen diferencias estadísticas significativas ($p < 0,0001$).

La tendencia encontrada en esta investigación es similar a la reportada por Gihan y cols. (73), donde las medias de la DMO fueron 0.915 ± 0.34 y 0.795 ± 0.133 en niños y niñas; incluso se tuvieron correlaciones positivas estadísticamente significativas con la edad en ambos sexos ($r = 0.567$; $p < 0.0001$ y $r = 0.57$; $p < 0.001$ respectivamente); los autores también reportan que el nivel de adquisición de la DMO fue mayor en niños que en niñas en todos los grupos de edad, especialmente en el grupo de 12-15 años; se concuerda parcialmente con lo encontrado por Xu et al, (69), quienes encontraron una media de DMO entre hombres de 0.827 ± 0.062 , pero difiriendo en el dato para las mujeres que fue de 0.830 ± 0.075 , lo que es superior no solo al valor encontrado entre los hombres de su grupo de investigación, sino también al valor encontrado entre los grupos de mujeres de diversas investigaciones.

En el estudio de Glastre et al, (57), reportaron como la DMO aumentó con la edad en los niños de ambos sexos ($r = 0.88$; $p < 0.001$) siendo de 0.446 ± 0.048 g/cm² a 1 año; 0.625 ± 0.068 g/cm² a los 10 años y de 0.891 ± 0.123 g/cm² a los 15 años de edad; no obstante, un punto importante que los autores traen a colación es que se dio un pronunciado aumento en la DMO en el momento de la pubertad, alcanzando valores superiores a 0,80 g/cm² después de la pubertad. La diferencia con esta investigación es que para este autor no se presentaron diferencias significativas entre niños y niñas, excepto a la edad de 12 años cuando la DMO

fue mayor en las niñas que en los niños ($p=0.007$), probablemente debido al inicio más temprano de la pubertad en las mujeres. Una investigación que sirve para contrastar los resultados de esta investigación es la desarrollada por Gómez et al, (1), pues su muestra tuvo una media de DMO de $1,09\pm 0,13$ g/cm², lo que es superior a todos los estudios encontrados que consideraron una muestra de escolares sin características especiales asociadas a la actividad física.

Los resultados del estudio de Gómez et al, (1), dejaron ver que los adolescentes que practicaban fútbol, una actividad física intensa, tenían mayor densidad mineral ósea ($1,23\pm 0,12$ g/cm²) en relación a los jóvenes del ciclismo ($0,99\pm 0,11$ g/cm²), canotaje ($1,09\pm 0,17$ g/cm²), natación ($1,10\pm 0,11$ g/cm²), con diferencias estadísticas significativas ($p<0,001$) respecto al grupo control. Estos resultados muestran cómo el nivel de actividad física es una variable que puede llegar a influir en los valores de DMO, y aunque en esta investigación no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p=0,670$), la comparación sólo se realizó teniendo en cuenta niveles de intensidad de la actividad entre el grupo de escolares y no analizando grupos específicos que incluyeran por ejemplo deportistas.

Por su parte, Nyisztor et al, (108), muestran que no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre las medias de la DMO periférica para los grupos de hombres con distintos niveles de actividad física ($p>0,05$), aun así, de manera particular el valor máximo para la DMO periférica se registró en el grupo con nivel de actividad física alta ($1,606$ g/cm²). Otros estudios evidencian como la práctica de actividad física interviene de forma positiva en la remodelación del hueso debido a la inducción de fuerzas mecánicas y que el tipo de deporte y su impacto es un factor clave pues interfiere de forma significativa en la modificación de la geometría ósea, entonces, por ejemplo, deportes como el triatlón, fútbol, ciclismo o la carrera de fondo pueden entregar mejores resultados que la natación (109, 110).

MacKelvie, Khan y McKay (59) indicaron que, aunque existen estudios que develan que en atletas de élite retirados se mantienen los niveles de DMO en comparación con controles de

edad similar, actualmente hay muy poca investigación para apoyar que la actividad física tiene un efecto positivo sobre la salud ósea, especialmente si se realiza durante la infancia y, que las ganancias en el mineral óseo y la fuerza ósea del ejercicio en la infancia reducen el riesgo de fractura en la edad adulta; esto sucede porque los estudios de seguimiento a largo plazo son poco frecuentes. También hay una heterogeneidad en esta influencia que puede estar asociada a las diferentes técnicas de medición de la DMO (110).

Finalmente, cuando se hacen regresiones lineales multivariadas investigaciones como la de Gihan et al, (73), indican que en todos los participantes, la altura, el peso, el IMC, el nivel de calcio, la vitamina D predijeron significativamente los cambios en la DMO con todos los modelos; Xu et al, (69), indicó que la DMO se correlacionan altamente con la edad, el peso, la talla, la masa magra corporal total para niños de 5 a 14 años. Algunas de estas variables fueron identificadas en esta investigación, donde se pudo afirmar que el 95,7% de la DMO de los escolares de la ciudad de Neiva, es explicado por las variables edad, altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro del fémur, índice de masa corporal, velocidad pico de crecimiento, sexo y nivel educativo.

8 CONCLUSIONES

En la investigación se contó con un total de 306 escolares de la ciudad de Neiva en el Huila, con edades que iban desde los 8 hasta los 16 años. Para el análisis se consideró una homogeneidad en cuanto al género con una relación 1:1 y, en cuanto a los 3 rangos de edad, cada uno con 102 participantes. La participación de los estudiantes fue tanto de colegios públicos como privados. Se encontró que en mayor porcentaje pertenecen al estrato 2, y se encontraban en nivel educativo de media, seguido de primaria. Respecto a los antecedentes, fue evidente que la mayor cantidad de escolares no presentaron fracturas, no consumían medicamentos, ni algún tipo de suplemento.

Para el caso de los factores individuales se encontró que el nivel de actividad física fue predominantemente bajo. Al analizar esta variable según el sexo y la edad se destaca que los escolares de sexo femenino con edades entre los 14-16 años fueron quienes menor actividad física realizaban. Para los valores de talla y peso obtenidos de los escolares, fueron considerados dentro de un nivel normal según la clasificación de la OMS.

Para la variable DMO, el valor medio obtenido para la muestra fue para los hombres de $0,849 \pm 0,060$ g/cm² y para las mujeres de $0,6943 \pm 0,0424$ g/cm², cifras que son consideradas para los niños en la etapa de desarrollo aquí determinada. El promedio de DMO de los niños es bajo, al ser comparado con los hallados en otras poblaciones alrededor del mundo.

Se encontró asociación estadísticamente significativa entre el sexo, la edad, el nivel educativo, el peso, la talla, el IMC, la altura sentado, la longitud de antebrazo derecho, diámetro del fémur y el pico de velocidad de crecimiento.

El modelo encontrado en el presente estudio muestra como sexo, edad, altura sentado, longitud de antebrazo derecho, diámetro del fémur y pico velocidad de crecimiento son determinantes de la DMO entre los escolares, con un ajuste en el 95.7% de la muestra.

9 RECOMENDACIONES

Presentar los resultados a entidades gubernamentales y no gubernamentales, para que se pueda gestionar la intensificación de actividades deportivas extracurriculares en los niños en edad escolar, recordando que los hábitos saludables se establecen durante esta etapa y se pueden llegar a mantener e intensificar durante la edad adulta.

Continuar con estudios similares en la temática que tengan la posibilidad de medir la Densidad mineral ósea por método DEXA con la intención de establecer comparaciones entre los dos métodos que permitan un abordaje seguramente más rápido y económico. Así mismo que aborden la actividad física ligada al rendimiento muscular como posibilidad de hacer más sensible para encontrar relaciones positivas entre la actividad física y la DMO, este elemento objetivo puede llegar a mostrar mejores resultados frente al autoreporte de actividad física utilizado en la presente investigación.

Promover la utilización de modelos predictivos para pronosticar la edad en la cual se produce la velocidad pico de crecimiento en escolares. Este tipo de pronósticos permitiría un mejor abordaje a nivel biológico, psicológico y social tanto en el ámbito del rendimiento escolar como el deportivo. Lastimosamente este tipo de valoraciones no se lleva a cabo ni a nivel educativo como tampoco clínico, evitando una mejor atención de los escolares involucrados en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en el sistema de salud. En este contexto, se sugiere implementar asiduamente este tipo de pronósticos, lo cual redundaría en una mejor comprensión de los fenómenos de cambio que viven día a día los escolares de nuestra región.

La temática aborda vinculada la salud ósea de niños y adolescentes, debe ser centro de atención de los sistemas de protección específica y atención temprana del modelo de promoción de la salud y prevención de la enfermedad en infantes y adolescentes dada la vinculación existente entre la construcción de reserva ósea en estas edades y la probabilidad de osteoporosis en el futuro. Por tanto es necesario y conveniente articular los entes gubernamentales encargados que fortalezcan la promoción de la salud en estas poblaciones.

Capacitar a los padres y docentes de la ciudad sobre la importancia de la práctica deportiva en etapas tempranas con relación a la salud ósea de los niños; esto influirá no sólo en el control del sedentarismo sino en la garantía de una calidad de vida.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gómez-campos R, Huenul RC, Albornoz CU. Densidad mineral ósea en una muestra de jóvenes chilenos practicantes de diversas modalidades deportivas Bone mineral density in a sample of young Chilean practitioners of different sports. 2017;33(1):48–57.
2. Carmona P, Mart L, Biom C, Universitario H. Importancia del ejercicio físico en la salud ósea durante el crecimiento. 2016;8:18–22.
3. Vlachopoulos D, Barker AR, Williams CA, Knapp KM, Metcalf BS. Effect of a program of short bouts of exercise on bone health in adolescents involved in different sports : the PRO-BONE study protocol. 2015;1–10.
4. World Medical Asociation (AMM). Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. World Med Assoc Inc. 2013;1–8.
5. Ma NS, Gordon CM. Pediatric osteoporosis: where are we now?. J Pediatr. 2012; 161:983–990.
6. Kang MJ, Hong HS, Chung SJ, 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. 2015.
7. Stagi S, Cavalli L, Iurato C. Bone health in children and adolescents: the available imaging techniques. Bone Metab. 2013; 10:166–171.
8. L.A. Loomba-Albrecht, D.M. Styne, Effect of puberty on body composition, Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes. Obes. 16 (2009) 10–15. doi:10.1097/MED.0b013e328320d54c.

9. A.B. Sopher, I. Fennoy, S.E. Oberfield, An update on childhood bone health: mineral accrual, assessment and treatment, *Curr. Opin. Endocrinol. Diabetes. Obes.* 22 (2015) 35–40. doi:10.1097/MED.000000000000124.
10. N.H. Glden, S.A. Abrams, Optimizing bone health in children and adolescents, *Pediatrics.* 134 (2014) e1229–e1243. doi:10.1542/peds.2014-2173.
11. M. Pekkinen, H. Viljakainen, E. Saarnio, C. Lamberg-Allardt, O. Mäkitie, Vitamin D is a major determinant of bone mineral density at school age, *PLoS One.* 7 (2012) e40090. doi: 10.1371/journal.pone.0040090.
12. Sawyer AJ, Bachrach LK, Fung EF, eds. *Bone Densitometry in Growing Patients: Guidelines for Clinical Practice.* Totowa, New Jersey: Humana Press; 2007.
13. Horlick M, Wang J, Pierson Jr RN, et al. Prediction models for evaluation of totalbody bone mass with dual-energy X-ray absorptiometry among children and adolescents. *Pediatrics.* 2004; 114:e337–e345.
14. Buttazzoni C, Rosengren BE, Karlsson C, et al. 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; 96:379–388.
15. 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):507-511.
16. 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.

17. Ackerman K, Misra M. Bone Health in Adolescent Athletes with a Focus on Female Athlete Triad. *Phys Sportsmed*. 2011;39(1):131–141.
18. Bachrach LB, Sills IN. Clinical report-bone densitometry in children and adolescents. *Pediatrics*. 2011;127
19. Yeste, D, Campos Maria Clemente, Fábregas A, Soler LA. Osteoporosis en pediatría. *Rev Esp Endocrinol Pediatr* 2017; 8 (Suppl). 73-85.
20. Tucker KL. Colas but not other carbonated beverages, are associated with low bone mineral density in older women: The Framingham Osteoporosis Study. *Am J Clin Nutr* 2006;84(4):936-42.
21. Rojano MD, Aguilar MG, López MG, Cortés EL, Hernández CM, Canto CT et al. Risk factors and impacto on bone mineral density in postmenopausal Mexican mestizo women. *Menopause* 2011;18(3):302-06.
22. Waugh EJ, Lam MA, Hawker GA, McGowman J, Papaioannou A, AM, Hodsman AB, Leslie WD, Siminoski K, Jamal SA. Risk factor for low bone mass in healthy 40-60 year old women: A systematic review of the literature. *Osteoporos Int* 2009;20:1-21.
23. Secien-Palacin JA, y Jacoby ER. Sociodemographic and enviromental factors associated with sports physical activity in the urban population of Peru. *Rev Panam Salud Publica*; 2003, vol 14, No 4 255-264.
24. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Report of a WHO consultation on Obesity. Reverting and managing the global epidemic. WHO, Genebra, 1998
25. Peña, A. Efectos del ejercicio sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitación*, 37(6), 2003; 339-53.

26. Karlsson, M., Nordqvist, A., & Karlsson, C. (2008). Physical activity increases bone mass during growth. *Food & Nutrition Research*, 52, 10.3402/fnr.v52i0.1871
27. Arango, E. (2009) ¿Tiene el ejercicio algún efecto benéfico en el mantenimiento y recuperación de la salud ósea? En F. Patiño & J. Márquez, *Actividad física y ejercicio físico en salud: retos en un contexto globalizado* (pp. 95-109) Medellín: Funámbulos Editores.
28. Hui, S., Slemenda, C., & Johnston, C. (1988). Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. *Journal of Clinical Investigation*, 81, 1804-9.
29. Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical Activity in Childhood May Be the Key to Optimizing Lifespan Skeletal Health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2012;40(1):13-21
30. Plaza-Carmona M, Ubago-Guisado E, Sánchez- Sánchez J, Felipe J, Fernández-Luna A. Composición corporal y condición física en niñas pre-púberes nadadoras y futbolistas. *Journal of Sport and Health Research*. 2013;5(3):251-8.
31. Plaza-Carmona M, Vicente-Rodriguez G, Martín-García M, Burillo P, Felipe J, Mata E, et al. Influence of hard vs. soft ground surfaces on bone accretion in prepubertal footballers. *International journal of sports medicine*. 2014;35(1):55-61.
32. Ubago-Guisado E, Gómez-Cabello A, Sánchez- Sánchez J, García-Unanue J, Gallardo L. Influence of different sports on bone mass in growing girls. *Journal of Sports Sciences*. 2015 (ahead-of-print):1-9.
33. Hayslip CC, Klein TA, Wray HL, Duncan WE. The effects of lactation on bone mineral content in healthy postpartum women. *Obstet Gynecol* 1989; 73: 588-592.

34. Affinito P, Tommaselli GA, di Carlo C, Guida F, Nappi C. Changes in bone mineral density and calcium metabolism in breastfeeding women: a one year follow-up study. *J Clin Endocrinol Metab* 1996; 81: 2314-2318.
35. López JM, González G, Reyes V, Campino C, Díaz S. Bone turnover and density in healthy women during breastfeeding and after weaning. *Osteoporos Int* 1996; 6: 153-159.
36. Kalkwarf HJ, Specker BL, Ho M. Effects of calcium supplementation on calcium homeostasis and bone turnover in lactating women. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84: 464.
37. Polatti F, Capuzzo E, Viazzo F. Bone mineral changes during and after lactation. *Obstetrics & Gynecology* 1999; 94: 52- 56.
38. 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. *Journal of Clinical Densitometry: Assessment of Skeletal Health*. 2008; 11(1): 43e58
39. Bachrach LK. Osteoporosis and measurement of bone mass in children and adolescents. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2005; 34:521–535. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2005.04.001> PMID: 16085157
40. Boroncelli GI, Saggase G. Critical age and stages of puberty in the accumulation of spinal and femoral bone mass: The validity of bone mass measurements. *Horm Res*. 2000; 54(Suppl 1):2–8.
41. Rizzoli R, Bianchi ML, Garabedian 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: 294–305. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2009.10.005> PMID: 19840876.

42. Gómez-Campos R, Andruske CL, Arruda Md, 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): 1-14
43. Boot AM, Ridder MAJ, Pols HAP, Krenning EP, Muinck Keizer-Schrama SMPF. Bone Mineral density in children and adolescents: Relation to puberty, calcium Intake, and physical activity. J Clin Endocrinol Metab. 1997; 82:57–62
44. Lin L. A note on the concordance correlation coefficient. Biometrics. 2000; 56: 324–325.
45. Del Rio L, Carrascosa A, Pons F, Gusinye M, Yeste D, Domenech FM. Bone mineral density of the lumbar spine in white Mediterranean Spanish children and adolescents: changes related to age, sex, and puberty. Pediatr Res. 1994; 35: 362–366.
46. Goncalves EM, Ribeiro RR, Carvalho WRGd, de Moraes AM, Roman EP, Santos KD, et al. Brazilian Pediatric Reference Data for Quantitative Ultrasound of Phalanges According to Gender, Age, Height and Weight. PLoS ONE. 2015; 10(6): e0127294.
47. Organización Mundial de la Salud. Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/> (5 de 1 de 2017).
48. Peña, A. Efectos del ejercicio sobre la masa ósea y la osteoporosis. Rehabilitación. 2003; 37(6), 339-53).
49. Reuter, C., Stein, C., Vargas, D. Massa óssea e composição corporal em estudantes universitarios. Revista da Associação Medica do Brasileira. 2012; 58 (3), 328-34.

50. Davies JH, Evans BA, Gregory JW. Bone mass acquisition in healthy children. *Arch Dis Child*. 2005; 90: 373-78.
51. Sopher AB, Fennoy I, Oberfield SE. An update on childhood bone health: mineral accrual, assessment and treatment. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2015; 22: 35-40.
52. Aznar S, Webster T. *Actividad Física y Salud en la Infancia y la Adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación: Ministerio de Sanidad y Consumo; 2006. Disponible en: <https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/proteccionSalud/adultos/actiFisica/docs/ActividadFisicaSaludEspanol.pdf>*
53. Moreno LA, Gracia-Marco L. Prevención de la obesidad desde la actividad física: del discurso teórico a la práctica. *Anales de Pediatría*. 2012;77(2):136–. 248
54. Cooper C, Campion G, Melton LJ. Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. *Osteoporosis International*. 1992; 2:285-9.
55. Gracia-Marco L, Rey-López J, Santaliestra-Pasías A, Jiménez-Pavón D, Díaz L, Moreno L, et al. Sedentary behaviours and its association with bone mass in adolescents: the HELENA cross-sectional study. *BMC public health*. 2012;12(1):971.
56. Vicente-Rodríguez G, Ortega FB, Rey-López JP, España-Romero V, Blay VA, Blay G, et al. Extracurricular physical activity participation modifies the association between high TV watching and low bone mass. *Bone*. 2009; 45:925–30.
57. Glastre C, Brailon P, David L, Cochat P, Meunier PJ, Delmas PD. Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy X-ray absorptiometry in

normal children: correlations with growth parameters. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1990;70(5):1330-3.

58. Matkovic V, Fontana D, Tomanic C, Goel P, Chesnut CH. Factors which influence peak bone mass formation: A study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1990; 52:878-88.
59. MacKelvie KJ, Khan KM, McKay HA. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*. 2002;36(4):250-7.
60. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity reviews*. 2004;5(s1):4-85.
61. 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):507-511.
62. Lehtonen-Veromaa M, Mottonen T, Nuotio I, Heinonen OJ, Viikari J. Influence of physical activity on ultrasound and dual-energy x-ray absorptiometry bone measurements in peripubertal girls: A cross-sectional study. *Calcif Tissue Int* 2000; 66:248-254.
63. Marcus R. Role of exercise in preventing and treating osteoporosis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2001; 27:131-41.
64. 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.

65. Ackerman K, Misra M. Bone Health in Adolescent Athletes with a Focus on Female Athlete Triad. *Phys Sportsmed*. 2011;39(1):131–141.
66. Merrilees MJ, Smart EJ, Gilchrist NL, March RL, Maguire P, Turner JG, Frampton C, Hooke E. Effects of dairy food supplements on bone mineral density in teenage girls. *Eur J Nutr*. 2000;39(6):256–262.
67. Alwis G, Linden C, Ahlborg HG, Dencker M, Gardsell P, Karlsson MK. A 2-year schoolbased exercise program in pre-pubertal boys induces skeletal benefits in lumbar spine. *Acta Paediatr*. 2008; 97(11):1564–1571.
68. Grampp S, Genant HK, Mathur A, Lang P, Jergas M, Takada M, et al. Comparisons of noninvasive bone mineral measurements in assessing age-related loss, fracture discrimination, and diagnostic classification. *J Bone Miner Res*. 1997; 12: 697-711.
69. Hao Xu, Jia-Xuan Chen, Tian-Min Zhang, Jian Gong, Qiu-Lian Wu, Jin-Ping Wang. Correlation between hand and total body bone density in normal Chinese children. *Bone* 41 (2007) 360–365
70. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ*. 1996, 312: 1254-9.
71. Gómez Alonso C. Valores de la densidad mineral ósea (BMD) en columna lumbar y cadera de la población sana española. En: Díaz Curiel M, Díez Pérez A, Gómez Alonso C, FHOEMO, SEIOMM, RPR, editors. *Nuevas Fronteras en el Estudio de la Densidad Ósea en la Población Española*. Alcorcón, Madrid: Edimsa 1996; 73-94.
72. Díaz Curiel M, Carrasco de la Peña JL, Honorato Pérez J, Pérez Cano R, Rapado A, Ruiz Martínez I. Study of bone mineral density in lumbar spine and femoral neck in a Spanish population. Multicentre Research Project on Osteoporosis. *Osteoporos Int* 1997; 7: 59-64.

73. Gihan YA, Essam EA, Waleed HA, Nagah MA, Eglal H AG. Bone mineral density & bone mineral content in Saudi children, risk factors and early detection of their affection using dual-emission X-ray absorptiometry (DEXA) scan. *Egyptian Pediatric Association Gazette*. 2017; 65: 65–71
74. ISAK. International standards for Anthropometrics Assessments. 2001. Unerdale: ISAK. [Sitio en internet]. Disponible en: [http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=.](http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=)
75. Serra-Majem L, Ribas-Barba L, Salvador G, Jover L, Raidó B, Ngo J et al. Trends in energy and nutrient intake and risk of inadequate intakes in Catalonia, Spain (1992-2003). *Public Health Nutr* 2007; 10: 1354-1367.
76. Ortega RM, Requejo AM, Navia B, Quintas ME, Andrés P, López-Sobaler AM, Perea JM. The consumption of milk products in a group of pre-school children: Influence on serum lipid profile. *Nutr Res* 2000; 20 (6): 779-790.
77. Ortega RM, Aparicio A. Problemas nutricionales actuales. Causas y consecuencias. En: Ortega RM, Requejo AM, Martí- 722 *Nutr Hosp*. 2012;27(3):715-723 R. M. Ortega y cols. nez RM, editores. *Nutrición y Alimentación en la promoción de la salud*, UIMP. pp. 8-20. Madrid, 2007.
78. Rodríguez-Rodríguez E, Navia B, López-Sobaler AM, Ortega RM. Review and future perspectives on recommended calcium intake. *Nutr Hosp* 2010; 25 (3): 366-374.
79. Janz K. Physical activity and bone development during childhood and adolescence. Implications for the prevention of osteoporosis. *Minerva Pediatr* 2002; 54: 93-104.

80. Henderson NK, White CP, Eisman JA. The roles of exercise and fall risk reduction in the prevention of osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Amer* 1998; 27: 369-387.
81. M.T. Muñoz¹, V. Barrios¹, G. Garrido², J. Argente¹ Ejercicio físico y masa ósea en adolescentes deportistas. *rev esp pediatr* 2003;59(1):61-69.
82. Carrascosa A, Yeste D, Audi L. Crecimiento y mineralización del tejido óseo. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia Ri Rodríguez F (eds.). *Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la Adolescencia*. Barcelona: Ediciones Doyma; 2000. p. 113-130.
83. Muñoz MT, Garrido G. Aspectos nutricionales y endocrinológicos en adolescentes deportistas. *Rev Esp Pediatr* 2001; 57 (2): 106-120.
84. National Research Council. *Recommended Dietary Allowances*. 10 th edition. National Academy of Press. Washington DC; 1989: 24-38.
85. Webster B, Barr S. Calcium intakes of adolescent female gymnasts and speed skaters: lack of association with dieting behavior. *Int J Sport Nutr* 1995; 5: 2-12.
86. Del Río L, Carrascosa A, Pons F, Guisinyé M, Yeste D, Domenech FM. Bone mineral density of the lumbar spine in white mediterranean spanish children and adolescents: change related to age, sex and puberty. *Pediatr Res* 1994; 35: 362- 366.
87. Henderson NK, White CP, Eisman JA. The roles of exercise and fall risk reduction in the prevention of osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Amer* 1998; 27: 369-387.
88. Heany RP. Pathophysiology of osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Amer* 1998; 27: 255-265.

89. Magnusson H, Linden C, Karlsson C, Obrant KJ, Karlsson MK. Exercise may induce reversible low bone mass in unloaded and high bone mass in weight-loaded skeletal regions. *Osteoporos Int* 2001; 12: 950-955.
90. Matsumoto T, Nakagawa S, Nishida S, Hirota R. Bone density and bone metabolic markers in active collegiate athletes: findings in long-distance runners, judoists and swimmers. *Int J Sports Med* 1997; 18: 408-412.
91. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometrics assessment [Internet]. 2001. Available from: <http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=>
92. Herazo-Beltrán AY, Domínguez-Anaya R. Confiabilidad del cuestionario de actividad física en niños colombianos. *Rev Salud Publica (Bogota)* [Internet]. 2012;14(5):802–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24652359>
93. Martínez-Gómez D, Martínez-de-Haro V, Pozo T, Welk GJ, Villagra A, Calle ME, et al. Fiabilidad y validez del cuestionario de actividad física PAQ-A en adolescentes españoles. *Rev Esp Salud Pública*. 2009;83(3):427–39.
94. Gomez Campos R, Hespanhol JE, Portella D, Vargas Vitoria R, De Arruda M, Cossio-Bolanos MA. Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. *Nutr Clin y Diet Hosp*. 2012;32(3):7–17.
95. World Health Organization. *Obesity: Preventing and managing the global epidemic*. Geneva; 2000.
96. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sport Exerc* [Internet].

2002;34(4):689–94.

Available

from:

<https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-200204000-00020>

97. Reyes Sepeda JI, García-Jiménez E, Gutiérrez-Sereno JJ, Galeana-Hernández MC, Gutiérrez-Saucedo MEL. Prevalencia de obesidad infantil relacionada con hábitos alimenticios y actividad física Prevalence of childhood obesity in the medical specialties unit related to diet habits and physical activity. *Rev Sanid Milit Mex* [Internet]. 2016;70:87–94. Available from: www.nietoeditores.com.mx
98. Organización Mundial de la Salud. Datos y cifras. 10 datos sobre la obesidad.
100. Barja S, Villarroel L, Arnaiz P, Mardones F. Lactancia materna , obesidad y síndrome metabólico en la edad escolar Breastfeeding , obesity and metabolic syndrome at school age. 2018;89(2):173–81.
101. Katzman DK, Bachrach LK, Carter DR, Marcus R. Clinical and Anthropometric Correlates of Bone Mineral Acquisition in Healthy Adolescent Girls. *JCE y M*. 1991; 73(6): 1332-1339.
102. Redon A, Rodríguez R, León SR, Díez P, Becerra L. Densidad mineral ósea, estado nutricional y fracturas de huesos largos en niños. *Investigación en Discapacidad*. 2014; 3(4): 168-176.
103. Teixeira CM, Beres T, Suemi C, Cristiani C, Moretto MR, y cols. Relationship between chronological and bone ages and pubertal stage of breasts with bone biomarkers and bone mineral density in adolescents. *J Pediatr (Rio J)*. 2014; 90(6): 624-631.
104. Yeste D, del Río L, Gussinyé M, Carrascosa A. Valores de contenido mineral óseo (CMO), densidad mineral ósea (DMO) y densidad mineral ósea volumétrica

- (DMOv) en niños y adolescentes a nivel de la columna lumbar y femoral. *Rev Esp Pediatr.* 2003; 59(1): 113-118.
105. Cardona J. Densidad mineral ósea en niños y adolescentes Revisión de literatura. *VIREF Revista de Educación Física.* 2015; 4(3): 58-73.
106. Velásquez E, González J, Ocampo J. Determinantes sociales de la salud predictores de la condición física saludable en escolares entre 12 y 18 años en el municipio de Villamaria (Tesis de maestría). Manizales: Universidad Autónoma de Manizales, Facultad de Salud. 2018.
107. Arango A. Determinantes sociales de la salud predictores de la condición física saludable en escolares entre 12 y 18 años en la ciudad de Manizales Caldas (Tesis de maestría). Manizales: Universidad Autónoma de Manizales, Facultad de Salud. 2018.
108. Soininen S, Sidoroff V, Lindi V, Mahonen A, Kröger L, y cols. Body fat mass, lean body mass and associated biomarkers as determinants of bone mineral density in children 6–8 years of age – The Physical Activity and Nutrition in Children (PANIC) Study. *BONE.* 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bone.2018.01.003>
109. Nyisztor J, Carías D, Velazco Y. Consumo de calcio y densidad mineral ósea en hombres jóvenes con diferentes niveles de actividad física. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo.* 2014; 12(1): 12-24.
110. Ramos DJ, Rubio JÁ, Jiménez JF. Efectos sobre la composición corporal y la densidad mineral ósea de un programa de altitud simulada en triatletas. *Nutrición Hospitalaria.* 2015; 32(3): 1252-1260.
111. Muñoz MT, Barrios V, Garrido G, Argente J. Ejercicio físico y masa ósea en adolescentes deportistas. *Rev Esp Pediatr.* 2003; 59(1): 61-69.

ANEXOS

Anexo 1 Consentimiento informado

Formato de consentimiento informado para la participación en investigaciones.

Investigación: Actividad física e ingesta de calcio respecto salud ósea en escolares. estudio multicéntrico

Ciudad y fecha: _____

Yo, _____
una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a, estudiantes de la maestría en Actividad Física y Deporte de la Universidad Autónoma de Manizales, para la realización de la evaluación de mi hijo

_____ llevando a cabo los siguientes procedimientos, según el instrumento de evaluación a mí explicado:

1. Recolección de datos sociodemográficos como por ejemplo edad, sexo, nivel escolar, estrato entre otros
2. Diligenciamiento preguntas sobre Actividad Física como por ejemplo tiempo de práctica y frecuencia de práctica.
3. Medición de peso, Altura vertical, altura sentado, longitud del antebrazo y diámetro del fémur
4. Diligenciamiento de preguntas sobre su ingesta alimentaria en los últimos 3 días
5. Evaluación de la DMO por absorciometría Dual DEXA (escaneo)

Adicionalmente se me informó que:

Su participación en esta investigación es completamente libre y voluntaria, y está en libertad de retirarse de ella en cualquier momento.

No recibiremos beneficios personales de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitan mejorar los procesos de evaluación de la salud mineral ósea en los niños.

Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores.

Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas. El principal riesgo que puede correr durante este estudio es una caída, para lo cual se tomarán todos los cuidados preventivos del caso.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontanea.

Firma padre o acudiente

Cedula de ciudadanía No. _____ de _____

Firma del Estudiante _____

* Aprobado por el Comité de Bioética de la UAM:

Anexo 2 Instrumento de recolección de información

Objetivo: Recolectar la información para determinar las variables predictoras de la salud ósea en adolescentes entre 8 y 16 años de la ciudad de Manizales

CIUDAD DE LA VALORACION: _____

COLEGIO _____

PRIVADO _____ **OFICIAL** _____

DATOS PERSONALES

Nombre _____ Apellidos _____

Edad: _____ años. Fecha de nacimiento _____

Género: M _____ F _____ Grado que cursa actualmente _____

Dirección _____

Barrio _____

Comuna _____

Teléfono _____

EVALUACIÓN NIVELES DE ACTIVIDAD FÍSICA (PAQ-C)

- 1. La actividad física en su tiempo libre: ¿ha hecho usted cualquiera de las siguientes actividades en los últimos 7 días (la semana pasada)? ¿Si la respuesta es sí, cuántas veces? (Marque sólo un círculo por fila).**

Actividad	Nunca	1-2 veces	3-4 veces	5-6 veces	7 veces o mas
Saltar la cuerda					
Patínaje en línea					
Jugar tenis					
Caminar como ejercicio					
Montar bicicleta					
Saltar o correr					
Hacer aeróbicos					
Nadar					

Jugar beisbol o softball					
Bailar					
Ping Pong					
Patinar en monopatín					
Jugar futbol					
Jugar volibol					
Jugar basquetbol					
Artes Marciales (karate, taekwondo)					
Otros					

2. En los últimos 7 días, durante las clases de educación física (EF), ¿con qué frecuencia estuviste muy activo (jugando fuerte, corriendo, saltando, lanzando)? (Marque uno sólo.)

NO hago EF _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____
 A menudo _____ Siempre _____

3. En los últimos 7 días, ¿qué hiciste la mayor parte del tiempo de recreo? (Marque uno sólo.)

Sentarse (hablando, leyendo, haciendo trabajos escolares) _____ Mantenerse parado o caminado por los alrededores _____ Correr o jugar un poco _____ Correr o jugar bastante _____ Correr o jugar fuerte mucho tiempo _____

4. En los últimos 7 días, inmediatamente después de la escuela, ¿Cuántas veces hiciste deportes, bailó, o jugó en juegos en los usted fue muy activo? (Marque uno sólo.)

Ninguno _____ 1 vez en la última semana _____ 2 o 3 veces en la última semana _____
 4 veces en la última semana _____ 5 veces o más en la última semana _____

5. En los últimos 7 días, en las tardes ¿cuántas veces hiciste deportes, bailó, o jugó en juegos en los que fue muy activo? (Marque uno sólo.)

Ninguno _____ 1 vez en la última semana _____ 2 o 3 veces en la última semana _____ 4 a 5 veces en la última semana _____ 6 a 7 veces en la última semana _____

6. ¿El último fin de semana, ¿cuántas veces hiciste deportes, bailó, o jugó en juegos en los que fue muy activos? (Marque uno sólo.)

Ninguno _____ 1 vez _____ 2 o 3 veces _____ 4 a 5 veces _____ 6 o más veces _____

7. ¿Cuál de las siguientes frases es la mejor descripción para los últimos 7 días? Leer todas las cinco opciones antes de tomar una decisión sobre la respuesta que lo describe a usted.

a. Toda o la mayor parte de mi tiempo libre se dedicó a hacer actividades que suponen poco esfuerzo físico.

- b. A veces (1o 2 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre (por ejemplo, jugué deportes, fui a nadar, monté bicicleta, hice ejercicios aeróbicos).
- c. A menudo (3 a 4 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.
- d. Bastante a menudo (5 a 6 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.
- e. Muy a menudo (7 o más veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.

8. Marque la frecuencia con que hizo la actividad física (como practicar deportes, juegos, bailar, o cualquier otra actividad física) por cada día de la semana pasada.

Día de la semana	Ninguno	Un poco	Normal	Frecuente	Muy frecuente
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Sábado					
Domingo					

9. ¿Estuvo usted enfermo la semana pasada, o algo le impidió hacer sus actividades físicas normales? (Marque uno).

Si _____ No _____ En caso afirmativo, ¿qué le impidió? _____

ESCALA DE AUTOEFICACIA HACIA LA ACTIVIDAD FÍSICA

Yo creo que puedo:		
	SI	NO
Hacer algo de actividad física después de la escuela la mayoría de los días entre semana		
Hacer actividad física después de la escuela aunque también vea TV o juegue videojuegos		
Hacer ejercicio o deporte después de la escuela aunque mis amigos quieran que haga alguna otra cosa		
Correr al menos 8 minutos sin parar		
Hacer actividad física aunque haga calor o frío afuera		
Hacer ejercicio aunque me sienta cansado		
Hacer actividad física aunque tenga mucha tarea		
Hacer actividad física aunque me quede en casa		
Hacer ejercicio o algún deporte aunque mis amigos crean lo contrario		
Hacer actividad física aunque tenga otras clases en las tardes		

Yo creo que		
Tengo la habilidad necesaria para jugar el deporte que quiera o para hacer ejercicio		
Alguno de mis padres (o adulto que me cuida) puede llevarme a practicar deporte o hacer ejercicio en la tarde		

Gasto frente a una pantalla durante un día a la semana y los fines de semana

ACTIVIDAD	SI	NO	Horas al día	Días a la semana
Computador				
Video juegos				
Televisión				

Anexo 3 Protocolo por antropometría

A continuación, se describe el protocolo por antropometría a realizar en la presente investigación. Se aclara que dicho procedimiento es adaptado del estandarizado del "grupo de trabajo internacional de la cineantropometría" descrito por Ross y Marfell-Jones (73) haciendo uso de las variables a tener en cuenta en la investigación

La talla o estatura o Altura, es la distancia entre el vértex y las plantas de los pies del sujeto de estudio medido en cm. Hay que tener en cuenta las variaciones circadianas. Generalmente los individuos dan una talla mayor por la mañana que por la tarde, pudiendo haber diferencias de hasta un 1% a lo largo del día

Posición: La talla se puede medir en posición erecta o una posición de bipedestación estirado, dando en ambos casos valores ligeramente diferentes. El individuo se medirá preferentemente en posición de bipedestación estirado y para ello permanece de pie, guardando la posición de atención antropométrica con los talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el plano vertical del tallímetro.

La cabeza, situada en el Plano de Frankfurt, no mantendrá contacto con el tallímetro. Técnica: El sujeto de estudio realizará una inspiración profunda en el momento de la medida. Puede ser ayudado por el antropometrista que efectuará una leve tracción en dirección ascendente con la mano situada en el maxilar inferior y los dedos en el proceso mastoideo, o en la región cervical para corregir el acortamiento de los discos intervertebrales. El antropometrista emplazará la rama móvil del tallímetro firmemente sobre el vertex, aplastando el pelo al máximo. La medida se toma al final de la inspiración profunda.

Instrumento de Medida: Tallímetro. Debe tener un rango de longitud mínimo de 60 a 120cm. La precisión requerida es de 0.1cm. Debe calibrarse periódicamente frente a una altura estándar.

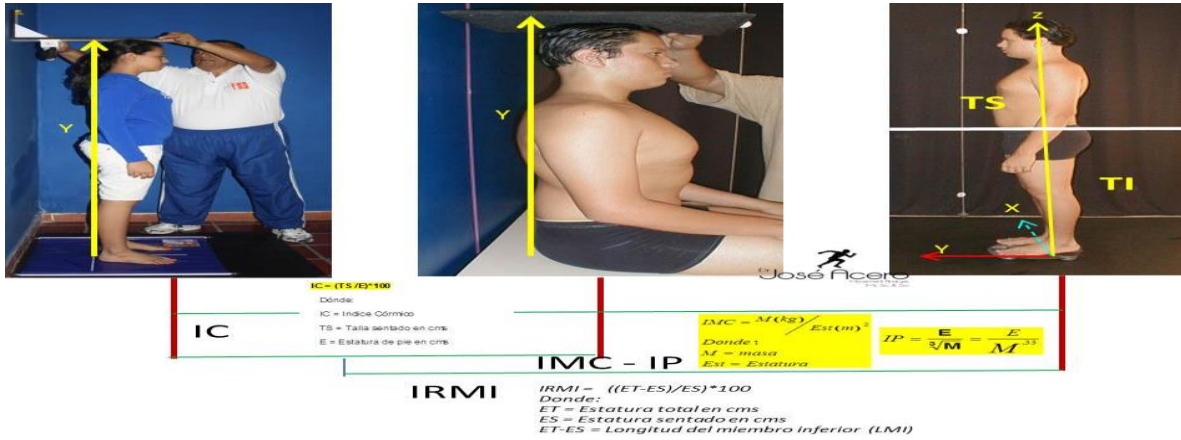


La Talla o Altura Sentado Distancia entre el vértex y el plano de sustentación, o bien la porción más inferior de la pelvis, del sujeto de estudio medido en cm.

Posición: El individuo se sienta en un banco de altura conocida de 50 cms, cabeza en el Plano de Frankfurt, tronco erecto formando un ángulo de 90° con la horizontal, muslos a la misma altura que la articulación de la rodilla, manos apoyadas en los muslos y los pies apoyados en el suelo o plano de sustentación. La espalda y la región occipital en contacto con el plano vertical del tallímetro o del antropómetro.

Técnica: El sujeto de estudio mantendrá la mirada al frente y realizará una inspiración profunda en el momento de la lectura. El antropometrista le ayudará con una leve tracción en dirección ascendente desde el maxilar inferior

Instrumento: Antropómetro o Tallímetro. Banco de altura de 50 cm. Si es posible colocaremos el punto cero del instrumento de medida a nivel del asiento del banco, en caso contrario, la lectura de la medida se realizará restando a la lectura final la altura del banco (medida indirecta) o tomando el cero de la medida a nivel de la superficie del banco (medida directa).

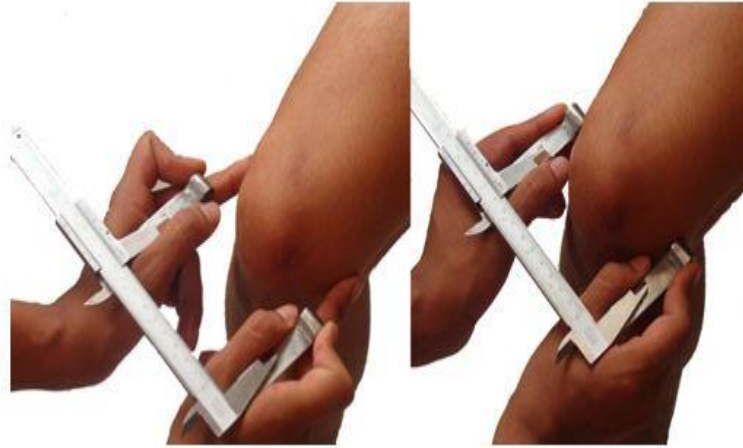


La longitud del antebrazo: Es la distancia entre el punto radial y el estilóideo.

El sujeto de estudio coloca los brazos en media supinación. Una de las ramas del calibre se coloca en la marca radial y la otra en la estilóidea. El calibre se ubica paralelo al eje longitudinal del radio. Se obtiene de la diferencia entre la altura radial y estilóidea.



El diámetro del fémur biepicondilar (cm) se realiza ubicando al sujeto en una posición sentada relajada con las palmas de las manos apoyadas en los músculos. Se mide la distancia entre los dos puntos más destacados de los cóndilos femorales



Anexo 4 Tablas complementarias Resultados SPSS

Asociación entre el nivel de actividad física y las variables sociodemográficas

Tabla de contingencia

Recuento

		Tipo de colegio		Total
		Oficial	Privado	
Nivel de actividad física	Inactivo	70	100	170
	Activo	62	74	136
Total		132	174	306

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,600 ^a	1	,439		
Corrección por continuidad ^b	,433	1	,510		
Razón de verosimilitudes	,599	1	,439		
Estadístico exacto de Fisher				,486	,255
Asociación lineal por lineal	,598	1	,440		
N de casos válidos	306				

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 58,67.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla de contingencia

Recuento

		Sexo		Total
		Hombre	Mujer	
Nivel de actividad física	Inactivo	79	91	170
	Activo	74	62	136
total		153	153	306

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,906 ^a	1	,167		
Corrección por continuidad ^b	1,601	1	,206		
Razón de verosimilitudes	1,908	1	,167		
Estadístico exacto de Fisher				,206	,103
Asociación lineal por lineal	1,900	1	,168		
N de casos válidos	306				

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 68,00.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla de contingencia

Recuento

		Grado actual									Total
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Nivel de actividad física	Inactivo	18	14	24	26	17	27	20	15	9	170
	Activo	19	12	16	23	19	13	15	15	4	136
Total		37	26	40	49	36	40	35	30	13	306

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,908 ^a	8	,658
Razón de verosimilitudes	5,997	8	,648
Asociación lineal por lineal	,722	1	,395
N de casos válidos	306		

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 5,78.

Tabla de contingencia

Recuento

		Estrato			Total
		2	3	4	
Nivel de actividad física	Inactivo	104	49	17	170
	Activo	79	42	15	136
Total		183	91	32	306

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	,305 ^a	2	,859
Razón de verosimilitudes	,304	2	,859
Asociación lineal por lineal	,278	1	,598
N de casos válidos	306		

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 14,22.

Tabla de contingencia

Recuento

		Ha sufrido fractura		Total
		No	Si	
Nivel de actividad física	Inactivo	168	2	170
	Activo	136	0	136
Total		304	2	306

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	1,611 ^a	1	,204		
Corrección por continuidad ^b	,308	1	,579		
Razón de verosimilitudes	2,362	1	,124		
Estadístico exacto de Fisher				,505	,308
Asociación lineal por lineal	1,605	1	,205		
N de casos válidos	306				

a. 2 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,89.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Tabla de contingencia

Recuento

		Consume medicamentos		Total
		No	Si	
Nivel de actividad física	Inactivo	167	3	170
	Activo	136	0	136
Total		303	3	306

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,424 ^a	1	,120		
Corrección por continuidad ^b	,947	1	,331		
Razón de verosimilitudes	3,550	1	,060		
Estadístico exacto de Fisher				,257	,170
Asociación lineal por lineal	2,416	1	,120		
N de casos válidos	306				

a. 2 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,33.

b. Calculado sólo para una tabla de 2x2.

Relación entre el DMO y las variables de estudio (U de Mann-Whitney)

Rangos

	Sexo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Densidad Mineral Ósea	Hombre	153	204,35	31265,00
	Mujer	153	102,65	15706,00
	Total	306		

Estadísticos de contraste^a

	Densidad Mineral Ósea
U de Mann-Whitney	3925,000
W de Wilcoxon	15706,000
Z	-10,053
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: SEXO

Rangos

	Tipo de colegio	N	Rango promedio	Suma de rangos
Densidad mineral ósea	Oficial	132	158,36	20903,00
	Privado	174	149,82	26068,00
	Total	306		

Estadísticos de contraste^a

	Densidad Mineral Ósea
U de Mann-Whitney	10843,000
W de Wilcoxon	26068,000
Z	-,836
Sig. asintót. (bilateral)	,403

a. Variable de agrupación: TIPO DE COLEGIO

Rangos

	Ha sufrido fractura	N	Rango promedio	Suma de rangos
Densidad mineral ósea	No	304	153,65	46710,00
	Si	2	130,50	261,00
	Total	306		

Estadísticos de contraste^a

	Densidad Mineral Ósea
U de Mann-Whitney	258,000
W de Wilcoxon	261,000
Z	-,369
Sig. asintót. (bilateral)	,712

a. Variable de agrupación: HA SUFRIDO FRACTURA

Rangos

	Consumo medicamentos	N	Rango promedio	Suma de rangos
Densidad mineral ósea	No	303	153,50	46510,00
	Si	3	153,67	461,00
	Total	306		

Estadísticos de contraste^a

	Densidad Mineral Ósea
U de Mann-Whitney	454,000
W de Wilcoxon	46510,000
Z	-,003
Sig. asintót. (bilateral)	,997

a. Variable de agrupación: CONSUME MEDICAMENTOS

Rangos

	Nivel de actividad física	N	Rango promedio	Suma de rangos
Densidad mineral ósea	Inactivo	170	152,02	25843,00
	Activo	136	155,35	21128,00
	Total	306		

Estadísticos de contraste^a

	Densidad Mineral Ósea
U de Mann-Whitney	11308,000
W de Wilcoxon	25843,000
Z	-,328
Sig. asintót. (bilateral)	,743

a. Variable de agrupación: NIVEL DE ACTIVIDAD FISICA

Relación entre el DMO y las variables de estudio (Kruskal-Wallis)

Rangos

	Nivel educativo	N	Rango promedio
Densidad mineral ósea	Primaria	103	82,30
	Media	160	180,28
	Secundaria	43	224,42
	Total	306	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Densidad Mineral Ósea
Chi-cuadrado	108,975
gl	2
Sig. asintót.	,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: NIVEL EDUCATIVO

Rangos

	Estrato	N	Rango promedio
Densidad mineral ósea	2	183	158,21
	3	91	146,64
	4	32	146,09
	Total	306	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Densidad Mineral Ósea
Chi-cuadrado	1,290
gl	2
Sig. asintót.	,525

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: ESTRATO

Rangos

	Nivel de actividad física	N	Rango promedio
Densidad mineral ósea	Muy baja	24	171,63
	Baja	146	148,79
	Moderada	113	154,42
	Intensa	23	159,96
	Total	306	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Densidad Mineral Ósea
Chi-cuadrado	1,555
gl	3
Sig. asintót.	,670

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: NIVEL DE ACTIVIDAD FISICA

Rangos

	Comuna	N	Rango promedio
Densidad mineral ósea	1	43	158,23
	2	28	162,89
	3	29	156,45
	4	15	135,13
	5	63	157,14
	6	31	131,97
	7	15	144,40
	8	14	182,07
	9	16	148,06
	10	52	153,21
	Total	306	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Densidad Mineral Ósea
Chi-cuadrado	4,739
gl	9
Sig. asintót.	,856

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: COMUNA

Modelo De Regresión

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,979 ^a	,958	,957	,02736

a. Variables predictoras: (Constante), PICO DE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO, SEXO , DIAMETRO DEL FEMUR (mm), ALTURA SENTADO (Cms), LONGITUD ANTEBRAZO DERECHO (Cms), EDAD (Años)

ANOVA^a

Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1 Regresión	5,076	6	,846	1129,729	,000 ^b
Residual	,224	299	,001		
Total	5,300	305			

a. Variable dependiente: DENSIDAD MINERAL OSEA

b. Variables predictoras: (Constante), PICO DE VELOCIDAD DE CRECIMIENTO, SEXO , DIAMETRO DEL FEMUR (mm), ALTURA SENTADO (Cms), LONGITUD ANTEBRAZO DERECHO (Cms), EDAD (Años)

Coefficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
(Constante)	,378	,044		8,543	,000
Sexo	-,128	,003	-,485	-38,895	,000
Edad (años)	,011	,004	,067	2,635	,009
Altura sentado (cms)	,002	,000	,085	3,844	,000
1 Longitud antebrazo derecho (cms)	,011	,001	,192	8,505	,000
Diametro del femur (mm)	,019	,002	,125	8,401	,000
Pico de velocidad de crecimiento	,029	,003	,415	11,563	,000

a. Variable dependiente: DENSIDAD MINERAL OSEA