

Elaboración de una base de referencia de composición corporal pediátrica para la provincia de Mendoza (Argentina) *

Jorge Homero Wilches-Visbal

Docente Investigador, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Magdalena, Santa Marta - Colombia
jwilches@unimagdalena.edu.co  <https://orcid.org/0000-0003-3649-5079>

Eric Comincini-Cantillo

Médico general, Vitalcare, Santiago de Chile - Chile
ericcomincini@areandina.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-4728-5862>

Fernando Daniel Saraví

Docente Investigador Universidad Nacional de Cuyo y Fundación Escuela de Medicina Nuclear, Mendoza - Argentina
fsaravi@fuesmen.edu.ar  <https://orcid.org/0000-0003-4452-3121>

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Densitometría; base de datos; composición corporal; niño; adolescente; pubertad; obesidad; enfermedad celíaca

El objetivo fue elaborar una base de datos de referencia para composición corporal de sujetos pediátricos en la provincia de Mendoza (Argentina). Se obtuvieron datos de 14 variables de composición corporal (densidad y composición mineral ósea; masa magra y blanda; índice de masa corporal y magra, entre otros) de 198 sujetos (96 mujeres) de 4 a 19 años. Los sujetos se clasificaron en ocho grupos bienales; aquellos en etapa de transición puberal fueron clasificados según los estadios de Tanner. Las medidas se obtuvieron mediante densitometría dual de rayos-X en un equipo Lunar Prodigy DF+ I6206. Para el análisis estadístico se usó Prism 5.4 en MS Win 7. Los valores de las variables analizadas aumentaron con la edad. Los valores en hombres siguen una tendencia lineal mientras en mujeres es sigmoidea, excepto el índice de masa corporal. Pacientes con igual edad, pero mayor estadio de Tanner, mostraron valores superiores de los componentes corporales. Las mujeres maduraron más tempranamente. Se concluyó que valores de las variables analizadas aumentaron con la edad y, en menor medida, con las etapas de Tanner. Los cambios son más precoces en mujeres y siguen diferentes cursos temporales en ambos sexos.

Recibido: 26/06/2022 Aceptado: 05/11/2022

* Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Cómo citar este artículo: WILCHES-VISBAL, Jorge Homero; COMINCINI-CANTILLO, Eric; SARAVÍ, Fernando Daniel. Elaboración de una base de referencia de composición corporal pediátrica para la provincia de Mendoza (Argentina). *Entramado*. Enero-Junio, 2023 vol. 19, no. 1, e-8333 p. 1-15 <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.8838>



Preparation of a paediatric body composition database for the province of Mendoza (Argentina)

ABSTRACT

KEYWORDS

Densitometry; database; body composition; child; adolescent; puberty; obesity; celiac disease.

The objective was to develop a reference database for body composition of pediatric subjects in the province of Mendoza (Argentina). Data on 14 body composition variables (bone mineral density and composition; lean and soft mass; lean and body mass index, among others) were obtained from 198 subjects (96 women) aged 4 to 19 years. Subjects were classified into eight biennial groups; those in the pubertal transition stage were classified according to the Tanner stages. Measurements were obtained by dual X-ray densitometry on a Lunar Prodigy DF+16206 instrument. For the statistical analysis, Prism 5.4 in MS Win 7 was used. The values of the variables analyzed increased with age. The values in men follow a linear trend while in women it is sigmoid, except for the body mass index. Patients with the same age, but higher Tanner stage, showed higher values of body components. Women matured earlier. It was concluded that the values of the variables analyzed increased with age and, to a lesser extent, with the Tanner stages. The changes are earlier and follow different time courses in women than in men.

Elaboração de uma base de referência de composição corporal pediátrica para a província de Mendoza (Argentina)

RESUMO

PALAVRAS-CHAVE

Densitometria; base de dados; composição corporal; menino; adolescente; puberdade; obesidade; doença celíaca

O objetivo foi desenvolver um banco de dados de referência para composição corporal de indivíduos pediátricos na província de Mendoza (Argentina). Dados sobre 14 variáveis de composição corporal (densidade e composição mineral óssea; massa magra e massa mole; índice de massa magra e corporal, entre outras) foram obtidos de 198 indivíduos (96 mulheres) com idades entre 4 e 19 anos. Os sujeitos foram classificados em oito grupos bienais; aqueles no estágio de transição puberal foram classificados de acordo com os estágios de Tanner. As medições foram obtidas por densitometria por dupla emissão de raios-X em um instrumento Lunar Prodigy DF+16206. Para a análise estatística foi utilizado o Prism 5.4 no MS Win 7. Os valores das variáveis analisadas aumentaram com a idade. Os valores nos homens seguem uma tendência linear enquanto nas mulheres é sigmóide, com exceção do índice de massa corporal. Pacientes com a mesma idade, mas estágio de Tanner mais alto, apresentaram valores mais elevados de componentes corporais. As mulheres amadureceram mais cedo. Concluiu-se que os valores das variáveis analisadas aumentaram com a idade e, em menor grau, com os estágios de Tanner. As mudanças são mais precoces e seguem cursos de tempo diferentes nas mulheres do que nos homens.

I. Introducción

La investigación sobre composición corporal se refiere a la rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación in vivo de los componentes corporales, las relaciones entre estos y sus cambios debido a diversos factores como crecimiento, nutrición, hábitos alimentarios y enfermedades, entre otros ([Wang, Pierson y Heymsfield, 1992](#)). Así, el estudio de la composición corporal resulta imprescindible para comprender los efectos que la dieta, el crecimiento, el ejercicio físico y condiciones patológicas ejercen sobre el organismo ([Valtueña, Arijia y Salas, 1996](#)).

La variación de la composición corporal es normal durante el crecimiento y desarrollo de los infantes. Sin embargo, su curso temporal puede verse modificado por enfermedades o desnutrición ([Wells, 2003](#)). Por ejemplo, el exceso de masa adiposa es el reflejo de sobrepeso u obesidad, dos de los problemas de salud pública global con mayor incremento en tiempos

recientes ([The GBD 2015 Obesity Collaborators, 2017](#)). No obstante, se ha documentado otras clases de condiciones patológicas que llevan a alteraciones de la composición corporal pediátrica: la enfermedad celíaca ([Barera et al., 2000](#)), enfermedad de Crohn ([Thayu et al., 2010](#)), infección con VIH ([Arpadi et al., 1998](#)), anorexia nerviosa ([De Álvaro et al., 2007](#)), kwashiorkor ([Naranjo, Alcivar, Rodriguez y Betancourt, 2020](#)) y la fibrosis quística ([Sheikh, Zemel, Stallings, Rubenstein y Kelly, 2014](#)). La medición de composición corporal del tejido blando y del mineral óseo se considera un factor clave para el diagnóstico y el tratamiento de estos trastornos musculoesqueléticos.

La estimación de la composición corporal en infantes ha cobrado creciente relevancia a causa del incremento de la prevalencia de obesidad a temprana edad y las limitaciones del índice de masa corporal para discriminar entre la cantidad y distribución de los tejidos magro, graso y óseo ([Helba y Binkovitz, 2009](#)). Asimismo, la cuantificación de componentes corporales, como el contenido graso, juega un papel importante como predictor de mortalidad por enfermedades cardiovasculares ([Van der Ploeg, Gunn, Withers, Modra y Crockett, 2000](#)). Por otra parte, la medición de la densidad mineral ósea y el contenido mineral óseo proporciona información importante para estimar el riesgo de fractura, la toma de decisiones terapéuticas y la evaluación de la respuesta al tratamiento ([Lorente Ramos et al., 2012](#)). En infantes se ha verificado la existencia de correlación entre masa, estatura, etapa puberal, incorporación de calcio, actividad física y densidad mineral ósea. De aquí que, a partir del análisis de contenido mineral óseo y tejido blando, se pueda determinar si el desarrollo del niño se encuentra en el rango normal o se está viendo afectado por una enfermedad subyacente ([Lejarraga y Orfila, 1987](#)).

En las 3 últimas décadas ha aumentado el uso de modelos multicompartmentales para evaluar la composición corporal en pediatría ([Rodríguez, Sarría, Fleta, Moreno y Bueno, 1998](#)). Los métodos de estimación de la composición corporal in vivo se basan en el análisis de las características químicas y la distribución anatómica de los diferentes componentes del organismo, como agua corporal total, masa grasa, masa magra y mineral óseo ([Ellis, 2000](#); [Lohman, Hingle y Going, 2013](#)). Entre los métodos más utilizados se hallan la resonancia magnética nuclear (RMN), la tomografía axial computarizada (TAC), la pletismografía, la impedancia bioeléctrica y la densitometría dual de rayos X (DXA) ([Lee y Gallagher, 2008](#)).

En pediatría no existe un método universalmente establecido como referencia normativa (en inglés gold standard) para el cálculo de la composición corporal ([Weber, Leonard, y Zemel, 2012](#)). No obstante, la DXA ha mostrado ser exacta, rápida, menos costosa y más accesible que la RMN o la TAC. Además emplea una dosis efectiva de radiación ionizante muy baja, similar a la del fondo de radiación natural ([Shepherd, Bennett, Sommer y Heymsfield, 2017](#); [Bachrach y Gordon, 2016](#); [Binkovitz, Sparke y Henwood, 2007](#); [Helba y Binkovitz, 2009](#); [Elberg et al., 2004](#)). Por ello, desde hace unos 30 años, la DXA se ha convertido en la técnica de análisis corporal preferida ([Shepherd et al., 2017](#)) y más ampliamente usada en la población pediátrica ([Helba y Binkovitz, 2009](#)). El principio básico de la DXA es irradiar con dos haces de rayos X, uno de más baja energía que el otro (por ejemplo, 70 y 140 kVp), para discriminar las diferentes estructuras del organismo dada la atenuación diferencial entre huesos y tejido blando para cada uno de los haces ([Crabtree, Leonard y Zemel, 2007](#); [Lorente Ramos et al., 2012](#)). Las modalidades de la DXA son i) de cuerpo entero, para la composición corporal, o ii) axial en mesa estable, ejecutada en la cadera y columna lumbar, para medir densidad ósea. El haz primario puede ser emitido en forma de lapicero o puntual, registrado por un único detector o bien en forma de abanico, en el que se usa un detector múltiple; esta última modalidad reduce el tiempo y mejora la imagen, pero aumenta levemente la dosis ([Lorente Ramos et al., 2012](#)).

Usualmente la estimación y categorización de los estados nutricionales se basa en indicadores generales como el índice de masa corporal o el índice cintura-talla y los propios de la Organización Mundial de la Salud (masa/edad, talla/edad, índice de masa corporal/edad y masa/talla). Estos indicadores, si bien valiosos, solo tienen en cuenta uno o dos aspectos de la composición corporal total, sin incluir información relevante sobre el tejido magro o graso, lo cual dificulta evaluar la realidad nutricional del paciente. Las escalas de uso rutinario tampoco consideran los cambios fisiológicos ocurridos durante la etapa de crecimiento, evidenciados en el incremento de los componentes corporales individuales, ni contemplan la influencia de las características sociodemográficas de los pacientes y las modificaciones fisiológicas entre compartimientos ([Pérez Palencia, 2019](#)). Por consiguiente, la formación de una base de datos para una población específica garantizaría una mayor objetividad sobre los indicadores de salud de esa población, permitiendo realizar ajustes y detectar incongruencias en el estado nutricional de acuerdo con los valores medios de los componentes corporales de la población de interés, considerando factores clave como la maduración esquelética, pubertad, edad, sexo y etnicidad ([Gilsanz, Roe, Mora, Costin y Goodman, 1991](#)). Por esta razón un manejo individualizado y pertinente es más factible si se coteja al paciente con valores de referencia de su población de origen o de otra con semejanza genética y nutricionalmente.

Por tanto, en este trabajo se propone elaborar una base de referencia sobre datos de composición corporal para la población pediátrica de la provincia de Mendoza (Argentina) para posteriormente encontrar una relación matemática y realizar un análisis sobre la variación de algunos de los componentes de composición corporal más relevantes (densidad mineral ósea, contenido mineral óseo, índice de masa corporal y masa magra) con la edad para ambos sexos.

2. Metodología

Población de estudio y tamaño de la muestra

Se llevó a cabo un estudio observacional de corte transversal sobre una muestra inicial de 206 pacientes niños y adolescentes de la provincia de Mendoza (Argentina). La muestra se dividió en dos grupos según el sexo: 102 hombres y 104 mujeres con edades entre 4 y 19 años.

Para determinar la muestra se usó la fórmula del tamaño de la muestra para población finita ([Camacho Sandoval, 2009](#); [Charan y Biswas, 2013](#)) el estudio tendrá baja potencia estadística (AMC 49 (4, con nivel de confianza del 95% y margen de error cercano al 6%). Para tanto, se tuvo en cuenta que la población de niños y adolescentes (de 4 a 19 años), en 2010, fue de aproximadamente 490.000, representando el 28% del total de la provincia de Mendoza ([Dirección de Estadísticas e Información de Salud, 2011](#)). El cálculo del tamaño de la muestra se realizó en una computadora mediante un calculador web ([Maple Tech, 2022](#)).

Criterios de inclusión y exclusión

Para determinar la inclusión o exclusión de los pacientes se midió la talla y masa corporal de cada uno de ellos. Para la talla se usó un estadiómetro con precisión de 1 mm. Para la masa corporal se empleó una balanza clínica con precisión de 0,1 g. La masa corporal determinada con la balanza se cotejó con la estimada por el equipo DXA, para comprobar que no hubiese discrepancias mayores a 1,0 %.

Se excluyeron aquellos pacientes cuyos valores de masa o talla estuvieron por encima del percentilo 95 o por debajo del percentilo 5, según los valores de referencia nacional ([Lejarraga y Orfila, 1987](#)). También se excluyeron pacientes con condiciones físicas o tratamientos que pudieran modificar la masa corporal, la composición del tejido blando o el contenido mineral óseo (ejemplo: participantes con osteogénesis imperfecta, con desnutrición manifiesta, con tratamientos prolongados con corticoides, con enfermedades nutricionales, etc.).

Para la densidad mineral ósea se consideraron anormales valores con 2 desvíos estándar por encima o por debajo de la media de la variable para la misma edad, tanto en hombres como en mujeres. No obstante, se definió un límite inferior pero no uno superior. Ejemplificando: para una niña de 8 a 9 años, para la cual la densidad mineral ósea media fue de 0,858 g/cm² y el desvío estándar es 0,047 g/cm², se consideró normal un valor de 0,764 g/cm² o mayor. Por los anteriores motivos, la muestra final incluyó 198 sujetos (102 hombres y 96 mujeres). Se excluyeron 8 pacientes mujeres.

Base de datos de variables de interés

Se elaboraron dos bases, una para cada sexo, a partir de datos de pacientes provenientes de: i) controles sanos en proyectos de investigación sobre obesidad infantil, celiacía y distrofia muscular de Duchenne-Becker; ii) derivados por pediatras que colaboraron con este proyecto y iii) reclutamiento en la comunidad mediante anuncios o comunicación oral.

En la [Tabla 1](#) se muestran las 14 variables contempladas en este estudio, con sus respectivas abreviaturas (en los casos que ameritaban) y unidades de medida.

Tabla 1.

Nombre de las variables del estudio, abreviaturas, unidades y ecuaciones de cálculo para las variables compuestas.

Nombre de la variable	Abreviatura de la variable	Unidad	Ecuación de cálculo
Edad	NA	años	NA
Talla	NA	cm	NA

Continúa en la página siguiente

Nombre de la variable	Abreviatura de la variable	Unidad	Ecuación de cálculo
Masa corporal total	MCT	kg	NA
Masa grasa corporal	MGC	g	NA
Masa magra corporal	MMC	g	NA
Composición mineral ósea	CMO	g/cm ²	NA
Densidad mineral ósea	DMO	g/cm ²	NA
Índice de masa corporal	IMC	kg/m ²	MCT(kg)/Talla(m) ²
Índice de masa grasa	IMG	kg/m ²	MGC(kg)/Talla(m) ²
Índice de masa magra	IMM	kg/m ²	MMC(kg)/Talla(m) ²
Porcentaje de tejido magro en masa total	%MMC	%	100*MMC/MCT
Porcentaje de tejido graso en masa total	%GMC	%	100*MGC/MCT
Porcentaje de tejido magro en tejido blando	%MTB	%	100*MMC/(MCT – CMO).
Porcentaje de tejido graso en tejido blando	%GTB	%	100*MGC/(MCT – CMO).

NA: No aplica.

Fuente: Elaboración propia.

Para cada paciente, las variables MCT, MGC, MMC, CMO y DMO se determinaron por medio de DXA. Las variables de tipo índice y porcentaje se encontraron en función de las anteriores, de acuerdo con las ecuaciones mostradas en la Tabla 1.

Para cada variable de interés los datos se clasificaron en 8 grupos etarios bienales para ambos sexos: 4 a 5 años; 6 a 7 años; 8 a 9 años; 10 a 11 años; 12 a 13 años; 14 a 15 años; 16 a 17 años y 18 a 19 años. Para los rangos de edades relevantes, los sujetos se subdividieron según los estadios de Tanner en dos categorías, una para Tanner I y II y otra para Tanner III o mayor. Con este criterio se formaron dos subgrupos para mujeres (12 a 13 años y 14 a 15 años) y dos para hombres (14 a 15 años y 16 a 17 años).

Instrumentos

Las medidas por DXA se realizaron con un equipo Lunar Prodigy DF+I6206 (GE Lunar, Wisconsin, USA) de la Unidad de Densitometría Ósea de la Fundación Escuela de Medicina Nuclear, Ciudad de Mendoza (Argentina). Para el análisis densitométrico se empleó el software pediátrico EnCore HL7.0.

El equipo fue periódicamente calibrado según las especificaciones del fabricante, mientras que las medidas fueron realizadas por tres técnicas radiólogas con experiencia en pacientes pediátricos y certificación nacional o internacional en DXA. El análisis de los estudios fue realizado por el jefe de la Unidad.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados se empleó el software comercial Prism 5.4 para Windows (GraphPad, Inc., San Diego, USA). Se computaron la media y desviación estándar para cada variable y rango etario. También se seleccionaron las ecuaciones de ajuste que mejor describieron la varianza de algunas variables de composición corporal en función de la edad, tanto en hombres como en mujeres, según el coeficiente de determinación (R²).

Se utilizó la clasificación de Evans para determinar el grado de asociación entre las variables, como sigue: muy débil: 0 a 0,04; débil: 0,041 a 0,16; moderado: 0,17 a 0,36; fuerte: 0,37 a 0,64; muy fuerte: 0,65 a 1,0 ([Ormense, Berbari y Dos Reis, 2016](#)). La comparación de los variables, de acuerdo con el grado de desarrollo puberal, se realizó mediante pruebas *t* de Student para datos no-pareados, con corrección de Welch cuando las varianzas de cada grupo fueron significativamente diferentes. Los resultados se expresan como media o como porcentaje según corresponda, en cada caso, con su respectivo desvío estándar.

Aspectos éticos

En la recolección de datos de los pacientes se garantizó la confidencialidad y custodia de la información, siguiendo los principios y normativas de la Declaración de Helsinki. Previo al estudio, se tuvo el consentimiento informado de los padres o de los mismos pacientes según su edad. Además, el estudio fue aprobado por la Comisión de Bioética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Cuyo (Argentina).

3. Resultados

Los resultados de la investigación se expresaron en 2 tablas de composición corporal respecto al sexo de la población pediátrica. Asimismo, se realizaron gráficas de DMO, CMO, IMC y MMT vs edad, para ambos sexos. También se determinaron las ecuaciones de ajuste a estos datos, escogiéndose aquellas con el valor más alto de R^2 .

Datos de referencia de composición corporal – mujeres

En la [Tabla 2](#) se encuentran consignadas las medias y desviaciones estándar (entre paréntesis) para sujetos de sexo femenino, para cada una de las 14 variables según los grupos etarios considerados en esta investigación.

Tabla 2.
Datos obtenidos para la composición corporal y ósea en la muestra de mujeres.

Edad (años)	4 a 5 (n =10)	6 a 7 (n =9)	8 a 9 (n =14)	10 a 11 (n =10)	12 a 13* (n =18)	14 a 15* (n =21)	16 a 17 (n =10)	18 a 19 (n =12)
Talla (cm)	106,0 (4,5)	115,7 (4,1)	128,6 (6,1)	146,0 (6,8)	155,2 (4,7)	159,0 (4,3)	160,9 (4,1)	161,9 (6,8)
MCT (kg)	17,6 (2,4)	21,8 (2,5)	29,0 (4,4)	38,1 (4,6)	45,8 (5,2)	50,7 (5,5)	54,4 (8,0)	56,4 (8,9)
IMC (kg/m ²)	15,7 (1,7)	16,2 (0,9)	17,5 (1,5)	17,9 (1,7)	19,0 (1,5)	20,1 (1,8)	21,0 (2,9)	21,5 (2,9)
CMO (g)	555,0 (92,0)	712,5 (62,9)	1032 (146)	1435 (184)	2085 (436)	2235 (285)	2405 (260)	2468 (424)
DMO (g/cm)	0,759 (0,043)	0,782 (0,031)	0,858 (0,047)	0,912 (0,044)	1,014 (0,082)	1,087 (0,068)	1,125 (0,084)	1,140 (0,067)
MGC (g)	3973 (1538)	5177 (1059)	7104 (2530)	8971 (2060)	10524 (2296)	13702 (4618)	16001 (3595)	17191 (5608)
% GTB	22,8 (6,4)	24,5 (3,9)	24,7 (5,6)	24,4 (4,0)	24,1 (4,5)	27,7 (6,9)	30,5 (3,3)	31,1 (5,8)

% GMC	22,1 (6,2)	23,7 (3,8)	23,9 (5,5)	23,5 (3,8)	23,0 (4,2)	26,5 (6,7)	29,1 (3,1)	29,8 (5,7)
					22,5 (3,3)	26,9 (8,1)		
MMC (g)	13105 (1353)	15888 (1883)	20917 (2211)	27975 (4010)	32900 (4733)	34782 (2100)	36038 (4584)	36350 (3760)
					29783 (4055)	33362 (1792)		
% MTB	80,0 (5,9)	75,7 (3,5)	75,3 (5,6)	76,6 (3,9)	75,9 (4,5)	72,3 (6,9)	69,5 (3,3)	67,9 (5,7)
					76,6 (3,4)	71,9 (8,4)		
% MMC	77,3 (5,5)	73,0 (3,6)	72,6 (5,3)	73,7 (3,8)	75,3 (5,4)	72,7 (5,0)	66,4 (3,1)	65,0 (5,1)
					71,8 (5,1)	69,1 (6,3)		
IMG (kg/m)	3,5 (1,4)	3,9 (0,69)	4,2 (1,3)	4,2 (0,9)	4,4 (0,92)	5,4 (1,8)	6,2 (1,3)	6,5 (2,1)
					4,0 (0,69)	5,2 (2,0)		
IMM (kg/m)	11,7 (0,72)	11,8 (0,8)	12,6 (0,56)	13,1 (1,5)	4,7 (0,98)	5,0 (1,5)	13,9 (1,7)	13,9 (1,1)
					13,6 (1,5)	13,8 (0,5)		
					12,6 (1,2)	13,6 (0,5)		
					14,4 (1,2)	13,8 (0,5)		

*: Para cada variable, la segunda línea corresponde a los sujetos con estadio de Tanner I y II, y la tercera línea a los sujetos con estadios de Tanner III a V.

Fuente: elaboración propia.

En la [Tabla 2](#), se observa que todas las variables (pero no los porcentajes) se incrementaron progresivamente desde los grupos etarios de menor edad hacia los de mayor edad, especialmente a partir de los grupos de 8 a 9 años y 10 a 11 años, tendiendo a la estabilidad a partir de los 16 a 17 años. Esto último no se cumple para la MGC y el IMG, cuyo mayor incremento sucede entre 14 y 17 años.

El %GTB mostró un incremento inicial, con pico en los 8 y 9 años; cayó entre los 10 y 13 años y subió rápidamente en el bienio de 14 a 15 años para luego seguir incrementado, pero con tendencia a la estabilidad a partir de los 16 años. El %GMC sigue el mismo patrón, aunque con valores medios ligeramente menores. En los %MTB y %MMC se constata un decrecimiento neto de 12 y 20 puntos porcentuales (pp), respectivamente, entre el grupo de menor (4 – 5 años) y mayor edad (18 – 19 años), exceptuando una leve recuperación a los 10 – 11 años.

Según el grado de desarrollo puberal, las mujeres de 12 a 13 años presentaron diferencias significativas en la MCT ($p = 0,0001$), el IMC ($p < 0,0001$), el CMO ($p < 0,0001$), la MGT ($p = 0,0289$), la MMT ($p = 0,0077$) y el IMG ($p = 0,0058$). En las de 14 a 15 años, las diferencias significativas se encontraron en la talla ($p = 0,0377$), el CMO ($p = 0,0004$) y la MMT ($p = 0,001$).

Datos de referencia de composición corporal – hombres

En la [Tabla 3](#) se encuentran consignados los valores de la media y desvío estándar para cada variable, en hombres, según los grupos etarios.

Tabla 3.

Datos obtenidos para composición corporal y ósea en hombres.

Edad	4-5 (n = 11)	6-7 (n = 13)	8-9 (n = 10)	10-11 (n = 15)	12-13 (n = 9)	14-15,9* (n = 18)	16-17,9* (n = 16)	18-19 (n = 10)
Talla	107,4 (4,7)	117,5 (5,6)	127,8 (5,9)	141,5 (5,2)	155,2 (4,6)	163,6 (3,2)	171,3 (5,2)	173,4 (3,5)
						165,1 (2,6)	172,9 (5,4)	

Continúa en la página siguiente

MCT	18,6 (2,1)	22,9 (3,4)	28,5 (4,6)	36,0 (4,6)	45,9 (3,4)	56,5 (5,1)	63,4 (6,7)	
						52,0 (3,8)	61,3 (7,7)	66,4 (4,3)
						60,0 (2,4)	65,1 (4,9)	
IMC	16,0 (1,6)	16,5 (1,1)	17,4 (2,2)	17,9 (1,4)	19,0 (0,85)	21,3 (1,7)	21,6 (2,2)	
						19,9 (0,9)	21,1 (2,6)	22,0 (0,9)
						22,4(1,4)	21,8 (1,8)	
CMO	608,5 (69,0)	824,6 (153)	1037 (124)	1418 (195)	1937 (217)	2287 (341)	2667 (473)	
						2138 (235)	2469 (351)	3110 (236)
						2407 (376)	2849 (486)	
DMO	0,790 (0,028)	0,826 (0,043)	0,880 (0,032)	0,934 (0,062)	1,010 (0,045)	1,134 (0,073)	1,151 (0,064)	
						1,080 (0,049)	1,102 (0,038)	1,215 (0,048)
						1,178 (0,059)	1,189 (0,052)	
MGC	3481 (1400)	3723 (1705)	6121 (2803)	5806 (2393)	8492 (2286)	9098 (2610)	8949 (1417)	
						8146 (2236)	8399 (1289)	9243 (2058)
						9859 (2744)	9253 (1500)	
% GTB	19,0 (5,6)	16,4 (5,5)	21,3 (7,5)	16,5 (5,7)	19,6 (6,2)	16,5 (4,3)	14,8 (1,8)	
						15,8 (4,2)	14,4 (1,9)	14,2 (3,2)
						17,0 (4,5)	14,8 (1,9)	
% GMC	18,4 (5,5)	15,8 (5,3)	20,5 (7,3)	15,9 (5,5)	18,9 (5,9)	15,8 (4,2)	14,1 (1,7)	
						15,1 (4,1)	13,8 (1,8)	13,5 (3,0)
						16,4 (4,4)	14,2 (1,9)	
MMC	14406 (1155)	18364 (2196)	21380 (2165)	28817 (3406)	36564 (4088)	44965 (4506)	51744 (5673)	
						41667 (3801)	50423 (7000)	54007 (3864)
						47596 (3133)	53012 (3743)	
% MTB	77,9 (5,6)	80,6 (5,3)	78,7 (7,5)	83,5 (5,6)	83,3 (4,3)	82,8 (5,2)	85,2 (1,8)	
						83,7 (4,4)	85,6 (1,9)	85,4 (3,0)
						82,2 (6,0)	85,2 (1,9)	
% MMC	80,6 (6,0)	83,6 (5,5)	75,8 (6,9)	80,2 (5,3)	79,8 (4,3)	79,5 (4,9)	81,7 (1,9)	
						80,2 (4,3)	82,2 (2,1)	81,4 (3,0)
						78,9 (5,5)	81,4 (1,8)	
IMG	3,025 (1,1)	2,7 (1,1)	3,7 (1,6)	2,9 (1,1)	3,6 (1,1)	3,4 (1,0)	3,1 (0,5)	
						3,1 (0,8)	2,9 (0,5)	3,1 (0,7)
						3,5 (1,0)	3,0 (0,6)	
IMM	12,5 (0,75)	13,3 (0,57)	13,1 (1,0)	14,3 (0,9)	15,1 (1,1)	16,8 (1,4)	17,6 (1,8)	
						15,9 (1,2)	17,4 (2,3)	17,9 (0,8)
						17,3 (1,2)	17,7 (1,3)	

*: Para cada variable, la segunda línea corresponde a los sujetos con estadio de Tanner I y II, y la tercera línea a los sujetos con estadios de Tanner III a V. Fuente: elaboración propia.

En la [Tabla 3](#) se observa que la media de las variables estudiadas crece con la edad, sobre todo entre los 10 – 15 años y escala Tanner III, a excepción del %GTB y el %GMC cuyo valor medio alcanza el pico a los 12 – 13 años para después disminuir cerca de 5 % a los 18 – 19 años.

Los hombres de 14 a 15,9 años presentaron diferencias significativas en la talla ($p = 0,029$), la MCT ($p = 0,0001$), el IMC ($p = 0,0005$), la MMT ($p = 0,016$) y el IMM ($p = 0,0249$), según el grado de desarrollo puberal.

Variación de CMO, DMO, IMC y MMT en función de la edad

En la [Figura 1](#) se visualizan las gráficas de dispersión de la CMO y DMO en función de la edad, para ambas poblaciones, así como sus correspondientes ecuaciones de ajuste.

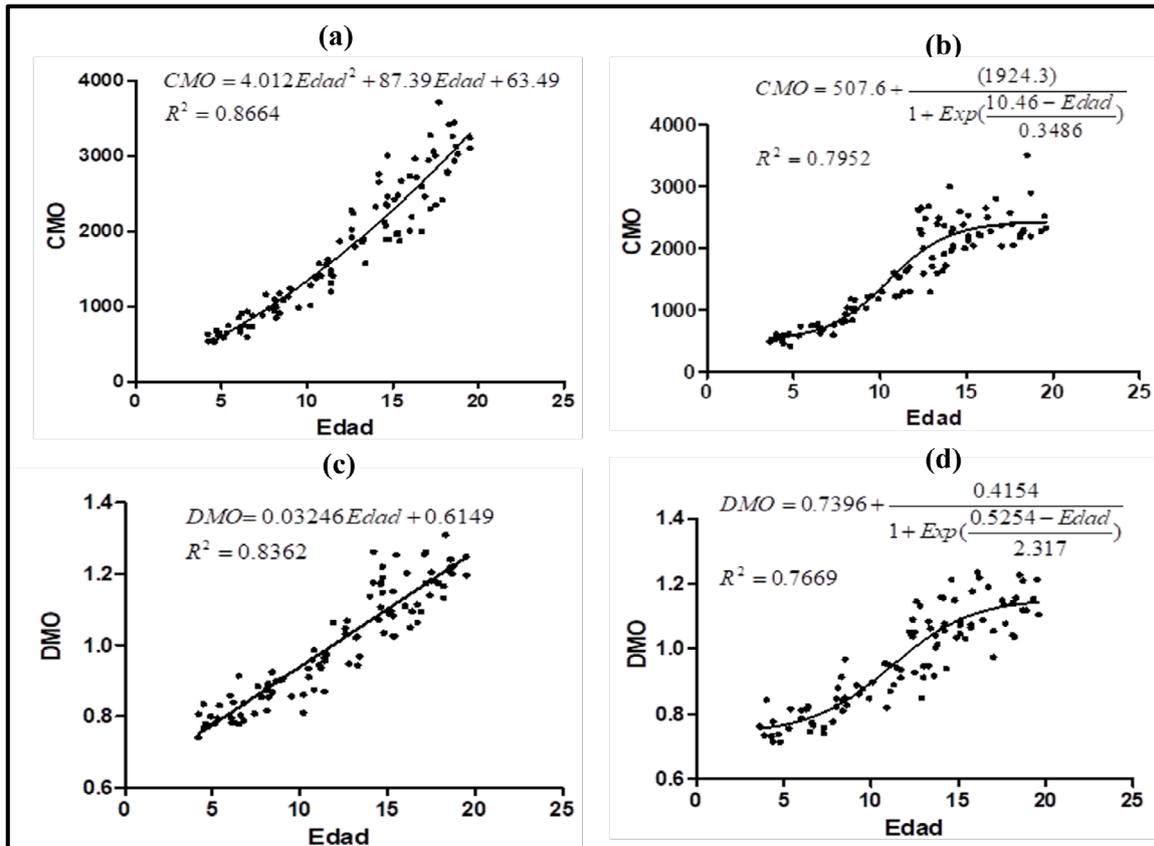


Figura 1. Gráfico de dispersión de CMO vs edad en hombres (a) y mujeres (b) así como de DMO vs edad en hombres (c) y mujeres (d). Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 1, se nota una muy fuerte asociación entre la DMO y la edad en ambos grupos poblacionales. En hombres el comportamiento es lineal, mientras que en mujeres es sigmoide. En el rango de edades estudiado el DMO incrementa de manera creciente, presumiblemente alcanza su máximo después de los 20 años. Entre tanto, en mujeres, tiende la DMO a estabilizarse desde los 16-17 años.

Para el CMO, se verifica un patrón similar al DMO, con asociaciones muy fuertes. En hombres, aunque el mejor ajuste fue cuadrático, el ajuste lineal (no mostrado) también explicó adecuadamente la variación ($R^2 = 0,81$). En mujeres, nuevamente, se obtuvo una relación sigmoide, con estabilización desde los 17 años.

En la [Figura 2](#) se visualizan las gráficas de dispersión de la IMC y MMT de acuerdo con la edad, para ambos sexos, así como sus correspondientes ecuaciones de ajuste. Además se constata una muy fuerte asociación entre MMT y la edad. Cuando la variable dependiente fue el IMC la asociación es menor (fuerte), en particular, para mujeres. El IMC varía linealmente con la edad, mientras el MMT tiende a comportarse como una sigmoide, a pesar de que el mejor ajuste en hombres fue a la cuarta potencia. El IMC parece invariable con el sexo. Entre tanto, el MMT es mayor para hombres a lo largo de los grupos etarios, con estabilización aproximadamente 5 años más tarde que en mujeres.

Las gráficas que asocian la cantidad de grasa corporal con la masa total corporal y el IMG fueron excluidos de ser presentados debido a que el ajuste resultó moderado a débil ($R^2 < 0,3$).

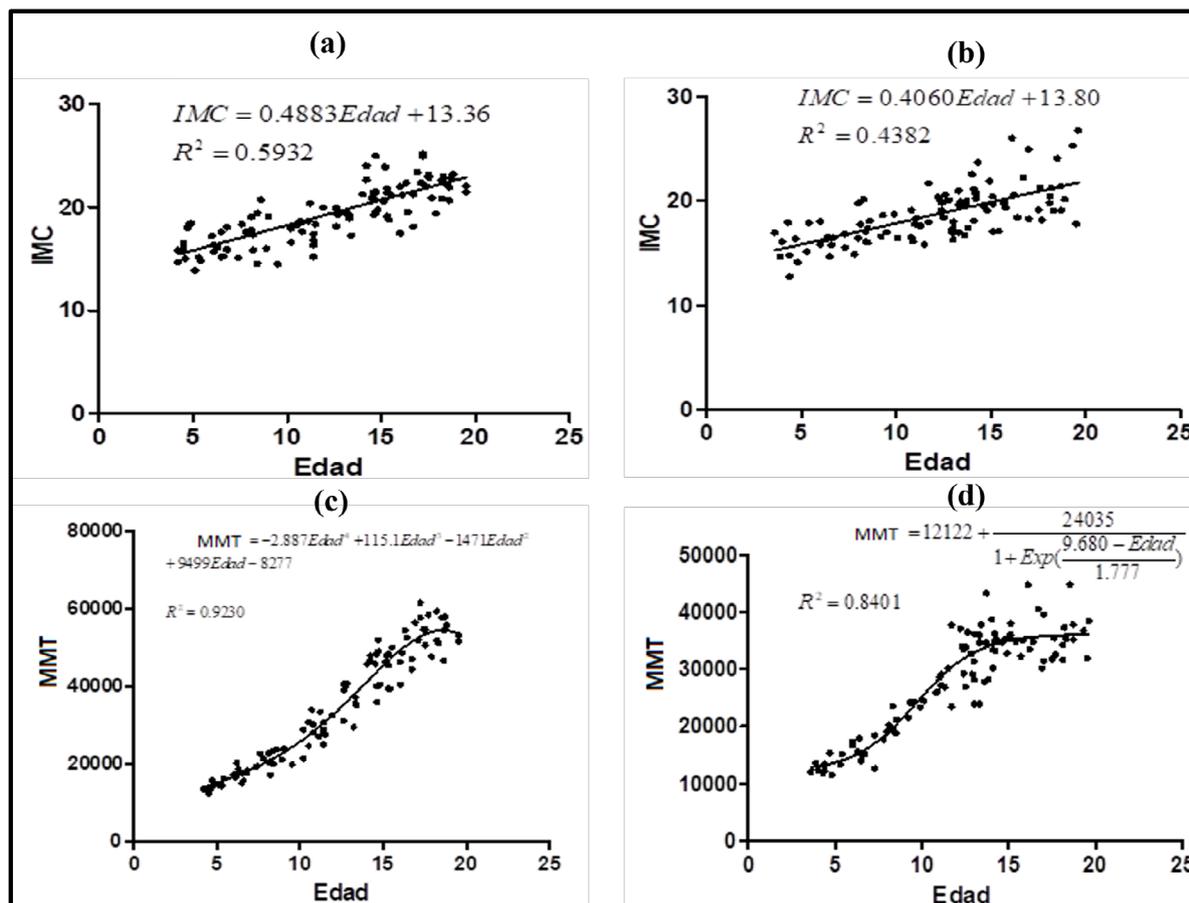


Figura 2. Gráfico de dispersión de IMC vs edad en hombres (a) y mujeres (b) así como de MMT vs edad en hombres (c) y mujeres (d).

Fuente: Elaboración propia.

4. Discusión

Este estudio se basó en una cohorte de 198 sujetos divididos en 96 de sexo femenino y 102 de sexo masculino residentes en la provincia de Mendoza (Argentina). Los cálculos de las variables de composición mineral y corporal se hicieron mediante DXA.

De los dos subgrupos poblacionales, el femenino en etapa puberal (Tanner III o más) mostró mayores variaciones en su composición corporal en relación con el masculino. En particular, esto sucedió en niñas entre 12 y 13 años con respecto al índice de masa corporal, el contenido mineral óseo, la grasa corporal total, la masa magra total y el índice de masa magra; seguidas por las de entre 14 a 15 años cuyas diferencias significativas fueron en la talla, el contenido mineral óseo y la masa magra. De la misma forma, la población masculina, entre los 14 a 15 años, presentó mayores variaciones estadísticamente significativas en la talla, la masa corporal, el índice de masa corporal, la masa magra total y el índice de masa magra.

Con respecto al CMO y la DMO se apreció una trayectoria sigmoidea con tendencia a la estabilización en mujeres con edades mayores de 16 años, indicando que a esta edad los procesos de mineralización ósea comenzaron a detenerse en esta población. Esto se relaciona con el aumento de los niveles de hormonas sexuales femeninas, principalmente estrógenos (López, Errasti y Santiago, 2011) en la edad referida (Calderón, 2005). Los estrógenos disminuyen la tasa de remodelado óseo y con ello la actividad de los osteoclastos (Landa, 2003). Este efecto, que es mayor en el hueso trabecular que en el cortical, también un efecto positivo sobre la homeostasis del calcio, promoviendo su absorción en el intestino y reduciendo su excreción renal. Este efecto modulador de calcio a nivel óseo, conlleva a una estabilidad en los valores de CMO y DMO (Carral, Oliveira y Agilar, 2000).

Entre las variables a considerar para el cálculo de la composición corporal se ven diferencias en el CMO entre hombres y mujeres, siendo que la media fue mayor en los primeros. Esto puede ser explicado por la mayor cantidad de masa magra en la población masculina respecto a la femenina en la preadolescencia y pubertad (Tanner III o más). Cabe destacar que el alto contenido de CMO y masa magra parecen ejercer un efecto protector contra la osteoporosis y las fracturas derivadas de ella ([Mastaglia, 2016](#)).

No se encontraron variaciones estadísticamente significativas en el comportamiento del IMC para ambos sexos, aunque el incremento fue levemente mayor en hombres. La tendencia lineal en ambos puede deberse al incremento abrupto de la hormona de crecimiento en la pubertad ([Muzzo B, 2003](#)). A su vez la concentración de esta hormona no difiere significativamente entre sexos ([Molero-Conejo et al., 2006](#)), de aquí que, como se observa en la Figura 2, el rango de IMC sea similar para hombres y mujeres, pese a las diferencias en la composición corporal.

Por otra parte, se observó que el contenido y porcentaje de masa grasa fue superior mujeres, lo cual puede obedecer a la influencia hormonal, así como a características definidas en el metabolismo lipídico femenino ([De Álvaro et al., 2007](#); [Pizzi y Fung, 2015](#)).

Algunos estudios han demostrado que ciertos elementos que integran la composición corporal en pacientes pediátricos están relacionados directa y proporcionalmente entre sí: DMO, la edad, el IMC y la talla. [Serrano, Garcés, Díaz, Ruíz y Turbidizla \(2000\)](#) llevaron a cabo un estudio observacional de corte transversal para determinar los valores de DMO sobre una muestra de 139 pacientes pediátricos, de edades entre los 10 y 18 años, que fueron divididos según el género 85 hombres, y 54 mujeres. Dichos valores se establecieron mediante DXA. Observaron diferencias estadísticamente significativas en la DMO de ambos grupos según los rangos etarios. Concluyeron que la DMO en ambos grupos de pacientes incrementaba conforme aumentaba la edad y la talla. Evidenciaron, además, que la DMO tendía a estabilizarse en mujeres de más de 16 años, y que este mismo grupo (entre los 14-15 años) alcanzaba el pico máximo de DMO antes que el de los hombres (de 17-18 años)

En contrapartida, ciertos autores, incluyendo a los de este estudio, han mostrado que los valores de DMO y CMO no varían marcadamente en mujeres ni tiende a la estabilidad pasados los 16 años. Por ejemplo, [Yeste, Del Rio, Gussinyé y Carrascosa \(2003\)](#) realizaron un estudio transversal, con el fin de determinar la CMO, la DMO y la DMOv (densidad mineral ósea volumétrica) sobre una muestra de 540 niños y adolescentes sanos de raza blanca de la cuenca mediterránea divididos en 284 niños y 256 niñas, con edades de 15 días de vida y 21 años, usando el método DXA Lunar-DPX-MD en las vértebras L2-L4. Encontraron que el CMO y DMO aumentaban progresivamente desde la infancia hasta la edad adulta. Concluyeron que la DMO en ambos grupos de pacientes incrementaba con la edad y la talla. Además, vieron que los hombres alcanzaban valores máximos de DMO, DMOv y CMO primero que las mujeres. Sin embargo, en estas no se vio un patrón estacionario de DMO pasada la etapa de la pubertad, sino creciente hasta alcanzar los 21 años. Las discrepancias entre los estudios pueden obedecer al diferente curso temporal de la mineralización del esqueleto completo y de las diferentes regiones, como columna lumbar y cadera.

5. Conclusiones

El presente estudio se realizó con el objeto de desarrollar una herramienta de uso cotidiano para mejorar el desempeño profesional en el área de la salud pediátrica. La base de datos elaborada es un aporte sustancial para el diagnóstico y seguimiento de niños y adolescentes de la región que sufran condiciones que alteran la composición corporal. Asimismo, la base de datos es aplicable a estudios sobre la relación entre composición corporal y práctica de deportes en el mismo grupo etario, y también en relación con el rendimiento deportivo.

Por otra parte, y considerando las diferencias entre diversos valores de referencia según la composición étnica de la población, la región estudiada y otros factores, la presente base de datos puede ser empleada para proyectos de investigación locales y también como referencia regional para estudios comparativos de la composición corporal pediátrica en otras regiones.

Finalmente, los valores de la base de datos obtenida por DXA también pueden emplearse como referencia para comparar el desempeño de otros métodos de menor costo y mayor aplicabilidad a grandes poblaciones, como por ejemplo la impedanciometría. 

Agradecimientos

Al servicio de densitometría de la Fundación Escuela de Medicina Nuclear (FUESMEN) por prestar sus instalaciones y equipos. A la Lic. Patricia Ortiz por todo el apoyo técnico. AMDG.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. ARPADI, Stephen M.; HORLICK, Mary N. B.; WANG, Jack; CUFF, Patricia; BAMJI, Marukh; KOTLER, Donald P. Body Composition in Prepubertal Children with Human Immunodeficiency Virus Type 1 Infection. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*. 1998. vol. 152, no. 7, p. 688-693. <https://doi.org/10.1001/archpedi.152.7.688>
2. BACHRACH, Laura K.; GORDON, Catherine M. Bone Densitometry in Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2016. vol. 138, no. 4, p. e20162398-e20162398. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2398>
3. BARERA, Graziano; MORA, Stefano; BRAMBILLA, Paolo; RICOTTI, Alberto; MENNI, Laura; BECCIO, Sabrina et al. Body composition in children with celiac disease and the effects of a gluten-free diet: a prospective case-control study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2000. vol. 72, no. 1, p. 71-75. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.1.71>
4. BINKOVITZ, Larry A.; SPARKE, Paul; HENWOOD, Maria J. Pediatric DXA: clinical applications. *Pediatric Radiology*. 2007. vol. 37, no. 7, p. 625-635. <https://doi.org/10.1007/s00247-007-0450-0>
5. CALDERÓN, A. M. Los estrógenos y el hueso: revisión de la evidencia. *Progresos de Obstetricia y Ginecología*. 2005. vol. 48, no. 2, p. 79-90. [https://doi.org/10.1016/S0304-5013\(05\)72361-X](https://doi.org/10.1016/S0304-5013(05)72361-X)
6. CAMACHO-SANDOVAL, Jorge. Tamaño de muestra en estudios clínicos. *Acta Médica Costarricense*. 2009. vol. 52, no. 6, p. 20-21. <https://doi.org/10.51481/amc.v52i6.347>
7. CARRAL, F.; OLIVEIRA, G.; AGILAR, M. Homeostasis del calcio, fósforo y magnesio. *Elsevier*. 2000. vol. 36, no. 7, p. 261-266. <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-homeostasis-del-calcio-fosforo-magnesio-12960>
8. CHARAN, Jaykaran; BISWAS, Tamoghna. How to Calculate Sample Size for Different Study Designs in Medical Research? *Indian Journal of Psychological Medicine*. 2013. vol. 35, no. 2, p. 121-126. <https://doi.org/10.4103/0253-7176.116232>
9. CRABTREE, Nicola J.; LEONARD, Mary B.; ZEMEL, Babette S. Bone Densitometry in Growing Patients. *Bone Densitometry in Growing Patients: Guidelines for Clinical Practice*. Totowa, NJ, Humana Press, 2007. 226 p. ISBN: 978-1-61737-685-6. <https://doi.org/10.1007/978-1-59745-211-3>
10. DE ÁLVARO-GARCÍA, María T.; MUÑOZ-CALVO, María T.; BARRIOS, Vicente; MARTÍNEZ, Guillermo; MARTOS-MORENO, Gabriel A.; HAWKINS, Federico et al. Regional fat distribution in adolescents with anorexia nervosa: effect of duration of malnutrition and weight recovery. *European Journal of Endocrinology*. 2007. vol. 157, no. 4, p. 473-479. <https://doi.org/10.1530/EJE-07-0459>
11. Dirección de Estadísticas e Información de Salud. *Estadísticas Vitales - Información Básica Año 2010*. Buenos Aires: Ministerio de Salud de la Nación Argentina. 2011. <http://iah.salud.gob.ar/doc/Documento32.pdf>
12. ELBERG, Jane; MCDUFFIE, Jennifer R.; SEBRING, Nancy G.; SALAITA, Christine; KEIL, Margaret; ROBOTHAM, Delphine et al. Comparison of methods to assess change in children's body composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2004. vol. 80, no. 1, p. 64-69. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.1.64>
13. ELLIS, Kenneth J. Human Body Composition: In Vivo Methods. *Physiological Reviews*. 2000. vol. 80, no. 2, p. 649-680. <https://doi.org/10.1152/physrev.2000.80.2.649>
14. GILSANZ, Vicente; ROE, Thomas F.; MORA, Stefano; COSTIN, Gertrude; GOODMAN, William G. Changes in Vertebral Bone Density in Black Girls and White Girls during Childhood and Puberty. *New England Journal of Medicine*. 1991. vol. 325, no. 23, p. 1597-1600. <https://doi.org/10.1056/NEJM199112053252302>
15. HELBA, Maura; BINKOVITZ, Larry A. Pediatric body composition analysis with dual-energy X-ray absorptiometry. *Pediatric Radiology*. 2009. vol. 39, no. 7, p. 647-656. <https://doi.org/10.1007/s00247-009-1247-0>
16. LANDA, Ma Cruz. Papel de la terapia hormonal sustitutiva, en la prevención y tratamiento de la osteoporosis menopáusica. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*. 2003. vol. 26, no. 3 (supp), p. 99-105. <https://doi.org/10.4321/SI137-66272003000600009>
17. LEE, Seon Yeong; GALLAGHER, Dymyna. Assessment methods in human body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2008. vol. 11, no. 5, p. 566-572. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32830b5f23>
18. LEJARRAGA, H.; ORFILA, G. Estándares de peso y estatura para niñas y niños argentinos desde el nacimiento hasta la madurez. *Archivos Argentinos de Pediatría*. 1987. vol. 85, no. 4, p. 209-220. https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/archivosarg/1987/1987_85_4.pdf

19. LOHMAN, Timothy G.; HINGLE, Melanie; GOING, Scott B. Body Composition in Children. *Pediatric Exercise Science*. 2013. vol. 25, no. 4, p. 573-590. <https://doi.org/10.1123/pes.25.4.573>
20. LÓPEZ-MORATALLA, Natalia; ERRASTI-ALCALA, Tania; SANTIAGO, Esteban. Estrogenos y Desarrollo del Cerebro Femenino en la Adolescencia: Anticoncepcion de Emergencia. *Cuadernos De Bioetica*. 2011. vol. 22, p. 185-200. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87519895004>
21. LORENTE-RAMOS, R. M.; AZPEITIA-ARMÁN, J.; ARÉVALO-GALEANO, N.; MUÑOZ-HERNÁNDEZ, A.; GARCÍA-GÓMEZ, J. M.; GREDILLA-MOLINERO, J. Absorciometría con rayos X de doble energía. Fundamentos, metodología y aplicaciones clínicas. *Radiología*. 2012. vol. 54, no. 5, p. 410-423. <https://doi.org/10.1016/j.rx.2011.09.023>
22. Maple Tech. Sample Size Calculator. *Calculator.net*. 2022. <https://www.calculator.net/sample-size-calculator.html>
23. MASTAGLIA, Silvina. Osteosarcopenia: un factor de riesgo para fracturas osteoporóticas. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*. 2016. vol. 50, no. 3, p. 357-365. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53549173004>
24. MOLERO-CONEJO, Emperatriz; MORALES, Luz Marina; FERNÁNDEZ, Virginia; RALEIGH, Xiomara; CASANOVA, Angel; CONNELL, Lissette et al. Serum insulin, leptin and growth hormone levels are associated with body mass index and obesity index in adolescents. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 2006. vol. 56, no. 1, p. 29-35. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16786731>
25. MUZZO, Santiago. Crecimiento normal y patológico del niño y del adolescente. *Revista Chilena de Nutrición*. 2003. vol. 30, no. 2, p. 1-10. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182003000200003>
26. NARANJO, Andrea; ALCIVAR, Virginia; RODRÍGUEZ, Thailandia; BETANCOURT, Freddy. Desnutrición infantil kwashiorkor. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*. 2020. vol. 4, no. 1, p. 24-45. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(1\).esp.marzo.2020.24-45](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(1).esp.marzo.2020.24-45)
27. ORMENSE, Rita de Cássia Salvucci Celeste; BERBARI, Shirley Aparecida Garcia; DOS REIS, Michele Gomes. Correlating physical and sensory texture measurements of hearts of palm in conserve. *Food Science and Technology*. 2016. vol. 36, no. 4, p. 679-685. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.13216>
28. PÉREZ-PALENCIA, N. R. Factores sociodemográficos y hábitos relacionados con los cambios en el estado nutricional en escolares entre 9 y 15 años de edad en instituciones educativas de la ciudad de Barranquilla: Proyecto Generación Vida Nueva 2016-2018. 2019. Universidad del Norte. <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/8806/138883.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. PIZZI, Rita; FUNG, Liliana. Obesidad y mujer. *Revista de Obstetricia y Ginecología de Venezuela*. 2015. vol. 75, no. 4, p. 221-224. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0048-77322015000400001
30. RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, G.; SARRÍA-CHUECA, A.; FLETA-ZARAGOZANO, J.; MORENO-AZGAR, L. A.; BUENO-SÁNCHEZ, M. Exploration of the nutritional status and body composition. *Anales Españoles de Pediatría*. 1998. vol. 48, no. 2, p. 111-115. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9577016>
31. SERRANO, B; GARCÉS-PUENTES, M; DIAZ-CURIEL, M; RUIZ-MORENO, M; TURBI-DISLA, C. Densidad mineral ósea en niños y adolescentes medida por absorciometría dual de rayos X. *Revista Española de Enfermedades Metabólicas Óseas*. 2000. vol. 9, no. 4, p. 137-141. <https://www.elsevier.es/es-revista-reemo-70-pdf-X1132846000487364>
32. SHEIKH, Saba; ZEMEL, Babette S.; STALLINGS, Virginia A.; RUBENSTEIN, Ronald C.; KELLY, Andrea. Body Composition and Pulmonary Function in Cystic Fibrosis. *Frontiers in Pediatrics*. 2014. vol. 2, p. 1-7. <https://doi.org/10.3389/fped.2014.00033>
33. SHEPHERD, John A.; BENNETT, K.; SOMMER, Markus J.; HEYMSFIELD, Steven B. Body composition by DXA. *Bone*. 2017. vol. 104, p. 101-105. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2017.06.010>
34. THAYU, Meena; DENSON, Lee A.; SHULTS, Justine; ZEMEL, Babette S.; BURNHAM, Jon M.; BALDASSANO, Robert N. et al. Determinants of Changes in Linear Growth and Body Composition in Incident Pediatric Crohn's Disease. *Gastroenterology*. 2010. vol. 139, no. 2, p. 430-38. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2010.04.044>
35. The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *New England Journal of Medicine*. 2017. vol. 377, no. 1, p. 13-27. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa161436>
36. VALTUEÑA-MARTÍNEZ, S.; ARIJA-VAL, V.; SALAS-SALVADÓ, Jordi. The current status of methods for evaluating body composition: their description, reproducibility, accuracy, scope of application, safety, cost and future prospects. *Medicina clínica*. 1996. vol. 106, no. 16, p. 624-635. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8656772>
37. VAN DER PLOEG, Grant E.; GUNN, Simon M.; WITHERS, Robert T.; MODRA, Andrew C.; CROCKETT, Alan J. Comparison of two hydrodensitometric methods for estimating percent body fat. *Journal of Applied Physiology*. 2000. vol. 88, no. 4, p. 1175-1180. <https://doi.org/10.1152/jap-physiol.2000.88.4.1175>
38. WANG, Zi Mian; PIERSON, Richard N.; HEYMSFIELD, Steven B. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1992. vol. 56, no. 1, p. 19-28. <https://doi.org/10.1093/ajcn/56.1.19>
39. WEBER, David R.; LEONARD, Mary B.; ZEMEL, Babette S. Body composition analysis in the pediatric population. *Pediatric endocrinology reviews*. 2012. vol. 10, no. 1, p. 130-139. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23469390>
40. WELLS, J. C. K. Body composition in childhood: effects of normal growth and disease. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2003. vol. 62, no. 2, p. 521-528. <https://doi.org/10.1079/PNS2003261>
41. 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. *Revista Española de Pediatría*. 2003. vol. 59, no. 1, p. 113-118. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=636081>