















Referencias de índice de masa corporal. Precisión diagnóstica con área grasa braquial en escolares argentinos

Delia Beatriz Lomaglio¹ , María Dolores Marrodán Serrano² , José Edgardo Dipierri³ ,
Emma Laura Alfaro^{4,5} , Ignacio Felipe Bejarano⁶ , María Florencia Cesani^{7,8} ,
Silvia Lucrecia Dahinten⁹ , Mariela Garraza^{7,8} , Natalia Menecier^{10,8} , Bárbara Navazo^{7,8} ,
Fabián Aníbal Quintero⁷ , Estela María Román¹¹ , María Fernanda Torres^{12,13} , María Lorena Zonta¹⁴ .

Resumen: Referencias de índice de masa corporal. Precisión diagnóstica con área grasa braquial en escolares argentinos.

Introducción. El índice de masa corporal (IMC) es una eficaz herramienta para detectar la sobrecarga ponderal en niños y adolescentes, asociado a la adiposidad corporal. **Objetivo.** Analizar la concordancia, sensibilidad y especificidad de tres referencias internacionales de IMC/edad (OMS, IOTF y CDC) para diagnosticar el exceso ponderal y conocer su precisión diagnóstica para identificar el exceso de adiposidad con relación al área grasa braquial (AGB) en población infanto juvenil de Argentina. **Materiales y métodos.** Se realizó un estudio multicéntrico, descriptivo-comparativo y transversal entre 2003 y 2008, en 22.658 niños y adolescentes argentinos de 4 a 13 años de edad. A partir del peso, talla, circunferencia del brazo y pliegue tricipital, se calcularon IMC y AGB. Se analizó la concordancia, sensibilidad y especificidad de referencias de IMC/edad (OMS, CDC, IOTF) y la precisión diagnóstica (curvas ROC) para identificar exceso de adiposidad, a partir del AGB, así como el punto de corte óptimo (PCO). **Resultados.** Las tres referencias tuvieron buena concordancia. La mayor sensibilidad correspondió a OMS y la mayor especificidad a IOTF. El área bajo la curva (ABC) fue mayor en Z-IMC/IOTF en varones y en Z-IMC/OMS en mujeres. Los PCO mostraron discrepancias, siendo mayores con OMS. **Conclusión.** Las tres referencias muestran similar precisión diagnóstica para detectar alta reserva calórica, con puntos de corte óptimo para las puntuaciones Z-IMC menores a 2 Z scores. Esto resulta relevante para la identificación de exceso de adiposidad en poblaciones, en relación con la implementación de políticas públicas de prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(1): 31-42.**

Palabras clave: índice de masa corporal, referencias, exceso ponderal, área grasa del brazo, niños y adolescentes, Argentina.

Abstract: Body mass index references. Diagnostic accuracy with the upper-arm fat area in Argentine schoolchildren. **Introduction:**

The body mass index (BMI) is an effective tool to detect weight overload in children and adolescents, associated with body adiposity. **Objective.** To analyze the concordance, sensitivity and specificity of three international BMI/age references (WHO, IOTF and CDC) to diagnose excess weight and to know their diagnostic accuracy to identify excess adiposity in relation to the brachial fat area (BFA) in Argentine child-youth population. **Materials and methods.** A multicenter, descriptive-comparative and cross-sectional study was carried out between 2003 and 2008 in 22.658 Argentine children and adolescents between aged 4 to 13 years. From the weight, height, arm circumference and tricipital fold, BMI and BFA were calculated. The concordance, sensitivity, and specificity of BMI / age references (WHO, IOTF, CDC,) were analyzed and the diagnostic precision (ROC curves) to identify excess adiposity, from the BFA, as well as the optimal cut-off point (OCP). **Results.** The three references had good agreement, the highest sensitivity corresponded to WHO and the highest specificity to IOTF. The area under the curve (AUC) was greater in Z-BMI/IOTF in men and in Z-BMI/WHO in women. The OCPs showed discrepancies, being higher with WHO. **Conclusion.** The three references show similar diagnostic accuracy to detect high caloric reserve, but with cut-off points for Z-BMI scores less than 2 Z scores. This is relevant for the identification of excess adiposity in populations in relation to the implementation of public policies for the prevention of chronic non-communicable diseases. **Arch Latinoam Nutr 2022; 72(1): 31-42.**

Keywords: body mass index, references, overweight, upper-arm fat area, children and adolescents, Argentina.

¹Instituto Regional de Estudios Socio-culturales (IRES-UNCA-CONICET), Catamarca, Argentina. ² Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. ³Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, Argentina. ⁴Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA) Conicet- Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy, Argentina. ⁵Instituto de Biología de la Altura. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy, Argentina. ⁶Unidad de Investigación en Antropología Biológica. Cátedra Antropología Biológica I. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Jujuy, San Salvador de Jujuy, Argentina. ⁷Laboratorio de Investigaciones en Ontogenia y Adaptación (LINO), Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina. ⁸Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. ⁹ Instituto de Evolución y Diversidad Austral (IDEAus-CONICET). ¹⁰ Centro de Estudios de Antropología Biológica, CEABi-FACEN-UNCA. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Catamarca, Argentina. ¹¹ Universidad Católica de Santiago del Estero, San Salvador de Jujuy, Argentina. ¹² Instituto de Genética Veterinaria (IGEVET), Facultad de Ciencias Veterinarias (FCV)- Universidad Nacional de La Plata (UNLP)-Centro Científico Tecnológico (CCT), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). La Plata, Argentina. ¹³ Instituto de Ciencias Antropológicas (ICA), Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. ¹⁴ Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE), UNLP-CCT, CONICET. La Plata, Argentina.

Autor para la correspondencia: Delia Beatriz Lomaglio, E-mail: delialomaglio@gmail.com

Introducción

El exceso de adiposidad constituye en la actualidad uno de los trastornos por malnutrición más relevante en niños y adolescentes en países con distintos niveles de desarrollo socioeconómico. Se registra a nivel mundial una epidemia creciente de obesidad (OB) infantil con variación de la tendencia secular entre países (1–3) a la vez que una mayor significación en los países de ingreso medio y medio-bajo (4). En América Latina el sobrepeso y la obesidad infantil y adolescente están aumentando rápidamente con disparidades entre y dentro de los países que se enfrentan a la doble carga de desnutrición y exceso de peso, aún desde edades tempranas (5). En Argentina, en el año 2007 el 2,6% de los niños y jóvenes de entre los 10 y 19 años presentaban OB y el 19,0% sobrepeso (SP) (6). Sin embargo, las prevalencias de SP y OB presentaban ciertas variaciones regionales con un gradiente de incremento norte-sur, como fue observado en un trabajo multicéntrico llevado a cabo en cuatro de las cinco regiones sanitarias argentinas, en el cual se obtuvieron las mayores prevalencias de exceso de peso en la región Sur y las menores en la región Noroeste, variación que se correlacionaría tanto con el nivel de ingresos como con las condiciones sociosanitarias de las poblaciones consideradas (7). Por otra parte, el informe de Naciones Unidas mostraba que en años más recientes el exceso de peso afectaba al 7,5% de los menores de 5 años y al 30,6% de los niños y jóvenes de entre 5 y 19 años (8). Estas cifras, entre las más elevadas de Latinoamérica junto a las reportadas para México y Perú, superaban ampliamente las prevalencias registradas a nivel mundial y establecidos en 5,9% y 18,0% para niños y niñas menores y mayores de 5 años, respectivamente.

La evaluación del estado nutricional en la niñez y la adolescencia es de suma importancia, ya que permite detectar tempranamente la sobrecarga ponderal y grasa que conduce a enfermedades crónicas en la etapa adulta. Con este propósito, el índice de masa corporal (IMC) se ha constituido en una herramienta sencilla, de fácil determinación y bajo costo, que ha mostrado tener alta correlación con la adiposidad, por lo que su uso se ha difundido

masivamente, especialmente en estudios poblacionales. Para definir OB y SP según el IMC en población infantil se utilizan en la actualidad los estándares y referencias de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (9,10) y otros dos sistemas: el recomendado por el International Obesity Task Force (IOTF) (11), y las tablas publicadas por el Centers for Diseases Control and Prevention (CDC) de Estados Unidos (12). Sin embargo, diversos estudios indican que estas referencias proporcionan resultados dispares en la prevalencia de SP y OB (13–17). Tales diferencias podrían influir en la planificación y efectividad de políticas públicas y programas de prevención y detección temprana del SP y la OB (18), por lo que conocer la concordancia entre los distintos métodos aplicados a una población concreta resulta fundamental.

También es sabido que el IMC no informa con exactitud acerca de la composición corporal, aunque está significativamente asociado con la adiposidad corporal (19) y especialmente con el área grasa del brazo (AGB) (20). Por este motivo, el AGB puede ser utilizada como variable criterio para analizar la precisión diagnóstica del IMC y para diagnosticar exceso de tejido adiposo. De hecho, el AGB se considera una herramienta útil para la evaluación del estado nutricional de niños y adultos, especialmente en estudios poblacionales (21). Asimismo, el AGB ha mostrado un apropiado balance entre sensibilidad y especificidad para discriminar entre individuos obesos y no obesos utilizando como criterio la adiposidad relativa medida por bioimpedancia, considerado un buen método para screening de obesidad en estudios poblacionales (22).

El objetivo de la presente investigación fue analizar la concordancia, sensibilidad y especificidad de tres referencias internacionales de IMC/edad (OMS, IOTF y CDC) para diagnosticar el exceso ponderal y conocer su precisión diagnóstica para identificar exceso de adiposidad con relación al área grasa braquial (AGB) en población infanto-juvenil argentina.

Materiales y métodos

Muestra

Se realizó un estudio transversal, descriptivo, comparativo en 22.658 escolares argentinos (11.351 varones y 11.307 mujeres) con edades comprendidas entre 4 y 13 años de edad. El muestreo fue de carácter no probabilístico y

por conveniencia en escuelas públicas de seis provincias argentinas, que corresponden a las cinco regiones geográficas y sanitarias en las que se divide el país: Jujuy y Catamarca (Noroeste), Misiones (Noreste), Mendoza (Cuyo), Buenos Aires (Centro) y Chubut (Sur). El relevamiento de los datos se realizó entre los años 2003 y 2008. Fueron incluidos en el estudio todos los escolares presentes en los establecimientos el día de la visita, que asintieron participar y cuyos padres/madres/tutores firmaron el consentimiento informado. Fueron excluidos aquellos con enfermedad crónica o aguda o con indicación medicamentosa al momento del estudio.

El efectivo muestral y la representación porcentual del total de la población de entre 4 y 13 años de edad de cada provincia fue la siguiente: Buenos Aires (8.370; 0,3%), Misiones (2.203; 0,9%), Jujuy (1.698; 1,3%), Catamarca (938; 1,3%), Mendoza (6.637; 2,3%) y Chubut (2.812; 3,1%).

Antropometría

El presente es un estudio multicéntrico integrado por diversos equipos de investigación pertenecientes a las diferentes provincias. En el relevamiento antropométrico participaron los autores responsables de cada equipo, que cuentan con amplia experiencia y entrenamiento en prácticas antropométricas. Previo al relevamiento de los datos se calculó el error intra e interobservador, resultando éste <5%, asegurando la estandarización de las medidas (23). En los establecimientos escolares se obtuvieron las medidas de peso corporal (P), talla (T), circunferencia braquial (CB) y pliegue subcutáneo tricipital (PT) con instrumental homologado y siguiendo las técnicas recomendadas por Stewart *et al.* (23). Para obtener P se utilizó balanza digital con una precisión de 100 gr, para T antropómetro portátil con precisión de 1mm, para CB cinta métrica inextensible con precisión de 1mm y para PT calibre Lange de presión constante con precisión de 1 mm. A partir de la fecha de nacimiento, obtenida del documento nacional de identidad o de los registros institucionales, y de la fecha de medición se calculó la edad decimal de cada escolar.

Con las medidas de P y T se calculó el IMC expresado en peso (Kg)/talla (m)². Los valores de IMC fueron transformados a puntaje Z para las tres referencias (OMS, IOTF y CDC), de acuerdo con la ecuación: $Z = [(IMC/M) L - 1]/LxS$. Los valores L, M y S por sexo y edad fueron obtenidos de las referencias OMS (9,10), IOTF (24) y CDC (25).

El AGB fue obtenida a partir de la diferencia entre el área

total (ATB) y el área muscular (AMB), calculadas a partir de la CB y el PT, aplicando las fórmulas propuestas por Frisancho (26)

$$ATB = [(\pi/4) \times (CB/\pi^2)]; \quad AMB = (CB - \pi \times PT)^2 / 4 \pi; \quad AGB = ATB - AMB$$

Se obtuvieron prevalencias de bajo peso (BP), SP y OB según los diferentes criterios: CDC (BP=IMC<P5; SP= IMC>P85 y ≤P95; OB= IMC>P95); OMS (BP=IMC<-2DE; SP= IMC>1DE y ≤2DE; OB= IMC>2DE); IOTF (define BP, SP y OB a partir de valores equivalentes a 18,5 Kg/m², 25 Kg/m² y 30 Kg/m² en adulto respectivamente). Valores no comprendidos en las categorías anteriores se consideraron como normopeso (NP).

La reserva calórica a partir de la composición corporal del brazo se clasificó como alta (AGB ≥ P90), de acuerdo con los valores percentilares propuestos por Oyhenart *et al.* (27), utilizados como criterio de referencia.

Procesamiento estadístico

Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para evaluar el supuesto de normalidad de la distribución de los datos, el test de Pearson para analizar la correlación parcial, controlada por sexo y edad, entre AGB y el puntaje Z de las tres referencias para IMC/edad y el test de Chi al cuadrado (Chi²) para examinar la asociación entre la clasificación de las variables. Asimismo, se analizó la concordancia o consistencia externa entre los tres criterios a partir del coeficiente de concordancia *Kappa*, definido como la proporción de la concordancia real más allá del azar con respecto a la concordancia potencial más allá del azar, según los siguientes estados de acuerdo: <0,00 (pobre); 0,00-0,20 (leve); 0,21-0,40 (justa); 0,41-0,60 (moderada); 0,61-0,80 (sustancial); 0,81-1,00 (casi perfecta) (28).

Se calcularon sensibilidad y especificidad, como medidas de discriminación diagnóstica de una prueba en relación con un criterio de referencia. La sensibilidad se define como la capacidad de detectar verdaderos positivos, mientras que la especificidad indica la capacidad de la prueba para identificar

verdaderos negativos. En este caso, se obtuvieron la sensibilidad y especificidad de los tres patrones de IMC/edad para identificar exceso de adiposidad de acuerdo con el AGB.

Aplicando curvas ROC se evaluó la capacidad diagnóstica de los tres criterios de IMC/edad para predecir sobrepeso y obesidad utilizando como variable de estado el exceso de reserva calórica estimado a partir del AGB. Se consideró que un área bajo la curva (ABC) inferior a 0,5 no presenta validez, que un ABC entre 0,5-0,7 corresponde a una precisión diagnóstica baja, un ABC entre 0,71 y 0,90 a una la precisión moderada y un ABC >0,90 a precisión diagnóstica alta (29). Asimismo, se calculó el punto de corte óptimo (PCO) a partir del índice de Youden. Este índice es una medida de la efectividad global de una prueba diagnóstica y se calcula como Sensibilidad (%) + Especificidad (%) -100, considerando un valor >50% indicativo de validez. (30)

Los análisis estadísticos se realizaron en la muestra total, por sexo y por edad. Se utilizaron el programa Epi dat 3.1., el SPSS V.22 de IBM y el software Medcalc (2019).

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité del Hospital San Juan Bautista de Catamarca, Comité de Bioética de la provincia de Jujuy para las provincias de Catamarca y Jujuy y Comité de Bioética de la Escuela Latinoamericana de Bioética para las provincias de Buenos Aires, Chubut, Mendoza y Misiones. Las investigaciones se ajustaron a lo establecido por las normas éticas instituidas por el Código de Nüremberg de 1947, la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948, la Declaración de Helsinki de 1964 y sucesivas enmiendas, y se atendió, especialmente, a lo normado por la Ley Nacional 25326 de protección de datos personales. (31-34)

Resultados

En la tabla 1 se observan los valores medios de las variables directas y derivadas en el total de la muestra y por sexo.

Tabla 1. Valores medios y desvío estándar de las variables directas y derivadas en el total de la muestra y por sexo

Variables	Total	Varones	Mujeres
	n=22658 M (DE)	n=11351 M (DE)	n=11307 M (DE)
Edad (años)	9,18(2,62)	9,13(2,63)	9,22(2,60)
Peso (Kg)	32,10(11,97)	32,02(11,94)	32,19(12,00)
Talla (cm)	131,89(16,03)	131,77(15,88)	132,01(16,19)
IMC (Kg/m ²)	17,81(3,09)	17,80(3,07)	17,81(3,11)
AGB (cm ²)	12,29(6,82)	11,54(6,82)	13,04(6,74)
Z-IMC/CDC	0,38(1,02)	0,42(1,05)	0,34(0,99)
Z-IMC/IOTF	0,51(1,04)	0,57(1,06)	0,45(1,02)
Z-IMC/OMS	0,57(1,14)	0,65(1,19)	0,49(1,09)

M= media, DE= desvío estándar, IMC=índice de masa corporal, AGB=área grasa del brazo, CDC= *Centers for Diseases Control and Prevention* (10), IOTF= *International Obesity Task Force* (9), OMS=Organización Mundial de la Salud (7,8)

En la tabla 2 se muestra las prevalencias de estado nutricional (BP, NP, SP y OB) de acuerdo con las distintas referencias. La magnitud de BP estimada por IOTF fue el doble que la estimada con CDC y cuatro veces mayor a la obtenida por OMS. El 72,0%, 70,2% y 73,1% fueron clasificados con NP según las IOTF, OMS y CDC, respectivamente. Por su parte, la prevalencia de SP fue similar aplicando los criterios IOTF y OMS (16,2% y 16,8%) y mayor al criterio CDC (14,5%). Respecto a la OB la mayor prevalencia correspondió a OMS (11,5%), en tanto que con CDC fue de 9,5% y con IOTF 5,8%. En relación específicamente a la malnutrición por exceso y considerando las distintas edades, las prevalencias de SP variaron entre 12,5% y 22,1%. Los mayores valores se obtuvieron con el criterio IOTF en mujeres y varones de 12 y 13 años en comparación con CDC y OMS. Las prevalencias de OB variaron entre 3,9% y 15,7%. Los mayores valores se obtuvieron con CDC a los 4 y 5 años en ambos sexos y a partir de 6 años con OMS (Tabla 2). La mayor sensibilidad correspondió al criterio OMS y la mayor especificidad al criterio de IOTF (Tabla 3).

La concordancia de prevalencias de exceso ponderal entre las tres referencias de IMC/edad fue sustancial cuando se comparó IOTF con OMS y con CDC y casi perfecta entre OMS y CDC. En función del sexo, los varones tuvieron moderada concordancia entre IOTF y OMS y sustancial tanto entre IOTF y CDC como entre OMS y CDC. En las

Tabla 2. Categorías nutricionales del total de la muestra, por sexo y por edades según tres referencias internacionales de IMC/edad

Edad (años)	N (total)	IOTF				OMS				CDC			
		BP	NP	SP	OB	BP	NP	SP	OB	BP	NP	SP	OB
		N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Varones + Mujeres													
	22663	1361 (6,0)	16308 (72,0)	3671 (16,2)	1323 (5,8)	322 (1,4)	15913 (70,2)	3816 (16,8)	2612 (11,5)	671 (3,0)	16556 (73,1)	3292 (14,5)	2144 (9,5)
Varones													
4 a 13	11352	612 (5,4)	8339 (73,5)	1739 (15,3)	662 (5,8)	161 (1,4)	7698 (67,8)	1936 (17,1)	1556 (13,7)	324 (2,9)	8139 (71,7)	1645 (14,5)	1244 (11,0)
4	631	56 (8,6)	466 (73,9)	79 (12,5)	30 (4,8)	2 (0,3)	428 (67,8)	135 (21,4)	66 (10,5)	23 (3,6)	426 (67,4)	107 (17,0)	75 (11,9)
5	1018	68 (6,7)	741 (72,8)	134 (13,2)	75 (7,4)	16 (1,6)	675 (66,3)	186 (18,3)	140 (13,8)	41 (4,0)	683 (67,1)	154 (15,1)	141 (13,9)
6	1261	62 (4,9)	970 (76,9)	162 (12,8)	67 (5,3)	17 (1,3)	874 (69,3)	227 (18,0)	143 (11,3)	37 (2,9)	926 (73,4)	165 (13,1)	133 (10,5)
7	1278	48 (3,8)	982 (76,8)	186 (14,6)	62 (4,9)	11 (0,9)	899 (70,3)	205 (16,0)	163 (12,8)	22 (1,7)	933 (73,0)	201 (15,7)	122 (9,5)
8	1277	47 (3,7)	975 (76,4)	169 (13,2)	86 (6,7)	7 (0,5)	879 (68,8)	205 (16,1)	186 (14,6)	23 (1,8)	941 (73,7)	170 (13,3)	143 (11,2)
9	1361	61 (4,5)	1009 (74,1)	205 (15,1)	86 (6,3)	16 (1,2)	905 (66,5)	226 (16,6)	214 (15,7)	33 (2,4)	979 (71,9)	201 (14,8)	148 (10,9)
10	1269	53 (4,2)	925 (72,9)	211 (16,6)	80 (6,3)	17 (1,3)	849 (66,9)	204 (16,1)	199 (15,7)	28 (2,2)	913 (71,9)	177 (13,9)	151 (11,9)
11	1273	79 (6,2)	906 (71,2)	216 (17,0)	72 (5,7)	25 (2,0%)	841 (66,1)	226 (17,8)	181 (14,2)	41 (3,2)	916 (72,0)	187 (14,7)	129 (10,1)
12	1112	79 (7,1)	752 (67,6)	211 (19,0)	70 (6,3)	21 (1,9%)	748 (67,3)	176 (15,8)	167 (15,0)	40 (3,6)	786 (70,7)	159 (14,3)	127 (11,4)
13	872	59 (6,8)	613 (70,3)	166 (19,0)	34 (3,9)	29 (3,3%)	600 (68,8)	146 (16,7)	97 (11,1)	36 (4,1)	636 (72,9)	124 (14,2)	76 (8,7)
Mujeres													
4 a 13	11311	749 (6,6)	7969 (70,5)	1932 (17,2)	661 (5,8)	161 (1,4)	8215 (72,6)	1880 (16,6)	1055 (9,3)	347 (3,1)	8417 (74,4)	1647 (14,6)	900 (8,0)
4	597	50 (8,4)	426 (71,4)	79 (13,2)	42 (7,0)	3 (0,5)	438 (73,4)	94 (15,7)	62 (10,4)	25 (4,2)	395 (66,2)	106 (17,8)	71 (11,9)
5	926	68 (7,3)	634 (68,5)	159 (17,2)	65 (7,0)	3 (0,3)	668 (72,1)	161 (17,4)	94 (10,2)	28 (3,0)	631 (68,1)	168 (18,1)	99 (10,7)
6	1159	69 (6,0)	827 (71,4)	190 (16,4)	73 (6,3)	12 (1,0)	851 (73,4)	186 (16,0)	110 (9,5)	34 (2,9)	850 (73,3)	168 (14,5)	107 (9,2)
7	1216	65 (5,3)	906 (74,5)	170 (14,0)	75 (6,2)	9 (0,7)	916 (75,3)	184 (15,1)	107 (8,8)	35 (2,9)	922 (75,8)	164 (13,5)	95 (7,8)
8	1356	93 (6,9)	954 (70,4)	232 (17,1)	77 (5,7)	12 (0,9)	974 (71,8)	227 (16,7)	143 (10,5)	31 (2,3)	1015 (74,9)	193 (14,2)	117 (8,6)
9	1343	85 (6,3)	978 (72,8)	215 (16,0)	65 (4,8)	16 (1,2)	986 (73,4)	215 (16,0)	126 (9,4)	43 (3,2)	1033 (76,9)	167 (12,4)	100 (7,4)
10	1347	118 (8,8)	945 (70,2)	226 (16,8)	58 (4,3)	22 (1,6)	977 (72,5)	215 (16,0)	133 (9,9)	45 (3,3)	1031 (76,5)	177 (13,1)	94 (7,0)
11	1313	116 (8,8)	904 (68,8)	210 (16,0)	83 (6,3)	36 (2,7)	925 (70,4)	240 (18,3)	112 (8,5)	50 (3,8)	978 (74,5)	199 (15,2)	86 (6,5)
12	1202	50 (4,2)	807 (67,1)	263 (21,9)	82 (6,8)	32 (2,7)	842 (70,0)	216 (18,0)	112 (9,3)	36 (3,0)	899 (74,8)	183 (15,2)	84 (7,0)
13	852	35 (4,1)	588 (69,0)	188 (22,1)	41 (4,8)	16 (1,9)	638 (74,9)	142 (16,7)	56 (6,6)	20 (2,3)	663 (77,8)	122 (14,3)	47 (5,5)

IOTF= *International Obesity Task Force* (9), OMS=Organización Mundial de la Salud (7,8) CDC= *Centers for Diseases Control and Prevention* (10), BP=bajo peso, NP=normopeso, SP=sobrepeso, OB=obesidad

Tabla 3. Sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivos y valores predictivos negativos según referencias, por sexo

Referencia	Sexo	SE	ES	VP+	VP-
		% (IC 95%)			
IOTF	Varones	88,69 (86,94-90,45)	87,65 (87,00-88,30)	48,35 (46,34-50,37)	98,35 (98,08-98,62)
	Mujeres	90,43 (88,79-92,07)	86,13 (85,44-86,81)	45,20 (43,26-47,13)	98,58 (98,32-98,83)
OMS	Varones	95,72 (94,59-96,86)	77,69 (76,87-78,51)	35,87 (34,27-37,48)	99,29 (99,10-99,48)
	Mujeres	92,98 (91,55-94,41)	82,72 (81,97-83,46)	41,06 (39,26-42,85)	98,91 (98,68-99,14)
CDC	Varones	92,67 (91,22-94,12)	83,31 (82,58-84,04)	41,99 (40,17-43,80)	98,87 (98,63-99,10)
	Mujeres	89,35 (87,63-91,07)	85,81 (85,12-86,49)	45,47 (43,51-47,42)	98,42 (98,16-98,69)

SE=sensibilidad, ES=especificidad, VP (+) =valores predictivos positivos, VP(-)=valores predictivos negativos, IOTF= *International Obesity Task Force* (9), OMS=Organización Mundial de la Salud (7,8) CDC= *Centers for Diseases Control and Prevention* (10)

mujeres la concordancia entre IOTF y OMS y entre IOTF y CDC fue sustancial y entre OMS y CDC casi perfecta. (Tabla 4). La correlación parcial controlada por sexo y edad resultó alta entre AGB y puntajes Z de las tres referencias, la mayor correlación correspondió a Z-IMC/OMS (0,722), seguida de Z-IMC/IOTF (0,709) y por último Z-IMC/CDC (0,669) $p<0,01$.

Del total de la muestra 2605 escolares (11,5%; 1309 varones y 1296 mujeres) fueron clasificados con alta reserva calórica ($AGB \geq P90$). Como se puede observar en la tabla 5 las prevalencias para este indicador fueron superiores a las estimaciones de exceso de peso calculadas por cualquiera de los tres criterios fundamentados en el IMC/edad. La concordancia entre exceso ponderal y alta reserva calórica fue moderada con CDC (0,498 en varones y 0,531 en

mujeres), con OMS (0,425 en varones y 0,488 en mujeres) y con IOTF (0,560 en varones y 0,531 en mujeres). El criterio OMS fue el que clasificó más individuos con exceso de peso y alta reserva calórica (verdaderos positivos) y obtuvo un menor porcentaje de falsos negativos (4,3% en varones y 7,0% en mujeres) en comparación a IOTF (11,3% en varones y 9,6% en mujeres) y CDC (7,3% en varones y 10,6% en mujeres) (Tabla 5).

Las ABC de Z-IMC/CDC, Z-IMC/IOTF y Z-IMC/OMS fueron algo superiores en varones respecto de mujeres en la muestra total. Las mayores ABC correspondieron a Z-IMC/IOTF y Z-IMC/OMS y luego a Z-IMC/CDC en la serie masculina. Para el sexo femenino la mayor ABC estuvo representada

Tabla 4. Coeficiente de concordancia *Kappa* entre prevalencias de exceso de peso (Sobrepeso + Obesidad)

Sexo	N (%)	IOTF*OMS			IOTF*CDC			OMS*CDC		
		<i>Kappa</i>	IC (95%)	<i>p</i>	<i>Kappa</i>	IC (95%)	<i>p</i>	<i>Kappa</i>	IC (95%)	<i>p</i>
Varones + Mujeres	22658 (100,0)	0,630	0,62-0,64	<0,001	0,760	0,75-0,77	<0,001	0,810	0,80-0,82	<0,001
Varones	11351 (50,1)	0,540	0,53-0,55	<0,001	0,720	0,71-0,74	<0,001	0,790	0,78-0,80	<0,001
Mujeres	11307 (49,9)	0,720	0,71-0,73	<0,001	0,800	0,79-0,81	<0,001	0,830	0,82-0,84	<0,001

IOTF= *International Obesity Task Force* (9), OMS=Organización Mundial de la Salud (7,8) CDC= *Centers for Diseases Control and Prevention* (10)

Tabla 5. Prevalencias de alta reserva calórica estimada por área grasa del brazo y exceso de peso

IMC/edad	Categoría	Área grasa del brazo							
		Varones (n=11351)				Mujeres (n=11307)			
		<P90	≥P90	Kappa	p	<P90	≥P90	Kappa	p
		N (%)	N (%)			N (%)	N (%)		
IOTF	sin exceso	8802 (87,7)	148 (11,3)	0,560	<0,001	8590 (85,8)	124(9,6)	0,531	<0,001
	con exceso	1240 (12,3)	1161 (88,7)			1421 (14,2)	1172(90,4)		
OMS	sin exceso	7802 (77,7)	56 (4,3)	0,425	<0,001	8281 (82,7)	91(7,0)	0,488	<0,001
	con exceso	2240 (22,3)	1253 (95,7)			1730 (17,3)	1205(93,0)		
CDC	sin exceso	8366 (83,3)	96 (7,3)	0,498	<0,001	8622 (86,1)	138(10,6)	0,531	<0,001
	con exceso	1676 (16,7)	1213 (92,7)			1389 (13,9)	1158(89,4)		
Total		10042(100)	1309(100)			10011(100)	1296(100)		

IOTF= *International Obesity Task Force* (9), OMS=Organización Mundial de la Salud (7,8) CDC= *Centers for Diseases Control and Prevention* (10)

por Z-IMC/OMS seguida de Z-IMC/IOTF y por último Z-IMC/CDC. No se observaron diferencias significativas para las ABC entre puntuaciones Z-IMC de las distintas referencias, ni entre sexos. Por lo que respecta a la edad, en los menores de 10 años la precisión fue mayor que

a partir de esa edad, en la que, de todos modos, fue igual o superior a 0,940 con alta sensibilidad y especificidad en ambos sexos. Los PCO que maximizan sensibilidad y especificidad fueron, en términos generales, mayores con OMS que con IOTF y CDC (Tabla 6).

Tabla 6. Áreas bajo la curva por grupos de edad y sexo

Sexo	Grupo de edad	Z-IMC/IOTF				Z-IMC/OMS				Z-IMC/CDC			
		ABC (IC 95%)	SE	ES	PCO	ABC (IC 95%)	SE	ES	PCO	ABC (IC 95%)	SE	ES	PCO
Varones	4-9 años	0,966 (0,961-0,970)	95,40	89,02	>1,44	0,967 (0,962-0,971)	95,19	89,43	>1,55	0,964 (0,959-0,968)	95,61	88,30	>1,32
	10-13 años	0,948 (0,941-0,954)	89,53	87,69	>1,43	0,948 (0,941-0,954)	89,53	87,94	>1,56	0,948 (0,941-0,954)	89,53	87,69	>1,26
	4-13 años	0,968 (0,964-0,971)	96,43	86,50	>1,50	0,968 (0,965-0,971)	93,69	89,63	>1,85	0,967 (0,964-0,970)	93,14	89,80	>1,50
Mujeres	4-9 años	0,972 (0,967-0,975)	95,33	89,25	>1,52	0,971 (0,967-0,975)	95,12	89,42	>1,74	0,969 (0,964-0,973)	92,90	90,70	>1,51
	10-13 años	0,963 (0,957-0,968)	94,51	87,67	>1,71	0,963 (0,957-0,968)	95,78	87,32	>1,85	0,963 (0,957-0,968)	95,80	86,60	>1,40
	4-13 años	0,959 (0,956-0,963)	93,11	88,57	>1,44	0,960 (0,956-0,964)	93,11	88,71	>1,55	0,958 (0,954-0,961)	92,72	88,27	>1,30

IOTF= *International Obesity Task Force* (9), OMS=Organización Mundial de la Salud (7,8) CDC= *Centers for Diseases Control and Prevention* (10), ABC=área bajo la curva, SE= sensibilidad, ES= especificidad, PCO= punto de corte óptimo

Discusión

Todas las referencias de IMC/edad aplicadas tuvieron una buena concordancia para estimar el exceso de peso, y la mayor correspondió a IOTF*CDC. A pesar de ello, se encontraron diferencias en la identificación de niños y jóvenes con normopeso, bajo peso, sobrepeso y obesidad según las diferentes referencias aplicadas. En relación con la malnutrición por exceso, en términos generales, la referencia OMS identificó más sujetos en la categoría de SP y OB que IOTF y CDC, aunque la mayor diferencia se encontró en la identificación de escolares obesos, con 5,7 y 2,0 puntos porcentuales respectivamente. Por su parte, con la referencia IOTF se estimó el doble de casos con BP respecto de CDC y 4 veces más que con OMS, mientras que la identificación del SP fue muy similar entre IOTF y OMS, con solo 0,6 puntos porcentuales de diferencia y mayor a CDC con 2,3 puntos porcentuales de diferencia. Si se toman en consideración las prevalencias combinadas de SP y OB, los resultados indican la relación OMS>CDC>IOTF, con diferencias entre OMS y IOTF de 6,3 puntos porcentuales, entre OMS y CDC de 4,3 y entre CDC y IOTF de 2 puntos porcentuales. A su vez CDC identificó mayor cantidad de niños menores de 6 años con OB que las otras referencias.

A partir de la publicación de los puntos de corte para IMC de Cole *et al.* (11,35), que por estar elaborados a partir de una muestra multiétnica fueron recomendados por la IOTF para el ámbito epidemiológico, se han efectuado estudios con el propósito de contrastar la proporción de estados malnutritivos identificados entre esa referencia y las correspondientes a población estadounidense (CDC) y la OMS. La bibliografía disponible da cuenta de resultados similares a los obtenidos en el presente trabajo, donde se observa buena concordancia entre métodos, pero discrepancias en la estimación porcentual de las categorías nutricionales. En esta línea se encuentran los trabajos en niños argentinos menores de 5 años de Padula y Salceda (13) y en edad escolar de Meyer *et al.* (14). También pueden citarse, los realizados en niños ucranianos (36,37) y de Montenegro (38). En todos ellos los autores informaron mayores prevalencias de OB cuando se utilizó la referencia OMS, mientras que en otro trabajo en niños ucranianos se reportaron mayores prevalencias de SP y OB con la referencia IOTF (39).

Del mismo modo, en un trabajo de comparación del diagnóstico nutricional en escolares de 10 a 13 años de México, Venezuela y España empleando IOTF y OMS, Bergel *et al.* observaron que el criterio OMS sobreestimaba

el SP y la OB en relación con IOTF (15). También se encontraron discrepancias entre IOTF y CDC cuando se analizaron adolescentes entre 12 y 17 años de Brasil (40) observando buena concordancia, aunque mayores prevalencias de SP con IOTF y de OB con CDC, cuyos autores concluyeron que IOTF puede subestimar la obesidad en la adolescencia.

Resulta evidente que no se ha llegado aún a un consenso sobre la referencia a utilizar en estudios epidemiológicos y ante la disponibilidad de diferentes referencias, el debate continúa abierto. Incluso algunas investigaciones proponen referencias provenientes de la misma población de estudio y en este sentido puede citarse el trabajo realizado en adolescentes de Bolivia (41) en el que se compararon tres referencias internacionales con la referencia nacional, considerando que la particular ascendencia genética así como la adaptación a la altitud configuraban un modelo de crecimiento y una composición corporal propia muy diferente a la de aquellas poblaciones que se utilizaron para elaborar las referencias internacionales.

En el análisis de revisión sobre 75 artículos que informaban prevalencias de OB y SP en niños y adolescentes iraníes con edades entre 6 y 20 años (42), los autores reportaron diferencias en la clasificación de la condición nutricional según las referencias de IMC aplicadas, concluyendo que en los estudios analizados, el criterio IOTF se utilizaba con fines descriptivos y comparativos, mientras que las referencias CDC y OMS se aplicaban con preferencia para uso clínico en el control de crecimiento.

En general los estudios previos han concluido en la necesidad de un uso cuidadoso de las referencias para la detección de exceso de peso y la precaución cuando se comparan estudios que utilizan diferentes criterios para clasificar el estado nutricional.

Como ya fue observado en diversas investigaciones las discrepancias en la clasificación de individuos con SP y OB según diferentes criterios basados en IMC/edad pueden estar relacionadas a la constitución y antigüedad de la muestra. Las tres referencias analizadas aquí fueron publicadas entre el año 2000 y 2007, pero están construidas con

datos provenientes de estudios que se remontan a décadas pasadas ('60 a '90), anteriores a la epidemia de obesidad. Las referencias conocidas como IOTF (11,35) fueron construidas con base en datos de seis estudios transversales de Brasil, Gran Bretaña, Hong Kong, Países Bajos, Singapur y Estados Unidos colectados entre 1963 y 1993. Las referencias CDC fueron construidas exclusivamente con población estadounidense entre 1963 y 1995 (25). Por su parte las referencias OMS para niños y adolescentes entre 5 y 19 años se basan en datos de la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición I (NHANES I), Estados Unidos 1971-75. Solo para menores de 5 años se basó en una muestra multicéntrica semilongitudinal con sujetos de procedentes de seis países (Brasil, Ghana, India, Noruega, Omán y Estados Unidos) y obtenida entre 1997 y 2003 (10). Se puede apreciar entonces que, por un lado, la única referencia construida a partir de datos multiétnicos es la de IOTF y por otro lado que la antigüedad de las muestras de las tres referencias no estaría reflejando la creciente aparición de obesidad como un problema de salud pública, especialmente, aunque no en forma exclusiva, en los niños estadounidenses y americanos mexicanos (43).

En relación a la eficacia diagnóstica evaluada a través de la sensibilidad y la especificidad del IMC para identificar sujetos con alta reserva calórica medida por el AGB, la mayor sensibilidad correspondió al patrón OMS y la mayor especificidad a las referencias IOTF, que identificaron el 50% menos de niños y adolescentes obesos en comparación con la de OMS. Las referencias CDC también tuvieron menor sensibilidad y mayor especificidad que las de la OMS. Si bien no existe acuerdo para la utilización de referencias en contextos clínicos y epidemiológicos, podría especularse que al clasificar mayor cantidad de individuos con SP y OB que presentan una alta reserva calórica (AGB \geq P90) la referencia OMS resultaría más apropiada para estudios en los que se persigue identificar un exceso de adiposidad.

Estudios precedentes avalan la clasificación OMS para identificar con mayor fiabilidad el exceso de grasa. Se debe tener en cuenta, sin embargo,

que el comportamiento del AGB está influenciado por el desarrollo puberal, motivo por el cual la capacidad predictiva del IMC puede variar según el grado de adiposidad en las distintas etapas de la ontogenia (44). Por tal motivo, la mayor prevalencia de SB y OB identificadas con la referencia OMS en este estudio también podría estar asociada al ritmo de maduración biológica de la población analizada y la mayor precisión diagnóstica observada en niños menores de 10 años, podría explicarse por la variabilidad del IMC y el acúmulo de grasa en la adolescencia, como fue descrito en adolescentes pre y postmenárquicas de Venezuela (45).

Resultados similares fueron observados en niños colombianos entre 5 y 18 años (46), al igual que cuando se analizó la precisión del IMC para identificar obesidad en niños y adolescentes mexicanos con relación al porcentaje de grasa estimado por la técnica de dilución de deuterio (47). Así mismo, otros autores sugirieron diferentes puntos de corte de IOTF y OMS para definir obesidad estimada por absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) en niños y adolescentes chilenos entre 8 y 17 años (48), observando una sensibilidad mayor con OMS para varones y con IOTF para mujeres.

En un trabajo previo (49) se encontró que la precisión diagnóstica del porcentaje de grasa corporal calculado a partir de cuatro pliegues subcutáneos difería según la referencia utilizada (CDC, IOTF y OMS) en adolescentes asiáticos, observando que hasta el 57% de ellos se clasificarían erróneamente como falsos negativos, considerando que para evaluar la obesidad definida como exceso de tejido adiposo sería deseable cambiar los puntos de corte de IMC para conseguir una mayor sensibilidad. Las prevalencias de SP y OB obtenidas de acuerdo con los puntos de corte de cada una de las tres referencias (OMS, CDC, IOTF) fueron distintas y aunque la concordancia entre ellas fue buena, se observaron discrepancias en la cuantificación de niños y adolescentes clasificados con exceso ponderal (SP+OB) y aquellos clasificados con exceso de grasa del componente meso braquial (AGB $P \geq 90$). Esto debe ser tenido en cuenta cuando se desea comparar estudios epidemiológicos o detectar grupos de riesgo.

Como es sabido, en la evaluación antropométrica, especialmente teniendo en cuenta el riesgo de morbilidad relacionado a estados de malnutrición por exceso, como sobrepeso y obesidad, se requiere no solo de un indicador y una población de referencia, sino también de puntos de

corte relacionados a un criterio de exceso de adiposidad, que permitan la mejor identificación de sujetos con esa condición. En tal sentido, el presente estudio mostró una alta correlación entre los puntajes Z de las referencias de IMC/Edad (CDC, IOTF, OMS) con el AGB, que se utilizó como variable criterio de reserva calórica alta, obteniendo puntos de corte asociados al exceso de grasa del área braquial.

Limitaciones y fortalezas del estudio

El presente trabajo adolece de algunas limitaciones. La obtención de la muestra fue intencional y adquirida en distintas provincias y por diferentes antropometristas, aunque todos previamente entrenados y utilizando la misma metodología e idéntico instrumental. Otra limitación está referida a no haber controlado la maduración biológica de los niños y adolescentes, teniendo en cuenta que tanto el IMC como el AGB están influenciados por el desarrollo puberal. El AGB no representa en si misma el porcentaje de grasa corporal total, pero es un indicador de reserva calórica que puede ser utilizado como estimador de obesidad. Una fortaleza del estudio está representada por la amplia proporción de niños y adolescentes de todas las regiones del país y la utilización de referencias de composición del brazo obtenidas a partir de la misma muestra.

Conclusión

Si bien los niveles de concordancia entre las tres referencias de IMC/edad utilizadas en este estudio (OMS, IOTF, CDC) son buenos, la referencia OMS identifica más sujetos en la categoría de SP y OB que IOTF y CDC. Las tres referencias muestran similar precisión diagnóstica para detectar alta reserva calórica ($AGB \geq P90$) con un buen equilibrio entre sensibilidad y especificidad. Aunque los puntos de corte para las puntuaciones Z-IMC de cada una de ellas muestran discrepancias, en todos los casos resultan menores a 2 scores, siendo puntuaciones Z-IMC mayores a 2 scores habitualmente utilizadas para definir obesidad en niños y adolescentes. Esto resulta relevante para la identificación de exceso de adiposidad en poblaciones en relación con la implementación de políticas públicas de prevención de enfermedades crónicas no transmisibles.

Agradecimientos

Los autores agradecen la participación de los niños y adolescentes, así como la colaboración de autoridades

escolares y maestros en el trabajo de campo. A las instituciones que brindaron apoyo financiero: Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales. Universidad Nacional de Jujuy, proyecto: C/0183; Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) PICT 0610; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) PIP 0228; Secretaría de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Catamarca, Proyecto: 02/L449.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

1. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body mass index, underweight, overweight and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128-9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017; 390:2627-2642.
2. Secretaría de Gobierno de Salud, Ministerio de Salud y Desarrollo Social. 2° Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS 2) 2019 Disponible en: <https://fagran.org.ar/wp-content/uploads/2020/01/Encuesta-nacional-de-nutricion-y-salud.pdf>
3. Kim JH, Moon JS. Secular trends in pediatric overweight and obesity in Korea. *J Obes Metab Syndr*. 2020; 29 (1):12-17.
4. Malo-Serrano M, Castillo N, Pajita D. La obesidad en el mundo. *An Fac med*. 2017; 78(2): 173-178
5. Corvalán, C, Garmendia, M L, Jones-Smith, J, Lutter CK, Miranda JJ, L S Pedraza LS *et al*. Nutrition status of children in Latin America. *Obes Rev*, 2017; 18 (Suppl 2): 7– 18.
6. Linetzkya B, Morello P, Virgolinia M, Ferrante D. Resultados de la primera encuesta nacional de salud escolar. Argentina. *Arch Argent Pediatr*. 2011;109(2):111-116.
7. Oyhenart E, Dahinten S, Alba J, Alfaro EL, Bejarano IF, Cabrera GE *et al*. Estado nutricional infante juvenil en seis provincias de Argentina: Variación regional. *Rev Argent Antropol Biol*. 2008;10(1):1-62.
8. Organización Panamericana de la Salud y Programa Mundial de Alimentos. FAO. Panorama de la salud alimentaria y nutricional. Informe de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. 2018.

9. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-age and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: World Health Organization; 2006. 312 p. Disponible en: https://www.who.int/childgrowth/standards/bmi_for_age/en/
10. de Onis M, Onyango A, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmanna J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007; 85(9):660-667.
11. Cole T, Bellizzi M, Flegal K, Dietz W. Establishing a Standard Definition for Child Overweight and Obesity Worldwide: International Survey. *BMJ.* 2000; 6:1240-1243.
12. Kuczmarski R, Ogden C, Grummer-Strawn L, Flegal KM, Guo SS, Wei R *et al.* CDC growth charts: United States. *Adv data.* 2000; 314:1-27.
13. Padula G, Salceda S. Comparación entre referencias de las prevalencias de sobrepeso y obesidad, estimadas a través del Índice de Masa Corporal, en niños de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 2008;58(4):330-335.
14. Meyer E, Carrillo R, Román E, Bejarano I, Alfaro E, Dipierri J. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares juveños de diferente nivel altitudinal según las referencias IOTF, CDC y OMS. *Arch Argent Pediatr.* 2013;111(6):516-522.
15. Bergel M, Cesani M, Cordero M, Navazo B, Olmedo S, Quintero F *et al.* Valoración nutricional de escolares de tres países iberoamericanos: Análisis comparativo de las referencias propuestas por el International Obesity Task Force (IOTF) y la Organización Mundial de la Salud. *Nutr Clin Diet Hosp.* 2014; 34(1):8-15.
16. Toriola A, Monyeki M, Ajayi-Vincent O, Akindutire I, Adeagbo D, Konwea P *et al.* Comparison of the prevalence of overweight and obesity in 9–13-year-old children from two countries using CDC and IOTF reference charts. *Asian J Sci Res.* 2018;11(4):466-471.
17. Oulamara H, Allam O, Tebbani F, Agli A-N. Prevalence of overweight and underweight in schoolchildren in Constantine, Algeria: comparison of four reference cut-off points for body mass index. *EMHJ.* 2020; 26(3):349-355.
18. Flegal K, Ogden C. Childhood Obesity: Are We All Speaking the Same Language? *Adv Nutr.* 2011; 2:159S-166S.
19. Pérez B, Landaeta-Jiménez M, Amador J, Vásquez M, Marrodán M. Sensibilidad y especificidad de indicadores antropométricos de adiposidad y distribución de grasa en niños y adolescentes venezolanos. *Interciencia.* 2009; 34(2):84-90.
20. Arroyo-Barahona E, Hernández-Hernández R, Herrera-Mogollón H, Pérez-Guillén A. Asociación del área grasa y muscular con el índice de masa corporal en niños de dos escuelas rurales, Municipio El Hatillo, Edo. Miranda, Venezuela. *Interciencia.* 2008; 33(2):146-151.
21. Jelliffe D. The assessment of the nutritional status of the community. WHO Monograph no. 53. Geneva: WHO; 1966.
22. Cândido A, Freitas S, Machado-Coelho G. Anthropometric measurements, and obesity diagnosis in schoolchildren. *Acta Paediatr.* 2011;100(9): e120-e124.
23. Stewart A, Marfell-Jones M, International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International Standards for Anthropometric Assessment. Glasgow, U.K: ISAK; 2011.
24. Cole T, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes.* 2012; 7:284-294.
25. Kuczmarski R, Ogden C, Guo S, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Zuguo Mei Z *et al.* 2000 CDC growth charts for the United States: Methods and development. National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat.* 2002; 11(246):1-190.
26. Frisancho A. Anthropometric standards. An interactive nutritional reference of body size and body composition for children and adults. Ann Arbor: University of Michigan Press; 2008.
27. Oyhenart E, Torres M, Garraza M, Cesani MF, Bárbara Navazo B, Castro LE *et al.* Percentilos de referencia de la circunferencia y de las áreas muscular y grasa del brazo para la población infantojuvenil argentina (4-14 años). *Arch Argent Pediatr.* 2019; 117(4): e347-e355.
28. Landis J, Koch G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977; 33(1):159-174.
29. Akobeng A. Understanding diagnostic test 3: receiver operating characteristic curves. *Acta Paediatr.* 2007; 644-647.
30. Fluss R, Faraggi D, Reiser B. Estimation of the Youden Index and its associated cutoff point. *Biom J.* 2005; 47(4):458-472
31. Tribunal Internacional de Nüremberg. Código de Nüremberg, 1947. <https://e-legis-ar.msal.gov.ar/htdocs/legisalud/migration/html/6718.html>
32. Naciones Unidas. Declaración universal de los derechos humanos, 10 de diciembre de 1948. <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
33. World Medical Association. Declaration of Helsinki Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects 2013. *JAMA.* 310(20), 2191-2194
34. Ley N°25.326. Boletín Oficial de la República Argentina, 02 de noviembre de 2000. <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/7209468/20001102?busqueda=1>
35. Cole T, Flegal K, Nicholls D, Jackson A. Body mass index cut offs to define thin-ness in children and adolescents: international survey. *BMJ.* 2007; 335(7612):194. doi:10.1136/bmj.39238.399444.55

36. Partap U, Young EH, Allotey P, Sandhu MS, Reidpath DD. The Use of Different International References to Assess Child Anthropometric Status in a Malaysian Population. *J Pediatr*. 2017; 190:63-68.
37. Ramírez E, Ramos Salas JE, Barrera Bustillos M, González Franco LR, Flores Guillen E, Pérez Jacome A *et al*. WHO body mass index for age charts overestimate thinness and overweight compared to international and US charts applied to indigenous and non-indigenous Mexican children. *Arch Latinoam Nutr* 2017; 67(3):159-168.
38. Milasinovic R, Bojanic D, Cvorovic A, Kukic F. Age and Gender Differences in Nutritional Status of School Children According to WHO, CDC and IOTF References: A Statewide Study from Montenegro. *Sport Mont*. 2019; 17(1):15-21.
39. Derén K, Wyszynska J, Nyankovsky S, Nyankovska O, Yatsula M, Łuszczki E *et al*. Assessment of body mass index in a pediatric population aged 7–17 from Ukraine according to various international criteria—A cross-sectional study. *PLoS One*. 2020;15 (12):e0244300. doi: 10.1371/journal.pone.0244300
40. Teixeira Passos de Andrade K, Cappato de Araujo R, Rodarti Pitangui A. Concordância entre parâmetros internacionais para avaliar o índice de massa corporal em adolescentes. *Adolesc Saude*. 2017; 14(4):113-120.
41. Baya Botti F, Pérez-Cueto P, Vasquez Monllor , Kolsteren P. International BMI-for-age references underestimate thinness and overestimate overweight and obesity in Bolivian adolescents. *Nutr Hosp*. 2010; 25(3):428-436.
42. Ghanbari S, Ayatollahi S. Comparing the role of standard references on the prevalence of Iranian children and adolescents' overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis. *J Res Med Sci*. 2016; 21:121. doi:10.4103/1735-1995.193512
43. Ogden C, Flegal K, Carroll M, Johnson C. Prevalence and Trends in Overweight Among US Children and Adolescents, 1999-2000. *JAMA*. 2002; 288(14):1728-1732.
44. Macías-Tomei C, López-Blanco M, Vásquez M, Méndez-Pérez B, Ramírez G. Capacidad del índice de masa corporal por tres referencias para predecir el diagnóstico integral en prepúberes y púberes ve prepúberes y púberes venezolanos. *Arch Venez Puer Pediatr*. 2012; 75 (2): 38-44
45. Méndez Pérez B, Martín Rojo J, Vásquez M, Ramírez G, Macías-Tomei C, López-Blanco M. Concordancia entre los índices de masa corporal nacional e internacional como predictores de la composición corporal en adolescentes premenárquicas y menárquicas. *Arch Latinoam Nutr*. 2017; 67 (2): 78-85.
46. Gonzalez-Casanova I, Sarmiento O, Gazmararian J, Cunningham SA, Martorell R, Pratt M *et al*. Comparing three body mass index classification systems to assess overweight and obesity in children and adolescents. *Rev Panam Salud Publica*. 2013; 33(4):349-355.
47. Mendoza Pablo P, Valdés J, Ortiz-Hernández L. Accuracy of body mass index for age to diagnose obesity in Mexican schoolchildren. *Nutr Hosp*. 2015; 31(6):2668-2675.
48. Gómez-Campos R, David Langer R, Guimarães Rd F, Contiero San Martini M, Cossio-Bolaños M, de Arruda M *et al*. Accuracy of Body Mass Index Cutoffs for Classifying Obesity in Chilean Children and Adolescents. *Int J Environ Res Public Health*. 2016; 13(5): 472. <https://www.mdpi.com/1660-4601/13/5/472/htm>
49. Deurenberg-Yap M, Niti M, Foo L, Ng S, Loke K. Diagnostic accuracy of anthropometric indices for obesity screening among Asian adolescents. *Ann Acad Med Singap*. 2009; 38(1):3-6.

Recibido: 08/12/2021

Aceptado: 04/02/2022