



Trabajo Original

Estimación del peso conforme a la edad en niños y niñas ecuatorianos: validación de la ecuación APLS

Estimation of weight based on age in Ecuadorian boys and girls: a validation of the APLS formula

Andrés Fernando Vinuesa Veloz¹, Tannia Valeria Carpio Arias², María Paulina Robalino Valdivieso³, Katherin Carmita Vallejo Andrade⁴, Sisa del Rocío Puchaicela Namcela⁵ y María Fernanda Vinuesa Veloz^{3,6}

¹Centro de Salud del Ministerio de Salud Pública Chapintza. Puyo, Ecuador. ²Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana (GIANH). Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud Pública. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. ³Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. ⁴Centro de Salud del Ministerio de Salud Pública Lizarzaburu. Riobamba, Ecuador. ⁵Centro de Salud Unidad Anidada Colta. Chimborazo, Ecuador. ⁶Departamento de Neurociencia. Erasmus MC. Róterdam, Países Bajos

Resumen

Introducción: en niños y niñas, la aplicación de intervenciones terapéuticas, lo que incluye la administración de medicamentos, se basa en el peso corporal.

Objetivo: validar las ecuaciones propuestas por "Advanced Pediatric Life Support – APLS" en 2011 (APLS 1) y 2001 (APLS 2) para estimar el peso de las niñas y niños ecuatorianos, considerando la diversidad étnica y los grupos de edad.

Métodos: estudio transversal que incluyó 21.735 niñas y niños pertenecientes a tres grupos étnicos —mestizo, indígena y otro (blancos, negros y mulatos)— con edades comprendidas entre 0 y 12 años y que habían participado en el estudio ENSANUT-ECU. Se calcularon las diferencias, la correlación de Spearman, los gráficos de Bland-Altman y el porcentaje error (PE). Los datos se procesaron y analizaron usando R.

Resultados: la APLS 1 tiende a sobrestimar el peso mientras que la APLS 2 lo subestima. El sesgo del peso estimado fue mayor para la ecuación clásica. Los grupos étnicos indígena y otro presentaron las diferencias más altas con respecto al peso medido. Las diferencias de peso estimado con respecto al medido aumentaron progresivamente con la edad. Con la APLS 1, el porcentaje de individuos con un PE > 10 % fue mayor que con la APLS 2.

Conclusiones: la APLS no estima con exactitud el peso en la población pediátrica ecuatoriana. La diferencia entre el peso estimado y el peso medido es sensible a las diferencias étnicas y de edad.

Palabras clave:

Ecuador. Estimación del peso. APLS. Grupo étnico. Niños.

Recibido: 23/10/2020 • Aceptado: 12/12/2020

Financiación: ninguna.

Conflictos de interés: todos los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de los autores:

Andrés Fernando Vinuesa Veloz: concepción y diseño del estudio, recolección de datos, análisis e interpretación de resultados; redacción del manuscrito; aprobación de la versión final del manuscrito; responsable de todos los aspectos del manuscrito asegurando veracidad e integridad.

Tannia Valeria Carpio Arias: análisis e interpretación de resultados; revisión crítica del contenido; aprobación de la versión final del manuscrito; responsable de todos los aspectos del manuscrito asegurando veracidad e integridad.

María Paulina Robalino Valdivieso: análisis e interpretación de resultados; revisión crítica del contenido; aprobación de la versión final del manuscrito; responsable de todos los aspectos del manuscrito asegurando veracidad e integridad.

Katherin Carmita Vallejo Andrade: análisis e interpretación de resultados; redacción del manuscrito; aprobación de la versión final del manuscrito; responsable de todos los aspectos del manuscrito asegurando veracidad e integridad.

Sisa del Rocío Puchaicela Namcela: análisis e interpretación de resultados; redacción del manuscrito; aprobación de la versión final del manuscrito; responsable de todos los aspectos del manuscrito asegurando veracidad e integridad.

María Fernanda Vinuesa Veloz: concepción y diseño del estudio, recolección de datos, análisis e interpretación de resultados; redacción del manuscrito y revisión crítica del contenido; aprobación de la versión final del manuscrito; responsable de todos los aspectos del manuscrito asegurando veracidad e integridad.

Agradecimientos: agradecemos a la Ing. Isabel Escudero, así como también al Arq. Carlos Martín Román, a la Dra. Silvia A. Proaño Lucero y a la Dra. Zully Romero, su aporte académico en la realización de este trabajo, y al Instituto de Investigaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo su coordinación a través del proyecto de investigación titulado "Global Challenges Found".

Vinuesa Veloz AF, Carpio Arias TV, Robalino Valdivieso MP, Vallejo Andrade KC, Puchaicela Namcela SR, Vinuesa Veloz MF. Estimación del peso conforme a la edad en niños y niñas ecuatorianos: validación de la ecuación APLS. *Nutr Hosp* 2021;38(2):245-251

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03410>

Correspondencia:

María Fernanda Vinuesa Veloz. Escuela de Medicina, Facultad de Salud Pública. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Panamericana Sur, km 1 ½. EC060155 Riobamba, Ecuador
e-mail: mafervive@gmail.com

Abstract

Introduction: in children the use of therapeutic interventions, which includes the administration of medications, is based on body weight.

Objective: to validate the equations proposed by "Advanced Pediatric Life Support - APLS" in 2011 (APLS 1) and 2001 (APLS 2) to estimate weight in Ecuadorian girls and boys, considering their ethnic diversity and age groups.

Methods: a cross-sectional study which included 21,735 girls and boys belonging to three ethnic groups: mestizo, indigenous, and other (white, black, and mulatto), with ages between 0 and 12 years, who participated in the ENSANUT-ECU study. Differences, Spearman's correlation, Bland-Altman graphs, and percentage error (PE) were calculated. Data were processed and analyzed using R.

Results: APLS 1 tends to overestimate weight whereas APLS 2 underestimates it. The estimated weight bias was greater for the classical equation. The indigenous and "other" ethnic groups presented the highest differences with respect to measured weight. The differences between estimated weight and measured weight increased progressively with age. With APLS 1, the percentage of individuals with a PE > 10 % was greater than with APLS 2.

Conclusions: APLS does not accurately estimate weight in the Ecuadorian pediatric population. The difference between estimated weight and measured weight is sensitive to ethnic and age differences.

Keywords:

Ecuador. Weight estimation. APLS. Ethnicity. Children.

INTRODUCCIÓN

La población pediátrica está compuesta por subgrupos etarios que difieren en sus medidas antropométricas, composición bioquímica y fisiología. De hecho, las proporciones corporales de agua, grasa y proteínas fluctúan dinámicamente a medida que los infantes crecen (1). Estas particularidades tienen un impacto importante en la respuesta y la tolerancia terapéuticas, por lo que es necesario considerarlas para evitar la iatrogenia (2). Debido a ello, y a diferencia de lo que ocurre en los adultos, en los niños y niñas la aplicación de intervenciones terapéuticas, incluida la administración de medicamentos, se basa en el peso corporal (2,3).

Determinar el peso corporal en las niñas y niños, especialmente en los ámbitos clínicos, podría resultar una tarea complicada, entre otras razones debido a la premura con que se debe brindar la asistencia médica. Como respuesta a esta necesidad se han desarrollado ecuaciones para estimar el peso que, para cumplir su propósito, deben reunir algunas características. Por ejemplo, deben ser de rápida y fácil utilización, no requerir cálculos complicados y, finalmente, ser exactas (4). En el ámbito hospitalario se considera aceptable todo porcentaje de error en el peso estimado, con respecto a la medida directa, menor del 10 % (5).

Hasta la fecha se han descrito aproximadamente 20 ecuaciones para estimar el peso en la población pediátrica. Estas basan sus predicciones en variables de fácil obtención como la edad y la talla (6). Entre ellas, las más comúnmente utilizadas son las propuestas por el consenso médico "Advanced Pediatric Life Support" (APLS, por sus siglas en inglés), que estiman el peso basándose en la edad (4). La versión más actualizada de las ecuaciones propuestas por APLS es del año 2011 y la clásica es del 2001; a ambas nos referiremos en el presente manuscrito como APLS 1 y APLS 2, respectivamente (7).

En la APLS 1, el peso se estima a través de tres ecuaciones que se aplican según el grupo de edad. De este modo, para estimar el peso en las niñas y niños menores de un año se utiliza: $(0,5 \times \text{edad en meses}) + 4$; para niñas y niños de uno a cinco años: $(2 \times \text{edad en años}) + 8$; finalmente, para niños de seis a doce años: $(3 \times \text{edad en años}) + 7$ (6,7). En la APLS 2, sin embargo, se recomienda el uso de una sola fórmula, aplicable para los niños

y niñas con edades comprendidas entre 1 y 10 años: $2 \times (\text{edad en años} + 4)$ (6).

Debido a que las ecuaciones propuestas por APLS se desarrollaron con niños y niñas de origen anglosajón, varios esfuerzos se han realizado para validarlas en otras poblaciones pediátricas. A pesar de ello, los resultados obtenidos en buena parte de los casos han sido poco satisfactorios, sobrestimándose o subestimándose el peso según el contexto geográfico o étnico en el que han sido evaluadas (4,8-11). En Latinoamérica, pocos estudios se han llevado a cabo con el objetivo de validar las ecuaciones propuestas por APLS y, de hecho, dichas evaluaciones se han realizado en muestras no representativas de la población (11,12). El objetivo del presente estudio fue validar las ecuaciones propuestas por la APLS del 2011 y la del 2001 (APLS 1 y APLS 2, respectivamente) para estimar el peso de los niños y niñas ecuatorianos de 0 a 12 años de edad, considerando además su diversidad étnica.

MÉTODOS

DISEÑO

Estudio de tipo transversal, analítico. La muestra del estudio incluyó niñas y niños que participaron en el ENSANUT-ECU (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición – Ecuador), un estudio realizado en Ecuador a nivel nacional entre el 2012 y el 2013. El objetivo del ENSANUT-ECU fue describir la situación de salud, el estilo de vida y el acceso a los servicios de salud de la población ecuatoriana (13). El ENSANUT-ECU se realizó bajo la dirección del Ministerio de Salud Pública (MSP) y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (13).

MUESTRA

Los participantes del estudio ENSANUT-ECU provinieron de todo el territorio nacional ecuatoriano y fueron seleccionados a través de un muestreo probabilístico, estratificado y por conglomerados (13). De las 92.502 personas, adultos, niñas y niños, que participaron

en el ENSANUT-ECU se seleccionaron todos los niños y niñas con edades comprendidas entre 0 y 12 años: en total, 22.176. De ellos se excluyeron aquellos con pesos fuera de los percentiles 1 y 99 (441,2 %), obteniéndose una muestra final de 21.735 individuos.

VARIABLES

Peso medido

Los niños se pesaron con una balanza electrónica marca Seca, referencia 874, con precisión entre 50 g y 100 g, función madre/bebé y capacidad de 200 kg. Los menores de 2 años se pesaron en brazos de sus madres o cuidadores. La obtención del peso fue realizada por personal capacitado según procedimientos y protocolos estandarizados (13). Para medir el peso se aseguró que el niño vistiera una sola prenda ligera, que preferiblemente no usara pañal o que tuviera el pañal limpio y seco. Se registró el peso en kilogramos con un decimal en gramos. El peso se midió dos veces y, en caso de haber una diferencia de más o menos 5 kg, se tomó una tercera medición (13).

Peso estimado por las ecuaciones propuestas por APLS

Se estimó el peso según la edad en meses o años de los individuos, usando las ecuaciones propuestas por APLS (6,7). Para la estimación del peso se consideraron las ecuaciones desarrolladas, según los grupos de edad, en 2011 (APLS 1) y en el 2001 (APLS 2):

- APLS 1 para menores de un año: $\text{peso en kg} = (0.5 * \text{edad en meses}) + 4$.
- APLS 1 para niños de uno a cinco años: $\text{peso en kg} = (2 * \text{edad en años}) + 8$.
- APLS 1 para niños de seis a doce años: $\text{peso en kg} = (3 * \text{edad en años}) + 7$.
- APLS 2: $\text{peso en kg} = 2 * (\text{edad en años} + 4)$.

Grupo étnico

La población del ENSANUT-ECU incluyó niñas y niños cuyos cuidadores los identificaron como pertenecientes a varios grupos étnicos, incluidos: mestizo, indígena, afroecuatoriano, negro, mulato, montubio y blanco. En este trabajo, los niños fueron agrupados en tres grupos étnicos: mestizo, indígena y otro. Este último incluyó afroecuatorianos, negros, mulatos, montubios y blancos.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para la realización del estudio ENSANUT-ECU se siguieron los lineamientos establecidos en el Reporte Belmont. Además, los participantes otorgaron su consentimiento informado. Se leyó el consentimiento a la madre o cuidadora principal y, de aceptarlo, se registró su firma (13). Al realizarse el presente estudio con una submuestra

del ENSANUT-ECU, y al ser esta base de datos de acceso público, no fue necesaria la obtención de permisos adicionales.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comparar el peso medido con respecto al peso estimado por la APLS 1 y la APLS 2, se calculó el porcentaje de error (PE) absoluto a través de la siguiente fórmula:

$$\text{PE} = (\text{peso medido} - \text{peso estimado por la APLS} / \text{peso medido}) \times 100$$

Se determinó el porcentaje de subestimación y sobrestimación considerando un 10 % de PE como punto de corte (5). Para determinar la fuerza de asociación entre el peso estimado y el peso medido se realizó una correlación de Spearman. Para representar gráficamente el sesgo del peso estimado con respecto al peso medido y los límites de acuerdo con un 95 % de confianza se aplicó el gráfico de Bland-Altman. En este gráfico, la diferencia entre el peso medido y el peso estimado se representó en el eje "y" y el promedio de ambos en el eje "x". Los datos se procesaron y analizaron usando R (14).

RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MUESTRA

La muestra incluyó 21.735 individuos con edades comprendidas entre 0 y 12 años, de los cuales el 49 % (n = 10.668) fueron niñas y el 51 % (n = 11.067) niños. Las niñas y niños, en conjunto, tenían una edad media de 5,76 años (desviación estándar (DE): 3,75). El grupo étnico más numeroso fue el mestizo, seguido del indígena y del grupo "otro". El porcentaje de individuos fue similar entre los grupos etarios, con variaciones de entre el 6 % y el 9 % (Tabla I). En conjunto, las niñas y niños tuvieron un peso promedio de 21,82 kg (DE: 10,96). La media del peso estimado a través de la APLS 1 fue mayor que el peso medido (23,56 kg (DE: 11,64) vs. 21,82 kg (DE: 10,96)). En contraste, el estimado por la APLS 2 fue menor (19,52 kg (DE: 7,50) vs. 21,82 kg (DE: 10,96)). Es decir, en general, la APLS 1 tiende a sobrestimar el peso mientras que la APLS 2 lo subestima.

COMPARACIÓN ENTRE PESO ESTIMADO Y PESO MEDIDO DE LA MUESTRA

Para determinar la fuerza de la asociación entre el peso estimado y el peso medido se aplicó la correlación de Spearman. En el caso de la APLS 1 se observó una correlación positiva, alta y estadísticamente significativa ($r = 0,939$, $p < 0,001$). Algo similar se observó en el caso de la APLS 2 ($r = 0,938$, $p < 0,001$). El gráfico de Bland-Altman mostró que, para la APLS 1, el prome-

Tabla I. Peso medido, peso estimado y diferencia entre ambos según el grupo étnico y el grupo etario. Se muestran el promedio y la desviación estándar, además del número y el porcentaje para cada grupo. Para el cálculo de la diferencia se restó del peso estimado el peso medido

		Número (%)	Peso medido	Peso APLS 1	Peso APLS 2	PE APLS 1	PE APLS 2
			Promedio (DE)	Promedio (DE)	Promedio (DE)	Diferencia	Diferencia
Grupo étnico	Mestizo	16 861 (77,58)	22,07 (11,11)	23,57 (11,62)	19,53 (7,48)	1,50	-2,54
	Indígena	2974 (13,68)	20,14 (9,73)	23,29 (11,8)	19,28 (7,64)	3,15	-0,86
	Otro	1900 (8,74)	22,32 (11,18)	23,9 (11,54)	19,73 (7,41)	1,58	-2,59
Grupo de edad	> 1	1841 (8,47)	7,83 (1,73)	7,25 (1,52)	8,00 (0)	-0,58	0,17
	Uno	2043 (9,4)	10,12 (1,74)	10,00 (0)	10,00 (0)	-0,12	-0,12
	Dos	1908 (8,78)	12,39 (2,04)	12,00 (0)	12,00 (0)	-0,39	-0,39
	Tres	1532 (7,05)	14,53 (2,49)	14,00 (0)	14,00 (0)	-0,53	-0,53
	Cuatro	1388 (6,39)	16,71 (3,2)	16,00 (0)	16,00 (0)	-0,71	-0,71
	Cinco	1700 (7,82)	19,07 (4,09)	18,00 (0)	18,00 (0)	-1,07	-1,07
	Seis	1652 (7,6)	21,47 (4,62)	25,00 (0)	20,00 (0)	3,53	-1,47
	Siete	1644 (7,56)	23,83 (4,77)	28,00 (0)	22,00 (0)	4,17	-1,83
	Ocho	1786 (8,22)	26,68 (5,94)	31,00 (0)	24,00 (0)	4,32	-2,68
	Nueve	1783 (8,2)	29,67 (6,5)	34,00 (0)	26,00 (0)	4,33	-3,67
	Diez	1561 (7,18)	33,06 (7,03)	37,00 (0)	28,00 (0)	3,94	-5,06
	Once	1485 (6,83)	36,38 (7,26)	40,00 (0)	30,00 (0)	3,62	-6,38
Doce	1412 (6,5)	40,31 (7,42)	43,00 (0)	32,00 (0)	2,69	-8,31	

%; porcentaje; DE: desviación estándar.

dio de sesgo entre el peso estimado y el medido fue de 1,73 (IC 95 %: 1,66 a 1,80) con límites de acuerdo entre -8,75 (IC 95 %: -8,87 a 8,63) y 12,23 (IC 95 %: 12,10 a 12,34) (Fig. 1). Para la APLS 2, el promedio de sesgo entre el peso estimado y el medido fue de -2,31 (IC 95 %: -2,38 a -2,24) con límites de acuerdo entre -13,00 (IC 95 %: -13,13 a -12,88) y 8,39 (IC 95 %: 8,51 a 8,26) (Fig. 2).

COMPARACIÓN ENTRE PESO ESTIMADO Y PESO MEDIDO SEGÚN EL GRUPO ÉTNICO

La media de peso del grupo indígena fue menor que la de los otros grupos étnicos (Tabla I). En todos los grupos étnicos se observó que la APLS 1, en promedio, sobrestimó el peso, mientras que la APLS 2 lo subestimó (Tabla I). Al aplicarse la APLS 1

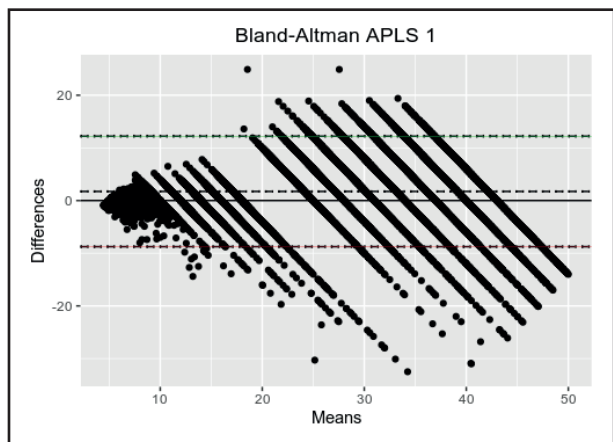


Figura 1. Gráfico de Bland-Altman para la APLS 1.

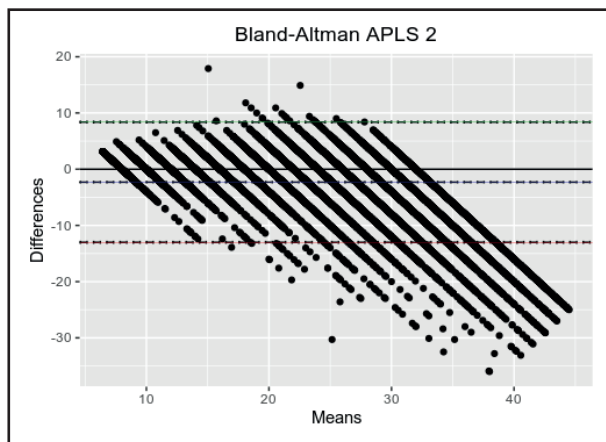


Figura 2. Gráfico de Bland-Altman para la APLS 2.

se observó además que el grupo indígena presentó la diferencia más alta, seguido del grupo étnico "otro" y del grupo mestizo (Tabla I). En contraste, al aplicarse la APLS 2 se observó que el grupo étnico "otro" presentó la diferencia más alta, seguido por el grupo mestizo y el grupo indígena (Tabla I).

COMPARACIÓN ENTRE PESO ESTIMADO Y PESO MEDIDO SEGÚN EL GRUPO ETARIO

El análisis según grupos de edad mostró que en los niños de < 1 año, la APLS 1, en promedio, subestimó el peso mientras que la APLS 2 lo sobreestimó, siendo la diferencia del peso estimado con el peso medido mayor para la APLS 1 (Tabla I). Para las niñas y niños de entre uno y cinco años, la APLS 1 y la APLS 2 subestimaron el peso medido, con una diferencia con respecto al peso estimado que aumentó a medida que los niños y niñas iban teniendo mayor edad (Tabla II). En los mayores de cinco años, la APLS 1 sobreestimó el peso, mientras que la APLS 2 lo subestimó, siendo las diferencias más extremas las observadas con la APLS 2 a medida que los niños y niñas iban teniendo más edad (Tabla I).

SOBRESTIMACIÓN Y SUBESTIMACIÓN CON UN PE > 10 %

Al estimar el peso con la APLS 1 y la APLS 2 se subestimó o sobreestimó el peso con un PE > 10 % en más de la mitad de los

casos, siendo algo mayor la diferencia para la APLS 1 (Tabla II). De esta manera, el porcentaje de casos sobreestimados fue mayor al aplicarse la APLS 1 en comparación con la APLS 2. Lo opuesto ocurrió con respecto al porcentaje de casos en los que el peso se subestimó, donde el porcentaje más alto se observó al aplicarse la APLS 2 (Tabla II). Con la APLS 1, el porcentaje de casos sobreestimados fue mayor que el de subestimados en los tres grupos étnicos, siendo el grupo indígena el que con más frecuencia presentó casos de sobreestimación (~ 55 %). Con la APLS 2, en cambio, el porcentaje de casos subestimados fue mayor que el de sobreestimados excepto en el grupo indígena, que mostró porcentajes de sobreestimación y subestimación similares. En este caso además, el grupo mestizo y el grupo "otro" presentaron con más frecuencia subestimación (Tabla II).

Al observarse los porcentajes de sobreestimación y subestimación según los grupos etarios fue evidente que la APLS 1 y la APLS 2 se comportaron de manera distinta en los mayores de > 1 año y los mayores de 5 años. En los mayores de 1 año, al usarse la APLS 1, el porcentaje de casos subestimados fue mayor que el de sobreestimados, y lo opuesto ocurrió al usarse la APLS 2 (Tabla II). Asimismo, en los mayores de 5 años, al usarse la APLS 1, el porcentaje de casos sobreestimados fue mayor que el de subestimados, y lo opuesto ocurrió al usarse la APLS 2 (Tabla II). Al tratarse de la misma fórmula para estimar el peso en los niños y niñas de edades comprendidas entre uno y cinco años, no hubo diferencias entre los porcentajes de sobreestimación y subestimación al aplicarse la APLS 1 y la APLS 2 en este grupo

Tabla II. Porcentaje de subestimación y sobreestimación con un PE > 10 % según el grupo étnico y el grupo etario. Se muestran el número y el porcentaje para cada grupo. Los porcentajes se calcularon sobre la base del número total de individuos de cada grupo (Tabla I)

		APLS 1 13.613 (62,62)		APLS 2 11.685 (53,56)	
		Sobrestimación 9389 (43,19)	Subestimación 4224 (19,43)	Sobrestimación 3909 (17,98)	Subestimación 7776 (35,78)
Grupo étnico	Mestizo	6933 (41,12)	3488 (20,69)	2855 (16,93)	6369 (37,77)
	Indígena	1631 (54,84)	344 (11,57)	708 (23,81)	693 (23,30)
	Otro	825 (43,42)	392 (20,63)	346 (18,21)	714 (37,58)
Grupo de edad	< 1	240 (13,04)	756 (41,06)	688 (37,37)	415 (22,54)
	Uno	482 (23,59)	440 (21,54)	482 (23,59)	440 (21,54)
	Dos	382 (20,02)	444 (23,57)	382 (29,02)	444 (23,27)
	Tres	296 (19,32)	394 (25,72)	296 (19,32)	394 (25,72)
	Cuatro	289 (20,84)	369 (26,59)	289 (20,82)	369 (26,59)
	Cinco	340 (20,00)	478 (28,12)	340 (20,00)	478 (28,12)
	Seis	1214 (73,49)	140 (8,47)	321 (19,43)	494 (29,90)
	Siete	1199 (72,93)	128 (7,69)	292 (17,76)	561 (34,12)
	Ocho	1273 (71,28)	165 (9,24)	283 (15,85)	704 (39,42)
	Nueve	1212 (67,98)	202 (11,33)	223 (12,51)	802 (44,98)
	Diez	969 (62,08)	217 (13,90)	151 (9,67)	818 (52,40)
	Once	812 (54,68)	230 (15,49)	105 (7,07)	868 (58,45)
Doce	681 (48,23)	261 (18,48)	57 (4,04)	989 (70,04)	

de edad (Tabla II). Al usarse la APLS 1, la sobrestimación de peso con un PE > 10 % ocurrió con más frecuencia en los mayores de 5 años y la subestimación en los mayores de 1 año. Al usarse la APLS 2, la sobrestimación del peso con un PE > 10 % ocurrió con más frecuencia en los mayores de 1 año y la subestimación en los mayores de 5 años (Tabla II).

DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue validar las ecuaciones propuestas por APLS en el 2011 (APLS 1) y en el 2001 (APLS 2 o clásica) para la estimación del peso en las niñas y niños ecuatorianos de edades comprendidas entre los 0 y los 12 años. Las ecuaciones se validaron en una muestra representativa de la población pediátrica ecuatoriana que participó en el estudio ENSANUT-ECU. Nuestros hallazgos indican que las ecuaciones propuestas por APLS presentan poca validez para estimar el peso, siendo más proclives a presentar estimaciones inexactas entre los grupos étnicos distintos del mestizo. Además, las diferencias entre el peso estimado y el peso medido aumentaron progresivamente con la edad. Con la APLS 1, el porcentaje de individuos con un PE > 10 % fue mayor que con la APLS 2.

Con la APLS 1, la media del PE fue mayor en el grupo étnico indígena, mientras que con la APLS 2, la media fue mayor en el grupo étnico "otro". Esto sugiere que, en los diversos aspectos clínicos, las consideraciones en función de la etnia deberían ser básicas, algo que raramente ocurre en la práctica (15).

Al realizar el análisis según la edad, se observa que, conforme aumenta la edad del niño, aumenta también el riesgo de subestimar el peso en los niños de uno a cinco años al emplear cualquiera de las dos fórmulas (APLS 1 o APLS 2), y el de sobrestimar o subestimar el peso al usar la APLS1 o la APLS 2, respectivamente, en los mayores de cinco años. Los problemas causados por la estimación incorrecta del peso podrían ser especialmente graves debido al riesgo de la sobredosis medicamentosa. En los menores de un año, el riesgo del cálculo inexacto fue mayor cuando se usó la fórmula APLS1.

Al igual que en nuestro caso, investigaciones previas realizadas en niños y niñas de Reino Unido, Nueva Zelanda, varias islas de Oceanía, Malí, Trinidad y Tobago, y México reportaron que la ecuación APLS tiende a subestimar el peso (8-11,16-17). Un metaanálisis reciente refiere que esto podría explicarse con los altos índices de sobrepeso y obesidad de las poblaciones estudiadas, fenómenos cuya ocurrencia se ha incrementado durante los últimos años en Ecuador (4). Por ejemplo, en el año 2012 se reportó que, a nivel nacional, el sobrepeso y la obesidad afectaban al 9 % de los menores de 5 años, al 30 % de las niñas y niños entre los 5 y 11 años, y al 26 % de los adolescentes (13).

El PE determinado en los niños y niñas ecuatorianos fue similar al reportado en otros estudios, como el realizado por Luscombe y Owens o el de Rubio Jiménez y colaboradores, quienes establecieron una media aproximada del 19 %. Al igual que en la nuestra, en estas investigaciones se describió además un aumento progresivo del PE a medida que se incrementa la edad (18,19). De

este modo, a partir del año 2011 se ha recomendado el uso de las nuevas ecuaciones APLS (APLS 1), que deberán usarse de acuerdo con la edad (6). Sin embargo, se ha observado que, a pesar de ser más exactas, las nuevas ecuaciones no ofrecen ninguna ventaja clínicamente importante frente a la original, al ser más difíciles de memorizar. De este modo, un estudio realizado por pediatras ingleses reveló que tan solo el 8 % de los profesionales pueden recordar con precisión las cuatro ecuaciones emitidas en el año 2011 (APLS 1) (20).

Uno de los hallazgos más llamativos de nuestro estudio fue que el grupo étnico indígena presentó el porcentaje de sobrestimación más alto, tanto con la APLS 1 como con la APLS2. Esto podría explicarse por el hecho de que el peso promedio de los niños y niñas indígenas fue menor que el de sus congéneres mestizos y de otras etnias (Tabla I), diferencias que podrían atribuirse a la pobreza y la desigualdad que, por lo general, afectan con mayor intensidad a los grupos sociales vulnerables, donde se incluyen las minorías étnicas. De hecho, se ha observado que tanto el peso como la talla no dependen tanto del grupo étnico sino más bien del contexto socioeconómico donde se desarrollan los niños (21,22).

CONSIDERACIONES DE LA ESTIMACIÓN DEL PESO

La estimación del peso a través de ecuaciones como las propuestas por el consenso APLS no es la única opción disponible; existen otras que se recomiendan y que, al parecer, son más exactas (23). Una de ellas es la cinta Broselow, cuyo uso, sin embargo, puede acarrear inconvenientes ya que requiere disponer de un equipo que podría no estar siempre a mano. Asimismo, medir con exactitud la estatura para estimar el peso de las niñas y niños en situaciones de emergencia no constituye ninguna tarea fácil (8). Aun así, en la quinta edición del consenso APLS se establece que la determinación de la longitud/estatura permite una dosificación más exacta de los medicamentos que se utilizan en la reanimación pediátrica, lo que se debe a que el pequeño volumen de distribución de estos fármacos se asocia al peso magro y no al peso real (24-26).

Entre las ventajas de las ecuaciones propuestas por APLS frente a otros métodos de estimación está su simplicidad, puesto que no requieren el uso de equipos y tampoco la realización de cálculos complicados. Difícilmente estas cualidades pueden ser superadas por métodos alternativos que a la vez sean más exactos y precisos, pues requerirían mayor capacidad de cálculo. En la actualidad, este inconveniente puede superarse fácilmente a través del uso de dispositivos tecnológicos. Se podría, por ejemplo, desarrollar una aplicación para dispositivos móviles que realice dichos cálculos, tal y como se ha hecho para otros usos de aplicación en el ámbito de la salud (27,28).

IMPLICACIONES, FORTALEZAS Y DEBILIDADES DEL ESTUDIO

Los hallazgos de nuestro estudio sugieren que se debe limitar el uso de las ecuaciones propuestas por APLS a los casos

estrictamente necesarios. Esto se debe a que, en general, las ecuaciones propuestas por APLS tienden a presentar pesos equivocados en más de la mitad de los casos, lo que implicaría, en consecuencia, la administración de dosis supra o sub-terapéuticas de los fármacos. De acuerdo con los hallazgos de nuestro estudio, la ecuación APLS 1 tiende a sobrestimar el peso, mientras que la APLS 2 lo subestima, siendo el sesgo mayor con la ecuación APLS 1. Las poblaciones con mayor riesgo de presentar inconvenientes en cuanto a la administración de medicamentos son los pacientes de los grupos étnicos indígena y "otro". Además, se debe considerar que los porcentajes de subestimación y sobreestimación con un PE > 10 % aumentan progresivamente con la edad de los infantes.

El presente estudio, además de ser el primero de su tipo, posee validez externa, por lo que sus resultados pueden generalizarse a toda la población ecuatoriana gracias a las características metodológicas de la encuesta ENSANUT-ECU. Esta fortaleza se debe a que la muestra estudiada se seleccionó a través de un muestreo probabilístico de todo el territorio nacional ecuatoriano. Una debilidad importante, sin embargo, la constituye el hecho de que las fórmulas propuestas por el consenso APLS no se validaron en el contexto donde, precisamente, se usan con mayor frecuencia, es decir, en las situaciones de emergencia, lo que, sin embargo, abre la posibilidad para que estudios parecidos se realicen en dichos contextos.

CONCLUSIONES

Las fórmulas propuestas por el consenso APLS no estiman con exactitud el peso en la población pediátrica ecuatoriana. Las diferencias entre el peso estimado y el medido aumentaron progresivamente con la edad. Con la APLS 1, el porcentaje de individuos con un PE > 10 % fue mayor que con la APLS 2. La diferencia entre el peso estimado y el peso medido es sensible a las diferencias étnicas y de edad.

BIBLIOGRAFÍA

- Lu H, Rosenbaum S. Developmental pharmacokinetics in pediatric populations. *J Pediatr Pharmacol Ther* 2014;19(4):262-76. DOI: 10.5863/1551-6776-19.4.262
- Saavedra SI, Quiñones SL, Saavedra BM, Sasso AJ, León TJ, Roco AA. Farmacocinética de medicamentos de uso pediátrico, visión actual. *Rev Chil Pediatr* 2008;79(3):249-58. DOI: 10.4067/S0370-41062008000300002
- Kearns GL, Abdel-Rahman SM, Alander SW, Blowey DL, Leeder JS, Kauffman RE. Developmental pharmacology--drug disposition, action, and therapy in infants and children. *N Engl J Med* 2003;349(12):1157-67. DOI: 10.1056/NEJMra035092
- Young KD, Korotzer NC. Weight Estimation Methods in Children: A Systematic Review. *Ann Emerg Med* 2016;68(4):441-51.e10. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2016.02.043
- Marcin JP, Dharmar M, Cho M, Seifert LL, Cook JL, Cole SL, et al. Medication errors among acutely ill and injured children treated in rural emergency departments. *Ann Emerg Med* 2007;50(4):361-7.e1-2. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2007.01.020
- Mackway-Jones M, Phillips B. *Advanced paediatric life support: Practical approach*. London: BMJ Books; 2001.
- Samuels M, Wieteska S, eds. *Advanced Paediatric Life Support: The Practical Approach*. West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2011.
- Luscombe MD, Owens BD, Burke D. Weight estimation in paediatrics: a comparison of the APLS formula and the formula 'Weight=3(age)+7'. *Emerg Med J* 2011;28(7):590-3. DOI: 10.1136/emj.2009.087288
- Theron L, Adams A, Jansen K, Robinson E. Emergency weight estimation in Pacific Island and Maori children who are large-for-age. *Emerg Med Australas* 2005;17(3):238-43. DOI: 10.1111/j.1742-6723.2005.00729.x
- Aragón Joya YA. Fórmulas para la estimación rápida del peso a partir de la edad y su correlación con el peso medido en una población pediátrica de Colombia entre los 2 y 15 años. *Universidad Nacional de Colombia*; 2017.
- Badeli H, Hashemian H, Nazari N, Rad AH. The Percentage of Error of Different Weight Estimation Methods toward Actual Weight in Children Admitted to 17 Shahrivar Hospital. *Int J Prev Med* 2015;6:13. DOI: 10.4103/2008-7802.151821
- Sihuay-Torres K, Cosar-Quiroz J, Huamán-Aguilar L, Alata-Jimenez S, Turriate-Vivar C, Castro-Rodríguez Y. Estimación del peso según la edad. Comparación de las fórmulas en una muestra peruana. *Odontol Sanmarquina* 2018;21(1):35-40. DOI: 10.15381/os.v21i1.14432
- Freire WB, Ramírez Luzuriaga MJ, Belmont P, Mendieta María J, Silva Jaramillo K, Romero N, et al. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Primera. *Ensanut-Ecu 2012*. Quito: Ministerio de Salud Pública; Instituto Nacional de Estadísticas y Censos; 2014. p. 5-722.
- R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2018.
- Mesenburg MA, Restrepo-Mendez MC, Amigo H, Balandrán AD, Barbosa-Verdun MA, Caicedo-Velásquez B, et al. Ethnic group inequalities in coverage with reproductive, maternal and child health interventions: cross-sectional analyses of national surveys in 16 Latin American and Caribbean countries. *Lancet Glob Health* 2018;6(8):e902-13. DOI: 10.1016/S2214-109X(18)30300-0
- Kone J, Touré M, Ramatoulaye D, Traoré E, Doumbia D, Coulibaly M, et al. A Local Validation of the APLS Pediatric Age-Based Weight Estimation Formula. *J Anesth Crit Care* 2017;8(5). DOI: 10.15406/JACCOA.2017.08.00320
- Ali K, Sammy I, Nunes P. Is the APLS formula used to calculate weight-for-age applicable to a Trinidadian population?. *BMC Emerg Med* 2012;12:9. DOI: 10.1186/1471-227X-12-9
- Luscombe M, Owens B. Weight estimation in resuscitation: is the current formula still valid? *Arch Dis Child* 2007;92(5):412-5. DOI: 10.1136/adc.2006.107284
- Rubio Jiménez M, Losada Pajares A, Andres Bartolome A, Pascual Bartolomé E, Nafria Prada C, Arriola Pereda G. Análisis de la validez de diferentes fórmulas para estimar el peso en función de la edad en Urgencias de pediatría. *Rev Española Pediatría* 2014;70(1):33-7.
- Hulme P, Javaid A, Anderson K, Carley S. APLS estimation formulas do not safely predict weight in UK children. In: 14th International Conference on Emergency Medicine. Dublin: Academic Emergency Medicine; 2012.
- Marikar D, Varshneya K, Wahid A, Apakama O. Just too many things to remember? A survey of paediatric trainees' recall of Advanced Paediatric Life Support (APLS) weight estimation formulae. *Arch Dis Child* 2013;98(11):921. DOI: 10.1136/archdischild-2013-304360
- Habicht JP, Martorell R, Yarbrough C, Malina RM, Klein RE. Height and weight standards for preschool children. How relevant are ethnic differences in growth potential? *Lancet* 1974;1(7858):611-4. DOI: 10.1016/s0140-6736(74)92663-4
- Martínez-Carrión JM. La talla de los europeos, 1700-2000: ciclos, crecimiento y desigualdad. *Investig Hist Económica* 2012;8(3):176-87. DOI: 10.1016/j.ih.2012.06.002
- Wells M, Goldstein LN, Bentley A. A systematic review and meta-analysis of the accuracy of weight estimation systems used in paediatric emergency care in developing countries. *African J Emerg Med* 2017;7(Suppl):S36-54. DOI: 10.1016/j.afjem.2017.06.001
- Dieckmann RA. The dilemma of paediatric drug dosing and equipment sizing in the era of patient safety. *Emerg Med Australas* 2007;19(6):490-3. DOI: 10.1111/j.1742-6723.2007.01024.x
- Fuchs, S. *APLS: The Pediatric Emergency Medicine Resource* 5th ed; 2012.
- Folch-Ayora A, Macía-Soler L, López M, Salas, M, Medina P, Moles J, et al. Mobile applications in oncology: A systematic review of health science databases. *Int J Med Inform* 2020;133:104001. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2019.104001
- McKay FH, Cheng C, Wright A, Shill J, Stephens H, Uccellini M. Evaluating mobile phone applications for health behaviour change: A systematic review. *J Telemed Telecare* 2018;24(1):22-30. DOI: 10.1177/1357633X16673538