



## Adiposidad y riesgo cardio-metabólico en escolares

Lidia G. De León <sup>1,\*</sup>, Briseidy Ortiz-Rodríguez <sup>1</sup>, Luis A. Flores <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Chihuahua, México.

\* Corresponding authors email: [gdeleon@uach.mx](mailto:gdeleon@uach.mx)

DOI: <https://doi.org/10.34256/ijk21112>

Received: 19-12-2021, Accepted: 22-12-2021, Published: 31-12-2021



### Resumen

El exceso de grasa corporal en niñas y niños también es un factor de riesgo modificable que se asocia al desarrollo de enfermedades no transmisibles desde etapas tempranas de la vida. **Objetivo.** Examinar la relación del porcentaje de grasa por las ecuaciones de Slaughter, la circunferencia de cintura abdominal y el índice cintura/estatura para estimar el grado de riesgo cardio-metabólico de escolares entre 6 y 12 años respecto a su nivel de adiposidad. **Metodología.** En una muestra de 147 niñas y 156 niños en edades entre los 6 y 12 años, se determinó la correlación de las ecuaciones de Slaughter que utilizan los pliegues de tríceps y pierna medial (GS1) y de tríceps y subescapular (GS2) con la circunferencia de cintura abdominal (CC) y con el índice cintura/estatura (ICE); se identificó la concordancia entre ambas ecuaciones de Slaughter por Bland&Altman (Giavarina, 2015); se analizó la capacidad diagnóstica de las ecuaciones de Slaughter para identificar el riesgo cardio-metabólico (RC-M) por curvas de ROC. **Resultados.** Se encontraron correlaciones más altas de GS1 y GS2 con CC que con ICE en niñas y niños, pero todas significativas ( $p < 0.001$ ). GS1 y GS2 mostraron buena concordancia, aunque GS1 estimó valores más altos de porcentaje de grasa con una media de las diferencias de 0.5715 (95% IC). La sensibilidad y especificidad para detectar RC-M fueron más altas en GS1 (90.6% y 90.4%, respectivamente) que en GS2. **Conclusiones.** GS1 puede discriminar la presencia de RC-M en escolares a un menor porcentaje de grasa corporal.

**Palabras Clave:** Porcentaje de grasa, Escolares, Concordancia, Capacidad diagnóstica, Indicadores antropométricos.

### Abstract

Excess body fat in girls and boys is a modifiable risk factor that is associated with the development of non-communicable diseases from early stages of life. **Aims.** To examine the relationship of the percentage of fat by the Slaughter equations, the abdominal waist circumference and the waist / height ratio to estimate the degree of cardio-metabolic risk of schoolchildren between 6 and 12 years old with respect to their level of adiposity. **Methods.** In a sample of 147 girls and 156 boys between the ages of 6 and 12, the correlation of the Slaughter equations using the triceps and medial calf folds (GS1) and the triceps and subscapular skinfolds (GS2) with the abdominal waist circumference (WC) and the waist/height index (WHI) was determined; concordance between both Slaughter equations was identified by Bland & Altman (Giavarina, 2015) ; the diagnostic capacity of the Slaughter equations was analyzed to identify the cardio-metabolic risk (CMR) by ROC (Receiver Operating Characteristic) curves. **Results.** Higher correlations of GS1 and GS2 were found with WG than with WHI in girls and boys, but all were significant ( $p < 0.001$ ). GS1 and GS2 showed good agreement, although GS1 estimated higher values of fat percentage with a mean of the differences of 0.5715 (95% CI). The sensitivity and specificity to detect CMR were higher in GS1 (90.6% and 90.4%, respectively) than in GS2. **Conclusions.** GS1 can discriminate the presence of CMR in schoolchildren at a lower percentage of body fat.

**Keywords:** Fat percentage, Schoolchildren, Concordance, Diagnostic ability, Anthropometric indicators.

### Introducción

La elevada prevalencia de obesidad infantil en el mundo y particularmente en los países en desarrollo, representa un serio problema de salud por su asociación con enfermedades no transmisibles (ENT) desde etapas

tempranas de la vida. En México, el 35.5% de niñas y niños entre los 5 y los 11 años fueron clasificados con exceso de peso, en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19 (Shamah-Levy et al. 2020).

Diversos investigadores han resaltado la necesidad de encontrar métodos que permitan la medición más acertada del exceso de grasa corporal en estas edades, con el propósito de identificar más tempranamente los factores de riesgo asociados y la morbilidad derivada de este problema (de Padua Cintra et al. 2014, Orta Duarte et al. 2014, Valle-Leal et al. 2016, Zamora Salas and Laclé Murray 2018).

Las ecuaciones de Slaughter han sido ampliamente utilizadas para determinar el porcentaje de grasa corporal en la población pediátrica y frecuentemente se han contrastado contra métodos que los autores han considerado el estándar de oro para la medición de la composición corporal en niños y niñas, como la Absorciometría dual de rayos X (DEXA), la Impedancia Bioeléctrica (IBE) y la Dilución isotópica con deuterio, entre otros; pero las investigaciones han evidenciado resultados controversiales (Cameron et al. 2004, Forte et al. 2021, Rodríguez et al. 2005, Zamora Salas and Laclé Murray 2018).

Es indudable que la medición de la adiposidad en escolares debe realizarse por métodos más precisos, como los estándares ya mencionados; pero estos resultan más complejos, de alto costo y de menor disponibilidad para su uso generalizado. No obstante, es necesario identificar procedimientos más sencillos y económicos, pero confiables y válidos para su uso en el área clínica que es donde se requiere identificar el sobrepeso y la obesidad desde edades tempranas, así como su asociación con patologías metabólicas y cardiovasculares que puedan ser prevenidas y tratadas oportunamente (Arnaiz et al. 2010, González-Ruiz et al. 2018, Padrón-Martínez et al. 2016).

Por otra parte, el índice cintura/estatura (ICE) es un parámetro que ha probado ser de gran utilidad para identificar riesgo cardio-metabólico (RC-M) en función de la presencia de obesidad abdominal. Es relativamente sencillo de obtener, y al ser independiente de la edad, puede ser utilizado en niñas y niños y en adolescentes, por lo que otra de sus ventajas es su valor predictivo para identificar obesidad infantil de localización abdominal/visceral a partir de un punto de corte de 0.5, el que, de acuerdo con Saldivar-Cerón et al. (2016), tiene un comportamiento estable durante las fases de crecimiento.

La solidez que presenta el ICE puede ser de gran utilidad para fundamentar un punto de corte en las ecuaciones de Slaughter, que permita identificar los cambios puntuales del porcentaje de grasa corporal y que, a la vez, detecte en forma oportuna la emergencia de RC-M en niñas y niños. El objetivo del presente estudio fue examinar la relación del porcentaje de grasa por las ecuaciones de Slaughter, la circunferencia de cintura abdominal y el índice cintura/ estatura para estimar el grado de riesgo cardio-metabólico de escolares entre 6 y 12 años respecto a su nivel de adiposidad.

## **Material y métodos**

Este trabajo es un estudio secundario del proyecto “Glucosa e insulina en sangre: su relación con índice glucémico y actividad física en escolares” que fue aprobado por el H. Comité de Ética en Investigación del Hospital Central del Estado y la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Chihuahua, con registro A-/104/2013.

### **Diseño**

Se trata de un estudio descriptivo, transversal, correlacional y de concordancia, y de precisión diagnóstica. Como variables de estudio se consideraron las ecuaciones de Slaughter para porcentaje de grasa con los pliegues de tríceps y pierna medial para niñas y niños: GS1 y las ecuaciones de Slaughter para porcentaje de grasa con los pliegues de tríceps y subescapular para niñas y niños: GS2 (Slaughter et al. 1988); la circunferencia de cintura abdominal (CC) y el índice cintura/estatura (ICE).

### **Sujetos**

La muestra fue de 303 escolares, 147 niñas y 156 niños de 6 a 12 años de edad, reclutados en 4 centros escolares de educación primaria, de una zona escolar urbana de la ciudad de Chihuahua, México (zona norte). Sus padres y tutores firmaron el consentimiento informado de participación voluntaria y todas las niñas y niños otorgaron su asentimiento para ingresar al estudio.

### **Procedimientos**

Se midió el perfil restringido de acuerdo con el Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica de Stewart et al. 2011 (edición en español Esparza-Ros et al. 2014), del que se consideraron las mediciones de

masa corporal, estatura, pliegues de tríceps, subescapular y pierna medial, así como la circunferencia de cintura mínima. Las mediciones fueron realizadas por dos antropometristas nivel 2 de ISAK, con amplia experiencia, considerando un error técnico de medición (ETM)  $\leq 5\%$  para los pliegues cutáneos y  $\leq 1\%$  para el resto de las variables. Cada medición se realizó por duplicado o por triplicado (en función del ETM) para obtener la media aritmética o la mediana, respectivamente.

Los valores obtenidos se tomaron en cuenta para determinar las variables de interés, que en este caso fueron:

El porcentaje de grasa por las ecuaciones de Slaughter (Cameron et al., 2004; Slaughter et al., 1988) utilizando las medidas de los pliegues tríceps y pierna medial (GS1) para niñas y niños

$$GS1 \text{ niñas} = 0.610(\text{tríceps} + \text{pierna medial}) + 5.1$$

$$GS1 \text{ niños} = 0.735(\text{tríceps} + \text{pierna medial}) + 1.0.$$

El porcentaje de grasa por las ecuaciones de Slaughter (Cameron et al., 2004; Slaughter et al., 1988) utilizando las medidas de los pliegues tríceps y subescapular (GS2) para niñas y niños

$$GS2 \text{ niñas} = 1.33(\text{tríceps} + \text{subescapular}) - 0.013(\text{tríceps} + \text{subescapular})^2 - 2.5$$

$$GS2 \text{ niños} = 1.21(\text{tríceps} + \text{subescapular}) - 0.008(\text{tríceps} + \text{subescapular})^2 - 3.2$$

La circunferencia de cintura abdominal (CC) en centímetros (cm), se consideró en sus valores absolutos para niñas y niños.

El ICE se determinó para ambos sexos con la siguiente ecuación:

$$ICE = \text{circunferencia de cintura abdominal (cm)} / \text{estatura (cm)}$$

## Análisis estadístico

Los valores se presentan en medias y desviaciones estándar y/o medianas y rango intercuartil entre el 25 y 75 percentil.

Se evaluó la concordancia entre ambas ecuaciones de porcentaje de grasa (GS1 y GS2), por el método de Bland & Altman (Cardemil 2016); el coeficiente de correlación intraclase por Pearson y Spearman para encontrar la relación entre el porcentaje de grasa y CC e ICE; y el análisis con curvas ROC (Receiver Operating Characteristic) para determinar los puntos de corte para GS1 y GS2 en relación con el RC-M establecido por el ICE para la muestra estudiada (Cerdeira & Cifuentes 2012).

## Resultados

La tabla 1 muestra las características antropométricas de las niñas (n=147) y niños (n=156) que fueron considerados en el estudio.

**Tabla 1.** Características antropométricas de la muestra estudiada.

Variable	Niñas (147)				Niños (156)			
	Media	Mediana	Desvest	Rango IC	Media	Mediana	Desvest	Rango IC
Peso (kg)	36.3	33.6	11.4	15.1	34.5	32.2	10.2	14.6
Estatura (cm)	138.9	137.6	11.0	16.8	138.3	138.6	11.2	15.3
Tríceps (mm)*	14.5	13.0	6.2	8.8	11.7	10.0	6.0	8.0
Subescapular (mm)*	11.8	8.5	7.5	8.3	9.3	6.5	6.1	6.1
Pierna medial (mm)*	13.8	12.0	6.5	8.6	10.9	9.0	5.9	6.6
Cintura (cm)	62.8	59.9	10.0	12.8	61.7	58.6	9.6	13.6
GS1 (%)*	22.4	20.2	7.5	10.7	17.6	15.2	8.5	11.4
GS2 (%)*	21.2	19.9	6.5	10.7	17.6	14.3	9.0	12.8
ICE	.452	.432	.063	.081	.446	.431	.057	.072

Desvest=desviación típica; Rango IC=rango intercuartil entre el 25 y 75 percentil; GS1=porcentaje de grasa corporal estimado por la ecuación de Slaughter que utiliza los pliegues de tríceps y pierna medial; GS2=porcentaje de grasa corporal estimado por la ecuación de Slaughter que utiliza los pliegues tríceps y subescapular; ICE=índice cintura/estatura. \*= mayor en niñas (p<0.01)

Los porcentajes de grasa corporal por ambas fórmulas (GS1 y GS2) resultaron más altos en las niñas ( $p<0.001$ ) por efecto de los pliegues medidos, tríceps, subescapular y pierna medial, que también fueron más altos que en los niños ( $p<0.001$ ). El resto de las variables no presentó diferencias significativas, por sexo.

Los resultados de las correlaciones entre el porcentaje de grasa y el resto de las variables se presentan en la tabla 2.

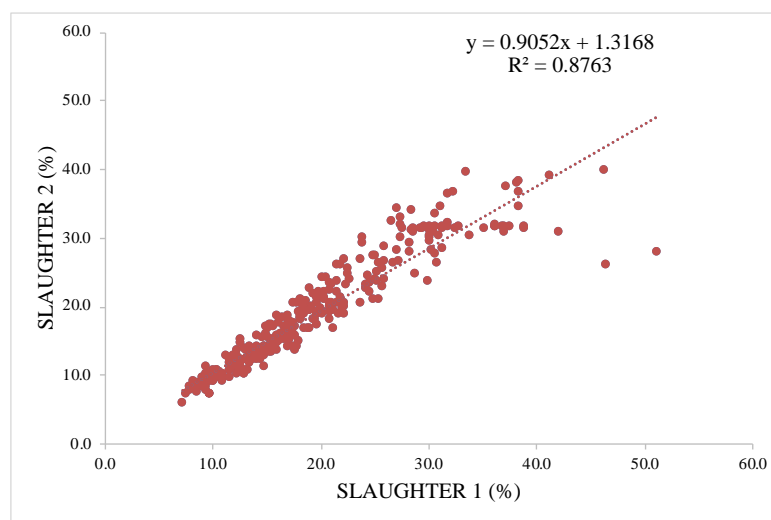
**Tabla 2.** Correlaciones entre las variables estudiadas, por sexo, en la muestra de estudio.

Variables	Niñas (147)				Niños (156)			
	Pearson	p	Spearman	p	Pearson	p	Spearman	p
GS1 vs CC	0.8576	0.001	0.8443	0.001	0.8363	0.001	0.8044	0.001
GS1 vs ICE	0.7885	0.001	0.7827	0.001	0.7742	0.001	0.7538	0.001
GS2 vs CC	0.8218	0.001	0.8220	0.001	0.8908	0.001	0.8175	0.001
GS2 vs ICE	0.7885	0.001	0.7819	0.001	0.8584	0.001	0.7782	0.001

GS1=porcentaje de grasa corporal estimado por la ecuación de Slaughter que utiliza los pliegues de tríceps y pierna medial; GS2=porcentaje de grasa corporal estimado por la ecuación de Slaughter que utiliza los pliegues tríceps y subescapular; CC=circunferencia de cintura abdominal; ICE=índice cintura/estatura. p= valor de significación.

Las correlaciones observadas de las ecuaciones de Slaughter 1 y 2 con la CC fueron más altos que las obtenidas de su relación con ICE, por igual en ambos sexos. Todas fueron significativas.

En la figura 1 se muestra el análisis de dispersión, entre ambas ecuaciones de Slaughter; el coeficiente de correlación de Pearson resultó en  $r=0.9361$ ,  $p<0.001$ ; con un valor de la pendiente de 0.9052, lo que parece indicar una ligera diferencia entre ambas fórmulas para obtener el porcentaje de grasa.



**Figura 1.**

Posteriormente se realizó el análisis de concordancia entre ambas ecuaciones de Slaughter, por el método Bland & Altman, considerando GS1 y GS2.

En la figura 2, se observan los resultados del análisis. Se encontró concordancia entre ambas ecuaciones; la media de la diferencia entre los dos métodos fue de 0.5715 y la mediana de 0.4783; esto indica que, en promedio, GS1 estimó más altos los valores de porcentaje de grasa, que GS2. Los límites de concordancia superior e inferior se situaron en 6.360 y -5.217 respectivamente, 95% IC. El porcentaje de error fue de 3.4%.

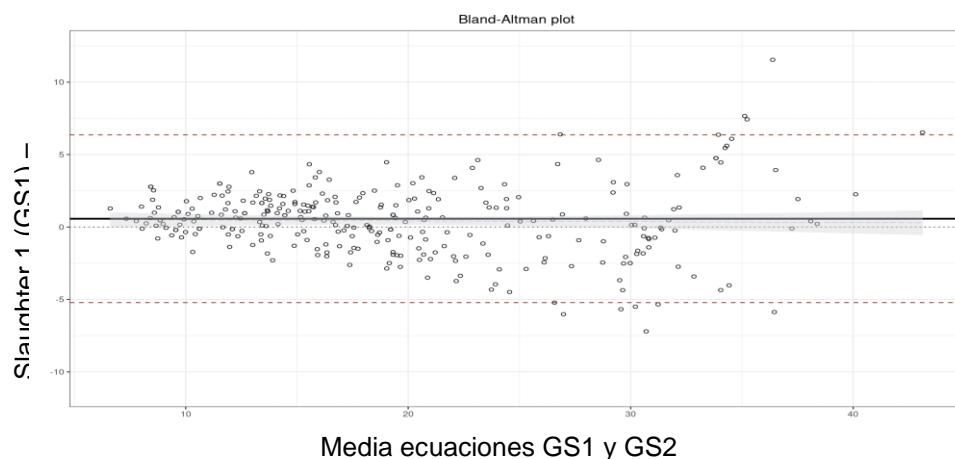
La línea de regresión indicó que las diferencias entre las mediciones se distribuyeron homogéneamente a lo largo de la media, por lo que se procedió a identificar su validez contra el ICE como un buen indicador para establecer RC-M.

Se encontró un 17.5% ( $n=53$ ) de niñas y niños con un ICE igual o superior a 0.5, que de acuerdo a los puntos de corte indicados por diversos autores, sugieren RC-M.

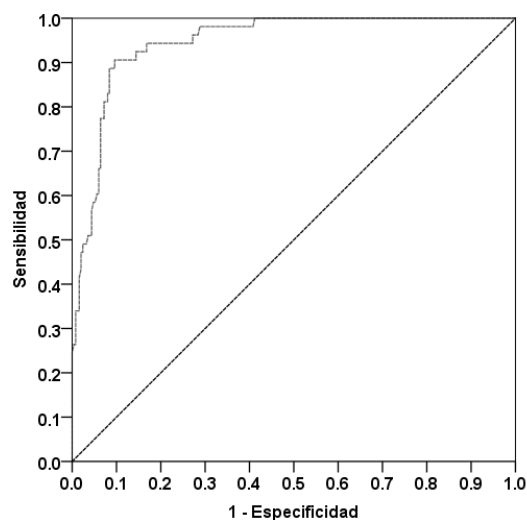
Se analizó la capacidad diagnóstica de las ecuaciones de Slaughter para identificar el RC-M en los escolares de la muestra; se consideró el ICE como el estándar que aportó el punto de corte de 0.5 o superior para establecer la presencia del riesgo en los escolares.

El análisis con las curvas ROC de cada una de las ecuaciones para porcentaje de grasa, GS1 y GS2 con el ICE, se muestra en las figuras 3 y 4, respectivamente.

Se encontró un área bajo la curva (AUC) de 0.946 ( $p < 0.001$ , IC-95% = 0.919 – 0.973) para GS1 (ver Figura 3). Un porcentaje de grasa de 25.5% con GS1 representó el punto de corte con la mejor sensibilidad y especificidad, 90.6% y 90.4% respectivamente para RC-M. La razón de verosimilitud positiva fue de 9.43 y negativa de 0.1.



**Figura 2.**



**Figura 3.**

Respecto al porcentaje de grasa corporal estimado por GS2, el AUC observada fue de 0.963 ( $p < 0.001$ , IC-95% = 0.943 – 0.983). Un porcentaje de grasa de 27.7% con GS2, representó el punto de corte con la mejor sensibilidad y especificidad, 84.9% y 93.2% respectivamente para RC-M, como se muestra en la Figura 4. La razón de verosimilitud positiva fue de 12.0 y negativa de 0.16.

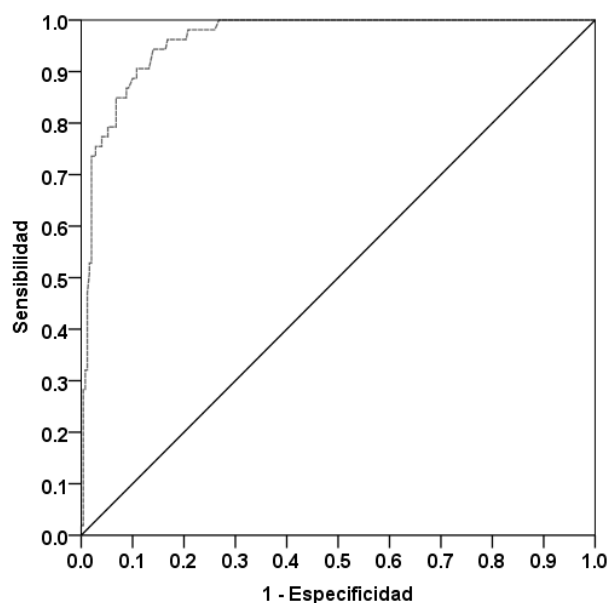


Figura 4.

## Discusión

La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en México, ENSANUT 2018 (Shamah-Levy et al. 2020), reportó que en ese año, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue más alta en niños (37.8%) que en niñas (33.4%) en edades entre los 5 y los 11 años; y aunque determinar tal prevalencia no fue parte de los objetivos del presente trabajo, si se puede destacar que los valores más altos de porcentaje de grasa corporal, estimado por GS1 y GS2, fueron detectados en las niñas, lo que contrasta con los resultados nacionales. Sin embargo, se debe reconocer que resulta complicado determinar el porcentaje de grasa en estas edades debido a los cambios constantes en la composición corporal atribuidos al crecimiento y la maduración característica de estas etapas (Saldívar-Cerón et al. 2016). Diversos autores se han dado a la tarea de identificar el mejor método para determinar el nivel de adiposidad de niños y niñas; a este respecto, los organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (Organización Mundial de la Salud 2008) o el Centro de Prevención y Detección de Enfermedades de Estados Unidos (CDC 2000) y otros del área, han generado puntos de corte para determinar la presencia de sobrepeso, obesidad y obesidad grave a partir de canales percentilares para el índice de masa corporal (IMC) por edad y sexo. Sin embargo, aunque el IMC es un parámetro relativamente fácil de obtener en grandes grupos poblacionales, su uso en la población infantil ofrece limitaciones debido al crecimiento longitudinal y al hecho de que no discrimina masa grasa.

Por otra parte, a pesar del uso frecuente de las ecuaciones de Slaughter y de su probada asociación con otros métodos de estimación de la composición corporal, específicamente de masa grasa, aún no se han establecido puntos de corte para determinar el nivel de sobrepeso u obesidad de niñas y niños en edad escolar, utilizando estas fórmulas. Las correlaciones establecidas en la muestra estudiada de la presente investigación, positivas y significativas, coinciden con la asociación observada de las ecuaciones de Slaughter contra la CC como lo reporta Bauche 2018.

Debido a lo importante que resulta determinar el nivel de adiposidad desde etapas tempranas, principalmente por su asociación presente y futura con algunos factores de riesgo como la resistencia a la insulina o la dislipidemia o con ENT como la diabetes mellitus o la enfermedad cardiovascular, frecuentemente se ha utilizado la relación cintura/estatura no solo como un indicador de sobrepeso u obesidad, sino como un parámetro de utilidad para detectar RC-M en menores (Arnaiz et al. 2010, de Padua Cintra et al. 2014, Freedman et al. 2015, Padrón-Martínez et al. 2016, Valle-Leal et al. 2016). En el presente trabajo, cerca del 20% de los escolares evaluados presentaron valores de ICE iguales o mayores a 0.50, lo que sugiere la presencia de obesidad abdominal/visceral que finalmente significa un alto RC-M. Los resultados reportados por de Pádúa Cintra et al. (2014) en niños y adolescentes brasileños, indicaron que los varones tuvieron más altos valores de ICE que las niñas. Es interesante notar que mientras las niñas mexicanas del presente trabajo, tuvieron mayores valores de porcentaje de grasa, no evidenciaron diferencias en el ICE, respecto de los niños. Valle-Leal et al. (2015), establecieron la utilidad de ese punto de corte de 0.5 para ICE en escolares mexicanos de la zona noroeste, igual que Saldívar-Cerón et al., 2016 en escolares mexicanos de la zona noreste, mientras que Browning et al. 2010 a partir de una revisión sistemática de estudios realizados en niños y adultos.



Algunos autores han reportado que las ecuaciones de Slaughter subestiman el porcentaje de grasa cuando se compara contra el DEXA (Cameron et al. 2004, Freedman et al. 2015, González-Ruiz et al. 2018). Por otra parte, comparadas contra la IBE, Forte et al. 2021, Lozano Berges et al. 2017 y Martínez et al., 2017, no encontraron concordancia utilizando Bland and Altman, Orta Duarte et al. 2014 establecieron buena correlación con la IBE, pero no determinaron concordancia y Nicolade Cifuentes et al. 2019 reportaron que las ecuaciones de Slaughter mostraron un bajo nivel de predicción respecto de la IBE. Es posible que la comparación de un método que utiliza variables antropométricas en donde el ETM juega un papel importante, contra equipos automatizados que aportan su propio error, no resulte equiparable. En ese sentido diversos autores han sugerido que los métodos no son intercambiables, sin desestimar el valor de las ecuaciones antropométricas (González-Ruiz et al. 2018, Lozano Berges et al. 2017, Rodríguez et al. 2005, Zamora Salas and Laclé Murray, 2018).

Por otra parte, se ha reportado que el valor de predicción de las ecuaciones de Slaughter, respecto a variables biológicas es similar al aportado por la medición con DEXA (Freedman et al. 2015), aunque la literatura es pobre en comparaciones similares.

En este sentido, la validación por curvas ROC estableció que ambas ecuaciones presentan alta sensibilidad y especificidad para detectar RC-M, especialmente GS1 con valores más altos que GS2. Con base en estos resultados es posible reconocer que GS1 presenta una mayor capacidad de discriminación para RC-M. De hecho, el valor de porcentaje de grasa que representa el punto de corte para GS1 es menor que el de GS2 (25.5% vs 27.5%) lo que permitiría una atención más oportuna a un menor porcentaje de grasa.

No obstante, hay que tomar en consideración la razón de verosimilitud (RV) encontrada en cada ecuación, que permita aportar mayor certeza a la toma de decisiones. Se asume que GS1 traduce 9.43 veces más verosimilitud de diagnosticar una niña o un niño con RC-M, mientras que GS2 evidencia una capacidad diagnóstica para los casos positivos a RC-M mayor que GS1 ( $RV_{positiva}=12.0$ ). Por otra parte, la capacidad de decidir que un escolar no tenga RC-M es mejor en GS1 que en GS2 con una RV negativa 0.1 vs 0.16, respectivamente; lo que clínicamente se podría considerar que GS1 descarta mejor la ausencia de RC-M que GS2. Silva Fuente-Alba and Molina Villagra (2017) indican que es posible la combinación de la  $RV_{positiva}$ , que en este caso se calcularía  $RV_{positiva}(GS1) + RV_{positiva}(GS2)$  lo que mejoraría la capacidad de detección del RC-M.

Hay que considerar que para antropometristas menos experimentados, la dificultad para la toma del pliegue subescapular puede ser mayor que para la obtención del pliegue de pierna medial, por lo que técnicamente sería más fácil elegir GS1; por otro lado, también la medición de la circunferencia de cintura para la obtención del ICE representa otros retos considerando la gran variedad de sitios posibles para la colocación de la cinta antropométrica (Flores-Olivares et al. 2019) y que además, la probabilidad de un ETM alto se multiplica cuando se utiliza la medición antropométrica en individuos con mayor grasa corporal, lo que hace que este método no sea el indicado. De manera que la utilidad de GS1 o GS2 puede ser mayor para detectar RC-M en niñas y niños con una adiposidad moderada que en muchos casos es subclínica.

## Conclusión

La ecuación de Slaughter que utiliza los pliegues de tríceps y pierna medial, GS1, puede discriminar la presencia de RC-M en escolares a un menor porcentaje de grasa corporal, lo que clínicamente puede ser de utilidad para la detección oportuna de comorbilidades asociadas al sobrepeso y obesidad en esas edades.

## Referencias

- Arnaiz P., Acevedo M., Díaz C., Bancalari R., Barja S., Aglony M., Cavada G., García, H. (2010). Razón cintura estatura como predictor de riesgo cardiometabólico en niños Investigación clínica. *Revista Chilena de Cardiología*, 29: 281–288. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-85602010000300001>
- Bauce G. J. (2018). Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel. *Revista Del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel,"* 49(2): 25–32. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/05/1096290/estudio-comparativo.pdf>
- Browning L. M., Hsieh S. D., Ashwell M. (2010). A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutrition Research Reviews*, 23(2): 247–269. <https://doi.org/10.1017/S0954422410000144>
- Cameron N., Griffiths P. L., Wright M. M., Blencowe C., Davis N. C., Pettifor John M., Norris S. A. (2004). Regression equations to estimate percentage body fat in African prepubertal children aged 9 y1–3. *American Journal of Clinical Nutrition*, 80: 70–75. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.917.2265&rep=rep1&type=pdf>

- Cardemil F. (2016). Comparison analysis and applications of the Bland-Altman method: correlation or agreement? *Medwave*, 16(01): e6852–e6852. <https://doi.org/10.5867/medwave.2016.01.6852>
- Cerda J., Cifuentes, L. (2012). Uso de curvas ROC en investigación clínica. Aspectos teórico-prácticos. *Revista Chilena de Infectología*, 29(2), 138–141.
- de Padua Cintra I., Zanetti Passos M. A., dos Santos L. C., da Costa Machado H., Fisberg M. (2014). Waist-to-height ratio percentiles and cutoffs for obesity: a cross-sectional study in brazilian adolescents. *Journal of Health, Population, and Nutrition*, 32(3): 411–419.
- Flores-Olivares L. A., De-León-Fierro L. G., Jiménez-Ponce B. P., Ortiz-Rodríguez B. (2019). Circunferencia de cintura en cuatro sitios y su relación con indicadores de obesidad en escolares de 6 a 11 años. *CienciaUAT*, 13(2): 18. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v13i2.1057>
- Forte G. C., Rodrigues C. A., Mundstock E., Santos T. S. dos, Filho A. D., Noal J., Amaral M. A., Preto L. T., Vendrusculo F. M., Mattiello R. (2021). Can skinfold thickness equations be substituted for bioimpedance analysis in children? *Jornal de Pediatria*, 97(1): 75–79. <https://doi.org/10.1016/j.jped.2019.12.006>
- Freedman D. S., Ogden C. L., Kit B. K. (2015). Interrelationships between BMI, skinfold thicknesses, percent body fat, and cardiovascular disease risk factors among U.S. Children and adolescents. *BMC Pediatrics*, 15(1): <https://doi.org/10.1186/s12887-015-0493-6>
- Giavarina D. (2015). Understanding Bland Altman analysis. *Biochemia Medica*, 25(2): 141–151. <https://doi.org/10.11613/BM.2015.015>
- González-Ruiz K., Medrano M., Correa-Bautista J. E., García-Hermoso A., Prieto-Benavides D. H., Tordecilla-Sanders A., Agostinis-Sobrinho C., Correa-Rodríguez M., Rio-Valle J. S., González-Jiménez E., Ramírez-Vélez R. (2018). Comparison of bioelectrical impedance analysis, slaughter skinfold-thickness equations, and dual-energy x-ray absorptiometry for estimating body fat percentage in colombian children and adolescents with excess of adiposity. *Nutrients*, 10(8): <https://doi.org/10.3390/nu10081086>
- Lozano Berges G., Matute Llorente Á., Gómez Bruton A., González Agüero A., Vicente Rodríguez G., Casajús J. A. (2017). Comparación del porcentaje de grasa corporal medido con cuatro métodos diferentes en jóvenes futbolistas: ¿son comparables? *Nutrición Hospitalaria*, 34(5): 1119–1124. <https://doi.org/10.20960/nh.760>
- Martínez J. I., Dipierri J. E., Bejarano I., Quispe Y., Alfaro E. (2017). Variación de la masa corporal grasa por antropometría y bioimpedancia en escolares jujeños. *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 20(1): 5. <https://doi.org/10.17139/raab.2018.0020.01.05>
- Nicolade Cifuentes T. M., Heredia Aguirre S. I., Robalino Valdivieso M. P., Guevara Castillo M. S., Guevara Mora R. N. (2019). Comparación entre ecuaciones para estimar la masa grasa en niños, niñas en edad escolar. *La Ciencia al Servicio de La Salud y La Nutrición*, 10: 169–175.
- Organización Mundial de la Salud. (2008). *Curso de Capacitación sobre la evaluación del crecimiento del niño*.
- Orta Duarte M., Flores Ruelas Y., López-Alcaraz F., del Toro-Equihua, M., Sánchez-Ramírez C. A. (2014). Correlación entre el porcentaje de grasa determinado mediante la ecuación de Slaughter e impedancia bioeléctrica en niños Mexicanos en edad escolar. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1): 88–93. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.1.6992>
- Padrón-Martínez M., Perea-Martínez A., López-Navarrete G. E. (2016). Relación cintura/estatura, una herramienta útil para detectar riesgos cardiovascular y metabólico en niños. *Acta Pediátrica Mexicana*, 37(5): 297–301. <http://www.scielo.org.mx/pdf/apm/v37n5/2395-8235-apm-37-05-00297.pdf>
- Rodríguez G., Moreno L. A., Blay M. G., Blay V. A., Fleta J., Sarria, A., Bueno M. (2005). Body fat measurement in adolescents: Comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(10): 1158–1166. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602226>
- Saldívar-Cerón H. I., Vázquez-Martínez A. L., Barrón-Torres M. T. (2016). Precisión diagnóstica de indicadores antropométricos: perímetro de cintura, índice cintura-talla e índice cintura-cadera para la identificación de sobrepeso y obesidad infantil. *Acta Pediátrica Mexicana*, 37(2): 79–87. <http://orcid.org/0000-0002->
- Shamah-Levy T., Vielma-Orozco E., Heredia-Hernández O., Romero-Martínez M., Mojica-Cuevas J., Cuevas-Nasu L., Santaella-Castell J. A., Rivera-Dommarco J. (2020). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19. Resultados Nacionales*.
- Silva Fuente-Alba, C., Molina Villagra M. (2017). Likelihood ratio (razón de verosimilitud): definición y aplicación en Radiología. *Revista Argentina de Radiología*, 81(3): 204–208. <https://doi.org/10.1016/j.rard.2016.11.002>



Slaughter M. H., Lohman T. G., Boileau C. A., Horswill R. J., Stillman M. D., Loan V., Bembien D. A. (1988). Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. *Human Biology*, 60(5): 709–723. <https://www.researchgate.net/publication/19931264>

Stewart A., Marfell-Jones M., Olds T., de Ridder H. (2011). Protocolo Internacional para la Valoración Antropométrica. Traducción al español 2014, por: Esparza-Ros, F. (Coord.) Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría [ISAK]. Secretaría General ISAK.

Valle-Leal J., Abundis-Castro L., Hernández-Escareño J., Flores-Rubio, S. (2016). Índice cintura-estatura como indicador de riesgo metabólico en niños. *Revista Chilena de Pediatría*, 87(3): 180–185. <https://doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.10.011>

Zamora Salas J. D., Laclé Murray A. (2018). Validez del porcentaje de grasa corporal por pliegues cutáneos comparado con la dilución de óxido de deuterio en escolares costarricenses. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 68(1): 71–79.

#### **Conflicto de intereses:**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

#### **About the License**

© The Author(s) 2021. The text of this article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License