


Índice metabólico pediátrico en adolescentes venezolanos

Pediatric metabolic index in Venezuelan adolescents

Edgar Acosta-García¹ 

Resumen. Introducción. El índice metabólico pediátrico (IMP) constituye un índice específico para cada sexo y edad, propuesto para predecir alteraciones cardiometabólicas en esa población. El objetivo del presente estudio fue evaluar el IMP en adolescentes según la agrupación de factores de riesgo cardiovascular (FRCV) y su relación con indicadores de adiposidad, dislipidemia, estrés oxidativo, inflamación, resistencia a la insulina e hipertensión en adolescentes. **Metodología.** El estudio fue descriptivo, correlacional y transversal en 80 adolescentes. Se determinó la glicemia, perfil lipídico, insulina, PCR ultrasensible, IL-6, TNF- α , 8-isoprostano y LDL oxidada, y se calculó el índice HOMA-IR. Se midió el peso, talla y circunferencia de cintura, y se determinó el índice de masa corporal, el de conicidad, la relación cintura/talla y luego se determinó el IMP. También, se determinó la presión arterial, la actividad física y el hábito tabáquico. **Resultados.** Quienes presentaron tres o más FRCV, mostraron valores de IMP superiores a los que presentaron menos factores de riesgo ($p < 0,001$). Además, el IMP se correlacionó con indicadores de adiposidad, presión arterial, componentes del perfil lipídico, marcadores de estrés oxidativo y el HOMA-IR. **Conclusión.** El IMP se incrementó a medida que lo hizo la agrupación de FRCV, y el mismo se relacionó con la mayoría de los indicadores estudiados, a excepción de los marcadores de inflamación y los niveles de glucosa. Adicionalmente, el IMP resultó ser un indicador de fácil determinación y aplicación, el cual puede corroborar o complementar los hallazgos clínicos que pudieran detectarse mediante el uso de indicadores antropométricos de uso cotidiano en la práctica médica.

Palabras clave: adolescentes, factores de riesgo, cardiovascular, presión arterial, índice de masa corporal, índice metabólico pediátrico.

Abstract. Introduction. The pediatric metabolic index (PMI) is a specific index according to sex and age to predict cardiometabolic alterations in this population. The objective of this study was to assess the PMI in adolescents according

¹ Licenciado en Bioanálisis, MSc y PhD en Nutrición. Profesor e Investigador Titular, Instituto de Investigaciones en Nutrición (INVESNUT-UC), Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo. Carabobo, Venezuela. E-mail: edgaracosta1357@hotmail.com.

Conflicto de interés: el autor declara que no tiene conflicto de interés.

Medicina & Laboratorio 2022;26:323-333. <https://doi.org/10.36384/01232576.597>.

Recibido el 4 de mayo de 2022; aceptado el 21 de julio de 2022. Editora Médica Colombiana S.A., 2022[®].

to grouped cardiovascular risk factors (CVRF) and its relationship with indicators of adiposity, dyslipidemia, oxidative stress, inflammation, insulin resistance and hypertension in adolescents. **Methodology.** The study was descriptive, correlational and cross-sectional in 80 adolescents. Glycemia, lipid profile, insulin, ultrasensitive PCR, IL-6, TNF- α , 8-isoprostane and oxidized LDL were determined, and the HOMA-IR index was calculated. The weight, height and waist circumference were measured, and the body mass index, conicity index, waist/height ratio were determined and then the PMI was calculated. Blood pressure, physical activity and smoking levels were also determined. **Results.** Those who presented three or more CVRF showed higher PMI values than those who presented less risk factors ($p < 0.001$). In addition, the PMI correlated with indicators of adiposity, blood pressure, lipid profile components, oxidative stress markers and HOMA-IR. **Conclusion.** The PMI increased as the group of CVRF did, and it was related to the majority of the indicators studied, except for the markers of inflammation and glucose levels. Additionally, the PMI turned out to be an indicator of easy determination and application, which can corroborate or complement the clinical findings that could be detected through the use of anthropometric indicators of daily use in medical practice.

Keywords: adolescents, risk factors, cardiovascular, blood pressure, body mass index, pediatric metabolic index.

Introducción

El índice metabólico pediátrico (IMP) fue propuesto por Garcés y colaboradores en 2018 [1], como resultado del ajuste según la edad, de otro indicador creado en el 2014, que se denominó índice de adiposidad visceral pediátrico (IAVp) [2]. Este último indicador ya se encontraba ajustado según el sexo, y fue diseñado a partir de una muestra de 548 niños y adolescentes mexicanos normopesos, con sobrepeso y obesidad con edades entre 3 y 17 años.

El IMP toma en cuenta para su determinación variables antropométricas como la circunferencia de cintura (CC) y el índice de masa corporal (IMC), así como también las variables bioquímicas concentraciones séricas de triglicéridos (TG) y del colesterol asociado a las lipoproteínas de alta densidad (c-HDL), y fue creado con el fin de detec-

tar riesgo cardiometabólico temprano en niños y adolescentes [1].

En el año 2010 ya se había creado un indicador de adiposidad visceral para ser empleado en población adulta (IAVa) [3], y su evaluación demostró una fuerte asociación entre dicho índice y eventos cardiovasculares y cerebrovasculares cuando se ensayó en adultos caucásicos sicilianos [4]; en adultos peruanos también logró asociarse con componentes individuales del síndrome metabólico [5], y en iraquíes con un bajo control de la glucosa sérica [6]. Por su parte, en Venezuela, Bermúdez y colaboradores pudieron determinar el punto de corte del IAVa en sujetos adultos de la ciudad de Maracaibo, encontrando que el valor de 1,91 mostraba la mejor combinación de sensibilidad y especificidad para la predicción de disfunción del tejido adiposo visceral [7].

Algunos autores [8,9] han empleado el IAVa en niños y adolescentes, y han logrado establecer asociaciones significativas entre ese indicador y factores de riesgo cardiovascular, por lo que pudiera sugerirse su uso como marcador de disfunción del tejido adiposo visceral en esa población, no obstante, el mismo no es recomendado. Esto se debe a que las constantes numéricas del IAVa propuesto por Amato y colaboradores en 2010, refieren la relación entre el IMC, la CC y la media de las concentraciones séricas de TG y c-HDL en una población de adultos caucásicos saludables entre 19 y 83 años de edad, por lo que no es correcto su utilización en no caucásicos y en población pediátrica [10].

El uso de los indicadores y/o variables antropométricas ha demostrado ser una herramienta útil en el diagnóstico de la obesidad en diversas poblaciones. Sin embargo, por sí solas no son capaces de diferenciar sujetos metabólicamente anormales de aquellos sujetos metabólicamente sanos. Es por esto que con el tiempo se han ensayado nuevos indicadores prácticos y sencillos de implementar, que permitan detectar aquellos sujetos metabólicamente enfermos [2]. El IMP podría ser útil para detectar a estos últimos mencionados con anomalías metabólicamente graves, con la ventaja de ser económico y práctico en su aplicación, ya que requiere dos medidas antropométricas y dos variables bioquímicas de uso rutinario en el diagnóstico clínico, no obstante, es necesario conocer si es lo suficientemente efectivo para predecir trastornos metabólicos y cardiovasculares, por lo que se pretendió en este estudio correlacionarlo con factores de riesgo como hábito tabáquico, el nivel de actividad física deficiente, la glucosa alterada en ayunas, las concentraciones séricas elevadas de TG y

bajas del c-HDL, la presión arterial elevada y la CC aumentada.

Por tal motivo, los objetivos de la presente investigación fueron:

1. Conocer el comportamiento del IMP en adolescentes púberes según la agrupación de factores de riesgo cardiovascular.
2. Evaluar la relación del IMP con indicadores de adiposidad, dislipidemia, estrés oxidativo, inflamación subclínica, resistencia a la insulina e hipertensión, en una muestra de adolescentes púberes.

Metodología

La investigación se llevó a cabo según los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [11]. El estudio fue descriptivo, correlacional, de campo y corte transversal. La población estuvo conformada por 500 adolescentes de ambos sexos y aparentemente sanos, con edades entre 11 y 18 años que asistieron a una Unidad Educativa del municipio Naguanagua, estado Carabobo, Venezuela. La muestra evaluada fue obtenida de forma no probabilística e intencional y estuvo constituida por 80 adolescentes de ambos sexos (50 % del sexo masculino y 50 % del femenino) con edades entre 12 y 15 años. A los adolescentes de la muestra se les consultó sobre su interés de participar en la investigación, y se solicitó el consentimiento escrito de los padres y representantes de aquellos quienes aceptaron.

Bioquímica

Se extrajo la muestra de sangre por punción venosa del pliegue del codo,

luego de un ayuno de 12 a 14 horas. Las concentraciones séricas de glicemia, colesterol total, triglicéridos (TG) y c-HDL se determinaron por el método enzimático colorimétrico *Wiener Lab*, y el colesterol asociado a lipoproteínas de baja densidad (c-LDL) se estimó mediante la ecuación de Friedewald [12]. Se empleó un analizador semiautomatizado, modelo BTS-310 (Barcelona, España) [13].

Se definió glucosa alterada en ayunas cuando la glicemia basal fuera superior a 100 mg/dL, concentraciones séricas elevadas de TG (mg/dL) si estas superaban el p90 nacional para la edad y sexo, y concentraciones séricas bajas de c-HDL cuando no superaban los 40 mg/dL [14]. Se consideró la presencia de dislipidemia cuando los adolescentes presentaban TG > p90 y/o c-HDL < 40 mg/dL.

La determinación de insulina se realizó por enzoinmunoanálisis (ELISA), empleando el estuche comercial DRG *Diagnostics*. Para el diagnóstico de resistencia a la insulina se empleó el índice HOMA-IR [15], el cual se determinó mediante la ecuación:

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{insulina } (\mu\text{U/mL}) \times \text{glucosa (mmol/L)}}{22,5}$$

El punto de corte utilizado fue 3,16 [16].

La PCR ultrasensible (PCRus) se cuantificó mediante el método nefelométrico, empleando el equipo MININE-PHTM (California, EE.UU.), mientras que las concentraciones séricas de IL-6 y TNF- α se midieron a través del método ELISA de *Thermo Scientific*.

El 8-isoprostano y la lipoproteína de baja densidad oxidada (LDL_{ox}) se midieron por ELISA, el primero con el kit comercial *Cayman Chemical* y el segundo con el de *Mercodia Oxidized LDL*.

Antropometría

Las medidas antropométricas fueron recopiladas empleando los métodos descritos por la OMS [17]. El peso (kg) se determinó con una balanza marca *Health-o-Meter* (Illinois, EE.UU.), la talla (cm) mediante el método de la plomada, y el IMC se calculó dividiendo el peso corporal (kg) por la estatura al cuadrado (m²). La CC se midió con una cinta métrica no extensible, empleando como punto somático el punto medio entre el borde superior de las crestas ilíacas y los bordes inferiores de las costillas flotantes [18]. Para la CC se emplearon los valores de referencia propuestos para adolescentes venezolanos del estado Lara [19].

IMP

Se determinó mediante las ecuaciones propuestas por Garcés y colaboradores en 2018 [10], en las que las concentraciones séricas de TG y c-HDL se expresan en mmol/L, la CC en cm y el IMC en kg/m².

Masculino (≥ 10 años):

$$\text{IMP} = \left(\frac{\text{CC}}{-0,021\text{IMC}^2 + 3,621\text{IMC} + 3,72} \right) \times \left(\frac{\text{TG}}{1,06} \right) \times \left(\frac{1,30}{c - \text{HDL}} \right)$$

Femenino (≥ 10 años):

$$\text{IMP} = \left(\frac{\text{CC}}{-0,021\text{IMC}^2 + (3,671\text{IMC}) + 3,24} \right) \times \left(\frac{\text{TG}}{1,04} \right) \times \left(\frac{1,34}{c - \text{HDL}} \right)$$

Presión arterial

Con el sujeto en posición sentada, se midió la presión arterial (PA) utilizando un manguito acorde a la edad, y que cubriera las 2/3 partes de la longitud del brazo (distancia acromioclavicular) y su circunferencia completa,

a 2 cm por encima del pliegue de la articulación del codo. Para garantizar la calidad en la toma de la PA, se realizó siguiendo las indicaciones del *Task Force Blood Pressure Control in Children* [20]. Se consideró la PA elevada, cuando la PA sistólica (PAS) (mmHg) y/o diastólica (PAD) (mmHg) excedieran el p90 para la edad y el sexo [21].

Hábito tabáquico

Se registraron en la historia clínica, y se definió tabaquismo en los adolescentes evaluados cuando fumaron cigarrillos un día o más en los últimos 30 días [22].

Nivel de actividad física

Se midió a través de un instrumento en el que se registró el número de horas diarias o semanales que el sujeto realizó determinadas actividades. Este instrumento permitió clasificar el nivel de actividad física como deficiente, regular o excelente [23].

Los FRCV evaluados en la presente investigación fueron el hábito tabáquico, el nivel de actividad física deficiente, la glucosa alterada en ayunas, las concentraciones séricas elevadas de TG y bajas del c-HDL, la PA elevada y la CC aumentada.

Análisis estadístico

La distribución de los datos obtenidos se analizó con la prueba de Shapiro-Wilk, y con base en esta se estableció la diferencia entre los grupos, empleando las pruebas t de Student, U de Mann Whitney, ANOVA o Kruskal Wallis. Las comparaciones post-hoc se realizaron con ajuste de Bonferroni, y las correlaciones mediante el coeficiente de Spearman. El nivel de significancia empleado fue $\alpha=0,05$. Los datos se procesaron por medio del programa estadístico SPSS versión 21.0 para Windows.

Resultados

Se evaluaron 80 sujetos de ambos sexos, con edades de $13,5\pm 1,0$ años. Los adolescentes masculinos (50 %) mostraron edades superiores a las del sexo femenino; $13,9\pm 1,0$ versus $13,1\pm 0,8$ años, respectivamente ($p<0,001$). En toda la muestra estudiada, el IMP en términos de mediana (rango) fue de 0,92 (5,20), sin diferencias significativas entre ambos sexos (femenino: 0,92 (1,99) versus masculino: 0,89 (5,19); $p=0,657$).

En relación al IMP según el número de FRCV presentes en los adolescentes evaluados, la **tabla 1** revela un incremento del IMP a medida que aumenta el número de FRCV agrupados. Se observa que el IMP de los adolescentes con 3 o más FRCV fue significativamente

Tabla 1. IMP según la agrupación de factores de riesgo cardiovascular (FRCV)

Variable	Número de factores de riesgo cardiovascular				Valor p
	0	1	2	3 o más	
IMP	0,500 (0,66) ^a	0,66 (1,93) ^a	0,95 (1,84) ^a	1,35 (4,78) ^b	<0,0001

Los resultados se muestran en mediana (rango). ^{a,b}: Letras iguales para IMP similares (a) y letras diferentes para IMP con diferencias significativas (b) por corrección de Bonferroni. IMP: índice metabólico pediátrico.

te superior que en aquellos que presentaban de 0 a 2 FRCV. Además, no se observaron diferencias significativas del IMP entre aquellos sujetos que no presentaban FRCV o solo padecían de 1 o 2 de dichos factores de riesgo (**tabla 1**).

El análisis de correlación del IMP con las diferentes características metabólicas estudiadas en la presente investigación se muestra en las **tablas 2 y 3**. En el sexo masculino el IMP se correlacionó con todos los indicadores antropométricos de adiposidad evaluados, así como también con los de dislipidemia, a excepción del c-LDL y

colesterol total. De igual forma, el IMP se correlacionó con los marcadores de peroxidación lipídica y de resistencia a la insulina, pero no lo hizo con los marcadores de inflamación estudiados (**tabla 2**).

Además, en el sexo masculino el IMP se correlacionó significativamente con la PAS y la PAD. Por otro lado, con el único indicador de adiposidad con el que se correlacionó el IMP en el sexo femenino fue con el índice de conicidad (IC), y al igual que en el sexo masculino, el IMP también se correlacionó con los indicadores de dislipidemia (TG y c-HDL), con los de peroxidación

Tabla 2. Análisis de correlación entre el IMP e indicadores antropométricos con características metabólicas en adolescentes masculinos

Variable	IMP	IMC	CC	CCT	IC
IMC	0,492**	-	0,939**	0,901**	0,623**
CC	0,613**	0,939**	-	0,923**	0,772**
CCT	0,501**	0,901**	0,923**	-	0,851**
IC	0,592**	0,623**	0,772**	0,851**	-
PAS	0,401*	0,454**	0,535**	0,359*	0,323*
PAD	0,365*	0,544**	0,579**	0,436**	0,349*
LDLox	0,345*	0,167	0,242	0,305	0,405**
8-isoprostanos	0,343*	0,163	0,240	0,302	0,402**
IL-6	0,194	0,317*	0,215	0,192	0,075
TNF- α	0,114	-0,073	0,035	-0,135	-0,071
PCRus	0,233	0,337*	0,400*	0,309	0,275
TG	0,919**	0,478**	0,551**	0,484**	0,540**
c-HDL	-0,715**	-0,466**	-0,518**	-0,416**	-0,385*
c-LDL	0,158	0,126	0,174	0,209	0,263
CT	0,177	0,153	0,190	0,231	0,317*
Glucosa	-0,088	-0,301	-0,296	-0,209	-0,097
HOMA-IR	0,617**	0,555**	0,658**	0,609**	0,652**

Los resultados muestran el coeficiente rho de Spearman. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$. IMP: índice metabólico pediátrico; IMC: índice de masa corporal; CC: circunferencia de cintura; CCT: relación CC/talla; IC: índice de conicidad; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; LDLox: LDL oxidada; PCRus: PCR ultrasensible; TG: triglicéridos; c-HDL: colesterol-lipoproteína de alta densidad; c-LDL: colesterol-lipoproteína de baja densidad; CT: colesterol total.

Tabla 3. Análisis de correlación entre el IMP e indicadores antropométricos con características metabólicas en adolescentes femeninos

Variable	IMP	IMC	CC	CCT	IC
IMC	0,146	-	0,908**	0,884**	0,636**
CC	0,240	0,908**	-	0,967**	0,865**
CCT	0,275	0,884**	0,967**	-	0,895**
IC	0,382*	0,636**	0,865**	0,895**	-
PAS	-0,042	0,294	0,150	0,109	-0,032
PAD	0,023	0,222	0,149	0,124	-0,007
LDL _{ox}	0,369*	0,218	0,234	0,291	0,212
8-isoprostanos	0,365*	0,215	0,230	0,286	0,208
IL-6	0,011	0,174	0,177	0,109	0,106
TNF- α	0,095	0,022	0,039	0,028	0,042
PCR _{us}	0,127	0,256	0,244	0,330*	0,283
TG	0,917**	0,039	0,124	0,166	0,314
c-HDL	-0,608**	-0,258	-0,253	-0,263	-0,181
c-LDL	0,283	-0,022	-0,004	0,006	-0,032
CT	0,286	-0,075	-0,026	-0,015	0,010
Glucosa	0,067	0,114	-0,010	-0,061	-0,163
HOMA-IR	0,329*	0,514*	0,509*	0,453*	0,359*

Los resultados muestran el coeficiente rho de Spearman. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$. IMP: índice metabólico pediátrico; IMC: índice de masa corporal; CC: circunferencia de cintura; CCT: relación CC/talla; IC: índice de conicidad; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica; LDL_{ox}: LDL oxidada; PCR_{us}: PCR ultrasensible; TG: triglicéridos; c-HDL: colesterol-lipoproteína de alta densidad; c-LDL: colesterol-lipoproteína de baja densidad; CT: colesterol total.

lipídica y de resistencia a la insulina. De igual forma que ocurrió en el sexo masculino, en las adolescentes femeninas no hubo correlación entre el IMP y los marcadores de inflamación analizados en la presente investigación (**tabla 3**).

Adicionalmente y contrario a lo ocurrido en el sexo masculino, en el sexo femenino el IMP no se correlacionó con la PAS ni con la PAD (**tabla 3**). En todo caso, las correlaciones encontradas entre el IMP y las diferentes variables evaluadas, siempre fue mayor en el sexo masculino que en el femenino, a excepción de la observada entre el IMP y los marcadores de peroxidación lipídica.

Discusión

El IMP fue superior en los adolescentes con un mayor número de FRCV y se correlacionó con indicadores de adiposidad, presión arterial, componentes del perfil lipídico, HOMA-IR e indicadores de estrés oxidativo. La acumulación de grasa abdominal constituye un estado de inflamación crónica y de estrés oxidativo que se ha asociado a enfermedades crónicas no transmisibles, y se considera el principal factor de riesgo para las enfermedades cardiometabólicas, asociándose con hipertensión, dislipidemia e insulino-resistencia [24], tal como lo demostraron Yusuf y cola-

boradores en 2005 [25], al evidenciar una fuerte asociación entre la adiposidad visceral en adultos y el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, en el tejido adiposo se ha identificado a la grasa visceral, como la grasa metabólicamente más activa y que participa en una serie de eventos que pudieran desencadenar disfunción endotelial, dislipidemia, aterosclerosis, resistencia a la insulina, hipertensión arterial, síndrome metabólico, diabetes mellitus y enfermedad cardiovascular [24]. Además, la deposición del tejido adiposo visceral disfuncional, se ha descrito como un factor de riesgo de morbilidad y mortalidad, aun en sujetos con peso normal, por lo que varios grupos de investigación han propuesto indicadores que permitan diagnosticar la disfuncionalidad del tejido adiposo en adultos [3,4], niños y adolescentes [1,2].

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran que el IMP se incrementaba a medida que también lo hacía la agrupación de FRCV evaluados, e incluso aquellos sujetos con al menos tres FRCV presentaron valores del IMP significativamente superiores a los que presentaron los adolescentes con menos FRCV ($p < 0,01$). No es posible comparar estos resultados con los hallados por otros investigadores, debido a que esta investigación constituye la primera en evaluar el efecto de la agrupación de los FRCV sobre el IMP. Adicionalmente, en la presente investigación, el IMP se correlacionó significativamente en los adolescentes del sexo masculino con todos los indicadores de adiposidad evaluados ($p < 0,01$), mientras que en el femenino solo lo hizo con el IC ($p < 0,05$). Además, el IMP se correlacionó con la PA solo en el sexo masculino ($p < 0,05$). Por otro lado, en ambos sexos, el IMP se relacionó con los indicadores de estrés oxidativo (masculino

$p < 0,05$ versus femenino $p < 0,01$), de dislipidemia (masculino $p < 0,01$ versus femenino $p < 0,01$) y de resistencia a la insulina (masculino $p < 0,01$ versus femenino $p < 0,05$). La correlación entre el IMP y la resistencia a la insulina en el presente trabajo fue similar a la obtenida por Garcés y colaboradores en 2018 [1]. Adicionalmente, en ambos sexos, el IMP no se correlacionó con los marcadores de inflamación evaluados ni con los niveles séricos de glucosa. Los resultados encontrados en la presente investigación no pueden ser contrastados con los obtenidos en otras investigaciones, debido a que no existen trabajos en los que se haya evaluado la relación entre el IMP propuesto por Garcés y colaboradores [1] y factores de riesgo cardiometabólicos.

Las correlaciones halladas en la presente investigación entre el IMP y los factores de riesgo cardiometabólicos estudiados, pudieran explicarse debido a que el IMP presenta entre las variables que lo constituyen, los indicadores de adiposidad IMC y CC, así como también los indicadores de dislipidemia TG y c-HDL. Estos últimos indicadores, en combinación, constituyen la relación TG/c-HDL, la cual recientemente ha sido propuesta como un indicador de resistencia a la insulina [26], por lo que la presencia en el IMP de los TG en el numerador y el c-HDL en el denominador, pudiera estar favoreciendo la correlación del IMP con el indicador de resistencia a la insulina estudiado.

Es importante resaltar que en los adolescentes masculinos, el IMC y la CC se correlacionaron mejor con la PAS y la PAD, que como lo hizo el IMP. De igual forma, el IC se correlacionó más fuerte ($p < 0,01$) con los indicadores de peroxidación lipídica, que como lo hizo el IMP ($p < 0,05$), y que incluso, el IMC se relacionó con la IL-6 ($p < 0,05$) y con la

PCRus ($p < 0,05$) cuando el IMP no lo hizo con ningún marcador de inflamación. Es importante resaltar también que la CC fue el mejor indicador de adiposidad que se relacionó con la PCRus ($p < 0,05$). Además, la CC ($p < 0,05$) y el IC ($p < 0,05$) mostraron en los adolescentes masculinos, una mayor correlación con el índice HOMA-IR que la observada entre el indicador de resistencia a la insulina y el IMP ($p < 0,05$). Por su parte, la relación CCT en el sexo femenino se correlacionó con la PCRus, mientras que el IMP no se relacionó con ningún marcador de inflamación estudiado. Además, el IMC, la CC, la relación CCT y el IC se relacionaron más fuertemente con el índice HOMA-IR, que como lo hizo el IMP. Estos resultados sugieren la necesidad de realizar ajustes al IMP con el fin de obtener mejores resultados que los que se obtienen con los indicadores clásicos como el IMC, la CC, la relación CCT y el IC.

A pesar de que el IMP es específico para cada sexo y edad, uno de los inconvenientes que pudiera presentar es que en su diseño se emplearon sujetos con edades entre 5 y 17 años, lo cual, para el autor del presente trabajo, constituye un rango muy amplio de edades en la que se incluyen los niños preescolares y escolares, así como también los adolescentes prepúberes y púberes, tomando en cuenta los cambios dinámicos de distribución y/o función que ocurren en el tejido adiposo durante esas etapas de la vida.

Es importante resaltar que en la presente investigación, el IMP se correlacionó con el número de factores de riesgo clínicos e indicadores antropométricos, que son accesibles, fáciles de aplicar y prácticos, de tal forma que su uso puede complementar o corroborar los hallazgos clínicos. Por otro lado, los resultados hallados en el presente tra-

bajo muestran la necesidad de utilizar indicadores adecuados para la población a la cual se desea evaluar, es decir, ajustados según el sexo y la edad, ya que de lo contrario los resultados obtenidos serán sesgados y su utilidad en el diagnóstico será poca o inexistente.

Conclusión

En conclusión, el IMP se incrementó a medida que los sujetos evaluados agrupaban mayor cantidad de FRCV, y el mismo se correlacionó con indicadores de adiposidad, de resistencia a la insulina y de estrés oxidativo, así como también con la presión arterial y con algunos componentes del perfil lipídico, pero no lo hizo con la glucosa ni con los indicadores de inflamación. Adicionalmente, el IMP resultó ser un indicador de fácil determinación y aplicación, el cual puede corroborar o complementar los hallazgos clínicos que pudieran detectarse mediante el uso de indicadores antropométricos de uso cotidiano en la práctica médica.

Agradecimientos

El autor agradece a la comunidad educativa de la institución que permitió el desarrollo de la etapa de recolección de la información del presente trabajo en sus instalaciones. De igual forma, agradece a los adolescentes evaluados y a sus padres o representantes, por permitir la participación de los mismos en esta investigación.

Referencias

1. **Gracés-Hernández MJ, Klünder M, Garibay-Nieto N, López-Alvarenga JCL, Vilchis-Gil JV, Flores-Huerta SF, et al.** Pediatric visceral adiposity index adaptation correlates with HOMA-

- IR, matsuda, and transaminases. *Endocr Pract* 2018;24:294-301. <https://doi.org/10.4158/ep-2017-0086>.
2. **Garcés MJ, Hernández J, Queipo G, Klünder-Klünder M, Bustos M, Herrera A, et al.** Novel gender-specific visceral adiposity index for Mexican pediatric population. *Rev Medica del Hosp Gen de Mex* 2014;77:153-159. <https://doi.org/10.1016/j.hgmx.2014.10.002>.
 3. **Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Midiri M, et al.** Visceral adiposity index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care* 2010;33:920-922. <https://doi.org/10.2337/dc09-1825>.
 4. **Amato MC, Giordano C, Pitrone M, Galluzzo A.** Cut-off points of the visceral adiposity index (VAI) identifying a visceral adipose dysfunction associated with cardiometabolic risk in a Caucasian Sicilian population. *Lipids Health Dis* 2011;10:183. <https://doi.org/10.1186/1476-511x-10-183>.
 5. **Knowles KM, Paiva LL, Sanchez SE, Revilla L, Lopez T, Yasuda MB, et al.** Waist circumference, body mass index, and other measures of adiposity in predicting cardiovascular disease risk factors among Peruvian adults. *Int J Hypertens* 2011;2011:931402. <https://doi.org/10.4061/2011/931402>.
 6. **Hameed EK, AbdulQahar ZH.** Visceral adiposity index in female with type 2 diabetic mellitus and its association with the glycemic control. *Diabetes Metab Syndr* 2019;13:1241-1244. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2019.01.039>.
 7. **Bermúdez VJ, Salazar J, Añez R, Rivas-Ríos JR, Chávez-Castillo M, Torres W, et al.** Optimal cutoff for visceral adiposity index in a Venezuelan population: Results from the Maracaibo city metabolic syndrome prevalence study. *Rev Argent Endocrinol Metab* 2017;54:176-183. <https://doi.org/10.1016/j.raem.2017.07.004>.
 8. **Al-Daghri NM, Al-Attas OS, Alokail M, Alkharfy K, Wani K, Amer OE, et al.** Does visceral adiposity index signify early metabolic risk in children and adolescents?: association with insulin resistance, adipokines, and subclinical inflammation. *Pediatr Res* 2014;75:459-463. <https://doi.org/10.1038/pr.2013.229>.
 9. **Pereira-Oliveira R, Remor JM, Matsuo AR, Dada RP, Mendes AA, Santos TL, et al.** Índice de adiposidade visceral como preditor de risco cardiometabólico em crianças e adolescentes. *Rev Bras Med Esporte* 2017;23:222-226.
 10. **Amato MC, Giordano C.** The current version of the visceral adiposity index is not suitable for application in pediatric populations: comments on the article by Al-Daghri et al. *Pediatr Res* 2014;76:415. <https://doi.org/10.1038/pr.2014.98>.
 11. **The World Medical Association (WMA).** Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Ferney-Voltaire, France: The World Medical Association; 2017. Acceso 05 de abril de 2022. Disponible en <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>.
 12. **Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS.** Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972;18:499-502.
 13. **BioSystems.** Manual del Usuario. Reagents & Instruments. Analizador semiautomático BTS 350. Barcelona, España: BioSystems; 2010. Acceso 03 de mayo de 2022. Disponible en <https://www.biosystems.com.co/productos/analizadores/analizador-semiautomatico-bts-350/>.
 14. **Pires-Rodríguez MC, Nava-Arias AV, Lanzilli P.** Síndrome metabólico: prevalencia y factores de riesgo en escolares. *Arch Venez Puer Ped* 2009;72:47-52.
 15. **Haffner SM, Miettinen H, Stern MP.** The homeostasis model in the San Antonio Heart Study. *Diabetes Care* 1997;20:1087-1092. <https://doi.org/10.2337/diacare.20.7.1087>.
 16. **Keskin M, Kurtoglu S, Kendirci M, Atabek ME, Yazici C.** Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. *Pediatrics* 2005;115:e500-503. <https://doi.org/10.1542/peds.2004-1921>.
 17. **World Health Organization (WHO).** Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Com-

- mittee. World Health Organ Tech Rep Ser 1995;854:1-452.
18. **Weiner JS, Lourie JA.** Practical human biology. XV ed. London, New York: Academic Press; 1981. p. 439. Bib ID 1643436.
 19. **Morales A.** Primeras curvas de percentiles de la circunferencia de cintura en un grupo de adolescentes del estado Lara, Venezuela. Med Int 2010;26:174-181.
 20. **Rodríguez MA, Sanz R, Mendoza J, et al.** Adaptación de los puntos de corte del IV Task Force para la clasificación de la presión arterial en niños, niñas y adolescentes venezolanos. Acta Cient Estud 2009;7:136-149.
 21. **Zimmet P, Alberti G, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al.** The metabolic syndrome in children and adolescents. Lancet 2007;369:2059-2061. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)60958-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)60958-1).
 22. **Martínez-Vargas AZ.** Global youth tobacco survey en Huancayo, Lima, Trujillo y Tarapoto, Peru. Ginebra, Suiza: NCD Microdata Repository; 2000. Acceso 08 de abril de 2022. Disponible en <https://extranet.who.int/ncdsmicrodata/index.php/catalog/444>.
 23. **Godard C, Rodríguez MP, Díaz N, Lera L, Salazar G, Burrows R.** Valor de un test clínico para evaluar actividad física en niños. Rev Méd Chile 2008;136:1155-1162.
 24. **Acosta E.** Obesidad, tejido adiposo y resistencia a la insulina. Acta Bioquím Clín Latinoam 2012;46:183-194.
 25. **Yusuf S, Hawken S, Ôunpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P, et al.** Obesity and the risk of myocardial infarction in 27 000 participants from 52 countries: a case-control study. The Lancet 2005;366:1640-1649. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67663-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67663-5).
 26. **Quijada Z, Paoli M, Zerpa Y, Camacho N, Cichetti R, Villarroel V, et al.** The triglyceride/HDL-cholesterol ratio as a marker of cardiovascular risk in obese children; association with traditional and emergent risk factors. Pediatr Diabetes 2008;9:464-471. <https://doi.org/10.1111/j.1399-5448.2008.00406.x>.