



Resistencia a la insulina en niños y adolescentes según el índice triglicéridos-glucosa en la CCSS durante el 2024

Insulin resistance in children and adolescents according to the triglyceride-glucose index in the CCSS during 2024

Marianella Víquez Garro¹;  <https://orcid.org/0009-0000-4571-8890>

1. Médico especialista en Administración de Servicios de Salud, Caja Costarricense de Seguro Social; mviquezg@ccss.sa.cr

Recibido 04 de agosto de 2025 • Aceptado 05 de noviembre de 2025

RESUMEN

Objetivo: analizar en la población de niños y adolescentes de 9 a 11 años atendidos en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) el comportamiento del índice triglicéridos-glucosa (índice TyG) y su relación con factores como el aumento de peso.

Métodos: se hizo un estudio cuantitativo, no experimental, descriptivo, en una población de hombres y mujeres con edades entre los 9 y 11 años, con al menos una consulta en el primer nivel de atención de la CCSS durante el año 2024.

Resultados: el 72 % de los menores en estudio presentó riesgo por al menos uno de los índices, siendo el TyG el más sensible (67 %), especialmente en personas con sobrepeso u obesidad. El análisis ROC reveló una capacidad discriminativa moderada para el TyG ($AUC = 0,622$) y limitada para el índice de comorbilidad modificado (ICM) ($AUC = 0,578$). Además, se observó un mayor riesgo en la población femenina, lo que sugiere diferencias metabólicas por sexo. Los percentiles de TyG en la población costarricense fueron superiores a los reportados en el ámbito internacional, lo que deja en evidencia la necesidad de establecer puntos de corte locales.

Conclusión: el TyG es una herramienta útil, accesible y de bajo costo para el tamizaje temprano de resistencia a la insulina en contextos clínicos y epidemiológicos, mientras que el ICM puede complementar la evaluación en subgrupos específicos. Los hallazgos respaldan la implementación de estrategias preventivas diferenciadas y multisectoriales para abordar el riesgo metabólico infantil.

Palabras clave: Resistencia a la Insulina, Triglicéridos, Índice Glucémico, Obesidad Infantil, Atención Primaria de Salud, Niño, Factores de Riesgo, Costa Rica.

ABSTRACT

Purpose: analyze the behavior of the triglyceride-glucose index (TyG index) and its relationship with factors such as weight gain, in a population of children and adolescents aged 9 to 11, treated at Costa Rican Social Security System (CCSS).

Methods: a quantitative, non-experimental, descriptive study was conducted in a population of men and women aged between 9 and 11 years, with at least one consultation at the first level of care of the CCSS during 2024.

Results: 72 % of the children and adolescents in the study presented risk due to at least one of the indicators, with TyG being the most sensitive (67 %), particularly among overweight and obese people. ROC analysis showed moderate discriminative ability for TyG ($AUC = 0,622$) and limited performance for modified comorbidity index (MCI) ($AUC = 0,578$). Additionally, a higher risk was observed in the female population, suggesting sex-based metabolic differences. TyG percentiles in the Costa Rican pediatric population were higher than international references, highlighting the need for locally adapted cut-off points.

Conclusions: TyG is a practical, low-cost tool for early screening of insulin resistance in clinical and epidemiological settings, while ICM may serve as a complementary measure in specific subgroups. These findings support the implementation of differentiated and multisectoral preventive strategies to address childhood metabolic risk.

Keywords: Insulin Resistance, Triglycerides, Glycemic Index, Pediatric Obesity, Primary Health Care, Child, Risk Factors, Costa Rica.



INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) representan la principal causa de mortalidad a nivel mundial, con aproximadamente 17,9 millones de defunciones anuales según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (1).

En general, se han identificado diversos factores que incrementan el riesgo de aparición de ECV, entre los que se encuentran la elevación de componentes del perfil de lípidos, el aumento de peso, el síndrome metabólico y las enfermedades crónicas no transmisibles (1,2).

Un factor que contribuye al desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes mellitus tipo 2, las enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer, es la resistencia a la insulina (3,4). Esta resistencia se presenta cuando los tejidos periféricos pierden su capacidad de respuesta a la acción de la insulina, afectando el metabolismo de la glucosa, situación que es particularmente común en las personas con obesidad (4).

En algunos países se ha establecido el índice triglicéridos-glucosa (TyG) como un marcador de resistencia a la insulina en personas no diabéticas (2,3,5-7). Este ha demostrado ser un método útil para la detección temprana de la resistencia a la insulina. Además, al compararlo con el clamp euglucémico-hiperinsulinémico, se ha observado que tiene buena sensibilidad y especificidad para la detección de la resistencia a la insulina (5-7). La base teórica para su uso radica en que la hipertrigliceridemia es la dislipidemia más frecuente y que el aumento de este componente del perfil de lípidos interfiere en el metabolismo de la glucosa a nivel muscular (5,6).

Considerando que en la población infantil y adolescente hay una tendencia creciente hacia el sobrepeso y la obesidad, resulta necesario analizar el comportamiento del índice TyG en estos grupos, especialmente tomando en cuenta que no existen estudios nacionales al respecto.

Por otra parte, se ha visto que al hacer un análisis de los resultados del índice TyG en conjunto con variables como el índice de masa corporal (IMC) o la circunferencia abdominal, se logra mejorar el valor predictivo del riesgo metabólico de estos pacientes (3); esto se conoce como índice de comorbilidad modificada (ICM).

El ICM es una herramienta adaptada del índice de comorbilidad de Charlson, índice más conocido y utilizado en medicina para evaluar la carga de comorbilidades en pacientes y predecir la mortalidad a largo plazo (8,9). El ICM combina marcadores metabólicos para evaluar el riesgo de enfermedades crónicas y mortalidad, como el TyG con otras variables (3,10,11).

Partiendo de este contexto, el presente estudio tiene como objetivo determinar la prevalencia de resistencia a la insulina en la población infantil y adolescente de 9 a 11 años según índices de riesgo preestablecidos. El propósito es contribuir al diseño de intervenciones preventivas en salud cardiovascular que busquen la identificación temprana del

riesgo de resistencia a la insulina en preadolescentes y adolescentes, utilizando indicadores clínicos accesibles para el primer nivel de atención.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de tipo cuantitativo, no experimental, descriptivo. La población incluida fueron hombres y mujeres con edades entre los 9 y 11 años, con al menos una consulta en el primer nivel de atención de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) durante el año 2024.

Los criterios utilizados para la inclusión de los menores en la población de estudio fueron los siguientes:

- Tener al menos una consulta en el Expediente Digital Único en Salud (EDUS) en el primer nivel de atención en medicina general o medicina familiar.
- Contar con registro de peso y talla válidos para el cálculo del estado nutricional.
- Contar con un perfil de lípidos completo realizado en el 2024.
- Contar con una glicemia realizada en la misma fecha del perfil de lípidos.
- No tener registrado en los últimos tres años el diagnóstico de diabetes mellitus.

Por otra parte, se excluyeron todos aquellos menores que a pesar de contar con peso y talla acorde a la edad, tenían un índice de masa corporal (IMC) en un rango superior a 70, lo cual se consideró como una inconsistencia producto del registro inadecuado de alguna de las variables necesarias para el cálculo del IMC.

Conformación de la base de datos

Para la construcción de la base de datos se utilizó el cubo DCSS EPSS-Tamizajes del EDUS, desde el cual se recuperaron los registros de atención de población infantil y adolescente entre 9 y 11 años, atendidos en el primer nivel de atención de la CCSS durante el periodo comprendido entre enero y diciembre de 2024.

Se incluyeron todas las áreas de salud adscritas a las Redes Integradas de Prestación de Servicios de Salud (RIPSS). Las variables seleccionadas para la conformación inicial de la base fueron: edad, fecha de atención, centro de salud, peso, talla, perfil lipídico y glicemia.

Posteriormente, se aplicaron criterios de depuración para garantizar la unicidad de los registros por paciente. En los casos con una única atención en el año, se conservó ese registro. Para pacientes con múltiples atenciones, se seleccionó la primera consulta del año si el estado nutricional se mantuvo constante; en caso de variabilidad, se eligió la primera consulta correspondiente a la clasificación predominante. Cuando no hubo predominancia, se conservó la primera atención registrada.

Estado nutricional

Para el cálculo del estado nutricional, se utilizaron los criterios establecidos en el Manual de Procedimientos para la Atención Integral del Niño y la Niña del Primer Nivel de Atención de la CCSS (12) (Cuadro 1).

Cuadro 1

Criterios para la interpretación del estado nutricional.

Clasificación del estado nutricional	Rango IMC
Desnutrición severa	<-3 pZ
Desnutrición	≥-3pZ a ≤-2 pZ
Normal	>-2 pZ a <+1 pZ
Sobrepeso	≥+1 a <+2 pZ
Obesidad	≥+2 pZ

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social. *Manual de Procedimientos para la Atención Integral del Niño y la Niña del Primer Nivel de Atención*. San José: CCSS; 2016.

Con el fin de facilitar el análisis de los resultados del estado nutricional con las otras variables del estudio, se agruparon en dos categorías: Desnutrición/Normal y Sobrepeso/Obesidad.

Resultados de pruebas de laboratorio clínico

Los datos correspondientes a los resultados de laboratorio clínico se obtuvieron a partir de los sistemas institucionales de la CCSS, específicamente:

- Labcore®.
- Sistema Integrado de Laboratorio Clínico (SILC).
- Sistema Integrado de Expediente en Salud (SIES).

Se recuperaron los valores de perfil lipídico completo y glicemia en ayunas, correspondientes al año 2024, vinculados a los pacientes incluidos en la base de datos del estudio.

Los rangos de referencia utilizados para la interpretación de los resultados se basaron en los criterios establecidos en el Manual de Procedimientos para la Atención Integral del Niño y la Niña del Primer Nivel de Atención (12), los cuales se presentan en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2

Criterios para la interpretación del perfil lipídico en niños y adolescentes (mg/dL)

Componente	Deseable	Subóptimo	Riesgo aumentado
Colesterol total	<170	170-199	≥200
Colesterol-LDL	<110	110-129	≥130
Colesterol-HDL	>45	40-45	<40
Triglicéridos (0 a 9 años)	<75	75-99	≥100
Triglicéridos (10-19 años)	<90	90-129	≥130

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social. *Manual de Procedimientos para la Atención Integral del Niño y la Niña del Primer Nivel de Atención*. San José: CCSS; 2016.

Cuadro 3

Criterios para la interpretación de la glicemia en ayunas (mg/dL)

Clasificación	Rango de la glicemia
Normal	<100
Intolerancia a los carbohidratos	100-125
Sospecha de diabetes mellitus	≥126
Diabetes mellitus	≥200

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social. *Manual de Procedimientos para la Atención Integral del Niño y la Niña del Primer Nivel de Atención*. San José: CCSS; 2016.

Índices para el cálculo de resistencia a la insulina

Para el cálculo de resistencia a la insulina en la población estudiada, se utilizaron dos índices validados internacionalmente: el índice triglicéridos-glucosa (TyG) y el índice de comorbilidad modificado (ICM).

El índice TyG se calculó con la siguiente fórmula:

$$TyG = \text{Logn} [TG (\text{mg/dL}) \times G (\text{mg/dL}) / 2]$$

Donde: Logn= logaritmo natural; TG= triglicéridos; G= glicemia.

El ICM, por su parte, se obtuvo multiplicando el valor de TyG por el IMC:

$$ICM = TyG \times IMC$$

Para clasificar a los menores como en riesgo de resistencia a la insulina, se emplearon los puntos de corte validados en el estudio de Reckziegel *et al.* (3), efectuado en población adolescente brasileña. En específico, se consideraron los siguientes puntos de corte para el grupo de 10 a 12 años:

- TyG: >8,07
- ICM: >168,01

Adicionalmente, se utilizaron los percentiles de TyG por grupo etario como referencia comparativa para caracterizar la distribución de los valores en la población costarricense. Esta doble aproximación permitió identificar subgrupos con riesgo de resistencia a la insulina elevado, incluso en casos donde uno de los índices se encontraba dentro del rango normal.

Con el objetivo de evaluar la capacidad discriminativa de los índices TyG e ICM para identificar riesgo de resistencia a la insulina en la población estudiada, se realizó el análisis de curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*). A partir de estas curvas, se calculó el área bajo la curva (AUC) como medida resumen del rendimiento diagnóstico. Asimismo, se determinó el punto de corte óptimo mediante el índice de Youden, y se estimaron los valores de sensibilidad y especificidad correspondientes.



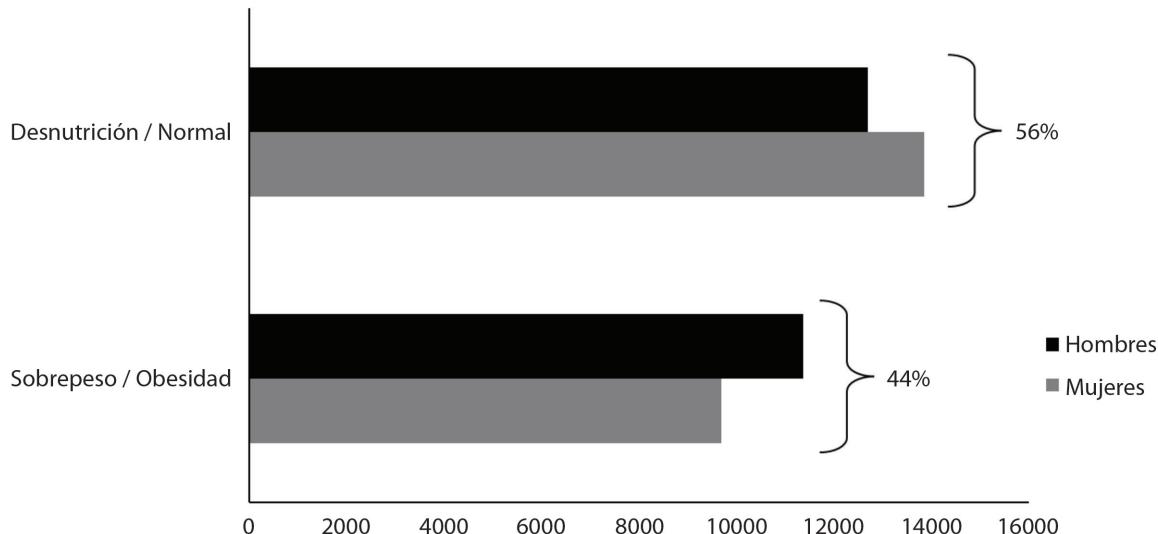


Figura 1. CCSS: Población de 9 a 11 años atendida en el primer nivel de atención de la CCSS, según sexo y estado nutricional, enero-diciembre 2024.
Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social. *Evaluación de la Prestación de Servicios de Salud*. San José: CCSS, DCSS; 2024.

RESULTADOS

Durante el 2024 se atendieron en total 104 229 menores en el primer nivel de atención de la CCSS. De estos, 47 602 (46 %) cumplían con todos los requisitos necesarios para formar parte del estudio; el 49 % eran mujeres y el 51 % hombres.

Al realizar el cálculo del estado nutricional, se encontró que el mayor porcentaje de la población estaba en el grupo Desnutrición/Normal, en el cual predominaron las mujeres (Figura 1).

A partir de los resultados de laboratorio de los perfiles de lípidos y las glicemias, se hizo el cálculo de los menores con resistencia a la insulina, con un resultado de 72 % (34 130) de los menores en riesgo por al menos uno de los dos índices. Al revisar estos resultados para cada uno de los índices, se obtuvo que un 67 % (32 072) presentaban riesgo por el TyG y un 36 % (17 165) por el ICM.

La distribución detallada de estos resultados fue la siguiente:

- Menores identificados con resistencia a la insulina por ambos índices: 15 107.
- Menores identificados con resistencia a la insulina solo por el índice TyG: 16 965.
- Menores identificados con resistencia a la insulina solo por el índice ICM: 2 058.

Al revisar los resultados generales por sexo, se encontró que el 53 % correspondía a mujeres y el 47 % a hombres.

Por otra parte, se valoró el resultado de resistencia a la insulina por sexo para cada uno de los índices. En el caso del TyG, en el grupo de las mujeres un 73 % (17 211) presentaban riesgo, mientras que en la población masculina este resultado

fue de 62 % (14 861). En cuanto al índice de comorbilidad modificado (ICM), el cálculo del riesgo según el sexo mostró una distribución equitativa: 50 % hombres y 50 % mujeres.

Sobre la relación de los índices con los resultados de las glicemias, se identificaron 3 643 menores con glicemias clasificadas en riesgo, es decir, con un resultado por encima del valor normal, los cuales se distribuyeron de la siguiente forma:

- 1 537 estaban incluidos entre los pacientes con riesgo por resistencia a la insulina en ambos índices. El 95 % de estos menores tenían su estado nutricional clasificado como Sobrepeso/Obesidad.
- 1 401 presentaban riesgo solo por el índice TyG. En estos menores se encontró que su condición de riesgo estaba relacionada con valores de triglicéridos cercanos a rangos de riesgo o con triglicéridos en rango normal asociados a glicemias en sospecha de diabetes mellitus.
- 123 tenían riesgo solo por el índice ICM. La característica principal de este grupo fue el presentar sobrepeso u obesidad, pero con perfiles de lípidos en rango aceptable, por lo cual los resultados del TyG quedaron fuera del corte para clasificarlos como riesgo.
- 582 menores no quedaron clasificados en ninguno de los dos grupos de riesgo para índices evaluados. De estos, 92 (15 %) tienen una segunda glicemia en rango normal, 34 (6 %) tienen una segunda glicemia alterada y del resto no se cuenta con más información. Además, 454 (78 %) tienen clasificación del estado nutricional como normal Desnutrición/Normal y 128 (22 %) se clasificaron como Sobrepeso/Obesidad.

Al comparar los datos del estado nutricional según la clasificación establecida con los resultados de los menores en riesgo para resistencia a la insulina según el índice TyG, se encontró que el 78 % de la población con Sobrepeso/Obesidad tenía riesgo por este índice, mientras que en el grupo clasificado como Desnutrición/Normal el porcentaje de menores en riesgo por TyG fue de 59 %.

Al comparar los percentilos obtenidos con los resultados del índice TyG en población infantil y adolescente entre 9 y 11 años en la CCSS con respecto a aquellos del estudio realizado en Brasil por Reckziegel *et al.* (3), se encontró que los valores de los percentilos para Costa Rica fueron más elevados que aquellos obtenidos en Brasil (Cuadro 4).

Cuadro 4

CCSS: Resultados del índice TyG según percentilos para población de 9 a 11 años vs. resultados del estudio Reckziegel *et al.*, enero-diciembre 2024

Percentilos	Valores obtenidos en la CCSS	Estudio Reckziegel <i>et al.</i> , Brasil
	9-11 años	10-12 años
P95	9,16	8,67
P90	8,96	8,46
P80	8,71	8,25
P75	8,62	8,18
P70	8,54	8,14
P60	8,41	8,03
P50	8,28	7,95
P40	8,16	7,82
P30	8,03	7,72
P25	7,96	7,66
P20	7,88	7,56
P10	7,69	7,35
P5	7,54	7,11

Fuente: Caja Costarricense de Seguro Social. *Evaluación de la Prestación de Servicios de Salud*. San José: CCSS, DCSS; 2024.

Además, se encontró que del total de los menores en estudio un 2 % (1 014) tenía resultados elevados en todas las variables: su estado nutricional se estableció en sobrepeso u obesidad; al menos un resultado del perfil de lípidos estaba en alto riesgo; el resultado de la glicemia se encontraba por encima de lo normal; y tanto el índice de TyG como el del ICM eran superiores a los puntos de corte.

En lo que respecta al análisis ROC del índice TyG, este mostró un área bajo la curva (AUC) de 0,622, con un punto de corte óptimo de 8,18. A este umbral, la sensibilidad fue de 0,75 y la especificidad de 0,42, con una precisión global del 44,4 %.

Por otro lado, el análisis de la curva ROC para el ICM, en relación con la detección de glicemia elevada, mostró una capacidad de discriminación limitada, con un AUC de 0,578. El punto de corte óptimo determinado mediante el índice de Youden fue de 158,25, con una sensibilidad de 0,54 y una especificidad de 0,57. Estos valores sugieren que el ICM, en este

umbral, identifica de manera correcta alrededor del 54 % de los casos positivos y excluye adecuadamente el 57 % de los negativos, lo que podría ser útil como herramienta complementaria en la evaluación de la resistencia a la insulina, aunque con restricciones en su precisión diagnóstica.

DISCUSIÓN

Desde un enfoque de salud pública, el análisis realizado muestra que el índice TyG es un instrumento efectivo para la detección temprana de la resistencia a la insulina en pre-adolescentes y adolescentes. Este índice se considera una herramienta práctica, no invasiva, efectiva y de bajo costo. Diferentes estudios han demostrado su utilidad para la evaluación de la resistencia a la insulina en las personas y a partir de ahí identificar a la población en riesgo de presentar diabetes mellitus (5,7,13).

Sobre este tema, el índice TyG mostró una mayor sensibilidad, al identificar el riesgo en un 67 % de los menores, mientras que el ICM detectó solo un 36 %. Esto coincide con lo descrito en la literatura, donde se ha señalado al TyG como un marcador robusto para la detección temprana de resistencia a la insulina. Estudios efectuados en poblaciones prepúberales y puberales han establecido ya puntos de corte que fueron validados con indicadores como el *Homeostasis Model Assessment* (HOMA), una herramienta clave para evaluar aspectos del metabolismo de la glucosa, como la resistencia a la insulina (14). No obstante, al combinar ambos indicadores se logró identificar subgrupos que podrían no estar clasificados como de riesgo si se hubiese empleado un solo indicador, lo cual respalda la utilidad de su aplicación complementaria.

Un hallazgo clave en el índice TyG fue que la población femenina presentó un mayor riesgo de resistencia a la insulina (73 %) en comparación con los hombres (62 %), lo cual coincide con estudios que han documentado una mayor susceptibilidad femenina a las alteraciones metabólicas. En el estudio realizado por Jeffery *et al.* en una población entre 5 y 14 años (15), se encontró que las mujeres presentaron mayor resistencia a la insulina en todos los grupos de edad. Asimismo, Tester *et al.*, en su estudio en un grupo de personas con edades entre los 2 y los 19 años (16), observaron una mayor predominancia de la población femenina a presentar resistencia a la insulina.

Por otro lado, el análisis conjunto del estado nutricional y los índices de riesgo confirman la estrecha relación entre el exceso de peso y la resistencia a la insulina. En el grupo con sobrepeso u obesidad, un 78 % presentó riesgo por TyG, mientras que en el grupo con peso normal o desnutrición el porcentaje descendió a 59 %. Estos datos refuerzan la evidencia de que el exceso de peso infantil constituye un factor determinante en la función metabólica y sus posibles alteraciones (3-18). No obstante, el riesgo encontrado en el grupo con peso normal advierte sobre la necesidad de vigilancia universal y no únicamente focalizada en la población con exceso de peso.



Los resultados de glicemias elevadas en algunos de los menores clasificados con riesgo de resistencia a la insulina y que posteriormente presentaron glicemias en rangos normales, podría ser un indicativo de que algún porcentaje de la población esté llegando a hacerse las pruebas de laboratorio sin el ayuno adecuado, y eso pudiera estar afectando los resultados para el índice TyG. Sin embargo, deberán realizarse análisis más profundos, ya que en este caso solo un 2 % del grupo cuenta con una segunda glicemia para valoración, lo cual no es representativo.

Por otro lado, al aplicar en la población infantil y adolescente costarricense los puntos de corte validados por Reckziegel *et al.* para la población brasileña (3), un alto porcentaje de los menores evaluados (72 %) presentó riesgo por resistencia a la insulina en al menos uno de los índices utilizados (TyG o ICM), superando los porcentajes reportados a nivel internacional. Por ejemplo, un estudio realizado en Turquía en niños y adolescentes con obesidad, con edades entre los 7 y los 18 años, en el que se utilizó el índice HOMA, se reportó un 29 % de prevalencia en la resistencia a la insulina (19). Otro estudio realizado en México, en el cual se empleó el índice HOMA-IR en una población de preadolescentes y adolescentes obesos, con edades entre los 11 y los 13 años, se determinó que el 51 % de la población del estudio presentaban resistencia a la insulina (20).

Este alto porcentaje de menores que resultaron con resistencia a la insulina, aunado a que los resultados de los percentilos obtenidos en la población costarricense fueron superiores a los registrados en el estudio efectuado en Brasil, sugiere que los puntos de corte internacionales podrían sobreestimar el riesgo real a nivel nacional. Este hallazgo respalda la necesidad de hacer validaciones locales que reflejen las características propias de la población infantil costarricense.

Por otra parte, el uso del ICM reforzó la utilidad del TyG, al integrarlo con el índice de masa corporal, permitiendo mejorar la capacidad predictiva en algunos subgrupos, especialmente en menores con glicemias elevadas, pero con TyG en rango normal. Estos hallazgos concuerdan con diferentes estudios que han demostrado que al cruzar variables como el índice de masa corporal y la circunferencia abdominal con el TyG se incrementa la capacidad diagnóstica y discriminatoria de este último (3,10).

Finalmente, aunque el índice TyG mostró una capacidad discriminativa moderada ($AUC = 0,622$), su alta sensibilidad lo posiciona como una herramienta útil para el tamizaje temprano de resistencia a la insulina en adolescentes, sobre todo en contextos de atención primaria. La baja especificidad sugiere que debe complementarse con otros indicadores clínicos para mejorar la precisión diagnóstica. En contraste, el ICM mostró valores significativamente más bajos, lo que indica que su utilidad como marcador aislado es limitada. Estos hallazgos respaldan el uso del índice TyG como herramienta preferente en contextos clínicos o epidemiológicos donde se requiere una evaluación eficiente del riesgo metabólico, mientras que el ICM podría considerarse como complemento

en modelos multivariados o en estudios de comorbilidad más amplios.

CONCLUSIONES

El índice TyG es un indicador útil, práctico y accesible para evaluar el riesgo de resistencia a la insulina en la población pediátrica no diabética en Costa Rica. Los resultados obtenidos muestran que un alto porcentaje de la población infantil y adolescente está en riesgo, especialmente en el grupo de los menores con sobrepeso u obesidad, lo cual refleja la necesidad de establecer estrategias preventivas tempranas. Debido a que la población femenina presenta un mayor porcentaje de resistencia a la insulina, las estrategias que se determinen deberán ser diferenciadas según sexo.

El presente estudio ofrece una base para el desarrollo de estrategias en las que se prioricen aquellas poblaciones de mayor riesgo. Sin embargo, deberán hacerse más estudios para determinar los puntos de corte específicos para la población preadolescente y adolescente costarricense, ya que los parámetros internacionales podrían no estar reflejando la realidad nacional. En este estudio se demostró que a nivel nacional el índice TyG con un punto de corte de 8,18 permite identificar adolescentes con alto riesgo de resistencia a la insulina, reduciendo la sobreestimación que resulta al emplear puntos de corte establecidos en otros países.

En general, se recomienda el uso del índice TyG como herramienta de tamizaje acompañada de otros criterios clínicos, como el uso del ICM, que ha dejado en evidencia el valor de emplear enfoques integrales que combinen múltiples indicadores clínicos para mejorar la detección y la prevención de la enfermedad ateroesclerótica de forma temprana y oportuna.

Finalmente, es importante resaltar que los resultados obtenidos fundamentan la necesidad de implementar políticas públicas para el abordaje de esta población, las cuales, sin duda, deberán trascender los servicios de salud. Los gobiernos locales, el sistema educativo y las familias deben involucrarse, ya que su papel es crucial en la prevención de la obesidad infantil y la promoción de estilos de vida saludables.

CONFLICTO DE INTERESES

La autora declara no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Organización Mundial de la Salud. *Enfermedades cardiovasculares* [Internet]. Ginebra: OMS; 2024 [Consultado el 26 de noviembre de 2024]. Recuperado de: https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1
- Ninatanta J, Romaní F. Índice triglicéridos/colesterol de alta densidad y perfil lipídico en adolescentes escolares de una región andina del Perú. *An Fac Med.* [Internet]. 2018; 79(4): 301-306. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v79i4.15634>
- Reckziegel MB, Nepomuceno P, Machado T, Renner JDP, Pohl HH, Nogueira-de-Almeida CA, De Mello ED. The triglyceride-glucose index as an indicator of insulin resistance and cardiometabolic risk in Brazilian

- adolescents. *Arch Endocrinol Metab.* [Internet]. 2023; 67(2): 153-161. Recuperado de: <https://doi.org/10.20945/2359-3997000000506>
4. Vega-Cárdenas M, Flores-Sánchez J, Torres-Rodríguez ML, Sánchez-Armáss O, Vargas-Morales JM, Cossío-Torres PE, Terán-García M, Aradillas-García C. Distribución del índice triglicéridos y glucosa (TyG) y el modelo homeostático para la evaluación de la resistencia a la insulina en la adolescencia tardía en mexicanos. *Nutr Hosp.* [Internet]. 2022; 39(6): 1349-1356. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04120>
 5. Guerrero-Romero F, Simental-Mendía LE, González-Ortiz M, Martínez-Abundis E, Ramos-Zavala MG, Hernández-González SO, Jacques-Camarena O, Rodríguez-Morán M. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp. *J Clin Endocrinol Metab.* [Internet]. 2010; 95(7): 3347-3351. Recuperado de: <https://doi.org/10.1210/jc.2010-0288>
 6. Yanes M, Cruz J, Cabrera E, González O, Calderin R, Yanes MA. Índice glucosa-triglicéridos como marcador de resistencia a la insulina en pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial esencial. *Rev Cubana Med.* [Internet]. 2020; 59(1). Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232020000100003&lng=es&tln_g=es
 7. Unger G, Benozzi SF, Perruzza F, Pennacchiotti GL. Índice triglicéridos y glucosa: un indicador útil de insulinorresistencia. *Endocrinol Nutr.* [Internet]. 2014; 61(10): 533-540. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.endonu.2014.06.009>
 8. Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis.* [Internet]. 1987; 40(5): 373-383. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3558716/>
 9. Acosta-García E, Concepción-Páez M. Índice cardiometabólico como predictor de factores de riesgo cardiovascular en adolescentes. *Rev Salud Pública.* [Internet]. 2018; 20(3): 340-345. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-
 10. Er LK, Wu S, Chou HH, Hsu LA, Teng MS, Sun YC, Ko YL. Triglyceride glucose-body mass index is a simple and clinically useful surrogate marker for insulin resistance in nondiabetic individuals. *PLoS One.* [Internet]. 2016; 11(3): e0149731. Recuperado de: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149731>
 11. Kang B, Yang Y, Lee EY, Yang HK, Kim HS, Lim SY, Lee JH, Lee SS, Suh BK, Yoon KH. Triglycerides/glucose index is a useful surrogate marker of insulin resistance among adolescents. *Int J Obes.* [Internet]. 2017; 41(5): 789-792. Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/ijo.2017.14>
 12. Caja Costarricense de Seguro Social. *Manual de Procedimientos para la Atención Integral del Niño y la Niña.* San José: CCSS; 2016. Recuperado de: <https://repositorio.binasss.sa.cr/server/api/core/bitstreams/72efe403-12be-4dc0-95ac-d3c75f5280ae/content>
 13. Angoorani P, Heshmat R, Ejtahed H-S, Motlagh ME, Ziaodini H, Taheri M, Aminaei T, Goodarzi A, Qorbani M, Kelishadi R. Validity of triglyceride-glucose index as an indicator for metabolic syndrome in children and adolescents: The CASPIAN-V study. *Eat Weight Disord.* [Internet]. 2018; 23(6): 877-883. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s40519-018-0488-z>
 14. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and β-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia.* [Internet]. 1985; 28(7): 412-419. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/BF00280883>
 15. Jeffery AN, Metcalf BS, Hosking J, Streeter AJ, Voss LD, Wilkin TJ. Age before stage: insulin resistance rises before the onset of puberty: a 9-year longitudinal study (EarlyBird 26). *Diabetes Care.* [Internet]. 2012; 35(3): 536-541. Recuperado de: <https://doi.org/10.2337/dc11-1281>
 16. Tester J, Sharma S, Jasik CB, Mietus-Snyder M, Tinajero-Deck L. Gender differences in prediabetes and insulin resistance among 1356 obese children in Northern California. *Diabetes Metab Syndr.* [Internet]. 2013; 7(3): 161-165. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2013.06.002>
 17. Yoon JS, Lee HJ, Jeong HR, Shim YS, Kang MJ, Hwang IT. Triglyceride glucose index is superior biomarker for predicting type 2 diabetes mellitus in children and adolescents. *Endocr J.* [Internet]. 2022; 69(5): 559-565. Recuperado de: <https://doi.org/10.1507/endocrj.EJ21-0560>
 18. Lee JM. Insulin resistance in children and adolescents. *Rev Endocr Metab Disord.* [Internet]. 2006; 7(3): 141-147. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11154-006-9019-8>
 19. Atabek ME, Pirgon O, Kurtoglu S. Prevalence of metabolic syndrome in obese Turkish children and adolescents. *Diabetes Res Clin Pract.* [Internet]. 2006; 72(3): 315-321. Recuperado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16325296/>
 20. Juárez-López C, Klündter-Klündter M, Medina-Bravo P, Madrigal-Azcárate A, Mass-Díaz E, Flores-Huerta S. Insulin resistance and its association with the components of the metabolic syndrome among obese children and adolescents. *BMC Public Health.* [Internet]. 2010; 10: 318. Recuperado de: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/10/318>

