



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

INVESTIGACIÓN – **versión post-print**

Esta es la versión revisada por pares aceptada para publicación. El artículo puede recibir modificaciones de estilo y de formato.

Exactitud diagnóstica del índice triglicérido-glucosa para el diagnóstico de síndrome metabólico en un establecimiento de atención primaria de la región de San Martín, Perú. Estudio transversal.

Diagnostic accuracy of Triglyceride-Glucose Index for diagnosis of metabolic syndrome in a primary care facility of the San Martin region, Peru. A cross-sectional study.

Joseph Alburqueque-Melgarejo^{a,*}, Juan Carlos Roque-Quezada^b, Horus Michael Virú Flores^c, Israel Armando Guerra Cuyutupac^a, Jamee Guerra Valencia^d, Gabriela del Rosario Quezada Gómez^e

^a Facultad de Medicina Humana, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

^b Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú

^c Facultad de Medicina Humana, Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú.

^d Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

^e Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, Lima, Perú

* joseph.alburqueque@urp.edu.pe

Received: 22/03/2024; Accepted: 05/08/2024; Published: 05/12/2024

Editor Asignado: Ashuin Kammar-García, Instituto Nacional de Geriátría, Ciudad de México, México.

CITA: Alburqueque-Melgarejo J, Roque-Quezada JC, Virú Flores HM, Guerra Cuyutupac I, Guerra Valencia J, Quezada Gómrz GR. Exactitud diagnóstica del índice triglicérido-glucosa para el diagnóstico de síndrome metabólico en un establecimiento de atención primaria de la región de San Martín, Perú. Estudio transversal. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2024; 28(4). doi: 10.14306/renhyd.28.4.2185 [ahead of print]

La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética se esfuerza por mantener a un sistema de publicación continua, de modo que los artículos se publican antes de su formato final (antes de que el número al que pertenecen se haya cerrado y/o publicado). De este modo, intentamos poner los artículos a disposición de los lectores/usuarios lo antes posible.

The Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics strives to maintain a continuous publication system, so that the articles are published before its final format (before the number to which they belong is closed and/or published). In this way, we try to put the articles available to readers/users as soon as possible.

RESUMEN

Introducción. El Índice Triglicérido-Glucosa (TyG) es considerado como una prueba sensible para el diagnóstico del síndrome metabólico (SM). Sin embargo, su validez en diversas poblaciones, como la de la selva peruana, aún no ha sido ampliamente estudiada. El objetivo del presente estudio fue determinar la exactitud diagnóstica del índice triglicérido-glucosa para el diagnóstico de síndrome metabólico en pacientes atendidos en un establecimiento de atención primaria de la selva peruana durante el periodo 2022-2023.

Metodología. Estudio de exactitud diagnóstica, con diseño transversal. Se realizó un análisis documental de historias clínicas de 363 pacientes. El desenlace fue la presencia de SM definido según los criterios ATP-III. El índice TyG fue la prueba evaluada calculada con la fórmula: $\text{Ln} [\text{triglicéridos en ayunas (mg/dL)} \times \text{glucosa en ayunas}/2 \text{ (mg/dL)}]$. Se evaluaron curvas de características operativas del receptor y el área bajo la curva (AUC) con sus respectivos intervalos de confianza al 95% (IC95%) y puntos de corte óptimos según el índice de Youden, para el total de la muestra y estratificados por sexo.

Resultados. Se obtuvo un punto de corte de 8,97 para los valores de TyG con una sensibilidad de 89,5% y una especificidad de 64,3% para el diagnóstico de síndrome metabólico. El área bajo la curva (AUC) para TyG fue de 0,889 (IC 95%: 0,851 - 0,922, $p < 0.005$). Los valores predictivos positivo, negativo y precisión diagnóstica fueron de 82,49%, 76,42% y 80,72%, respectivamente. A partir de la prevalencia local de síndrome metabólico en la población estudiada se elaboró el normograma de Fagan y se obtuvieron las razones de verosimilitud positiva (2,505) y negativa (0,1641), a partir de las cuales se calculó la probabilidad post-prueba cuando la prueba era positiva (82%; IC 95%: 79-86%) y cuando la prueba era negativa (23%; IC 95%: 17 – 31%).

Conclusión. El presente estudio indica que el Índice Triglicérido-Glucosa es una herramienta diagnóstica fiable para evaluar la presencia de síndrome metabólico en individuos de la selva peruana.

Palabras clave. Síndrome Metabólico, Glucosa Sanguínea, Triglicéridos, Pruebas Diagnósticas de Rutina, Curva ROC

ABSTRACT

Introduction. In recent years, multiple studies throughout the world have shown that the Triglyceride Glucose Index has adequate diagnostic performance in patients with metabolic syndrome. The objective of the present study was to determine the usefulness of the Triglyceride Glucose Index for the diagnosis of Metabolic Syndrome in patients treated in a primary care facility in the Peruvian jungle during the period 2022-2023.

Methods: A quantitative, observational, analytical, retrospective, and diagnostic test type design was used. A sample size of 363 patients was calculated, which were divided into two groups according to the presence or absence of metabolic syndrome.

Results: A cut-off point of 8.97 was obtained for ITG values with a sensitivity of 89.5% and a specificity of 64.3% for the diagnosis of metabolic syndrome. The area under the curve (AUC) for ITG was 0.889 (95% CI: 0.851 - 0.922, $p < 0.005$). Additionally, the positive predictive values (82.49%), negative (76.42%) and diagnostic accuracy (80.72%) were calculated. Based on the local prevalence of metabolic syndrome in the studied population, the Fagan normogram was prepared and the positive (2.505) and negative (0.1641) likelihood ratios were obtained, from which the post-test probability was calculated. when the test was positive (82%; 95% CI: 79-86%) and when the test was negative (23%; 95% CI: 17 – 31%).

Conclusions: The present study indicates that the Triglyceride Glucose Index is a reliable diagnostic tool to evaluate the presence of metabolic syndrome in high-risk individuals.

Keywords: Metabolic Syndrome, Blood Glucose, Triglycerides, Routine Diagnostic Tests, ROC Curve

KEY MESSAGES

- Este estudio reveló que el índice triglicérido-glucosa posee utilidad diagnóstica para la detección del Síndrome Metabólico de acuerdo con los criterios diagnósticos de la NCEP ATPIII.
- El punto de corte óptimo del índice TyG para detección de Síndrome Metabólico fue de 8,97 con una sensibilidad del 89,5% y especificidad de 64,3%.
- Esta investigación proporciona evidencia que puede resultar útil para el diagnóstico temprano de síndrome metabólico en instituciones de bajos recursos.

INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico (SM) se define como un conjunto de factores que aumentan significativamente el riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo 2 y enfermedades cardiovasculares¹. Los criterios establecidos por el programa nacional de educación en colesterol (NCEP) y la federación internacional de diabetes (IDF) son a la actualidad considerados la prueba de oro, estos incluyen obesidad abdominal, hipertensión arterial, dislipidemia y niveles elevados de glucosa en ayunas; su diagnóstico se da con al menos tres de estos criterios². A nivel global, la prevalencia del SM está en aumento, afectando aproximadamente al 25% de la población adulta, con diferencias significativas entre regiones urbanas y rurales³. Debido a un menor nivel de actividad física y alimentación hipercalórica, la prevalencia del SM es mayor en áreas urbanas de Perú con un 26.9%, comparado al 21% de regiones rurales^{4,5}. Sin embargo estudios realizados a nivel global en población rural han identificado un incremento de su prevalencia⁶.

La resistencia a la insulina (RI) es una alteración endocrina asociada al SM identificada como un factor de riesgo independiente para enfermedades cardiovasculares; para su diagnóstico se requiere contar con las concentraciones de glucosa e insulina en sangre a través del método de evaluación homeostática de resistencia a la insulina (HOMA-IR), el cual no se encuentra disponible en el primer nivel de atención de regiones rurales del Perú⁷. Estudios recientes han propuesto al índice triglicérido-glucosa (TyG) como un marcador novel para estimar la RI en distintas poblaciones, esto por su fácil acceso y obtención a partir de exámenes laboratoriales de rutina^{8,9}. Este se calcula a partir del logaritmo natural del producto las concentraciones séricas de glucosa (mg/dl) y triglicéridos (mg/dl) en ayunas dividido entre dos¹⁰. La base fisiopatológica de utilizar el TyG para evaluar la resistencia a la insulina reside en la cascada de eventos metabólicos que se producen como consecuencia de esta. Un estado de resistencia a la insulina supone una alteración en el metabolismo de los ácidos grasos por múltiples mecanismos dentro de los que destacan la lipólisis excesiva y la liberación de ácidos grasos libres hacia tejidos periféricos. Así, se observa que los niveles elevados de triglicéridos y de glucosa reflejan indirectamente la existencia de resistencia a la insulina^{11,12}. Por lo expuesto, el presente estudio se propone determinar la utilidad del Índice TyG para el diagnóstico de Síndrome Metabólico en pacientes atendidos en un establecimiento de atención primaria de la selva peruana durante el periodo 2022-2023.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Estudio de pruebas diagnósticas, con diseño transversal. Se recolectaron datos a partir de una fuente secundaria, constituida por las historias clínicas de los pacientes adultos atendidos en un establecimiento de atención primaria. Se aplicó la lista de verificación STARD para estudios de pruebas diagnósticas.

Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por los pacientes adultos atendidos en un establecimiento de atención primaria en la provincia de Bellavista, San Martín, durante el periodo 2022- 2023.

Se empleó la técnica de análisis documental, con la revisión de cada una de las historias clínicas de los pacientes que cumplían con los criterios de selección. Los criterios de inclusión fueron: adultos entre 18 y 80 años, con valores de triglicéridos y glucosa al ingreso e historial médico con las variables de interés para el estudio. Se excluyeron pacientes con historias clínicas incompletas, gestantes, debido a que las alteraciones fisiológicas durante la gestación pueden causar modificaciones en las variables cardiometabólicas, pacientes con enfermedades inflamatorias crónicas como lupus eritematoso sistémico, artritis reumatoidea, síndrome antifosfolípido y pacientes con infecciones activas como celulitis, neumonía, e infección urinaria.

Tamaño muestral

Se calculó el tamaño de la muestra con el software estadístico Epidat versión 4.2. Se utilizaron las características operativas de sensibilidad y especificidad, del 81% y 91%, respectivamente¹³, con un nivel de confianza del 95% y una precisión absoluta del 5%. El tamaño de muestra resultante fue de 363 pacientes. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Variables

Prueba índice

La prueba índice fue el índice triglicérido-glucosa el cual se obtuvo a través de la medición de ambos parámetros en plasma a partir de muestras de sangre venosa después de un ayuno mínimo de 8 horas. Los niveles de triglicéridos, colesterol total, HDL-colesterol y glucosa fueron determinados utilizando un equipo de bioquímica semi automatizado a través del método de espectrofotometría.

Finalmente el índice triglicérido-glucosa fue calculado según la fórmula¹⁴.: $\text{Ln} [\text{triglicéridos en ayunas (mg/dL)} \times \text{glucosa en ayunas}/2 \text{ (mg/dL)}]$. Se determinaron los puntos de corte específicos para la prueba índice para el total de la muestra y estratificada según el sexo. Luego la prueba índice fue clasificada como alta o baja con el punto de corte obtenido.

Estándar de referencia

Se utilizó como estándar de referencia la definición de SM según el Panel III de Tratamiento de Adultos del Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (NCEP ATP III) que incluye como criterios diagnósticos la presencia de circunferencia abdominal ≥ 102 cm en hombres y ≥ 88 cm en mujeres, niveles de triglicéridos ≥ 150 mg/dL, niveles de HDL-colesterol < 40 mg/dL en hombres y < 50 mg/dL en mujeres, niveles de presión arterial $\geq 130/\geq 85$ mmHg y niveles de glucosa en ayunas ≥ 110 mg/dL. Se definió como SM a la presencia de 3 o más alteraciones incluidas en los criterios diagnósticos. Se utilizó esta definición para SM debido a que es la más frecuentemente utilizada en la mayoría de los estudios en pacientes con SM, así como la accesibilidad de evaluación que presenta en nuestro medio.

La prueba índice (TyG) y el estándar de referencia fueron evaluados en un mismo momento

Análisis estadístico

Los datos recolectados para las variables de interés fueron ingresados a una base de datos del paquete estadístico SPSS versión 26 para su análisis. El análisis descriptivo de variables cualitativas se reportó como frecuencias absolutas y relativas, mientras que para las variables cuantitativas con distribución normal se reportó la media y la desviación estándar y la mediana y el rango intercuartílico en caso contrario.

El análisis bivariado se realizó con las pruebas de Chi cuadrado y exacta de Fisher para variables cualitativas. Para las variables cuantitativas se utilizó la prueba t-student para muestras independientes o su equivalente no paramétrico.

La exactitud diagnóstica se analizó para casos completos de información de la prueba índice y el estándar de referencia, a través de curvas de características operativas del receptor (ROC) y el área bajo la curva (AUC) con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Adicionalmente, se exploró la exactitud diagnóstica según el sexo, a través de la estratificación de las curvas ROC. Se calcularon la sensibilidad, la especificidad y los valores

predictivos positivos y negativos. Los puntos de corte óptimos específicos se determinaron utilizando el índice de Youden.

Consideraciones éticas

Para la ejecución del presente proyecto de investigación se obtuvo el permiso del jefe de la Red de Salud Bellavista para tener acceso a las historias clínicas de los pacientes atendidos en el establecimiento. Asimismo, se respetó la confidencialidad y los derechos de los pacientes cuyas historias clínicas fueron utilizadas para el estudio de acuerdo a lo estipulado en los principios bioéticos y en la Declaración Helsinki.

RESULTADOS

Se analizó la data de 363 pacientes, de los cuales 237 presentaban SM y 126 no presentaban SM. El 54,3% de los participantes fue del sexo masculino. La mayoría de los participantes tenía entre 60 a 80 años (44,9%). El análisis bivariado reveló que solo las variables sexo, edad, hipertensión arterial, diabetes mellitus y dislipidemia presentaron una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de estudio ($p < 0,05$). Las características sociodemográficas y epidemiológicas se encuentran resumidas en la Tabla 1.

Tabla 1. Características sociodemográficas y epidemiológicas de los pacientes con Síndrome Metabólico y sin Síndrome Metabólico

	Síndrome Metabólico				p valor
	Si (n=237)		No (n=126)		
	n	%	n	%	
Edad					
18-40 años	31	8,5%	32	8,8%	0,011
41-60 años	92	25,3%	45	12,4%	
60-80 años	114	31,4%	49	13,5%	
Sexo					
Masculino	144	39,7%	53	14,6%	0,001
Femenino	93	25,6%	73	20,1%	
IMC					
Sobrepeso	85	23,5%	48	13,3%	0,829
Obesidad	55	15,2%	31	8,6%	
Tabaco	5	1,4%	6	1,7%	0,161
Alcohol	18	5%	10	2,8%	0,908
Diabetes mellitus tipo 2	167	46%	106	29,2%	0,004
Hipertensión Arterial	126	34,8%	41	11,3%	0,001
Dislipidemia	131	36,1%	35	9,6%	0,001
Infarto al miocardio	4	1,1%	3	0,8%	0,648

Enfermedad cardiovascular	23	6,4%	13	3,6%	0,834
Enfermedad cerebrovascular	6	1,7%	2	0,6%	0,560
Enfermedades respiratorias (EPOC, Asma)	5	1,4%	7	1,9%	0,080
Esteatosis hepática	1	0,3%	3	0,8%	0,089
Acantosis nigricans	16	4,4%	10	2,8%	0,677
*p valor obtenido a partir de la prueba de Chi cuadrado de independendencia o exacta de Fisher					

En lo que respecta a las variables de laboratorio, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos SM y no SM, para las variables glucosa, triglicéridos, HDL-colesterol e índice TyG ($p < 0.05$). Los participantes con SM presentaron una mediana de glucosa de 124 mg/dL (RIQ: 41,20), mientras que los que no tenían SM mostraron una mediana de 106,1 mg/dL (RIQ: 14,20). La mediana de los niveles de triglicéridos en el grupo con SM fue de 179 mg/dL (RIQ: 39,90), en comparación con 138 mg/dL (RIQ: 34,70) en el grupo sin SM. Los niveles de HDL-colesterol fueron significativamente más bajos en el grupo con SM, con una mediana de 40,23 mg/dL (RIQ: 4,60), en comparación con 48,5 mg/dL (RIQ: 8,50) en el grupo sin SM. Los niveles de HDL-colesterol fueron significativamente más bajos en el grupo con SM, con una mediana de 40,23 mg/dL (RIQ: 4,60), en comparación con 48,5 mg/dL (RIQ: 8,50) en el grupo sin SM. El índice Triglicérido-Glucosa fue significativamente mayor en el grupo con SM, con una mediana de 93,306 (RIQ: 5,3), comparado con 88,879 (RIQ: 0,23) en el grupo sin SM ($p=0,001$).

El punto de corte óptimo de TyG para discriminar entre pacientes con SM y aquellos sanos, fue de 8,97. De un total de 237 pacientes con SM, el índice TyG identificó a 212 correctamente. Asimismo, de 126 participantes sanos, la prueba identificó correctamente a 45 (Tabla 2). Se obtuvo sensibilidad del 89,5% (IC 95%: 84,89 – 92,75), especificidad del 64,3% (IC 95%: 55,61 - 72,2), índice de Youden de 0,54 y un área bajo la curva (AUC) de 0,889 (IC 95%: 0,851 – 0,922, $p<0.005$). Además, se encontró un valor predictivo positivo de 82,49% (IC 95%: 77,37 - 86,65), valor predictivo negativo de 76,42% (IC 95%: 67,5 - 83,48) y una precisión diagnóstica 80,72% (IC 95%: 76,34 - 84,44).

El análisis de curvas ROC de acuerdo al sexo identificó como puntos de corte valores de 89,99 y 89,84 en hombres y mujeres, respectivamente. El resto de y características operativas se encuentra en la Tabla 3. La figura 1 muestra las curvas ROC estratificadas por sexo.

Tabla 2. Tabla de Contingencia del Índice Triglicérido-Glucosa y el estándar de referencia (NCEP ATPIII) para el diagnóstico de Síndrome Metabólico

	Síndrome Metabólico (criterios NCEP ATP III)		
	Presente	Ausente	
TyG \geq 8,97	212	45	257
TyG $<$8,97	25	81	106
Total	237	126	363

Tabla 3. Comparación de las curvas de características operativas del receptor para el diagnóstico de síndrome metabólico de acuerdo con el sexo.

Hombres										
Punto de corte	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	LR+	LR-	AUC	Índice Youden	IC 95%	p valor
8,99	88,2	62,3	86,01	76,67	3,26	0,16	0,85	0,51	0,79 - 0,91	<0,005
Mujeres										
Punto de corte	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	LR+	LR-	AUC	Índice Youden	IC 95%	p valor
8,98	90,3	76,7	84,06	76,79	2,804	0,16	0,91	0,67	0,87 - 0,96	<0,005

S: Sensibilidad; E: Especificidad; VPP: Valor Predictivo Positivo; VPN: Valor Predictivo Negativo; LR+: Razón de verosimilitud positivo; LR-: Razón de verosimilitud negativo; TyG: Índice Triglicérido Glucosa

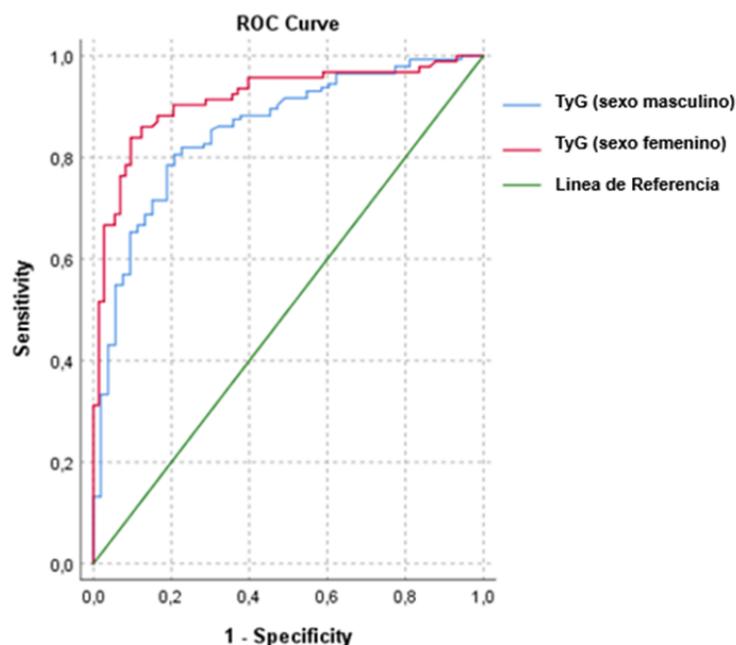


Figura 1. Curva ROC para la TyG de acuerdo al sexo

Teniendo en cuenta la prevalencia local de síndrome metabólico en la muestra estudiada (n=237; 65,3%) se procedió a la elaboración del normograma de Fagan, el cual fue construido a partir de la tabla de contingencia y de las razones de verosimilitud positiva y negativa con sus respectivos intervalos de confianza al 95%, cuyos valores fueron 2,505 (2,395 - 2,619); y 0,1641 (0,1497 - 0,1799), respectivamente. A partir de estos valores, se calculó la probabilidad post-prueba cuando la prueba era positiva (82%; IC 95%: 79-86%) y cuando la prueba era negativa (23%; IC 95%: 17 – 31%). (Figura 2).

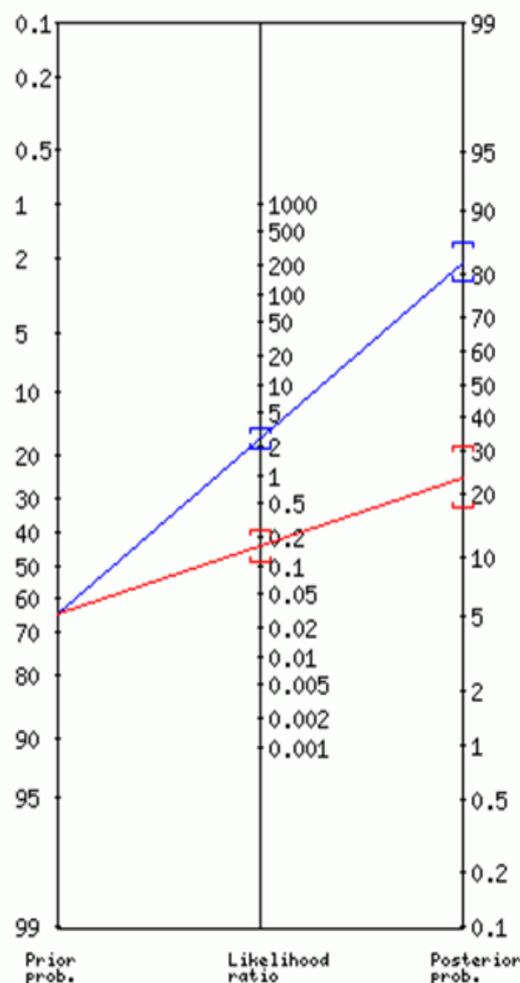


Figura 2. Normograma de Fagan para la variable Índice Triglicérido Glucosa. La Línea azul indica la probabilidad post-prueba cuando la prueba es positiva, mientras que la línea roja indica la probabilidad post-prueba cuando la prueba es negativa.

DISCUSIÓN

En el presente estudio se encontró que el Índice Triglicérido Glucosa presenta utilidad diagnóstica para discriminar entre individuos con síndrome metabólico y sin síndrome metabólico, lo que se reflejó en un área bajo la curva (AUC) de 0,889 (IC 95%: 0,851 - 0,922, $p < 0.005$). Además, se identificó un punto de corte de 8,96, a partir del cual se obtuvieron características operativas como sensibilidad (89,45%), especificidad (64,29%), valores predictivos positivo (83,49%) y negativo (76,42%) y precisión diagnóstica (80,72%). Los hallazgos obtenidos en el presente estudio son consistentes con lo reportado por estudios realizados en varios países del mundo que han demostrado el rendimiento diagnóstico del TyG para síndrome metabólico con valores de área bajo la curva que oscilan desde 0.6 hasta 0.9¹³⁻¹⁸.

El mecanismo fisiopatológico mediante el cual el índice triglicérido glucosa se relaciona con la resistencia a la insulina aún no se encuentra bien definido. Sin embargo, se han planteado hipótesis posibles que puedan explicar esta relación. La resistencia a la insulina hace referencia a las alteraciones en los tejidos periféricos como el músculo esquelético, el hígado y el tejido adiposo para responder a los efectos de la interacción entre la insulina y su receptor, lo que conlleva a efectos un estado de hiperglicemia, dislipidemia y obesidad visceral^{13,19}.

La resistencia a la insulina puede conllevar a hipertrigliceridemia por varios mecanismos dentro de los que destacan una disminución en la actividad de la lipasa de lipoproteínas (LPL), un incremento en la síntesis de lipoproteínas VLDL, un aumento de la síntesis hepática de triglicéridos y mediante el aumento de la lipólisis mediado por la enzima lipasa sensible a hormonas (HSL), que normalmente se encuentra inhibida ante la presencia de insulina. Por otro lado, la resistencia a la insulina se manifiesta con hiperglicemia que ocurre por la disminución en la captación de glucosa por tejidos periféricos, por un incremento en la gluconeogénesis hepática, alteraciones en la regulación de la glucogenólisis que conllevan a una desinhibición de la supresión de la misma y por un aumento en la liberación de ácidos grasos libres que a su vez interfieren con la señalización del receptor de insulina y con la utilización de glucosa por los tejidos^{13,15,20}.

En relación al punto de corte obtenido, en el presente estudio se obtuvo un punto de corte de 8,96. Este hallazgo es consistente con lo reportado en el estudio de Unger G et al, que fue

realizado en una población de 525 adultos, los cuales fueron agrupados de acuerdo a la presencia (89) y ausencia (436) de síndrome metabólico. En este estudio se obtuvo un punto de corte de 8,8 con una sensibilidad de 79% y una especificidad de 86%¹⁶. De modo similar, Jiang M et al. realizaron un estudio transversal en una población de 298,652 pacientes adultos en China donde se determinó un punto de corte de 8,85 con una sensibilidad y especificidad de 81% y 91%, respectivamente¹⁴. En contraste con este hallazgo, Primo D, et al. realizaron un estudio transversal en una población de 1494 pacientes caucásicos donde determinó un punto de corte óptimo de 4,72 con una sensibilidad de 87% y 88,2%¹⁵.

Además, se calcularon las características operativas de acuerdo al sexo, donde para el sexo masculino se obtuvo un punto de corte óptimo de 8,996 con una sensibilidad y especificidad de 88,2% y 62,3%, respectivamente. Mientras que para el sexo femenino se obtuvo un punto de corte óptimo de 8,98 con una sensibilidad y especificidad de 90,3% y 76,7%, respectivamente. Estos hallazgos son consistentes con el estudio de Gui J, et al. que realizaron un estudio para evaluar la utilidad de los índices lipídicos como predictores de síndrome metabólico en una cohorte de 3640 pacientes adultos. El estudio identificó un punto de corte de TyG de 8,49 para el sexo masculino, a partir de del cual se podría discriminar entre la presencia y ausencia de síndrome metabólico con una sensibilidad y especificidad de 62,5% y 65,7%, respectivamente. Para el sexo femenino se identificó un punto de corte de 8,29 con una sensibilidad y especificidad de 71% y 49,2%, respectivamente²¹. De modo similar, otros estudios como el Jian LY et al, Li Y et al, Lin HY et al, Rajendran S et al, y Li Y et al, han demostrado puntos de corte similares²²⁻²⁷.

El presente estudio mostró una ligera superioridad del TyG en el sexo femenino, comparado con el sexo masculino. Se evidenció que el TyG presentaba una mayor especificidad en el sexo femenino (76,7%) comparado con el sexo masculino (62,3%), lo que sugiere una mayor eficacia para la identificación de pacientes sanos en el sexo femenino. De modo similar, el AUC fue ligeramente superior en mujeres en comparación con hombres (0,915 vs 0,854), lo que refleja una mejor capacidad discriminativa del TyG en sexo femenino. Estas consideraciones deben ser tomadas en cuenta durante la evaluación de pacientes en el campo clínico.

El presente estudio cuenta con limitaciones propias del diseño de investigación empleado. Al tratarse de un estudio transversal donde solo se realizó una medición de todas las variables

de interés para el estudio, por lo que no fue posible establecer una relación entre las variaciones fisiológicas en el tiempo de las concentraciones de triglicéridos y glucosa, lo que imposibilita evaluar la verdadera relación entre el Índice Triglicérido Glucosa y la presencia de síndrome metabólico. Por otro lado, el tipo de muestreo empleado fue un muestro no probabilístico por conveniencia, lo que limita la validez externa estudio y la generalización de los resultados de la misma. Otra limitación es que el presente estudio solo se limitó a evaluar la variable síndrome metabólico a través de la definición establecida por la NCEP ATP III, no se utilizaron otras definiciones como la IDF, la OMS o la EGIR, debido a que estas requerían otras variables no incluidas en el estudio. Finalmente, la técnica de recolección empleada podría incurrir en algún tipo de sesgo de información que pueda afectar la validez interna del estudio.

Se requieren estudios longitudinales a futuro donde se evalúen las fluctuaciones dinámicas de las variables triglicéridos y glucosa, de modo que se puedan determinar potenciales variables confusoras que pudieran interferir con los niveles del índice triglicérido glucosa.

CONCLUSIONES

El presente estudio indica que el índice triglicérido glucosa es una herramienta diagnóstica fiable para estimar la presencia de síndrome metabólico en individuos de alto riesgo en la población de la selva peruana. Esta investigación presenta al TyG como una alternativa diagnóstica prometedora y económica en un contexto de recursos limitados.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés con respecto a la investigación, autoría y publicación del presente artículo de investigación.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización, J.A.M, J.G.V, J.R.Q.G y I.G.C; metodología, J.R.Q, J.R.Q.G y H.V.F; análisis, J.R.Q, J.R.Q.G y J.G.V; investigación, J.A.M, J.G.V, J.R.Q, H.V.F y I.G.C; limpieza de datos, J.G.V, J.R.Q; redacción – preparación del borrador, J.A.M, J.G.V, H.V.F, I.G.C; redacción – revisión y edición, J.A.M, I.G.C y J.R.Q; visualización, J.G.V, J.R.Q.G y J.R.Q; supervisión, J.R.Q.G, J.A.M y I.G.C. Todos los autores han leído y acordado la versión publicada del manuscrito.

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron apoyo financiero de ningún tipo para la realización de la presente investigación.

REFERENCIAS

1. Rus M, Crisan S, Andronie-Cioara FL, Indries M, Marian P, Pobirci OL, et al. Prevalence and Risk Factors of Metabolic Syndrome: A Prospective Study on Cardiovascular Health. *Med Kaunas Lith.* 25 de septiembre de 2023;59(10):1711.
2. Ananth V, Priyadharsini RP, Subramanian U. Pathogenesis, Diagnosis, and Management of Metabolic Syndrome: A Comprehensive Review. *SBV J Basic Clin Appl Health Sci.* 27 de julio de 2021;4(2):39-45.
3. Jamali Z, Ayoobi F, Jalali Z, Bidaki R, Lotfi MA, Esmaeili-Nadimi A, et al. Metabolic syndrome: a population-based study of prevalence and risk factors. *Sci Rep.* 17 de febrero de 2024;14(1):3987.
4. Sanchez-Samaniego G, Mäusezahl D, Carcamo C, Probst-Hensch N, Verastegui H, Maria Hartinger S. Metabolic syndrome in rural Peruvian adults living at high altitudes using different cookstoves. *PLoS ONE.* 8 de febrero de 2022;17(2):e0263415.
5. Gelaye B, Tafur LR, Lopez T, Sanchez S, Williams MA. Prevalence of metabolic syndrome and its relationship with leisure time physical activity among Peruvian adults. *Eur J Clin Invest.* octubre de 2009;39(10):891-8.
6. Krupp K, Adsul P, Wilcox ML, Srinivas V, Frank E, Srinivas A, et al. Prevalence and correlates of metabolic syndrome among rural women in Mysore, India. *Indian Heart J.* 2020;72(6):582-8.
7. Lee SH, Park SY, Choi CS. Insulin Resistance: From Mechanisms to Therapeutic Strategies. *Diabetes Metab J.* enero de 2022;46(1):15-37.
8. Lopez-Jaramillo P, Gomez-Arbelaez D, Martinez-Bello D, Abat MEM, Alhabib KF, Avezum Á, et al. Association of the triglyceride glucose index as a measure of insulin resistance with mortality and cardiovascular disease in populations from five continents (PURE study): a prospective cohort study. *Lancet Healthy Longev.* 1 de enero de 2023;4(1):e23-33.
9. Ferreira JRS, Zandonade E, Bezerra OM de PA, Salaroli LB. Insulin resistance by the triglyceride-glucose index in a rural Brazilian population. *Arch Endocrinol Metab.* 21 de octubre de 2022;66:848-55.
10. Jin JL, Cao YX, Wu LG, You XD, Guo YL, Wu NQ, et al. Triglyceride glucose index for predicting cardiovascular outcomes in patients with coronary artery disease. *J Thorac Dis.* noviembre de 2018;10(11):6137-46.

11. Khalid M, Alkaabi J, Khan MAB, Adem A. Insulin Signal Transduction Perturbations in Insulin Resistance. *Int J Mol Sci.* 10 de agosto de 2021;22(16):8590.
12. James DE, Stöckli J, Birnbaum MJ. The aetiology and molecular landscape of insulin resistance. *Nat Rev Mol Cell Biol.* noviembre de 2021;22(11):751-71.
13. Yu X, Wang L, Zhang W, Ming J, Jia A, Xu S, et al. Fasting triglycerides and glucose index is more suitable for the identification of metabolically unhealthy individuals in the Chinese adult population: A nationwide study. *J Diabetes Investig.* 2019; 10(4):1050-1058. doi: 10.1111/jdi.12975.
14. Jiang M, Li X, Wu H, Su F, Cao L, Ren X, et al. Triglyceride-Glucose Index for the Diagnosis of Metabolic Syndrome: A Cross-Sectional Study of 298,652 Individuals Receiving a Health Check-Up in China. *Int J Endocrinol.* 2022; 3583603. doi: 10.1155/2022/3583603.
15. Primo D, Izaola O, de Luis DA. Triglyceride-Glucose Index Cutoff Point Is an Accurate Marker for Predicting the Prevalence of Metabolic Syndrome in Obese Caucasian Subjects. *Ann Nutr Metab.* 2023;79(2):70-77. doi: 10.1159/000526988.
16. Unger G, Benozzi SF, Perruzza F, Pennacchiotti GL. Triglycerides and glucose index: A useful indicator of insulin resistance. *Endocrinología y Nutrición.* 2014 ;61(10):533-40. doi: 10.1016/j.endonu.2014.06.009.
17. Yang H, Chen Y, Liu C. Triglyceride-glucose index is associated with metabolic syndrome in women with polycystic ovary syndrome. *Gynecol Endocrinol.* 2023;39(1):2172154. doi: 10.1080/09513590.2023.2172154.
18. Couto AN, Pohl HH, Bauer ME, Schwanke CHA. Accuracy of the triglyceride-glucose index as a surrogate marker for identifying metabolic syndrome in non-diabetic individuals. *Nutrition.* 2023;109:111978. doi: 10.1016/j.nut.2023.111978.
19. Auriemma RS, Pirchio R, Liccardi A, Sciarati R, Del Vecchio G, Pivonello R, et al. Metabolic syndrome in the era of COVID-19 outbreak: impact of lockdown on cardiometabolic health. *J Endocrinol Invest.* 2021;44(12):2845-7. doi: 10.1007/s40618-021-01563-y
20. Bracale R, Vaccaro CM. Changes in food choice following restrictive measures due to Covid-19. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases.* 2020;30(9):1423. doi: /pmc/articles/PMC7832660/
21. Gui J, Li Y, Liu H, Guo LL, Li J, Lei Y, Li X, Sun L, Yang L, Yuan T, Wang C, Zhang D, Wei H, Li J, Liu M, Hua Y, Zhang L. Obesity- and lipid-related indices as a predictor of obesity metabolic syndrome in a national cohort study. *Front Public Health.* 2023;11:1073824. doi: 10.3389/fpubh.2023.1073824.
22. Jian LY, Guo SX, Ma RL, He J, Rui DS, Ding YS, Li Y, Sun XY, Mao YD, He X, Liao SY, Guo H. Comparison of obesity-related indicators for identifying metabolic syndrome among normal-weight adults in rural Xinjiang, China. *BMC Public Health.* 2022;22(1):1730. doi: 10.1186/s12889-022-14122-8.
23. Li Y, Gui J, Liu H, Guo LL, Li J, Lei Y, Li X, Sun L, Yang L, Yuan T, Wang C, Zhang D, Wei H, Li J, Liu M, Hua Y, Zhang L. Predicting metabolic syndrome by obesity- and lipid-related indices in mid-aged and elderly Chinese: a population-based cross-sectional study. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023;14:1201132. doi: 10.3389/fendo.2023.1201132.
24. Lin HY, Zhang XJ, Liu YM, Geng LY, Guan LY, Li XH. Comparison of the triglyceride glucose index and blood leukocyte indices as predictors of metabolic syndrome in healthy Chinese population. *Sci Rep.* 2021;11(1):10036. doi: 10.1038/s41598-021-89494-9.
25. Rajendran S, Kizhakkayil Padikkal AK, Mishra S, Madhavanpillai M. Association of Lipid Accumulation Product and Triglyceride-Glucose Index with Metabolic Syndrome in Young

Adults: A Cross-sectional Study. Int J Endocrinol Metab. 2022; 20(2): e115428. doi: 10.5812/ijem-115428

26. Syndrome in Young Adults: A Cross-sectional Study. Int J Endocrinol Metab. 2022;20(2):e115428. doi: 10.5812/ijem-115428.

27. Li Y, Zheng R, Li S, Cai R, Ni F, Zheng H, Hu R, Sun T. Association Between Four Anthropometric Indexes and Metabolic Syndrome in US Adults. Front Endocrinol (Lausanne). 2022;13:889785. doi: 10.3389/fendo.2022.889785.