



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**

**RENDIMIENTO DIAGNÓSTICO DEL TYG-NC Y TYG-NHTR  
PARA SÍNDROME METABÓLICO EN ADULTOS CON  
OBESIDAD**

**TESIS  
PARA OPTAR**

**EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO CIRUJANO**

**PRESENTADA POR**

**CARLOS ANDRE HERNANDEZ ELESPURU  
CARLOS ENRIQUE MONCADA ASCENCIO**

**ASESOR**

**JORGE LUIS SOSA FLORES**

**CHICLAYO - PERÚ**

**2023**



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada  
CC BY-NC-ND**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**

**RENDIMIENTO DIAGNÓSTICO DEL TYG-NC Y TYG-NHTR PARA  
SÍNDROME METABÓLICO EN ADULTOS CON OBESIDAD**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
MÉDICO CIRUJANO**

**PRESENTADO POR  
CARLOS ANDRE HERNANDEZ ELESPURU  
CARLOS ENRIQUE MONCADA ASCENCIO**

**ASESOR  
DR. JORGE LUIS SOSA FLORES**

**CHICLAYO, PERÚ**

**2023**

## **JURADO**

**Presidente:** Dra. Lizzie Karen Becerra Gutiérrez

**Miembro:** Dr. Heber Silva Díaz

**Miembro:** Dr. Richard López Vásquez

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres por mostrarnos la senda del éxito y forjar en nosotros la responsabilidad y el carácter moral para con nuestra carrera profesional. A nuestros hermanos, abuelos y seres queridos por darnos su apoyo, fortaleza y motivación. A nuestro asesor Dr. Jorge Luis Sosa Flores, por la paciencia y confianza otorgada desde el inicio de la realización de esta hermosa tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por permitirnos conseguir lo que era un sueño de niños, ahora hecho realidad. Gracias a nuestros padres, hermanos y seres queridos que jamás se dieron por vencidos y nunca perdieron la fe en nosotros durante este largo y arduo camino. Gracias a todos nuestros amigos, y compañeros de aula por el apoyo, amistad y confianza en estos años de convivencia estudiantil. Gracias al Dr. Carlos Toro Huamanchumo y a nuestra amiga y compañera de aula Ana Lucia Alcántara Diaz por su apoyo incondicional e inquebrantable. Finalmente, gracias a la Universidad de San Martín de Porres y a nuestros docentes por los conocimientos otorgados y por convertir este amor por la Medicina Humana en pasión y vocación de servicio.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>I. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	4
<b>II. RESULTADOS</b>	8
<b>III. DISCUSIÓN</b>	14
<b>IV. CONCLUSIONES</b>	19
<b>V. RECOMENDACIONES</b>	20
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## RESUMEN

**Introducción:** El síndrome metabólico (MetS) aumenta el riesgo de la morbi-mortalidad cardiovascular. TyG-NC (triglicérido y glucosa - circunferencia del cuello) y TyG-NHtR (triglicérido y glucosa – circunferencia del cuello respecto a la altura) han evidenciado una potencial utilidad, pero en población latina no han sido explorados. **Objetivo:** Evaluar el rendimiento de TyG-NC y TYG-NHtR para el diagnóstico de síndrome metabólico en adultos con obesidad. **Métodos:** Estudio transversal de pruebas diagnósticas. MetS se definió según la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD). TyG-NC y TyG-NHtR, hallados a partir de fórmulas basadas en medidas laboratoriales y antropométricas. Se construyeron curvas ROC para ambos marcadores, con AUC e IC 95 %, estratificados según sexo. El mejor punto de corte se calculó con el índice de Youden, e IC 95 % mediante bootstrap con 1000 repeticiones. La asociación entre el mejor punto de corte con la presencia de MetS se realizó con modelos lineales generalizados de familia Poisson, calculando razones de prevalencia crudas (RPc) y ajustadas (RPa). **Resultados:** Se analizó a 408 adultos. La edad media fue de  $35,6 \pm 10,4$  años y 6 de cada 10 eran mujeres. TyG-NC (AUC: 0,78; IC 95 %: 0,69-0,88) y TyG-NHtR (AUC: 0,76; IC 95 %: 0,66-0,86) tiene buen rendimiento, siendo mejor para varones. Los puntos de cortes elevados de TyG-NC (RPa=1,69; IC 95 %: 1,41 – 2,01;  $p<001$ ) y TyG-NHtR (RPa= 1,64; IC 95 %: 1,38 – 1,93;  $p<001$ ) se asociaron a una mayor prevalencia de MetS. **Conclusiones:** TYG-NC y TYG-NHTR son indicadores indirectos prometedores para el diagnóstico de MetS en adultos con obesidad.

**Palabras claves:** síndrome metabólico, glucosa, triglicéridos, obesidad, cirugía bariátrica (**Fuente:** DeCS-BIREME).

## ABSTRACT

**Background:** Metabolic syndrome (MetS) increases the risk of cardiovascular morbidity and mortality. TyG-NC (triglyceride and glucose - neck circumference) and TyG-NHtR (triglyceride and glucose - neck circumference with respect to height) have shown potential utility but have not been explored in the Latino population. **Objective:** To evaluate the performance of TyG-NC and TYG-NHtR for the diagnosis of metabolic syndrome in adults with obesity. **Methods:** Cross-sectional study of diagnostic tests. MetS was defined according to the Latin American Diabetes Association (ALAD). TyG-NC and TyG-NHtR, found from formulas based on laboratory and anthropometric measurements. ROC curves were constructed for both markers, with AUC and 95% CI, stratified by sex. The best cut-off point was calculated with the Youden index, and 95% CI using bootstrap with 1000 repetitions. The association between the best cut-off point with the presence of MetS was made with generalized linear models of the Poisson family, calculating crude prevalence ratios (PRc) and adjusted (RPa). **Results:** 408 adults were analyzed. The mean age was  $35.6 \pm 10.4$  years and 6 out of 10 were women. TyG-NC (AUC: 0.78; 95% CI: 0.69-0.88) and TyG-NHtR (AUC: 0.76; 95% CI: 0.66-0.86) have good performance, being better for males. The high cut-off points of TyG-NC (RPa=1.69; 95%CI: 1.41 – 2.01;  $p < 0.001$ ) and TyG-NHtR (RPa=1.64; 95%CI: 1.38 – 1.93;  $p < 0.001$ ) were associated with a higher prevalence of MetS. **Conclusions:** TYG-NC and TYG-NHtR are promising surrogate indicators for the diagnosis of MetS in adults with obesity.

**Key words:** Metabolic syndrome, glucose, triglycerides, obesity, bariatric surgery  
(**Source:** MeSH- NL).

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS\_TyG-NC y TyG-NHtR\_ HERNANDEZ Y MONCADA (1).docx

AUTOR

Carlos Moncada y Carlos Hernandez

RECUENTO DE PALABRAS

7653 Words

RECUENTO DE CARACTERES

41681 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

36 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

595.8KB

FECHA DE ENTREGA

May 18, 2023 10:28 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 18, 2023 10:29 PM GMT-5

● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente

  
Dr. Sosa Flores Jorge  
MÉDICO PEDIATRA  
GMP N° 12305 / RNE 6515

Dr. SOSA FLORES JORGE

<https://orcid.org/0000-0002-4095-8139>

## INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico es una afección que agrupa factores de riesgo de tipo metabólico tales como la obesidad abdominal, resistencia a la insulina, hipertensión arterial e hiperlipidemia (1). Se ha asociado con un aumento de hasta dos veces en el riesgo de padecer una enfermedad coronaria o enfermedad cerebrovascular, y un aumento de 1,5 veces en el riesgo de mortalidad por todas las causas (2). En un estudio realizado en España por Fernández-Bergés et al, obtuvieron la prevalencia promedio del síndrome metabólico de 29 % y 32 % en mujeres y hombres respectivamente (3). Se ha observado que en personas con obesidad en Estados Unidos su prevalencia es superior al 25 % (4) y en el Perú, fluctúa entre el 10 % y 45 % (5). Esta es una patología cuya incidencia se encuentra en incremento, se espera para el año 2035 sea de aproximadamente el 53 % a nivel mundial (6).

Actualmente, contamos con diversos indicadores directos de insulinoresistencia tales como el indicador de verificación de sensibilidad a la insulina cuantitativa (QUICKY), patrón de evaluación de la homeostasis de la resistencia a insulina (HOMA-IR), indicador de intervención de resistencia a la insulina (IRIS), modelo dinámico de glucosa-insulina observable (OGI) así como potenciales subrogados para el diagnóstico de síndrome metabólico, siendo estos; triglicéridos-glucosa (TyG), relación de triglicéridos a colesterol de alta densidad (TG/HDLc), puntuación metabólica para la resistencia a la insulina (METS-IR), relación triglicéridos-glucosa e índice de masa corporal (TyG-BMI), índice triglicéridos-glucosa y circunferencia de la cintura (TyG-WC), triglicéridos-glucosa relación cintura-estatura (TyG-WHtR) (7). Sin embargo, el uso de algunos de estos indicadores es limitado como en el caso del HOMA-IR por su costo elevado para medir la concentración de insulina (8). Por el contrario, los diversos marcadores subrogados son métodos rápidos que se pueden aplicar fácilmente, ya que se calculan a partir de variables bioquímicas o antropométricas y han demostrado ser comparables con el HOMA-IR o incluso más predictivos que este (9–12).

Recientemente, han surgido dos nuevos indicadores indirectos de resistencia a la insulina para la detección del síndrome metabólico llamados TyG - circunferencia del cuello (TyG-NC) y TyG - relación entre la circunferencia del cuello y la altura

(TyG-NHtR) que combinan la utilización de medidas antropométricas para medir obesidad con indicadores ya existentes. Mirr et al. (2021) estudió ambos indicadores en una población caucásica con obesidad demostrando su precisión diagnóstica, observó un área bajo la curva (AUC) significativa de 0,732 con un intervalo de confianza del 95 % (IC) resultando 0,660-0,796 para TyG-NC y el AUC de TyG-NHtR fue de 0,779 - con un IC del 95 % resultando 0,710-0,838 (7). De la misma manera Raimi et al. en un estudio transversal donde se incluyeron 473 pacientes nigerianos observó un área bajo la curva (AUC) significativa de 0,909 con un intervalo de confianza del 95 % (IC) resultando 0,856-0,947 para TyG-NC (10). El rendimiento diagnóstico de estos indicadores se ha estudiado en poblaciones caucásicas y afroamericanas, sin embargo, no existen estudios en poblaciones hispanas (7,10).

Es por lo mencionado anteriormente, se consideró necesario estudiar estos nuevos indicadores diagnósticos para el síndrome metabólico, que es una patología cuya prevalencia está incrementando; sobre todo en la población con obesidad. Los resultados obtenidos en este estudio brindarán importante información para lograr la optimización de costos, así como un diagnóstico más preciso para una enfermedad tan frecuente como el síndrome metabólico en personas con obesidad en el área geográfica de América Latina.

Por último, la presente investigación tiene como objetivo evaluar el valor diagnóstico de los marcadores TyG-NC y TyG-NHtR para el diagnóstico de síndrome metabólico en adultos con obesidad, así como, determinar la sensibilidad, la especificidad, los valores predictivos y likelihood ratios de los mejores puntos del TyG-NC y TyG-NHtR para síndrome metabólico en adultos con obesidad.

## I. MATERIAL Y MÉTODOS

### **Diseño del estudio y contexto**

El presente estudio es de naturaleza cuantitativo, observacional, de diseño transversal analítico de tipo rendimiento diagnóstico de una base de datos secundaria recolectada a partir de datos de la Clínica Avendaño ubicada en Lima – Perú, en el periodo de los años 2016 al 2020.

### **Población de estudio y procedimientos**

La población de estudio correspondió a los adultos de 18 a 59 años de edad, candidatos a una cirugía bariátrica, con índice de masa corporal (IMC) mayor o igual ( $\geq$ ) a 30 kg/m<sup>2</sup>, y se incluyó a los pacientes que contaron con datos clínicos, laboratoriales, con mediciones para hallar TyG-NC y TyG-NHtR. Asimismo, se excluyó a pacientes con medicación habitual de hipolipemiantes o que utilicen insulina, antecedentes de enfermedad tiroidea, enfermedad hepática (anticuerpos contra el virus de la hepatitis C o positividad para el antígeno de superficie de la hepatitis B), antecedente de gota, antecedente de enfermedad renal crónica, accidente cerebrovascular, infarto de miocardio y angina. De todos modos, se buscó incluir a todos los que cumplieron con los criterios de selección, con el objetivo de maximizar aún más la potencia estadística. Para la recolección las medidas antropométricas se realizaron mediante el personal capacitado de acuerdo con el protocolo establecido en la clínica basados en la OMS (13). Las medidas de la circunferencia de cintura y del cuello se realizó mediante una cinta métrica (en unidades en cm), teniendo en cuenta los puntos referenciales (7,14). Para el peso corporal se utilizó una balanza electrónica con una precisión de 0.6 kg. Además, las variables laboratoriales tuvieron un periodo de ayudo mínimo de ocho horas según lo recomendable por la clínica.

### **Variable dependiente: Síndrome metabólico**

Para definir el síndrome metabólico se utilizó los criterios de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) (15). Los criterios para el diagnóstico son: 1)

perímetro de cintura mayor o igual a 94 cm en varones y 88 cm en mujeres; 2) triglicéridos mayores a 150 mg/dL (o en tratamiento hipolipemiante específico); 3) colesterol HDL menor de 40 mg/dL en hombres o menor de 50 mg/dL en mujeres (o en tratamiento con efecto sobre el HDL); 4) presión arterial sistólica (PAS) mayor o igual a 130 mmHg y/o presión arterial diastólica (PAD) mayor o igual a 85 mmHg, medido a través de un tensiómetro electrónico digital; 5) glucosa anormal en ayunas, intolerancia a la glucosa o diabetes. Según ALAD, se considera síndrome metabólico cuando presenta obesidad abdominal más dos de los 4 criterios restantes. Para fines del estudio se estratificó como presencia de síndrome metabólico (sí, no).

### **Variables independientes**

Para los índices indirectos de resistencia a la insulina se calcularon mediante fórmulas:

- TyG:  $\text{Ln} [\text{triglicéridos (TG) (mg/dL)} \times \text{glucosa en ayunas (mg/dL)} / 2]$  (16).
- NHtR:  $\text{circunferencia del cuello} / \text{altura}$  (7).
- TyG-NC:  $\text{TyG} \times \text{NC}$  (7).
- TyG-NHtR:  $\text{TyG} \times \text{NHtR}$  (7).

Además, se incluyó en el análisis otras covariables como (1) datos sociodemográficos: edad (años), sexo (masculino, femenino); (2) antecedentes: hipertensión arterial (sí, no), diabetes mellitus tipo 2 (sí, no), hipotiroidismo (sí, no), consumo de alcohol (sí, no), consumo de tabaco (sí, no); (3) medidas antropométricas: peso (kg), talla (cm), IMC ( $\geq 30 \text{kg/m}^2$ ), circunferencia del cuello (NC), circunferencia abdominal (WC); (4) variables laboratoriales: glicemia plasmática en ayunas (mg/dl), insulina basal ( $\mu\text{U/ml}$ ), índice de resistencia a la insulina (HOMA-IR), TGO (U/L), TGP (U/L), TG (mg/dl), colesterol total (mg/dl), colesterol HDL (mg/dl), colesterol LDL (mg/dl); (5) signos vitales: presión arterial sistólica (mmHg), presión arterial diastólica (mmHg).

## **Análisis estadístico**

Para el análisis descriptivo univariado, se presentó las variables cuantitativas con su medida de tendencia central y de dispersión previa evaluación de la normalidad de las variables. Para el análisis bivariado se cruzaron todas las covariables independientes con la variable de síndrome metabólico (sí, no). Para hallar diferencias significativas usamos la prueba de Chi<sup>2</sup> para las covariables categóricas. Caso contrario, si eran cuantitativas, se usó la prueba T de Student y U de Mann Whitney, dependiendo si tenían o no distribución normal.

Para evaluar el rendimiento diagnóstico de los marcadores TyG-NC y TyG-NHtR para síndrome metabólico, se construyeron curvas ROC (Receiver Operating Characteristic, en sus siglas en inglés) con sus respectivas áreas bajo la curva (AUC) e intervalos de confianza al 95 % (IC 95 %), y realizamos una estratificación según sexo. Se calcularon los mejores puntos de corte para cada marcador usando el método de Youden, para cada punto de corte se estimaron los IC 95 % con métodos de bootstrapping con 1000 repeticiones. Además, se calcularon las constantes de sensibilidad (S), especificidad (E), valores predictivos (VPP y VPN) y likelihood ratios (LR+ y LR-).

Por último, construimos modelos de regresión para evaluar la asociación entre el mejor punto de corte de cada marcador (TyG-NC y TyG-NHtR) y la presencia de síndrome metabólico para la población general y estratificados según el sexo. Para ello, se calcularon razones de prevalencia crudas (RPc) y ajustadas (RPa) usando modelos lineales generalizados de familia Poisson, función de enlace logarítmico y varianzas robustas. Para la inclusión de variables en el modelo multivariable, se siguió un enfoque epidemiológico, ajustando por variables confusoras, como edad, antecedente de consumo de alcohol, tabaco, hipotiroidismo y obesidad mórbida (7). Los valores  $p < 0.05$  se consideraron como significativos y todos los estimados se presentarán con sus respectivos IC 95 %. El presente análisis estadístico se llevó a cabo con el paquete estadístico Stata v17.0 (StataCorp, TX, USA).

## **Consideraciones éticas**

El presente trabajo de investigación corresponde a un análisis de datos secundarios y cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad de San Martín de Porres (No. 1261 – 2022 – CIEI-FMH- USMP). Los datos personales de los pacientes como su nombre y apellido no fueron revelados, todos estos datos fueron codificados y no representa un perjuicio potencial para los pacientes en cuestión. Asimismo, la información de esta base de datos fue manejada exclusivamente por los investigadores. Por último, los investigadores cumplieron con los principios básico en ética tales como: beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia – todos ellos expresadas en la Declaración de Helsinki.

## II. RESULTADOS

Se incluyeron 408 pacientes. La media de edad fue de  $35,6 \pm 10,4$ , el 68,4 % eran mujeres, la media de IMC era de  $37,8 \pm 5,7$ , y el 73,0 % presentaron síndrome metabólico. La media de TyG-NC ( $374,6 \pm 60,3$  vs.  $331,6 \pm 49,3$ ) y TyG-NHtR ( $2,3 \pm 0,3$  vs.  $2,0 \pm 0,3$ ) en el grupo con síndrome metabólico presentó valores más elevados en comparación con los pacientes que no presentaban síndrome metabólico. De igual manera, se halló que los pacientes con diabetes mellitus ( $p=0,002$ ), hipotiroidismo ( $p=0,006$ ), el peso ( $p=0,007$ ), IMC ( $p=0,004$ ), perímetro de cuello ( $p=0,001$ ), perímetro abdominal ( $p=0,001$ ), glucosa en ayunas ( $p<0,001$ ), insulina ( $p<0,001$ ), colesterol total ( $p=0,010$ ), HDL-c ( $p<0,001$ ), LDL-c ( $p=0,009$ ), triglicéridos ( $p<0,001$ ), TGP ( $p=0,012$ ), HOMA-IR ( $p<0,001$ ), TyG ( $p<0,001$ ), TyG-NC ( $p<0,001$ ), NtHR ( $p=0,001$ ) y TyG-NHtR ( $p<0,001$ ) presentaban diferencias estadísticamente significativas relacionadas con la presencia de síndrome metabólico (tabla 1).

**Tabla 1.** Características de la población de estudio y según la presencia de síndrome metabólico en adultos con obesidad (n=408).

Características	n (%)	Síndrome metabólico		
		Sí (n=298)	No (n=110)	p
<b>Edad (años)</b>	35,6 ± 10,4	36,2 ± 10,3	34,1 ± 10,7	0,070*
<b>Sexo</b>				0,958†
<b>Masculino</b>	129,0 (31,6)	94 (72,9)	35 (27,1)	
<b>Femenino</b>	279,0 (68,4)	204 (73,1)	75 (26,9)	
<b>Hipertensión arterial</b>				0,888†
<b>Sí</b>	76,0 (18,6)	56 (73,7)	20 (26,3)	
<b>No</b>	332,0 (81,4)	242 (72,9)	90 (27,1)	
<b>Diabetes Mellitus</b>				0,002†
<b>Sí</b>	25,0 (6,1)	25 (100,0)	0 (0,0)	
<b>No</b>	383,0 (93,9)	273 (71,3)	110 (28,7)	
<b>Hipotiroidismo</b>				0,006†
<b>Sí</b>	37,0 (9,1)	20 (54,1)	17 (45,9)	
<b>No</b>	371,0 (90,9)	278 (74,9)	93 (25,1)	
<b>Síndrome metabólico</b>				-
<b>Sí</b>	298,0 (73,0)	-	-	
<b>No</b>	110,0 (27,0)	-	-	
<b>Antecedente de consumo de alcohol</b>				0,538†
<b>Sí</b>	272,0 (66,7)	196 (72,1)	76 (27,9)	
<b>No</b>	136,0 (33,3)	102 (75,0)	34 (25,0)	
<b>Antecedente de tabaco</b>				0,080†
<b>Sí</b>	101,0 (24,8)	67 (66,3)	34 (33,7)	
<b>No</b>	307,0 (75,2)	231 (75,2)	76 (24,8)	
<b>Peso (kg)</b>	98,2 [87,6 - 111,1]	99,2 [90,2 - 112,6]	94,3 [84,6 - 107,4]	0,007‡
<b>Talla (cm)</b>	163,9 ± 8,2	164,0 ± 8,1	163,7 ± 8,4	0,688*
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	37,8 ± 5,7	38,3 ± 5,6	36,5 ± 5,6	0,004*
<b>NC (cm)</b>	41,1 ± 5,6	41,6 ± 5,6	39,5 ± 5,5	0,001*
<b>WC (cm)</b>	113,6 ± 16,1	115,2 ± 15,7	109,1 ± 16,4	0,001*
<b>PAS (mmHg)</b>	120,0 ± 12,9	120,4 ± 13,1	118,8 ± 12,1	0,257*
<b>PAD (mmHg)</b>	78,2 ± 9,0	78,4 ± 9,2	77,7 ± 8,3	0,459*
<b>Glucosa en ayunas (mg/dL)</b>	92,0 [86,0 - 98,0]	93,0 [88,0 - 99,0]	90,0 [83,0 - 95,0]	<0,001‡
<b>Insulina (uU/mL)</b>	22,1 [15,5 - 29,5]	23,4 [17,0 - 32,7]	16,3 [11,3 - 24,5]	<0,001‡

<b>Colesterol total (mg/dL)</b>	191,3 ± 38,7	194,3 ± 39,7	183,2 ± 34,6	0,010*
<b>HDL-c (mg/dL)</b>	45,0 ± 11,8	40,8 ± 8,3	56,2 ± 12,7	<0,001*
<b>LDL-c (mg/dL)</b>	114,6 ± 32,7	117,2 ± 33,2	107,7 ± 30,3	0,009*
<b>Triglicéridos (mg/dL)</b>	143,0 [105,0 - 199,5]	164,0 [122,0 - 221,0]	102,0 [77,0 - 124,0]	<0,001‡
<b>TGO (U/L)</b>	23,0 [17,0 - 34,8]	23,0 [17,0 - 37,0]	21,5 [17,0 - 30,0]	0,134‡
<b>TGP (U/L)</b>	31,0 [20,0 - 54,5]	32,0 [21,0 - 58,0]	26,5 [17,0 - 45,0]	0,012‡
<b>HOMA-IR</b>	5,2 [3,4 - 6,9]	5,5 [3,8 - 8,5]	3,6 [2,6 - 5,6]	<0,001‡
<b>TyG</b>	8,8 ± 0,5	9,0 ± 0,5	8,4 ± 0,4	<0,001*
<b>TyG-NC</b>	363,0 ± 60,6	374,6 ± 60,3	331,6 ± 49,3	<0,001*
<b>NtHR</b>	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,3	0,001*
<b>TyG-NHtR</b>	2,2 ± 0,3	2,3 ± 0,3	2,0 ± 0,3	<0,001*

IMC: índice de masa corporal, NC: circunferencia de cuello, WC: circunferencia de cintura, PAS: presión arterial sistólica, PAD: presión arterial diastólica, HDL-c: colesterol de lipoproteínas de alta densidad, LDL-c: colesterol de lipoproteínas de baja densidad, TGO: transaminasa glutámica oxalacética, TGP: transaminasa glutámico-pirúvica, HOMA-IR: modelo de homeostasis de la resistencia a la insulina, TyG-NC: relación triglicéridos-glucosa con la circunferencia del cuello, TyG-NHtR: relación triglicéridos-glucosa con la circunferencia del cuello respecto a la altura.

Media ± desviación estándar

Mediana [P25 - P75]

\* Prueba de T- student para muestras independiente

†Prueba de Chi cuadrado

‡Prueba de U de Mann Whitney

En la tabla 2 y figura 1, 2 y 3 se presentan y grafican los valores de AUC y los puntos de corte para TyG-NC y TyG-NHtR, además de la S, E, VPP, VPN, LR+, LR- para síndrome metabólico en adultos con obesidad.

Para el marcador TyG-NC, en toda la muestra, se obtuvo un AUC de 0,72 (IC 95 %: 0,66 - 0,77), que aumentó el AUC para el sexo femenino (AUC 0,77, IC 95 %: 0,70 - 0,83) y mejora para el sexo masculino (AUC 0,79, IC 95 %: 0,69 - 0,88). En el caso del marcador TyG-NHtR, para toda la muestra, se obtuvo un AUC de 0,73 (IC 95 %: 0,67 - 0,78), de la misma manera aumenta el AUC para el sexo femenino (AUC 0,75, IC 95 %: 0,69 - 0,82) e incrementa aún más para el sexo masculino (AUC 0,76, IC 95 %: 0,66 - 0,86). Además, se expresaron los mejores puntos de corte para TyG-NC y TyG-NHtR de 326,18 (IC 95 %: 288,13 - 364,22) y de 2,05 (IC 95 %: 1,90 - 2,20), respectivamente para toda la población en general.

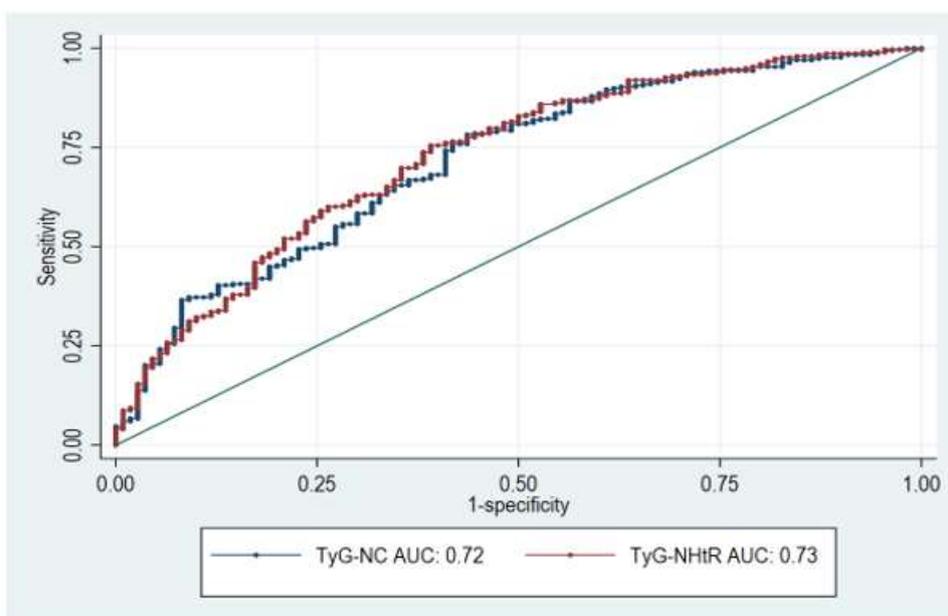
**Tabla 2.** Rendimiento diagnóstico de TyG-NC y TyG-NHtR para síndrome metabólico en adultos con obesidad, y estratificados según el sexo.

Características	AUC (95 % CI)	Punto de Corte (95 % CI) †	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	LR +	LR -
<b>TyG-NC</b>								
Toda la muestra	0,72 (0,66 – 0,77)	326,18 (288,13 – 364,22)	78,20	56,40	82,90	48,80	1,79	0,39
Sexo Masculino	0,79 (0,69 – 0,88)	392,96 (383,51 – 402,41)	98,90	14,30	75,60	83,30	1,15	0,07
Femenino	0,77 (0,70 – 0,83)	326,23 (311,64 – 340,81)	68,60	76,00	88,60	47,10	2,86	0,41
<b>TyG-NHtR</b>								
Toda la muestra	0,73 (0,67 – 0,78)	2,05 (1,90 – 2,20)	75,50	60,90	84,00	47,90	1,93	0,40
Sexo Masculino	0,76 (0,66 – 0,86)	2,23 (2,06 – 2,40)	94,70	34,30	79,50	70,60	1,44	0,16
Femenino	0,75 (0,69 – 0,82)	1,95 (1,87 – 2,03)	66,70	73,30	87,20	44,70	2,50	0,45

† Estimación de intervalos de confianza mediante Bootstrap con 1000 replicaciones.

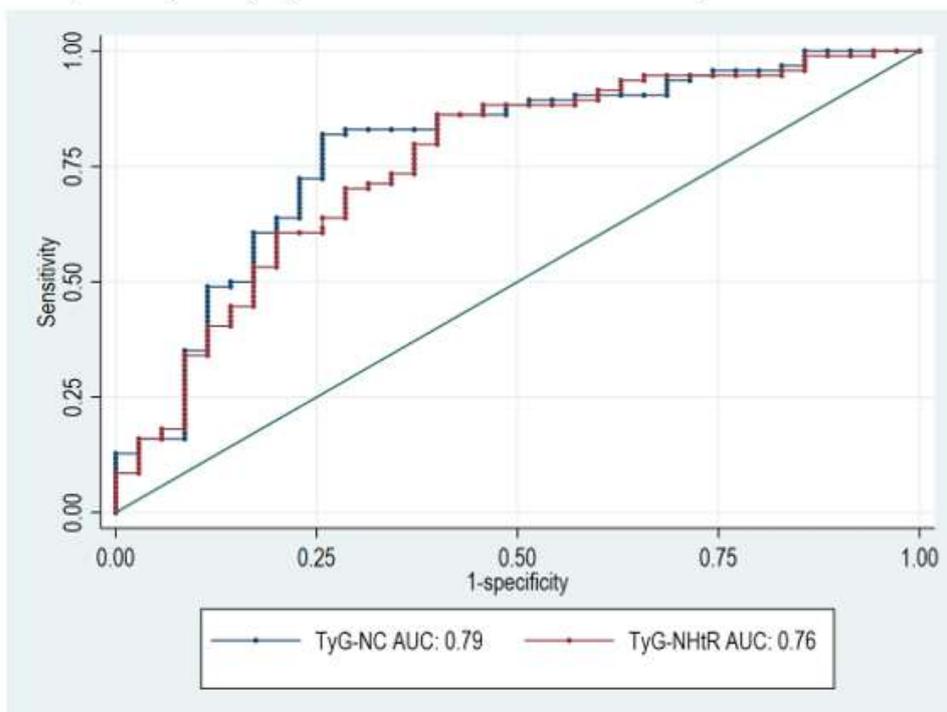
TyG\_NC: relación triglicéridos-glucosa con la circunferencia del cuello, TyG\_NHtR: relación triglicéridos-glucosa con la circunferencia del cuello respecto a la altura, AUC: área bajo la curva, S: sensibilidad E: especificidad VPP: valor predictivo positivo, VPN: valor predictivo negativo, LR +: likelihood ratio (+), LR -: Likelihood ratio (-)

Figura 1: TyG-NC y TyG-NHtR en adultos con obesidad



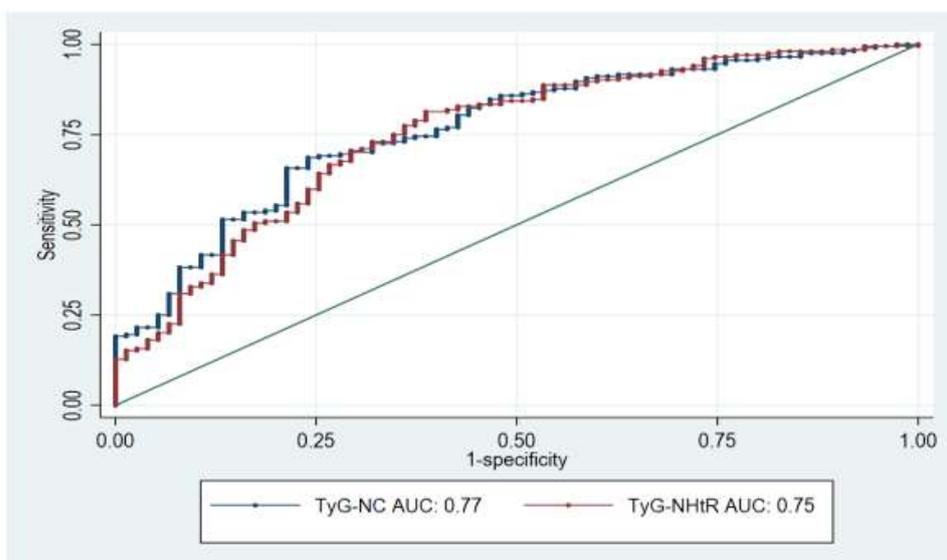
**\*Descripción:** Analizamos a 408 adultos. La edad media fue de  $35,6 \pm 10,4$  años y 6 de cada 10 eran mujeres. TyG-NC (AUC: 0,72; IC 95 %: 0,66-0,77) y TyG-NHtR (AUC: 0,73; IC 95 %: 0,67-0,78).

Figura 2: TyG-NC y TyG-NHtR en adultos con obesidad según sexo masculino



*\*Descripción:* TyG-NC presentó un AUC de 0,79 (IC 95%: 0,69 – 0,88) y para TyG-NHtR presentó un AUC de 0,76 (IC 95%: 0,66 – 0,86). Ambos marcadores presentaron un mejor rendimiento diagnóstico en el sexo masculino a comparación del sexo femenino.

Figura 3: TyG-NC y TyG-NHtR en adultos con obesidad según sexo femenino



*\*Descripción:* TyG-NC presentó un AUC de 0,77 (IC 95%: 0,70 – 0,83) y para TyG-NHtR presentó un AUC de 0,75 (IC 95%: 0,69 – 0,82). Ambos marcadores presentaron un buen rendimiento diagnóstico para el sexo femenino; no obstante, los dos marcadores tuvieron un mejor comportamiento en el sexo masculino.

En la tabla 3 encontramos en el modelo de regresión de Poisson ajustado los mejores puntos de cortes de los marcadores TyG-NC (RPa=1,69, IC 95 %: 1,41 – 2,01; p<0,001) y TyG-NHtR (RPa=1,64, IC 95 %: 1,38 – 1,93; p<0,001) incrementan la probabilidad de que los pacientes con obesidad presenten síndrome metabólico. Asimismo, en el modelo de regresión ajustado según el sexo femenino (RPa=1,68, IC 95 %: 1,40 – 2,00; p<0,001) y masculino (RPa=2,27, IC 95 %: 1,55 – 3,31; p<0,001) para el marcador TyG-NC presentan una fuerte asociación positiva con síndrome metabólico. De la misma manera para el marcador TyG-NHtR presentó una asociación positiva para síndrome metabólico para el sexo femenino (RPa=1,88, IC 95 %: 1,48 – 2,40; p<0,001) y sexo masculino (RPa=2,23, IC 95 %: 1,44 – 3,45; p<0,001).

**Tabla 3.** Asociación entre el mejor punto de corte de los marcadores (TyG-NC y TyG-NHtR) y síndrome metabólico en adultos con obesidad, y estratificados según sexo.

Características	Modelo crudo			Modelo ajustado		
	RP*	IC 95 %	p	RPa	IC 95 %	p
<b>TyG-NC</b>						
<b>Toda la muestra</b>	1,62	1,36 – 1,94	<0,001	1,69 <sup>†</sup>	1,41 – 2,01	<0,001
<b>Sexo</b>						
<b>Masculino</b>	2,27	1,55 – 3,31	<0,001	2,31 <sup>‡</sup>	1,59 – 3,36	<0,001
<b>Femenino</b>	1,68	1,40 – 2,00	<0,001	1,62 <sup>‡</sup>	1,36 – 1,93	<0,001
<b>TyG-NHtR</b>						
<b>Toda la muestra</b>	1,61	1,36 – 1,90	<0,001	1,64 <sup>†</sup>	1,38 – 1,93	<0,001
<b>Sexo</b>						
<b>Masculino</b>	2,23	1,44 – 3,45	<0,001	2,26 <sup>‡</sup>	1,46 – 3,49	<0,001
<b>Femenino</b>	1,88	1,48 – 2,40	<0,001	1,81 <sup>‡</sup>	1,42 – 2,30	<0,001

RP: razón de prevalencia. RPa: razón de prevalencia ajustado.

<sup>†</sup>Se ajusto por variables confusoras, como: edad, sexo femenino, antecedente de consumo de alcohol, consumo de tabaco, hipotiroidismo, obesidad mórbida.

<sup>‡</sup>Se ajusto por variables confusoras, como: edad, antecedente de consumo de alcohol, consumo de tabaco, hipotiroidismo, obesidad mórbida.

### III. DISCUSIÓN

En la población con obesidad, los marcadores TyG-NC y TyG-NHtR presentaron un buen rendimiento diagnóstico para MetS, con puntos de corte de 326,18 y 2,95, respectivamente. Las AUC aumentaron y mejoraron aún más el rendimiento de estos marcadores con la estratificación según el sexo. Para el sexo masculino los puntos de corte del marcador TyG-NC era 392,96 y de TyG-NHtR era de 2,23 para el diagnóstico de MetS. De igual manera para el sexo femenino, los puntos de corte para MetS fueron de 326,23 para TyG-NC y 1,95 para TyG-NHtR.

Asimismo, se encontró una asociación positiva entre el mejor punto de corte tanto de TyG-NC y TyG-NHtR con una mayor prevalencia de MetS, y que se mantiene en la estratificación según sexo en adultos con obesidad, aumentando aún más en los hombres.

Revisando la actual literatura, se encontró un solo estudio transversal europeo que reportó que tenía un buen rendimiento diagnóstico de TyG-NC y TyG-NHtR para MetS (7) en adultos caucásicos no diabéticos con obesidad, similar a nuestros resultados reportados. Así pues, en este mismo estudio se evidenció que TyG-NHtR (AUC: 0,78, IC95 % 0,71 – 0,838) presentó un mayor rendimiento diagnóstico en comparación a TyG-NC (AUC: 0,73, IC95 %: 0,66 – 0,80), con valores de AUC mayores a los evidenciados en nuestro estudio (7). En nuestro estudio, rendimiento diagnóstico de TyG-NC y TyG-NHtR aumentó en el grupo de los varones con AUC de 0,79 y 0,76, respectivamente. Estos resultados coinciden con el estudio anterior, en el caso de TyG-NHtR (AUC 0,82) quien presentó un AUC mayor en los varones; en cambio, TyG-NC (AUC 0,79) presentó una AUC mayor en las mujeres (7). El presente estudio es el primero en evaluar el rendimiento de TyG-NC y TyG-NHtR para el diagnóstico de MetS en Latinoamérica y en Perú, los cuales son índices nuevos que necesitan una mayor exploración.

Los puntos de corte reportados por Mirr et al (7) para TyG-NC (339,25 en adultos con obesidad, 333,08 y 363,85 para el sexo femenino y masculino, respectivamente) y TyG-NHtR (2,08 en adultos con obesidad, 2,05 y 2,21 para el sexo femenino y masculino, respectivamente) son similares a nuestros resultados para TyG-NC (326,18 en adultos con obesidad, 326,23 y 392,96 para el sexo

femenino y masculino, respectivamente) y TyG-NHtR (2,05 en adultos con obesidad, 1,95 y 2,23 para el sexo femenino y masculino, respectivamente). Además, ellos realizaron un rendimiento diagnóstico en la población con IMC normal, obteniendo puntos de corte menores a los reportados anteriormente (7). En el caso de TyG-NC fue de 293,29 para la población estudiada, 289,19 para las mujeres y 338,73 para los hombres. De igual manera para TyG-NHtR fue de 1,84 para la población incluida, 1,84 para las mujeres y 1,84 para los hombres (7).

No hemos encontrado estudios que evidencien la asociación entre el mejor punto de corte de TyG-NC y TyG-NHtR con la prevalencia de MetS. No obstante, hemos encontrado estudios que muestran dicha asociación con MetS y los marcadores que componen estos índices, como es el caso de NC, NHtR y TyG (7). Revisiones sistemáticas y metaanálisis han evaluado la asociación entre NC y los componentes de MetS, reportando una correlación positiva de una magnitud mayor (17,18). Es necesario enfatizar que en estos estudios incluyeron a población sana y que presentaban sobrepeso u obesidad. Estudios transversales incluyeron a adultos aparentemente sanos en India (19), Corea (20) y Tailandia (14) que han evaluado dicha asociación, evidenciando que el punto de corte elevado de NC y NHtR se asociaron con los componentes y con mayor riesgo de MetS, tanto en hombres como en mujeres (20). De igual manera, un estudio transversal realizado en Nigeria (10), identificó que el índice de TyG presentó una asociación positiva con MetS en la población general y en hombres, aumentando después de ser ajustada.

MetS está conformado por un conjunto de desórdenes metabólicos, como son la obesidad central, la presión arterial elevada, la glucosa en ayunas elevada, los triglicéridos elevados y el HDL-c bajo (15). Estudios observacionales realizados en India (21) y Tailandia (14) han demostrado que la NC es una herramienta útil para predecir MetS, y a su vez está asociado con los componentes de este. Actualmente, se ha sugerido que la medición de NC puede proporcionar un mejor rendimiento diagnóstico cuando se combina con otros marcadores indirectos como TyG y NHtR, ambos índices han demostrado tener un buen rendimiento por separado (7,10,19). Los índices TyG-NC y TyG-NHtR, propuestos en un estudio transversal europeo (7), han demostrado tener un buen rendimiento diagnóstico para MetS. También, presentamos un buen rendimiento de TyG-NC y TyG-NHtR para el diagnóstico de

MetS en la población con obesidad, siendo aún mejor predictor para el sexo masculino. Esto podría explicarse debido a que se ha evidenciado que los hombres presentan una NC mayor que las mujeres; estudios previos realizados en China (22,23), Chile (24) y Brasil (25) reportan que los puntos de corte de NC varían según la población, entre  $\geq 37,0 - 39,6$  cm en hombres y  $\geq 32,0 - 36,1$  cm en mujeres. En nuestro estudio, la media de NC es de  $41,1 \pm 5,6$  cm para la población de ambos sexos, siendo mayor a la reportada debido a que solo incluimos a pacientes con obesidad.

Los puntos de corte reportados en un estudio polaco (7) para TyG-NC y TyG-NHtR presentan mínimas variaciones a nuestros puntos de corte propuestos. Las variaciones se deben a las diferencias en la raza y etnia de la población incluida (10). Además, el tamaño corporal, las medidas antropométricas, la ubicación de la medición de NC tienen poca variación específicamente en adultos con obesidad, a diferencia de la WC (26). Por lo que recomendamos que los puntos de corte sean específicos según la etnia y el país para ambos sexos para mejorar el rendimiento diagnóstico de TyG-NC y TyG-NHtR para MetS.

Además, durante la investigación reportamos que existe una asociación entre el mejor punto de corte de TyG-NC y TyG-NHtR y prevalencia de MetS, esta asociación es aún mayor para el sexo masculino. Es posible suponer que la grasa subcutánea en la parte superior del cuerpo es considerada como un depósito de grasa patogénico que es mayor en los hombres por disposición genética (24,27), relacionada con el estrés oxidativo, la disfunción endotelial y con lesión vascular (28,29). En un metaanálisis de estudios realizados en Asia y América, encontraron que la NC elevada se asociaba a mayor riesgo cardio-metabólico en poblaciones con obesidad (24,26,30,31), siendo los hombres más afectados que las mujeres (31,32).

El aumento de MetS a nivel mundial es alarmante (33), casi la cuarta parte de la población mundial se ve afectada (33). La prevalencia de MetS oscila entre 11,9 % y 37,1 % en las regiones de Asia y el Pacífico (33). MetS comprende un conjunto de factores de riesgo para las enfermedades cardiovasculares, que son las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial (26). La NC es considerado una herramienta prometedora para el riesgo cardio-metabólico (24),

que combinado con TyG conforman los marcadores TyG-NC y TyG-NHtR, los cuales han demostrado tener un buen rendimiento diagnóstico (7). TyG-NC y TyG-NHtR son marcadores nuevos, económicos y no invasivos, los cuales valoran la acumulación de la grasa corporal en la parte superior debido a que ambos se basan en la NC (26).

Los marcadores TyG-NC y TyG-NHtR pueden ser útiles en la práctica clínica, ya que se basan en medidas antropométricas y valores laboratoriales que se piden a todo paciente con obesidad que es candidato a cirugía bariátrica, para diagnosticar a tiempo a los pacientes que presenten MetS. Se ha sugerido que la discrepancia en la utilidad de estos marcadores varía según los países y es posible que la etnia/raza pueda explicar estas diferencias (10). Actualmente, TyG-NC y TyG-NHtR no presentan una estandarización de los puntos de corte a nivel mundial, por lo que, se sugiere que estos marcadores sean estandarizados según la población de cada país. Asimismo, es de suma importancia que se propongan estrategias regionales basadas en marcadores no invasivos para tener un mayor control de esta epidemia como es MetS, y a su vez la reducción de la morbilidad y la mortalidad asociadas con MetS.

El presente estudio presenta algunas limitaciones. Primero, el diseño transversal del estudio imposibilita hallar la causalidad entre el mejor punto de corte de TyG-NC y TyG-NHtR con MetS. Segundo, la población incluida corresponde a un centro bariátrico privado, por lo que la extrapolación a la realidad económica y poblacional peruana puede encontrarse limitada; empero, al tener resultados compatibles con la literatura previa y al ser un tema novedoso amerita la publicación de sus resultados. Tercero, la base de datos se recolectó a partir de historias clínicas físicas y electrónicas; por lo tanto, puede existir errores en el llenado. Para contrarrestar los sesgos antes mencionados, hemos llevado a cabo una rigurosa evaluación de la calidad de los datos, esto quiere decir que: todos los datos obtenidos fueron recolectados en una base de datos para que posteriormente sean enviadas a una hoja de Excel y luego se realizó el codificado correspondiente siguiendo un diccionario de variables creado para fines del presente estudio. Cuando corresponda, se procedió a revisar toda la historia clínica física o electrónica teniendo en cuenta la inspección doble e independiente de los valores

faltantes y no plausibles. Una vez terminado este proceso de control de calidad, se importó la base de datos al paquete estadístico Stata v17.0 (StataCorp TX USA). Cuarto, algunas variables se han recolectado a partir de autor-reporte, teniendo alto riesgo de que los resultados estén afectados por el sesgo de información. Quinto, algunas variables (NASH) no se incluyeron por la cantidad de valores perdidos que se contaba en ese momento. Sexto, existe un sesgo de selección inherente debido a que solo se incluyó a adultos con obesidad de una clínica privada.

A pesar de las limitaciones, el estudio presenta fortalezas. La principal fortaleza es el primer estudio realizado en Perú y en Latinoamérica que evalúa el rendimiento de estos marcadores TyG-NC y TyG-NHtR para el diagnóstico de MetS en pacientes con obesidad. De igual manera que en los estudios previos, se ha realizado la estratificación según sexo (femenino y masculino) de cada marcador (TyG-NC y TyG-NHtR) para el diagnóstico de MetS tanto para el análisis de rendimiento diagnóstico como para la regresión.

#### **IV. CONCLUSIONES**

Los índices TYG-NC y TYG-NHTR tiene un buen rendimiento para el diagnóstico de MetS en adultos con obesidad, y mejora con la estratificación según el sexo. TyG-NHtR parece tener un mayor valor diagnóstico que TyG-NC, sin embargo, la aplicación de estos dos indicadores en la práctica requiere más observaciones. Estos índices son marcadores indirectos prometedores para el diagnóstico de MetS en adultos con obesidad.

## **V. RECOMENDACIONES**

Recomendamos nuevos marcadores antropométricos indirectos para el diagnóstico precoz de MetS y a la vez hacerlo conocido por la comunidad médica para su empleo en la atención primaria, como nuevos marcadores a TyG-NC y TyG-NHtR.

Se recomienda realizar estos nuevos estudios, ya que evidencian las falencias que presenta nuestro actual sistema de salud en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, extrapolarlos en nuestro país será de gran utilidad ya que estos nuevos marcadores diagnósticos son fáciles de utilizar e interpretar. Además, presentan buen rendimiento en adultos con obesidad; así mismo, es muy recomendable aplicar estos nuevos marcadores no invasivos que hace único e interesante el uso de TyG-NC y TyG-NHtR para el diagnóstico de MetS.

Se recomiendan hacer más estudios multicéntricos en donde propongan la utilidad clínica de TyG-NC y TyG-NHtR como marcadores diagnósticos en otras enfermedades crónicas no transmisibles tales como: hipertensión arterial, hígado graso o neoplasias, etc.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep.* el 26 de febrero de 2018;20(2):12. <https://doi.org/10.1007/s11906-018-0812-z>
2. Mottillo S, Filion KB, Genest J, Joseph L, Pilote L, Poirier P, et al. The metabolic syndrome and cardiovascular risk a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* el 28 de septiembre de 2010;56(14):1113–32. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.05.034>
3. Fernández-Bergés D, Cabrera de León A, Sanz H, Elosua R, Guembe MJ, Alzamora M, et al. Metabolic syndrome in Spain: prevalence and coronary risk associated with harmonized definition and WHO proposal. DARIOS study. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* marzo de 2012;65(3):241–8. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2011.10.015>
4. Falkner B, Cossrow NDFH. Prevalence of Metabolic Syndrome and Obesity-Associated Hypertension in the Racial Ethnic Minorities of the United States. *Curr Hypertens Rep.* julio de 2014;16(7):449. <https://doi.org/10.1007/s11906-014-0449-5>
5. Chávez V, E J. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en el Perú. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia.* octubre de 2017;63(4):593–8.
6. Gierach M, Gierach J, Ewertowska M, Arndt A, Junik R. Correlation between Body Mass Index and Waist Circumference in Patients with Metabolic Syndrome. *ISRN Endocrinol.* 2014;2014:514589. <https://doi.org/10.1155/2014/514589>
7. Mirr M, Skrypnik D, Bogdański P, Owecki M. Newly proposed insulin resistance indexes called TyG-NC and TyG-NHtR show efficacy in diagnosing the metabolic syndrome. *J Endocrinol Invest.* diciembre de 2021;44(12):2831–43. <https://doi.org/10.1007/s40618-021-01608-2>
8. Bala C, Gheorghe-Fronea O, Pop D, Pop C, Caloian B, Comsa H, et al. The Association Between Six Surrogate Insulin Resistance Indexes and Hypertension: A Population-Based Study. *Metab Syndr Relat Disord.* 2019;17(6):328–33. <https://doi.org/10.1089/met.2018.0122>
9. Lee SB, Kim MK, Kang S, Park K, Kim JH, Baik SJ, et al. Triglyceride Glucose Index Is Superior to the Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance for Predicting Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Korean Adults. *Endocrinol Metab (Seoul).* junio de 2019;34(2):179–86. <https://doi.org/10.3803/enm.2019.34.2.179>
10. Raimi TH, Dele-Ojo BF, Dada SA, Fadare JO, Ajayi DD, Ajayi EA, et al. Triglyceride-Glucose Index and Related Parameters Predicted Metabolic Syndrome in Nigerians. *Metab Syndr Relat Disord.* marzo de 2021;19(2):76–82. <https://doi.org/10.1089/met.2020.0092>

11. Nie G, Hou S, Zhang M, Peng W. High TG/HDL ratio suggests a higher risk of metabolic syndrome among an elderly Chinese population: a cross-sectional study. *BMJ Open*. el 22 de marzo de 2021;11(3):e041519. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-041519>
12. Zeng ZY, Liu SX, Xu H, Xu X, Liu XZ, Zhao XX. Association of triglyceride glucose index and its combination of obesity indices with prehypertension in lean individuals: A cross-sectional study of Chinese adults. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. el 22 de mayo de 2020;22(6):1025–32. <https://doi.org/10.1111%2Fjch.13878>
13. WHO Expert Committee on Physical Status: the Use and Interpretation of Anthropometry (1993: Geneva S, Organization WH. El estado físico: uso e interpretación de la antropometría: informe de un comité de expertos de la OMS [Internet]. Organización Mundial de la Salud; 1995 [citado el 19 de abril de 2023]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42132>
14. Laohabut I, Udol K, Phisalprapa P, Srivanichakorn W, Chaisathaphol T, Washirasaksiri C, et al. Neck circumference as a predictor of metabolic syndrome: A cross-sectional study. *Prim Care Diabetes*. junio de 2020;14(3):265–73. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2019.08.007>
15. Robles L, Carlos J. Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. *Anales de la Facultad de Medicina*. octubre de 2013;74(4):315–20.
16. Liu XZ, Fan J, Pan SJ. METS-IR, a novel simple insulin resistance indexes, is associated with hypertension in normal-weight Chinese adults. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. el 8 de julio de 2019;21(8):1075–81. <https://doi.org/10.1111/jch.13591>
17. Saneei P, Shahdadian F, Moradi S, Ghavami A, Mohammadi H, Rouhani MH. Neck circumference in relation to glycemic parameters: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Diabetol Metab Syndr*. el 25 de junio de 2019;11:50. <https://doi.org/10.1186%2Fs13098-019-0445-7>
18. Kroll C, Mastroeni SSBS, Czarnobay SA, Ekwaru JP, Veugelers PJ, Mastroeni MF. The accuracy of neck circumference for assessing overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis. *Ann Hum Biol*. diciembre de 2017;44(8):667–77. <https://doi.org/10.1080/03014460.2017.1390153>
19. Selvan C, Dutta D, Thukral A, Nargis T, Kumar M, Mukhopadhyay S, et al. Neck height ratio is an important predictor of metabolic syndrome among Asian Indians. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*. diciembre de 2016;20(6):831. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.192927>
20. Kim KY, Moon HR, Yun JM. Neck Circumference as a Predictor of Metabolic Syndrome in Koreans: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. el 30 de agosto de 2021;13(9):3029. <https://doi.org/10.3390%2Fnu13093029>
21. Bochaliya RK, Sharma A, Saxena P, Ramchandani GD, Mathur G. To Evaluate the Association of Neck Circumference with Metabolic Syndrome and

- Cardiovascular Risk Factors. *J Assoc Physicians India*. marzo de 2019;67(3):60–2.
22. Jian C, Xu Y, Ma X, Shen Y, Wang Y, Bao Y. Neck Circumference is an Effective Supplement for Nonalcoholic Fatty Liver Disease Screening in a Community-Based Population. *Int J Endocrinol*. 2020;2020:7982107. <https://doi.org/10.1155%2F2020%2F7982107>
  23. Luo Y, Ma X, Shen Y, Xu Y, Xiong Q, Zhang X, et al. Neck circumference as an effective measure for identifying cardio-metabolic syndrome: a comparison with waist circumference. *Endocrine*. marzo de 2017;55(3):822–30. <https://doi.org/10.1007/s12020-016-1151-y>
  24. Caro P, Guerra X, Canals A, Weisstaub G, Sandaña C. Is neck circumference an appropriate tool to predict cardiovascular risk in clinical practice? A cross-sectional study in Chilean population. *BMJ Open*. el 7 de noviembre de 2019;9(11):e028305. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-028305>
  25. Stabe C, Vasques ACJ, Lima MMO, Tambascia MA, Pareja JC, Yamanaka A, et al. Neck circumference as a simple tool for identifying the metabolic syndrome and insulin resistance: results from the Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Clin Endocrinol (Oxf)*. junio de 2013;78(6):874–81. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.2012.04487.x>
  26. Mendes CG, Barbalho SM, Tofano RJ, Lopes G, Quesada KR, Detregiachi CRP, et al. Is Neck Circumference As Reliable As Waist Circumference for Determining Metabolic Syndrome? *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. el 1 de febrero de 2021;19(1):32–8. <https://doi.org/10.1089/met.2020.0083>
  27. Abraham TM, Pedley A, Massaro JM, Hoffmann U, Fox CS. Association Between Visceral and Subcutaneous Adipose Depots and Incident Cardiovascular Disease Risk Factors. *Circulation*. el 27 de octubre de 2015;132(17):1639–47. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.114.015000>
  28. Cizza G, de Jonge L, Piaggi P, Mattingly M, Zhao X, Lucassen E, et al. Neck Circumference Is a Predictor of Metabolic Syndrome and Obstructive Sleep Apnea in Short-Sleeping Obese Men and Women. *Metab Syndr Relat Disord*. el 1 de mayo de 2014;12(4):231–41. <https://doi.org/10.1089%2Fmet.2013.0093>
  29. Horská K, Kučerová J, Suchý P, Kotolová H. Metabolic syndrome - dysregulation of adipose tissue endocrine function. *Ceska Slov Farm*. agosto de 2014;63(4):152–9.
  30. Yang GR, Dye TD, Zand MS, Fogg TT, Yuan SY, Yang JK, et al. Association Between Neck Circumference and Coronary Heart Disease: A Meta-analysis. *Asian Pac Isl Nurs J*. 4(1):34–46. <https://doi.org/10.31372%2F20190401.1031>
  31. Borel AL, Coumes S, Reche F, Ruckly S, Pépin JL, Tamisier R, et al. Waist, neck circumferences, waist-to-hip ratio: Which is the best cardiometabolic risk marker in women with severe obesity? The SOON cohort. *PLoS One*. el 8 de noviembre de 2018;13(11):e0206617. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206617>

32. Yang G ran, Yuan S yuan, Fu H jing, Wan G, Zhu L xiang, Bu X lei, et al. Neck Circumference Positively Related With Central Obesity, Overweight, and Metabolic Syndrome in Chinese Subjects With Type 2 Diabetes: Beijing Community Diabetes Study 4. *Diabetes Care*. noviembre de 2010;33(11):2465–7. <https://doi.org/10.2337/dc10-0798>
33. Ranasinghe P, Mathangasinghe Y, Jayawardena R, Hills AP, Misra A. Prevalence and trends of metabolic syndrome among adults in the asia-pacific region: a systematic review. *BMC Public Health*. el 21 de enero de 2017;17(1):101. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4041-1>

## ANEXOS



La Molina, 27 de octubre de 2022

**Oficio No. 1261 - 2022 - CIEI-FMH- USMP**

Señor  
**Carlos Andre Hernandez Elespuru**  
Alumno de pregrado  
Facultad de Medicina Humana  
Universidad de San Martín de Porres  
Presente

**Ref. Plan de Trabajo de investigación titulado: Rendimiento diagnóstico del TyG-NC y TyG-NHtR para síndrome metabólico en adultos con obesidad.**

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y en atención a la solicitud de **Carlos Enrique Moncada Ascencio** y **Carlos Andre Hernandez Elespuru** alumnos de pregrado informarles que, en cumplimiento de las buenas prácticas clínicas y la legislación peruana vigente en materia de investigación científica en el campo de la salud, el Comité de mi presidencia, en la sesión del 24 de octubre evaluó y aprobó el siguiente documento:

• **Plan de Trabajo de investigación titulado: Rendimiento diagnóstico del TyG-NC y TyG-NHtR para síndrome metabólico en adultos con obesidad.**

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines que correspondan.

Atentamente,



**Dr. Amador Vargas Guerra**  
Presidente  
Comité Institucional de Ética en Investigación  
de la Facultad de Medicina Humana de la  
Universidad de San Martín de Porres

AVG/ABZ/ma

**Tabla 1.** Características de la población de estudio y según la presencia de síndrome metabólico en adultos con obesidad (n=408).

Características	n (%)	Síndrome metabólico		
		Sí (n=298)	No (n=110)	p
<b>Edad (años)</b>	35,6 ± 10,4	36,2 ± 10,3	34,1 ± 10,7	0,070*
<b>Sexo</b>				0,958†
<b>Masculino</b>	129,0 (31,6)	94 (72,9)	35 (27,1)	
<b>Femenino</b>	279,0 (68,4)	204 (73,1)	75 (26,9)	
<b>Hipertensión arterial</b>				0,888†
<b>Sí</b>	76,0 (18,6)	56 (73,7)	20 (26,3)	
<b>No</b>	332,0 (81,4)	242 (72,9)	90 (27,1)	
<b>Diabetes Mellitus</b>				0,002†
<b>Sí</b>	25,0 (6,1)	25 (100,0)	0 (0,0)	
<b>No</b>	383,0 (93,9)	273 (71,3)	110 (28,7)	
<b>Hipotiroidismo</b>				0,006†
<b>Sí</b>	37,0 (9,1)	20 (54,1)	17 (45,9)	
<b>No</b>	371,0 (90,9)	278 (74,9)	93 (25,1)	
<b>Síndrome metabólico</b>				-
<b>Sí</b>	298,0 (73,0)	-	-	
<b>No</b>	110,0 (27,0)	-	-	
<b>Antecedente de consumo de alcohol</b>				0,538†
<b>Sí</b>	272,0 (66,7)	196 (72,1)	76 (27,9)	
<b>No</b>	136,0 (33,3)	102 (75,0)	34 (25,0)	
<b>Antecedente de tabaco</b>				0,080†
<b>Sí</b>	101,0 (24,8)	67 (66,3)	34 (33,7)	
<b>No</b>	307,0 (75,2)	231 (75,2)	76 (24,8)	
<b>Peso (kg)</b>	98,2 [87,6 - 111,1]	99,2 [90,2 - 112,6]	94,3 [84,6 - 107,4]	0,007‡
<b>Talla (cm)</b>	163,9 ± 8,2	164,0 ± 8,1	163,7 ± 8,4	0,688*
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	37,8 ± 5,7	38,3 ± 5,6	36,5 ± 5,6	0,004*
<b>NC (cm)</b>	41,1 ± 5,6	41,6 ± 5,6	39,5 ± 5,5	0,001*
<b>WC (cm)</b>	113,6 ± 16,1	115,2 ± 15,7	109,1 ± 16,4	0,001*
<b>PAS (mmHg)</b>	120,0 ± 12,9	120,4 ± 13,1	118,8 ± 12,1	0,257*
<b>PAD (mmHg)</b>	78,2 ± 9,0	78,4 ± 9,2	77,7 ± 8,3	0,459*
<b>Glucosa en ayunas (mg/dL)</b>	92,0 [86,0 - 98,0]	93,0 [88,0 - 99,0]	90,0 [83,0 - 95,0]	<0,001‡
<b>Insulina (uU/mL)</b>	22,1 [15,5 - 29,5]	23,4 [17,0 - 32,7]	16,3 [11,3 - 24,5]	<0,001‡

<b>Colesterol total (mg/dL)</b>	191.3 ± 38,7	194,3 ± 39,7	183,2 ± 34,6	0,010*
<b>HDL-c (mg/dL)</b>	45,0 ± 11,8	40,8 ± 8,3	56,2 ± 12,7	<0,001*
<b>LDL-c (mg/dL)</b>	114,6 ± 32,7	117,2 ± 33,2	107,7 ± 30,3	0,009*
<b>Triglicéridos (mg/dL)</b>	143,0 [105,0 - 199,5]	164,0 [122,0 - 221,0]	102,0 [77,0 - 124,0]	<0,001‡
<b>TGO (U/L)</b>	23,0 [17,0 - 34,8]	23,0 [17,0 - 37,0]	21,5 [17,0 - 30,0]	0,134‡
<b>TGP (U/L)</b>	31,0 [20,0 - 54,5]	32,0 [21,0 - 58,0]	26,5 [17,0 - 45,0]	0,012‡
<b>HOMA-IR</b>	5,2 [3,4 - 6,9]	5,5 [3,8 - 8,5]	3,6 [2,6 - 5,6]	<0,001‡
<b>TyG</b>	8,8 ± 0,5	9,0 ± 0,5	8,4 ± 0,4	<0,001*
<b>TyG-NC</b>	363,0 ± 60,6	374,6 ± 60,3	331,6 ± 49,3	<0,001*
<b>NtHR</b>	0,3 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,3	0,001*
<b>TyG-NHtR</b>	2,2 ± 0,3	2,3 ± 0,3	2,0 ± 0,3	<0,001*

IMC: índice de masa corporal, NC: circunferencia de cuello, WC: circunferencia de cintura, PAS: presión arterial sistólica, PAD: presión arterial diastólica, HDL-c: colesterol de lipoproteínas de alta densidad, LDL-c: colesterol de lipoproteínas de baja densidad, TGO: transaminasa glutámica oxalacética, TGP: transaminasa glutámico-pirúvica, HOMA-IR: modelo de homeostasis de la resistencia a la insulina, TyG-NC: relación triglicéridos-glucosa con la circunferencia del cuello, TyG-NHtR: relación triglicéridos-glucosa con la circunferencia del cuello respecto a la altura.

Media ± desviación estándar

Mediana [P25 - P75]

\* Prueba de T- student para muestras independiente

†Prueba de Chi cuadrado

‡Prueba de U de Mann Whitney

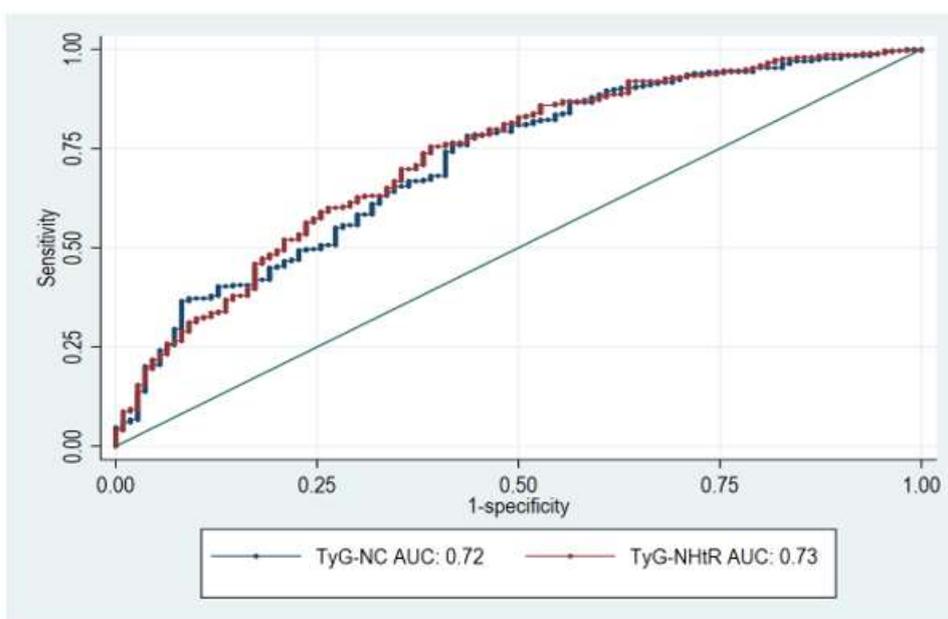
**Tabla 2.** Rendimiento diagnóstico de TyG-NC y TyG-NHtR para síndrome metabólico en adultos con obesidad, y estratificados según el sexo.

Características	AUC (95 % CI)	Punto de Corte (95 % CI) †	S (%)	E (%)	VPP (%)	VPN (%)	LR +	LR -
<b>TyG-NC</b>								
Toda la muestra	0,72 (0,66 – 0,77)	326,18 (288,13 – 364,22)	78,20	56,40	82,90	48,80	1,79	0,39
Sexo Masculino	0,79 (0,69 – 0,88)	392,96 (383,51 – 402,41)	98,90	14,30	75,60	83,30	1,15	0,07
Femenino	0,77 (0,70 – 0,83)	326,23 (311,64 – 340,81)	68,60	76,00	88,60	47,10	2,86	0,41
<b>TyG-NHtR</b>								
Toda la muestra	0,73 (0,67 – 0,78)	2,05 (1,90 – 2,20)	75,50	60,90	84,00	47,90	1,93	0,40
Sexo Masculino	0,76 (0,66 – 0,86)	2,23 (2,06 – 2,40)	94,70	34,30	79,50	70,60	1,44	0,16
Femenino	0,75 (0,69 – 0,82)	1,95 (1,87 – 2,03)	66,70	73,30	87,20	44,70	2,50	0,45

† Estimación de intervalos de confianza mediante Bootstrap con 1000 replicaciones.

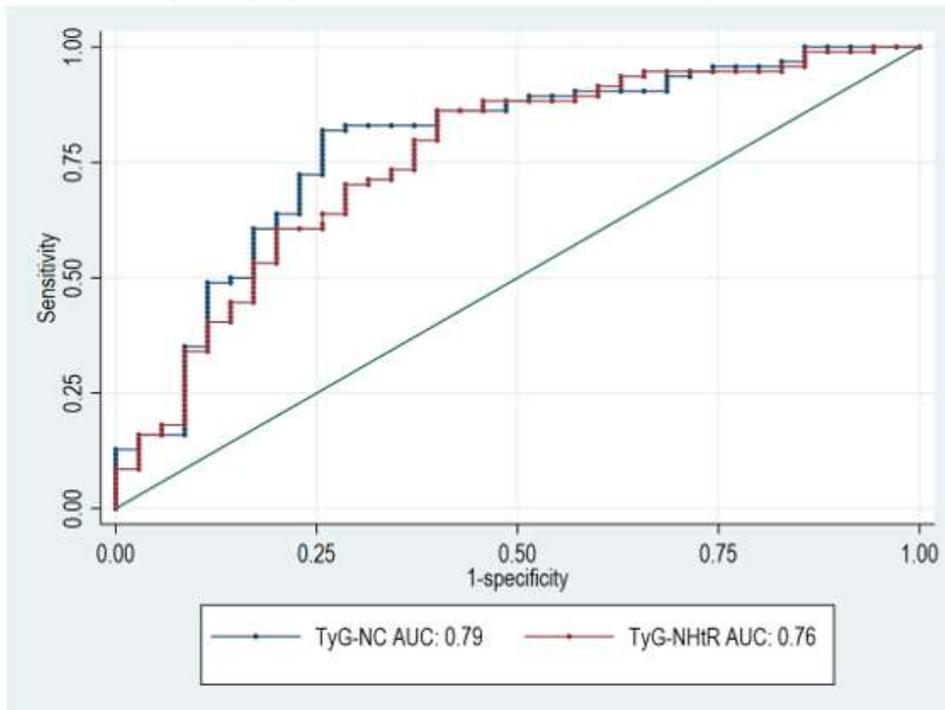
TyG\_NC: relación triglicéridos-glucosa con la circunferencia del cuello, TyG\_NHtR: relación triglicéridos-glucosa con la circunferencia del cuello respecto a la altura, AUC: área bajo la curva, S: sensibilidad E: especificidad VPP: valor predictivo positivo, VPN: valor predictivo negativo, LR +: likelihood ratio (+), LR -: Likelihood ratio (-)

Figura 1: TyG-NC y TyG-NHtR en adultos con obesidad



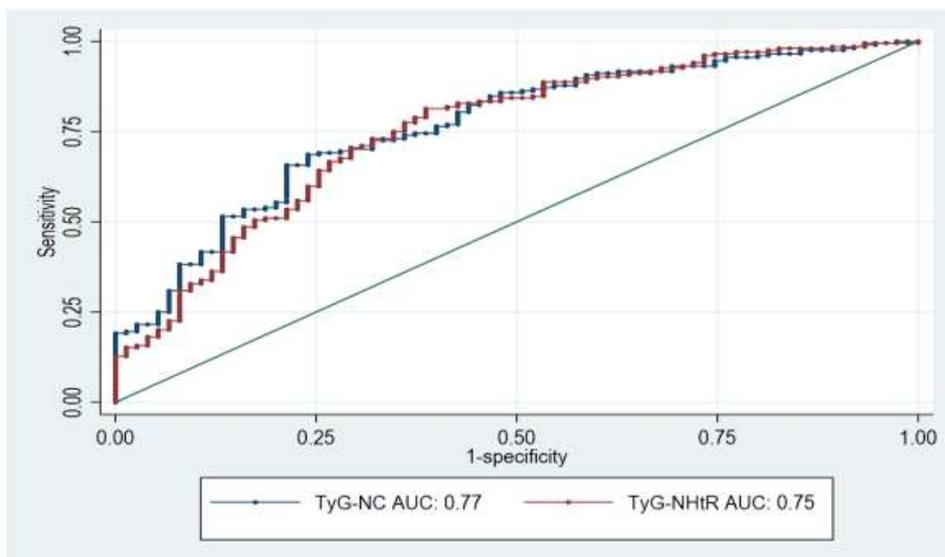
**\*Descripción:** Analizamos a 408 adultos. La edad media fue de  $35,6 \pm 10,4$  años y 6 de cada 10 eran mujeres. TYG-NC (AUC: 0,72; IC 95 %: 0,66-0,77) y TYG-NHTR (AUC: 0,73; IC 95 %: 0,67-0,78).

Figura 2: TyG-NC y TyG-NHtR en adultos con obesidad según sexo masculino



\*Descripción: TyG-NC presentó un AUC de 0,79 (IC 95%: 0,69 – 0,88) y para TyG-NHtR presentó un AUC de 0,76 (IC 95%: 0,66 – 0,86). Ambos marcadores presentaron un mejor rendimiento diagnóstico en el sexo masculino a comparación del sexo femenino.

Figura 3: TyG-NC y TyG-NHtR en adultos con obesidad según sexo femenino



\*Descripción: TyG-NC presentó un AUC de 0,77 (IC 95%: 0,70 – 0,83) y para TyG-NHtR presentó un AUC de 0,75 (IC 95%: 0,69 – 0,82). Ambos marcadores presentaron un buen rendimiento diagnóstico para el sexo femenino; no obstante, los dos marcadores tuvieron un mejor comportamiento en el sexo masculino.

**Tabla 3.** Asociación entre el mejor punto de corte de los marcadores (TyG-NC y TyG-NHtR) y síndrome metabólico en adultos con obesidad, y estratificados según sexo.

Características		Modelo crudo			Modelo ajustado		
		RP*	IC 95 %	p	RPa	IC 95 %	p
<b>TyG-NC</b>							
Toda la muestra		1,62	1,36 – 1,94	<0,001	1,69 <sup>†</sup>	1,41 – 2,01	<0,001
Sexo	Masculino	2,27	1,55 – 3,31	<0,001	2,31 <sup>‡</sup>	1,59 – 3,36	<0,001
	Femenino	1,68	1,40 – 2,00	<0,001	1,62 <sup>‡</sup>	1,36 – 1,93	<0,001
<b>TyG-NHtR</b>							
Toda la muestra		1,61	1,36 – 1,90	<0,001	1,64 <sup>†</sup>	1,38 – 1,93	<0,001
Sexo	Masculino	2,23	1,44 – 3,45	<0,001	2,26 <sup>‡</sup>	1,46 – 3,49	<0,001
	Femenino	1,88	1,48 – 2,40	<0,001	1,81 <sup>‡</sup>	1,42 – 2,30	<0,001

RP: razón de prevalencia. RPa: razón de prevalencia ajustado.

<sup>†</sup>Se ajusto por variables confusoras, como: edad, sexo femenino, antecedente de consumo de alcohol, consumo de tabaco, hipotiroidismo, obesidad mórbida.

<sup>‡</sup>Se ajusto por variables confusoras, como: edad, antecedente de consumo de alcohol, consumo de tabaco, hipotiroidismo, obesidad mórbida.