



Índice triglicéridos -glucosa y su asociación a sobrepeso y obesidad en adultos del Hospital del Dia Nueva Loja. 2023

Triglyceride-glucose ratio and its association with overweight and obesity in adults at the Hospital del Dia Nueva Loja. 2023

Índice triglicérido-glicose e sua associação com o excesso de peso e obesidade em adultos do Hospital del Dia Nueva Loja. 2023

Sayda Gisela Urquizo Aguiar ^I
urquizo-sayda0013@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0000-2964-828X>

Héctor Paul Quintero-Montaña ^{II}
hector.quintero@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4217-1265>

Correspondencia: urquizo-sayda0013@unesum.edu.ec

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 22 de octubre de 2024 * **Aceptado:** 18 de noviembre de 2024 * **Publicado:** 30 de diciembre de 2024

- I. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado, Maestría en Ciencias del Laboratorio Clínico, Jipijapa, Manabí, Ecuador.
- II. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Instituto de Posgrado, Maestría en Ciencias del Laboratorio Clínico, Jipijapa, Manabí, Ecuador.

Resumen

La evaluación del riesgo cardiovascular de importancia en salud pública, dada la alta morbi-mortalidad causada por la obesidad. Estudios previos sugieren una asociación entre el sobrepeso y obesidad con un aumento proporcional y lineal en el índice triglicéridos-glucosa (TyG). El objetivo fue evaluar el índice triglicéridos-glucosa y su asociación a sobrepeso y obesidad en adultos del Hospital del Día Nueva Loja. 2023. Se realizó un estudio observacional de tipo analítico, transversal y retrospectivo. La muestra fue calculada a partir de una población de 6.000 pacientes atendidos en el Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día Nueva Loja, estimándose en 362 adultos, asegurando la representatividad de la muestra. El valor de punto de corte del índice triglicéridos-glucosa fue de $4,81\pm 0,39$ en la población adulta, la prevalencia de 66,9% para el sobrepeso fue significativamente mayor que la obesidad 33,1% en los pacientes atendidos en el Hospital del Día Nueva Loja el año 2023, en su mayoría de 40 a 59 años. El índice triglicéridos/glucosa varió significativamente y en concordancia con la población obesa analizada, en especial con el grupo femenino al compararlo con los grupos de pacientes con sobrepeso. Se encontró asociación entre la presencia de sobrepeso y obesidad y el índice TyG en los adultos seleccionados al comparar con individuos normopeso. Se evidencia la necesidad urgente de estrategias de intervención anti obesidad en esa población y se sugiere el potencial del índice triglicéridos-glucosa como marcador pronóstico en individuos con sobrepeso y obesos.

Palabras clave: Biomarcadores; indicadores; metabolismo; prevalencia; riesgo.

Abstract

Cardiovascular risk assessment is of importance to public health, given the high morbidity and mortality caused by obesity. Previous studies suggest an association between overweight and obesity with a proportional and linear increase in the triglyceride-glucose (TyG) index. The objective was to evaluate the triglyceride-glucose index and its association with overweight and obesity in adults at the Hospital del Día Nueva Loja. 2023. An analytical, cross-sectional, and retrospective observational study was carried out. The sample was calculated from a population of 6,000 patients treated at the Hospital del Día Nueva Loja Outpatient Clinical Surgical Center, estimated at 362 adults, ensuring the representativeness of the sample. The cut-off value of the triglyceride-glucose index was 4.81 ± 0.39 in the adult population, the prevalence of 66.9% for overweight was significantly higher than obesity 33.1% in patients treated at the Hospital del Día

Nueva Loja in 2023, mostly aged 40 to 59 years. The triglyceride/glucose index varied significantly and in accordance with the obese population analyzed, especially with the female group when compared with the groups of overweight patients. An association was found between the presence of overweight and obesity and the TyG index in the selected adults when compared with normal weight individuals. The urgent need for anti-obesity intervention strategies in this population is evident and the potential of the triglyceride-glucose index as a prognostic marker in overweight and obese individuals is suggested.

Keywords: Biomarkers; indicators; metabolism; prevalence; risk.

Resumo

A avaliação do risco cardiovascular reveste-se de importância na saúde pública, dada a elevada morbidade e mortalidade provocada pela obesidade. Estudos anteriores sugerem uma associação entre excesso de peso e obesidade com um aumento proporcional e linear do índice triglicérido-glicose (TyG). O objetivo foi avaliar o índice triglicéridos-glicose e a sua associação com o excesso de peso e obesidade em adultos do Hospital del Dia Nueva Loja. 2023. Foi realizado um estudo observacional analítico, transversal e retrospectivo. A amostra foi calculada a partir de uma população de 6.000 doentes atendidos no Centro Cirúrgico Clínico Ambulatório do Hospital del Día Nueva Loja, estimada em 362 adultos, garantindo a representatividade da amostra. O valor de corte do índice triglicérido-glicose foi de $4,81 \pm 0,39$ na população adulta, a prevalência de 66,9% de excesso de peso foi significativamente superior à de obesidade 33,1% nos doentes atendidos no Hospital del Dia Nueva Loja em 2023, principalmente a partir dos 40 anos. O índice triglicéridos/glicose variou significativamente e de acordo com a população obesa analisada, principalmente no grupo feminino quando comparado com os grupos de doentes com excesso de peso. Foi encontrada uma associação entre a presença de excesso de peso e obesidade e o índice TyG nos adultos selecionados quando comparados com indivíduos com peso normal. A necessidade urgente de estratégias de intervenção anti-obesidade nesta população é evidente e sugere-se o potencial do índice triglicérido-glicose como marcador prognóstico em indivíduos com excesso de peso e obesidade.

Palavras-chave: Biomarcadores; indicadores; metabolismo; prevalência; risco.

Introducción

El índice triglicéridos-glucosa (TyG) calculado como el cociente (triglicéridos en ayunas (mg/dl) \times glucosa en sangre en ayunas (mg/dl)/2), fue propuesto por Guerrero-Romero y col. (1) en el año 2010, aunque este índice había sido utilizado por Simental-Mendia y col. (2) en el 2008, utilizando el mismo cálculo por primera vez en un estudio transversal poblacional en individuos sanos. El índice TyG se ha identificado como un biomarcador alternativo confiable de resistencia a la insulina (RI) en individuos con sobrepeso y obesidad. Además, recientemente, un número considerable de estudios han proporcionado evidencia estadística sólida que sugiere que el índice TyG está asociado con el desarrollo y pronóstico de enfermedades cardiovasculares (ECV) (3).

El sobrepeso y la obesidad han alcanzado niveles epidémicos en todo el mundo en las últimas décadas y se ha convertido en una enorme carga para la salud mundial debido a su contribución directa al desarrollo de algunas de las enfermedades crónicas más prevalentes. La obesidad es una enfermedad de balance energético positivo que resulta de interacciones complejas entre respuestas neuro-humorales anormales y factores socioeconómicos, ambientales, conductuales y genéticos del individuo que conducen a un estado de inflamación crónica. Esta enfermedad constituye una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo y plantean graves desafíos de salud pública, al suponer una carga económica para los pacientes (4).

Aunque se han establecido varios factores de riesgo para ECV, incluida la edad, el sexo masculino, sobrepeso y obesidad, hipertensión, hipercolesterolemia, estudios recientes han demostrado que algunas personas sin estos factores de riesgo también pueden desarrollar ECV (5); y a pesar del desarrollo de técnicas avanzadas y la popularización de medidas preventivas, estos pacientes siguen teniendo un mayor riesgo de sufrir eventos cardiovasculares adversos recurrentes (6).

Identificar los factores que predicen el riesgo de sobrepeso y obesidad es esencial para promover la prevención temprana de éstas. El índice TyG evalúa la sensibilidad a la insulina del cuerpo mediante la combinación de dos biomarcadores, triglicéridos y glucosa en sangre en ayunas. Por lo tanto, identificar a las personas con RI tempranamente tiene una importancia clínica notable para mejorar la estratificación del riesgo del sobrepeso y la obesidad y el manejo terapéutico (2).

Los estilos de vida poco saludables, que incluye la adopción de hábitos alimentarios occidentalizados y el sedentarismo, han aumentado significativamente la prevalencia de sobrepeso y obesidad, en un período de tiempo muy corto. Varios metanálisis y revisiones sistemáticas sugieren una asociación entre el aumento de accidentes cerebrovasculares isquémicos con un

aumento proporcional y lineal en el índice TyG (7). Zhao y col. (8) demostraron que un índice TyG elevado se asocia significativamente con un mayor riesgo de rigidez arterial y daño microvascular néfrico.

El índice TyG también se utiliza como un biomarcador valioso para el desarrollo de insulinoresistencia (9). No obstante, el uso de este índice como marcador de sobrepeso y obesidad es un campo de investigación poco explorado. Aunado a lo anterior la prevalencia del SMet está aumentando en todo el mundo en consonancia con la creciente prevalencia de la obesidad. El mecanismo subyacente es la RI y las estadísticas recientes indican que la incidencia y prevalencia del sobrepeso/obesidad continúa su imparable ascenso, con más de 2 mil millones de personas con exceso de peso en el mundo, que representan aproximadamente el 30% de la población mundial (10).

En Ecuador, durante los años 2001 al 2016, las tasas mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón ha incrementado y siendo la obesidad un factor de riesgo importante, estos resultados alertan e inducen a recomendar acciones e intervenciones hacia hábitos que han probado disminuir el riesgo de mortalidad; estimulan así mismo, a investigaciones donde se profundice en estos hallazgos para encontrar intervenciones eficientes y efectivas, así como factores específicos poblacionales que contribuyan a la toma de decisiones en salud; e invitan a las autoridades sanitarias a enfatizar esfuerzos, replantear estrategias y/o crear nuevas intervenciones en salud que logren disminuir, o al menos estabilizar, esa tendencia creciente (11).

Un estudio reciente identificó grupos de mayor riesgo nutricional para el sobrepeso y la obesidad, como las mujeres; mientras que los indígenas y las personas más pobres tienen riesgo de bajo peso, lo que indica que en Ecuador los adultos presentan problemas tanto de exceso como de déficit, haciendo necesaria la implementación de políticas dirigidas a grupos poblacionales específicos y la investigación de factores desencadenantes (12). La relación entre el TyG en conjunto al sobrepeso y la obesidad en la población ecuatoriana no ha sido estudiada, por lo que este estudio retrospectivo plantea evaluar el índice TyG y su asociación a la prevalencia de sobrepeso/obesidad en adultos atendidos en el Hospital del Día Nueva Loja durante el año 2023.

Situación problemática

La obesidad y sobrepeso es prevalente en todo el mundo y está estrechamente asociada con varios riesgos para la salud, como la deficiente tolerancia a la glucosa, la RI y los trastornos metabólicos.

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el sobrepeso con un IMC igual o superior a 25 y la obesidad cuando el IMC es igual o superior a 30 (13). Las enfermedades metabólicas aumentan el riesgo de ECV, incluida la RI, dislipidemia aterogénica, obesidad e hipertensión (14).

Asimismo, estudios recientes han informado de la asociación entre el sobrepeso y la obesidad y los índices relacionados con los lípidos y el síndrome metabólico (SMet), sin embargo, esto aún es inconsistente en algunos estudios longitudinales. El índice TyG combinado con índices de obesidad está estrechamente asociado con la RI (15). Se observó una asociación entre el índice TyG con ECV y la mortalidad por todas las causas en pacientes con ECV, diabetes o prediabetes en una población estadounidense (16). En este contexto, según la evidencia actual, un índice TyG más alto puede estar asociado con una mayor incidencia de sobrepeso y obesidad y enfermedad de las arterias coronarias (EAC), infarto de miocardio (IM) y ECV en la población general. Existe una posible asociación lineal del índice TyG con la EAC y la incidencia compuesta de ECV (17).

Varios autores han explorado el índice TyG y concluyen que una elevación de este índice es un factor predictivo de un estado de RI que induce lipotoxicidad, que desencadena acumulación excesiva de grasa y causa alteraciones funcionales en varias vías metabólicas, tanto en el tejido adiposo como en órganos periféricos, previo al sobrepeso y a la obesidad (18), mientras otros lo consideran un nuevo índice simple que ha demostrado ser una herramienta valiosa en el seguimiento de estos pacientes y mientras más alto, una mayor obesidad, riesgo de enfermedad coronaria, lesiones de las arterias coronarias más graves y peor pronóstico en comparación con aquellos con niveles más bajos del índice TyG (19). Asimismo, el aumento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad se informa en todo el mundo y se estima que aumentará en un 40% para 2027(20).

Algunos estudios han demostrado que el índice TyG combinado con índices de adiposidad es un eficiente indicador para evaluar el riesgo cardiometabólico. Sin embargo, estos estudios sobre TyG combinado con índices de obesidad y ECV son pocos y se centraron principalmente en poblaciones asiáticas y europeas. El riesgo de sufrir una muerte súbita en los individuos obesos es tres veces mayor que en los no obesos. En Ecuador son la primera causa de muerte, en el 2019 alcanzó el

26,49% del total de defunciones. Según la encuesta de la Organización Mundial de la Salud para enfoque pasos a paso para la vigilancia (STEPS) de 2018, el 25,8% de la población, entre 18 a 69 años, presentan tres o más factores de riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles, entre las de mayor incidencia están presión arterial elevada, obesidad, hiperglicemia y colesterol elevado (21).

Las enfermedades derivadas de la dislipidemia en Ecuador son un motivo frecuente de consulta, siendo uno de los mayores indicadores de mortalidad en grupos vulnerables como adultos mayores, en quienes se ha descrito una prevalencia de dislipidemias mixtas de 13,6% entre hombres de 45-54 años y 19,3% en mujeres de 55-64 años (22). También en adultos jóvenes y medios de la zona sur de Manabí se ha encontrado hasta un 30% de dislipidemias, ubicándose en Jipijapa la mayor frecuencia de hiperlipidemias, seguido de Puerto López y Paján (23). Asimismo, en Ecuador, según los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el 2018 las enfermedades no trasmisibles representaron el 53% del total de las muertes. De estas, el 48,6% correspondió a ECV demostrando que las ECV son la principal causa de mortalidad general y prematura evitable en América y Ecuador.

La prevalencia de factores para el desarrollo de obesidad y sobrepeso es alta en el contexto mundial y en la población ecuatoriana, por lo que se hace imprescindible simplificar el diagnóstico, base fundamental de la presente investigación donde se plantea el uso de un índice TyG para valorar integralmente estos factores de riesgo, específicamente en el sobrepeso y obesidad. Se enfatiza que este estudio representa una iniciativa a nivel local en reportar y valorar estas variables, al tiempo que se aportará al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (24); y al fortalecimiento del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 del Ecuador (25).

El índice triglicéridos-glucosa ha surgido en la literatura científica como un posible marcador útil para evaluar la resistencia a la insulina y el riesgo metabólico asociado al sobrepeso y obesidad. A raíz de esta problemática surge la necesidad de investigar la asociación entre el índice triglicéridos-glucosa con el sobrepeso y obesidad. En el Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día Nueva Loja no se han realizado estudios que exploren la utilidad del índice triglicéridos-glucosa en la población adulta, ésta falta de datos representa un limitación en la práctica clínica local, al privar al personal médico de una herramienta potencialmente útil para identificar a pacientes en riesgo y de esta manera optimizar las estrategias de prevención y tratamiento, razón por la cual la finalidad principal de esta investigación es aportar datos relevantes sobre la asociación

entre el índice triglicéridos-glucosa y el sobrepeso y obesidad en esta población en específico permitiendo mejorar las prácticas de prevención y manejo de pacientes, así como también beneficiaría intervenciones de salud pública en la localidad.

Antecedentes

Alizargar y col. (26) en el artículo de revisión publicado en el año 2020 sobre el uso del índice TyG en pacientes con ECV, describen que el índice TyG se asocia positivamente con una mayor prevalencia de enfermedad arterial coronaria (EAC) sintomática y se ha utilizado en personas sanas como marcador de RI. Su uso como marcador de aterosclerosis en pacientes con ECV podría verse influenciado por la diabetes y el estado hiperlipidémico. Estos factores pueden resaltar el papel de los niveles de glucosa y triglicéridos en sangre en ayunas que se utilizan en la fórmula TyG. Concluyen que es necesario comparar los niveles de glucosa y/o triglicéridos en sangre en ayunas con el índice TyG en estos pacientes, para mostrar cuánto valor puede agregar este índice a la práctica clínica.

Tao y col. (3) en la revisión publicada en el año 2022 sobre índice TyG como marcador en ECV: panorama y limitaciones, plantean que el índice TyG se ha identificado como un biomarcador alternativo confiable de RI. Recientemente, un número considerable de estudios han proporcionado evidencia estadística sólida que sugiere que el índice TyG está asociado con el desarrollo y pronóstico de ECV. Sin embargo, la aplicación del índice TyG como marcador de ECV no ha sido evaluada sistémicamente y existe aún menos información sobre los mecanismos subyacentes asociados con la ECV. Concluyen que el valor de aplicación del índice para una variedad de tipos de ECV y la exploración de las posibles limitaciones de su uso como predictor de eventos cardiovasculares es una necesidad para proporcionar evidencia de respaldo más extensa y precisa. Liu y col. (27) publicaron en el año 2022 el estudio de cohorte prospectivo de 10 años sobre la asociación del índice TyG y factores de riesgo tradicionales con ECV en población no diabética del este de China. El objetivo fue explorar la asociación entre el índice TyG a factores de riesgo y el valor pronóstico del índice para ECV, enfermedad coronaria (CHD) y accidente cerebrovascular. Se incluyeron 6.095 casos sin diagnóstico de diabetes ni ECV. Durante el seguimiento de 10 años, se observaron 5,9% de participantes con ECV, 3,7% con CHD y 2,5% con accidente cerebrovascular. La incidencia de ECV aumentó con los cuartiles del índice TyG. Concluyen que

el índice TyG se asocia con factores de riesgo cardiovascular y puede usarse como un marcador predictivo útil y de bajo costo para el riesgo de ECV en población no diabética.

Liu y col. (28) en la investigación de cohorte prospectiva publicada en el 2022 sobre índice TyG asociado al riesgo de ECV en la población china en general, evaluaron a un total de 96.541 participantes del Estudio Kailuan, divididos en cuatro grupos (Q1, Q2, Q3 y Q4) por cuartiles del índice TyG. Se registraron todos los eventos de ECV ocurridos durante 2006-2017. Durante el seguimiento de 10,33 años, ocurrieron en total 6.421 eventos de ECV, 1.493 IM y 5.083 accidentes cerebrovasculares. El análisis multivariado mostró que el índice de riesgo para eventos de ECV fue de 1,12 (95%, 1,03-1,21) en el segundo trimestre, 1,28 (95%, 1,18-1,38) en el tercer trimestre y 1,34 (95%, 1,23-1,45) en el cuarto trimestre. En conclusión, el índice TyG como marcador de RI fue un factor de riesgo independiente para ECV y puede contribuir en la identificación temprana de personas con alto riesgo de ECV.

En el año 2022 Cui y col. (29) publicaron el estudio de cohorte prospectivo sobre el índice acumulativo de TyG como un riesgo de ECV, planteándose investigar la asociación entre el índice TyG acumulativo y el riesgo de ECV en pacientes de China. Incluyeron 44.064 participantes desde 2006 a 2013 sin accidente cerebrovascular, IM, ni cáncer en cuatro exámenes consecutivos. El índice TyG acumulativo se calculó multiplicando el índice TyG promedio y el tiempo entre los dos exámenes consecutivos. Después de un seguimiento medio de $6,52 \pm 1,14$ años, se produjeron incidentes de ECV, IM e ictus en 2.057, 395 y 1.695, respectivamente. El riesgo de desarrollar ECV aumentó con el cuartil del índice TyG acumulado. Concluyen que el índice TyG acumulativo se asoció con un mayor riesgo de ECV. Mantener un nivel apropiado de TG y glucosa es importante para la prevención de ECV.

Dundar y col. (30) publicaron en el 2023 el estudio sobre prevalencia y características clínicas predictivas de la obesidad metabólicamente sana (MHO) en niños y adolescentes turcos. Se incluyeron 847 participantes obesos, de 3 a 18 años de edad con IMC-SDS $>+2$ DE de obesidad. La información demográfica, antropométrica y del examen físico se recopiló de los expedientes médicos. Para fines del estudio, los pacientes obesos sin factores de riesgo cardiometabólico fueron aceptados como MHO, y aquellos con ≥ 1 factor de riesgo fueron considerados obesos metabólicamente no saludables (MUO). El 34,1% fueron MHO. Ser más joven, prepúber, tener bajo el IMC, relación cintura/cadera, HOMA-IR, triglicéridos, insulina y glucosa en ayunas, ácido úrico y alanina transaminasa baja (ALT) se asociaron con MHO. En conclusión, el fenotipo MHO

predominó en esta cohorte pediátrica obesa y los factores asociados fueron la edad, el índice cintura-cadera e IMC.

En el año 2023, Che y col. (31) publicaron el análisis de datos del biobanco del Reino Unido sobre el índice TyG y proporción TG/HDL-C como posibles factores de riesgo de ECV. Se incluyó un total de 403.335 participantes al inicio del estudio. Durante una mediana de seguimiento de 8,1 años, 19.754 (4,9%) individuos desarrollaron ECV, incluidos 4,1% de casos de enfermedad coronaria y 1,0% de accidente cerebrovascular. Hubo tendencias significativas hacia un riesgo creciente de ECV en los cuartiles del índice TyG y la relación TG/HDL-C. La dislipidemia, DM2 e hipertensión, explicaron el 45,8%, 27,0% y 15,0% de la asociación del índice TyG con ECV, y el 40,0%, 11,8% y 13,3% de la asociación del índice TG/HDL-C con ECV, respectivamente. Se concluye que el índice TyG inicial elevado y la relación TG/HDL-C se asociaron con un mayor riesgo de ECV mediado por la mayor prevalencia de dislipidemia e hipertensión.

Lertsakulbunlue y col. (32) publicaron en el año 2023 el estudio transversal en serie sobre la relación entre el índice de TyG y las aminotransferasas entre el personal del Ejército Real Tailandés (RTA) durante 2017-2021. Seleccionaron una serie de 232.235 miembros del RTA entre 35 y 60 años. El índice TyG reveló una relación dosis-respuesta con las aminotransferasas log-transformadas en ambos sexos y en todos los grupos de edad. En comparación con el primer cuartil TyG ($< 8,37$), los participantes en el cuarto cuartil ($> 9,23$) tuvieron una mayor probabilidad de tener ALT elevada. Se concluye que un índice TyG alto es un nuevo factor de riesgo de aminotransferasas elevadas entre el personal de RTA. Las personas con un índice TyG alto deben someterse a pruebas de detección de aminotransferasas, en particular los hombres de 35 a 44 años.

Song y col. (33) en la investigación documental publicada en el año 2023 sobre el papel del metabolismo de los lípidos en la patogénesis de las enfermedades crónicas en los ancianos, describen que el metabolismo de los lípidos desempeña funciones cruciales en procesos celulares como la síntesis hormonal, la producción de energía y el almacenamiento de grasa. Los adultos mayores corren el riesgo de sufrir una desregulación del metabolismo de los lípidos, que se asocia con disminuciones progresivas en la función fisiológica de varios órganos debido a una disminución en la capacidad de utilizar los lípidos de manera efectiva. Concluyen que el metabolismo alterado de los lípidos durante el envejecimiento produce acumulación excesiva de lípidos, que se manifiesta como hiperlipidemia y grasa visceral acumulada, relacionada con varias enfermedades crónicas, incluidas las ECV y obesidad.

En el año 2024, Fritz y col. (20) publicaron un análisis de mediación en ocho cohortes europeas sobre el IMC, índice TyG y muerte por cáncer (Ca). Incluyeron 259.884 hombres, con 11.760 casos de Ca y 1.784 muertes durante el seguimiento. Se utilizó el índice TyG como indicador de RI. Se analizaron los casos de Ca con seguimiento desde el diagnóstico. El índice TyG basal se asoció positivamente con la muerte por Ca y medió una proporción sustancial del efecto del IMC basal en la muerte. Concluyen que la RI podría ser una vía importante a través de la cual la obesidad acelera la progresión del Ca hasta la muerte.

En el año 2024, Dang y col. (34) publicaron el estudio transversal sobre la asociación entre el índice TyG y su combinación con indicadores de obesidad y ECV: en la encuesta nacional de examen de salud y nutrición 2003-2018. Incluyeron 11.937 adultos de la Encuesta Nacional. En este estudio, excepto por una asociación no significativa entre TyG y la mortalidad por ECV, TyG, TyG-Circunferencia de cintura (CC), TyG-Cintura-altura (CA) y TyG-IMC se asociaron significativa y positivamente con ECV y mortalidad por ECV. TyG-CA fue el predictor más potente de mortalidad por ECV (HR 1,66; IC del 95 %: 1,21-2,29). Se concluye que TyG-CC y TyG-CA se convierten en métricas más efectivas para identificar poblaciones con riesgo temprano de ECV y mejorar la estratificación del riesgo según indicadores de obesidad.

Huo y col. (35) publicaron en el año 2024 el estudio de cohorte prospectivo a nivel nacional sobre efectos interactivos y conjuntos del índice TyG y el IMC sobre el riesgo de accidente cerebrovascular y el papel mediador de TyG en adultos chinos de mediana edad y mayores. Participaron 8.231 adultos sin antecedentes de accidente cerebrovascular al inicio del estudio. Del total 46,3% fueron hombres; la edad media (DE) fue 59,23 (9,32) años. Durante una media de seguimiento de 7,1 años, 7,1% desarrollaron un accidente cerebrovascular. Se encontró que el TyG mediaba la asociación entre el IMC y la incidencia de accidente cerebrovascular. La combinación de IMC y TyG mejoró el rendimiento predictivo. Concluyen que TyG parece estar asociado con el riesgo de accidente cerebrovascular y media en más del 50% de esta asociación en adultos chinos de mediana edad y mayores.

Chen y col. (36) publicaron en el año 2024 el estudio de cohorte prospectivo sobre la asociación del índice TyG y la obesidad central con la hipertensión en adultos chinos de mediana edad y ancianos. El estudio multicéntrico se realizó en 28 provincias, incluido un total de 5.865 participantes elegibles de ≥ 45 años. No hubo correlación significativa entre el índice TyG y la hipertensión de nueva aparición en individuos con circunferencia de cintura normales. La

investigación demostró la relación positiva de TyG con el riesgo de hipertensión y una correlación discreta de TyG con hipertensión entre individuos con cintura normal. En conclusión, los hallazgos del estudio respaldaron los efectos combinados del índice TyG y la circunferencia de la cintura en la predicción de la hipertensión en individuos chinos de mediana edad y ancianos.

En el año 2024, Wang y col. (37) publicaron el estudio sobre índices relacionados con la obesidad y los lípidos como predictor de DM2 en un estudio de cohorte nacional. Los datos provienen del Estudio Longitudinal de Salud y Jubilación de China (CHARLS), que incluyó a 7.902 participantes de mediana edad y ancianos de 45 años o más. El estudio evaluó la asociación de 13 índices relacionados con la obesidad, los lípidos y la DM2. 46,04% y 53,96% eran hombres y mujeres. La prevalencia de DM2 fue de 9,02% en hombres y 9,15% en mujeres. Los 13 indicadores mostraron un poder predictivo modesto, que fue significativo para predecir la DM2 en adultos ($p < 0,05$). Los resultados revelaron que TyG-CA en hombres y mujeres fue el mejor predictor de DM2 ($p < 0,05$). Se concluye que la mayoría de los índices relacionados con la obesidad y los lípidos tienen un valor importante para predecir la DM2.

He y col. (38) desarrollaron el estudio de cohorte a gran escala sobre el índice de TyG como marcador adecuado de RI no basado en insulina para predecir eventos cardiovasculares en pacientes chinos sometidos a intervención arterial coronaria compleja (IACC), publicado en el año 2024, en el cual investigaron y compararon el valor pronóstico de estos marcadores en pacientes sometidos a IACC. Se inscribieron un total de 9.514 pacientes sometidos a IACC. El criterio de valoración principal del estudio fueron los eventos de ECV, definidos como una combinación de muerte CV, infarto de miocardio no mortal y accidente cerebrovascular no mortal. Durante el seguimiento de 3,1 años, ocurrieron 3,5% eventos CV. Concluyen que agregar el índice TyG al modelo original condujo a una mejora significativa en las estadísticas, mientras que no se observaron mejoras al agregar relación TG/HDL-C o SMet-IR.

Kim y col. (39) en la investigación publicada en el 2024 sobre el índice TyG es capaz de identificar personas mayores de Corea con obesidad metabólica y peso normal, plantean que el concepto de peso normal y metabólicamente obeso (MONW) ha surgido para describir a las personas con un IMC normal que tienen un riesgo relativamente alto de enfermedades crónicas. Se incluyeron un total de 4.721 participantes que tenían ≥ 60 años de edad y no tenían bajo peso ni obesidad. MONW se definió utilizando los criterios del SMet. Se diagnosticaron enfermedades crónicas, como DM2, hipertensión y enfermedad del hígado graso no alcohólico (HGNA). La prevalencia de SMet

aumentó desde el tercil más bajo al más alto del índice TyG. Se concluye que los valores de corte del índice TyG calculados en el presente estudio se pueden utilizar para discriminar individuos con MONW de otros individuos mayores sin obesidad y para predecir el riesgo de enfermedades crónicas.

Fundamentos teóricos

Índice triglicéridos -glucosa

El índice triglicéridos-glucosa (TyG) calculado como el cociente (triglicéridos en ayunas (mg/dl) \times glucosa en sangre en ayunas (mg/dl) /2), fue propuesto por Guerrero-Romero y col. (1) en el año 2010, aunque este índice había sido utilizado por Simental-Mendia y col. (2) en el 2008, utilizando el mismo cálculo por primera vez en un gran estudio transversal poblacional de individuos sanos. El índice TyG se ha identificado como un biomarcador alternativo confiable de resistencia a la insulina (RI) en individuos con sobrepeso. En los últimos años se ha informado que el índice triglicéridos-glucosa (TyG) está asociado con diversas enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, en el último metanálisis no se estableció una asociación concluyente entre el índice TyG y la hipertensión. Además, aún no está claro si existe una relación lineal entre estas dos variables. En países como China hubo una asociación independiente entre el índice TyG y el riesgo de desarrollar hipertensión, con una tendencia lineal. Sin embargo, los resultados de la tendencia lineal deben corregirse mediante un mayor número de estudios relacionados (40, 41).

La prevalencia del síndrome metabólico (SMet) está aumentando en todo el mundo en consonancia con la creciente prevalencia de la obesidad. El mecanismo subyacente del SMet es la RI, que puede diagnosticarse midiendo el índice de triglicéridos/glucosa (TyG) (11).

Sobrepeso y obesidad

Los términos sobrepeso y obesidad se refieren a un peso corporal mayor de lo que se considera normal o saludable para cierta estatura. El sobrepeso generalmente se debe a la grasa corporal adicional. Sin embargo, el sobrepeso también puede ocurrir debido a exceso de músculo, hueso o agua. Las personas con obesidad generalmente tienen demasiada grasa corporal. Según la OMS el sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud.

Hay muchos factores de riesgo de sobrepeso y obesidad. Algunos son factores individuales, como el conocimiento, las habilidades y las conductas. Otros se encuentran en el entorno, como la escuela, el lugar de trabajo y el vecindario. Además, las prácticas de la industria alimentaria y el marketing y normas y valores sociales y culturales también pueden influir en el riesgo. Tal vez no pueda modificar todos sus factores de riesgo para sobrepeso y obesidad. Pero conocer su riesgo es importante como ayuda para tomar medidas para alcanzar un peso saludable y disminuir el riesgo de problemas de salud relacionados con la obesidad, como la enfermedad cardíaca (13).

El índice de masa corporal (IMC, por sus siglas en inglés) es una forma de saber si una persona tiene un peso saludable, sobrepeso u obesidad. El IMC es una medida basada en el peso en relación con la estatura. Cuanto mayor sea el IMC, mayor será el riesgo de desarrollar problemas de salud por sobrepeso y obesidad. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2). En el caso de los adultos, la OMS define el sobrepeso cuando el IMC es igual o superior a 25 y obesidad cuando el IMC es igual o superior a 30. El IMC proporciona la medida más útil del sobrepeso y la obesidad en la población, pues es la misma para ambos sexos y para los adultos de todas las edades. Sin embargo, hay que considerarla como un valor aproximado porque puede no corresponderse con el mismo nivel de grosor en diferentes personas (12).

En el caso de los niños, es necesario tener en cuenta la edad al definir el sobrepeso y la obesidad. En el caso de los niños menores de 5 años el sobrepeso es el peso para la estatura con más de dos desviaciones típicas por encima de la mediana establecida en los patrones de crecimiento infantil de la OMS; y la obesidad es el peso para la estatura con más de tres desviaciones típicas por encima de la mediana establecida en los patrones de crecimiento infantil de la OMS (13).

Alcanzar y mantener un peso saludable puede ser un desafío a largo plazo si una persona tiene sobrepeso u obesidad. Mantener un peso saludable, o al menos no aumentar más de peso si ya tiene sobrepeso, puede ayudarle a disminuir la probabilidad de desarrollar ciertos problemas de salud. El sobrepeso o la obesidad están relacionados con alta mortalidad y es un fenómeno global que ocurre en todas las regiones excepto en partes de Asia subsahariana y África y también en países con bajas tasas de obesidad (Sri Lanka, Indonesia, Sudán, Singapur, Djibouti, entre otros).

La obesidad aumenta la probabilidad de padecer diversas enfermedades y afecciones que están relacionadas con una mayor mortalidad. Estos incluyen DM2, ECV, SMet, ERC, hiperlipidemia, hipertensión, enfermedad del hígado graso no alcohólico EHGNA, ciertos tipos de cáncer, apnea obstructiva del sueño, osteoartritis y depresión. El tratamiento de estas afecciones puede suponer

una carga adicional para los sistemas de atención sanitaria: por ejemplo, se estima que los obesos tienen un coste médico un 30% mayor que aquellos con un IMC normal. Dado que los costos totales de atención médica relacionados se duplican cada década, tratar las consecuencias de la obesidad plantea un desafío para los pacientes (42).

Hay varios mecanismos posibles que conducen al sobrepeso y obesidad. En realidad, suele ser que la causa principal es que el exceso de energía almacenada es significativamente mayor que la energía utilizada por el cuerpo. El exceso de energía se almacena en las células grasas, desarrollando así la patología característica de la obesidad, que comienza con el sobrepeso. El agrandamiento patológico de las células grasas alterará las señales de los nutrientes responsables de la obesidad. Sin embargo, las últimas investigaciones demostraron que las fuentes de alimentos y la calidad de los nutrientes son más importantes que sus cantidades en la dieta para controlar el peso y también para la prevención de enfermedades. Cada vez se pueden identificar más etiologías o defectos que conducen a la obesidad en el contexto de la lucha entre la crianza y la naturaleza, la genética y la epigenética, el medio ambiente y el microambiente (43).

Cada vez se comprende más cómo los antojos de comida están regulados positivamente en el cerebro de las personas obesas, cómo las hormonas intestinales, el tejido adiposo o la microbiota intestinal regulan el apetito y la saciedad en el hipotálamo, así como el papel que desempeña la disbiosis intestinal en el desarrollo de la obesidad y cómo la disfunción de la glucosa y el metabolismo de los lípidos causa problemas de salud secundarios. Además, se conoce que los factores genéticos desempeñan un papel fundamental a la hora de determinar la predisposición de un individuo al aumento de peso. Estudios epigenéticos recientes han proporcionado herramientas muy útiles para comprender el aumento mundial de la obesidad. Los estudios han discutido las relaciones entre la genética, la epigenética y el medio ambiente en el sobrepeso y la obesidad y han explorado el papel de los factores epigenéticos en la regulación del metabolismo y el riesgo de obesidad, así como sus complicaciones (44).

En las últimas décadas, la obesidad se ha convertido en un problema de salud pública cada vez mayor en todo el mundo, y las condiciones relacionadas con ella difieren según la región. En China, Rusia y Sudáfrica, la obesidad se asocia con hipertensión, angina, diabetes y artritis, mientras que, en la India, se asocia con hipertensión. También puede conducir a una amplia variedad de otras enfermedades (45).

En general, la obesidad se define como la acumulación excesiva o distribución anormal de grasa corporal (GC), que afecta la salud y se complica por otras enfermedades como la DM, la esteatosis hepática, las ECV, accidente cerebrovascular, dislipidemia, hipertensión, afecciones de la vesícula biliar, osteoartritis, la apnea del sueño y otros problemas respiratorios y ciertos tipos de cáncer (endometrio, mama, ovario, próstata, hígado, vesícula biliar, riñón y colon), todos los cuales pueden conducir a un mayor riesgo de mortalidad. Los casos relacionados con enfermedades de la hipófisis, tiroides y glándulas suprarrenales se consideran una patología independiente, pero pueden indicar obesidad. La obesidad poligénica multifactorial involucra varios genes polimórficos. Este subtipo es causado por factores ambientales como la dieta, la falta de ejercicio físico, los alimentos ultra-procesados, la comida rápida, el microbioma y los contaminantes químicos, que pueden alterar la expresión génica (46).

El término de enfermedades crónicas no transmisibles (ENT) se refiere a un grupo de enfermedades que no son causadas principalmente por una infección aguda, dan como resultado consecuencias para la salud a largo plazo y con frecuencia crean una necesidad de tratamiento y cuidados a largo plazo. Estas condiciones incluyen cánceres, enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus y enfermedades pulmonares crónicas. Muchas enfermedades no transmisibles se pueden prevenir mediante la reducción de los factores de riesgo comunes, tales como el consumo de tabaco, el consumo nocivo de alcohol, la inactividad física y la alimentación poco saludables. Muchas otras condiciones importantes también se consideran enfermedades no transmisibles, incluyendo lesiones y trastornos de salud mental. Con el proceso de envejecimiento acelerado, la morbilidad y mortalidad por ENT y en especial las enfermedades cardiovasculares (ECV) continúan aumentando y la alta incidencia de ECV se está convirtiendo en un importante problema de salud pública. Las ECV son la principal causa de muerte en todo el mundo; la mayoría de las muertes se deben a enfermedades coronarias o accidentes cerebrovasculares causados por la hipertensión; más de las tres cuartas partes de estas muertes ocurren en países de ingresos bajos y medianos (11).

La incidencia de la hipertensión varía significativamente en todo el mundo y muestra diferencias sustanciales. En los últimos 30 años, la prevalencia y la carga absoluta de la hipertensión han aumentado continuamente en los países de ingresos bajos y medianos, incluidos China y la India, los dos países con las poblaciones más grandes del mundo. La incidencia de la presión arterial y la hipertensión ha aumentado o, como mucho, se ha estabilizado (14).

A pesar de los importantes avances en la prevención y el tratamiento de las ECV, las enfermedades cardiovasculares ateroscleróticas (ASCVD), que incluyen principalmente la enfermedad de las arterias coronarias (EAC) y los accidentes cerebrovasculares, siguen siendo una de las principales causas de muerte en todo el mundo. Los factores de riesgo establecidos de ASCVD incluyen la edad, el sexo masculino, antecedentes familiares de ASCVD, sobrepeso y obesidad, hipertensión, hipercolesteremia y diabetes. Sin embargo, estudios más recientes han demostrado que algunos pacientes sin estos factores de riesgo aún pueden desarrollar ASCVD, lo que resalta la importancia de identificar nuevos factores de riesgo para ASCVD en la población general (13).

Mecanismos fisiopatológicos del sobrepeso y obesidad

Estudios previos han sugerido que la resistencia a la insulina (RI), que no sólo prevalece en pacientes con DM tipo 2 sino también en personas con obesidad o SMet, también puede estar implicada en la patogénesis de las ASCVD. Clásicamente, el método "estándar de oro" para la evaluación de la sensibilidad a la insulina es la prueba de pinza hiperinsulinémica-euglicémica. Sin embargo, este método requiere mucho tiempo y es costoso, lo que limita su uso en entornos clínicos. Curiosamente, el índice triglicéridos-glucosa (TyG), un parámetro derivado de los niveles de glucosa y triglicéridos en sangre en ayunas, se ha propuesto como un indicador convincente de la RI (9).

Investigaciones observacionales han demostrado que un índice TyG más alto se asocia con la prevalencia de ASCVD en la población general. Sin embargo, estos estudios consisten en su mayoría en un diseño transversal. Recientemente, se han publicado numerosos estudios de cohortes que evalúan la asociación entre el índice TyG al inicio del estudio y la incidencia posterior de ASCVD en la población general (30). Asimismo, el rápido aumento de la prevalencia de la obesidad en todo el mundo contribuye en gran medida a la creciente prevalencia de varias enfermedades crónicas no transmisibles, como la DM tipo 2, la hipertensión y la enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) y, por lo tanto, contribuye a una enorme carga socioeconómica en todo el mundo (31).

Durante décadas, el índice de masa corporal (IMC) se ha utilizado ampliamente para cuantificar el nivel de obesidad. Sin embargo, las limitaciones de su uso se han vuelto cada vez más evidentes. El IMC es una medida del peso corporal en relación con la altura, pero no puede discriminar la grasa visceral, que predispone a varias enfermedades crónicas y, por lo tanto, una evaluación de la

obesidad basada en el IMC no puede explicar completamente la prevalencia de tales afecciones (16).

La diabetes, la dislipidemia, el sobrepeso o la obesidad se encuentran entre los factores de riesgo más comunes de ECV. Estos factores de riesgo están estrechamente relacionados con la RI, lo que puede explicar la asociación con la hipertensión al menos de las siguientes maneras: sobreestimulación de la excitación simpática, afecta el sistema renina-angiotensina-aldosterona a través de la hiperinsulinemia, efectos significativos sobre la estructura y función endotelial y la disfunción inmune. Y algunos pacientes tienen RI en prediabetes o hipertensión, por lo que la identificación temprana del grupo con RI es necesaria para prevenir el desarrollo de DM e hipertensión (21).

Heterogeneidad de fenotipos de sobrepeso y obesidad

Entre los individuos con sobrepeso y obesidad se presenta una heterogeneidad significativa de fenotipos, la cual está directamente relacionada con la participación de moléculas, genes y células, además de factores ambientales, sociales y económicos. Por ejemplo, la obesidad central (también conocida como obesidad visceral) se evidencia a partir de un cuerpo en forma de manzana o androide, y confiere un mayor riesgo de desarrollar complicaciones metabólicas. Por otro lado, la obesidad periférica, o acumulación periférica de grasa en la región glúteofemoral, da un cuerpo en forma de pera y tiene un fenotipo ginecoide asociado a un riesgo metabólico reducido (47).

Uno de los diagnósticos más comúnmente aceptados para la obesidad en una población caucásica es la evidencia de un IMC igual o $>30 \text{ kg/m}^2$. Sin embargo, los IMC difieren con la etnia. Un estudio sobre absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) indica que un IMC de 28 kg/m^2 en hombres y de 24 kg/m^2 en mujeres se correlaciona mejor con la adiposidad. En general, se reconoce que el IMC indica adiposidad general, y la relación cintura: altura (WHtR) indica adiposidad abdominal²⁸. Las personas con $\geq 0,5$ WHtR se clasifican como de alta adiposidad abdominal, aunque puede variar en diferentes poblaciones. También existe una discrepancia, particularmente en individuos que tienen mayor masa muscular (48).

En cuanto a la obesidad metabólicamente anormal, un número significativo de individuos en este grupo tienen sobrepeso y obesidad central con SMet, DM, enfermedad cardiovascular o cerebrovascular y son propensos a presentar presión arterial alta diastólica o sistólica y aumento de la circunferencia cintura-cadera. Este grupo difiere significativamente del subtipo obeso

metabólico sano en los niveles de glucosa en sangre posprandial, colesterol de lipoproteínas de alta densidad, triglicéridos, insulina y adiponectina. Algunos de estos se miden en el HOMA-IR a pesar de las variaciones.

Ciertos biomarcadores asociados con el síndrome metabólico, como la alanina aminotransferasa, pueden aumentar mucho, pero aún están dentro del rango normal de referencia. Además, la Federación Internacional de Diabetes (FID), la Asociación Estadounidense del Corazón y el Instituto Nacional del Corazón, los Pulmones y la Sangre (AHA/NHLBI) han publicado un documento sobre la armonización del síndrome metabólico. Los criterios de consenso para un diagnóstico clínico del síndrome metabólico se basan en este documento (49).

Índice TyG en la insulinoresistencia y la obesidad

Anteriormente, el estándar de oro para evaluar la sensibilidad a la insulina era la técnica de pinzamiento de insulina-glucosa alta. Sin embargo, esta costosa técnica no es universalmente aplicable a áreas no desarrolladas. Para abordar la cuestión del costo, el índice HOMA-IR se utilizó principalmente en el pasado para evaluar la resistencia a la insulina. Sin embargo, se espera que la reciente aparición del índice TyG sustituya a este índice (1, 2). Se ha demostrado que el índice TyG tiene una alta sensibilidad para identificar la RI y su capacidad para evaluar la resistencia a la insulina y las enfermedades cardiovasculares de manera más completa y conveniente en comparación con el índice HOMA-IR (6).

Además, un número cada vez mayor de estudios ha encontrado que el índice TyG está estrechamente relacionado con las ECV. Sin embargo, las investigaciones anteriores sobre la asociación entre el índice TyG y el riesgo de hipertensión no proporcionaron una relación causal precisa y el número de estudios incluidos fue relativamente pequeño. Además, el análisis de subgrupos no recibió una explicación adecuada y faltaron investigaciones sobre dosis-respuesta. De hecho, en los últimos dos años se han realizado muchos estudios centrados en la asociación entre el índice TyG y la hipertensión en China. Esto tiene importancia práctica para realizar la investigación en la región china porque los cambios en la hipertensión entre las poblaciones de diferentes regiones del mundo varían considerablemente y los estudios fuera de China están relativamente dispersos. Por lo tanto, nuevamente realizamos un metanálisis y realizamos un estudio de relación dosis-respuesta para proporcionar una respuesta regional (7).

La multimorbilidad cardiometabólica está emergiendo como un desafío sanitario global y una preocupación acuciante de salud pública en todo el mundo. Estudios anteriores se han centrado principalmente en identificar factores de riesgo para enfermedades cardiometabólicas individuales, pero no se han identificado predictores confiables de multimorbilidad cardiometabólica.

Una gran cantidad de evidencia muestra que los trastornos metabólicos de lípidos y glucosa desempeñan papeles cruciales en el inicio, la progresión y la patogénesis de la enfermedad cardiometabólica, y la RI sustenta estas relaciones. La pinza hiperinsulinémica-euglucémica se considera el método de referencia para evaluar la IR, pero es difícil de realizar en la práctica clínica debido al gasto asociado y la complejidad del procedimiento. Afortunadamente, se han establecido varias medidas alternativas de IR más convenientes y válidas, incluido el índice TyG, que es un método muy preciso para diagnosticar IR (sensibilidad: 96,5%; especificidad: 85,0%) (50).

Por otro lado, las dislipidemias son alteraciones en el metabolismo de las lipoproteínas que cursan con concentraciones de lípidos alteradas, tanto por exceso (hiperlipidemia), como por defecto (hipolipidemia). Las lipoproteínas son moléculas que desempeñan un papel fundamental en el transporte de lípidos (triglicéridos, fosfolípidos, colesterol y vitaminas liposolubles) y se pueden diferenciar los siguientes tipos: VLDL (Lipoproteínas de muy baja densidad), IDL (Lipoproteínas de densidad intermedia), HDL (Lipoproteínas de alta densidad), LDL (Lipoproteínas de baja densidad) y Lp(a) (Lipoproteína a). El estudio de estas anomalías es importante, ya que existe una asociación significativa entre las alteraciones de las lipoproteínas plasmáticas y el desarrollo del proceso aterosclerótico. Por tanto, su diagnóstico a partir de un análisis de rutina de laboratorio es de importancia debido a que su relación con la ECV es causal y presentan una gran morbimortalidad (43).

Entre la distribución por tipo de dislipidemia y por nivel de riesgo de Framingham, la dislipidemia mixta es la forma de presentación más frecuente, seguido de hipercolesterolemia y el riesgo alto el más común, mientras que solo un muy bajo porcentaje de pacientes tenían riesgo bajo. El hipercolesterolemia es definido como las cifras de colesterol total en sangre mayores de 200 mg/dl. En presencia de niveles superiores, el nivel de las grasas se acumula en el interior de las arterias impidiendo el correcto flujo de sangre, pudiendo ocasionar enfermedades cardiacas graves, al igual que accidentes cerebro vasculares.

La hipertrigliceridemia es el incremento de triglicéridos plasmáticos por encima de 175 mg/dL. Entre las causas con mayor frecuencia son el sobrepeso, la obesidad, el exceso de alcohol, entre

otras. La dislipemia mixta constituye una alteración lipídica y lipoproteica relacionada a un riesgo cardiovascular superior y caracterizada por la presencia combinada de hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia, con elevaciones de colesterol (50).

Según la clasificación etiológica se pueden diferenciar dislipidemias primarias y secundarias, siendo las primeras de un origen en el que predominan las causas genéticas, y las segundas de un origen en el que predominan los factores ambientales u otros trastornos o enfermedades, se constituyen en la elevación del colesterol plasmático, los triglicéridos (TG) o ambos, o un nivel bajo de colesterol de lipoproteínas de alta densidad, esto contribuye al desarrollo de la aterosclerosis; de ahí que las causas pueden ser primarias o secundarias. Según los especialistas, probablemente existe una relación lineal entre los niveles de lípidos y el riesgo cardiovascular (51). Las alteraciones de las lipoproteínas pueden estar ocasionadas por múltiples causas. Existen dislipoproteinemias en asociación con enfermedades orgánicas o metabólicas como la DM, las dietas inadecuadas y la obesidad. En el caso de las personas que presentan obesidad central, exhiben un aumento del flujo de ácidos grasos al hígado procedente de la grasa visceral que es resistente a la insulina, lo que trae como consecuencia un aumento de la síntesis hepática de triglicéridos. Los niveles altos de HDL causados por algunos trastornos genéticos pueden no proteger contra los trastornos cardiovasculares y los niveles bajos de HDL causados por algunos trastornos genéticos pueden no aumentar el riesgo de trastornos cardiovasculares, aunque los niveles de HDL predicen el riesgo cardiovascular en la población general, el aumento del riesgo puede ser causado por otros factores, como las anomalías metabólicas y de lípidos que acompañan, como la hipertrigliceridemia, en lugar del nivel de las HDL propiamente (23).

Las dislipidemias en sí misma generalmente no causa síntomas, pero puede provocar enfermedad vascular sintomática, incluida la enfermedad de las arterias coronarias, el accidente cerebrovascular y la enfermedad arterial periférica. La dislipidemia y la inflamación vascular son los procesos iniciales del desarrollo de la enfermedad arterial más frecuente y letal, la aterosclerosis. Existen evidencias abrumadoras que señalan la relación causal entre las dislipidemias y el riesgo de enfermedad coronaria aterosclerótica y enfermedad isquémica del corazón (22).

Las dislipidemias actualmente pueden clasificarse según el fenotipo lipídico o la etiología, sin embargo, la clasificación etiológica es la de mayor utilidad dado que, la primera resulta de utilidad para diferenciar las hiperlipemias, pero presenta limitaciones por la incapacidad para diferenciar el origen y el mecanismo responsable de la alteración lipídica (52).

Por esta razón, su empleo en la práctica clínica es limitado. Existen cinco fenotipos: El fenotipo I es una hipertrigliceridemia por un aumento de los quilomicrones plasmáticos, el fenotipo IIa corresponde a una hipercolesterolemia por un aumento de LDL, mientras que el IIb es una hipercolesterolemia por un aumento de VLDL y LDL, con elevación moderada de triglicéridos de origen endógeno, el fenotipo III es una dislipidemia caracterizada estar compuesta por remanentes de quilomicrones y VLDL, VLDL ricas en colesterol e IDL, las cuales se unen y forman la β -VLDL. En cambio, los fenotipos IV y V corresponden a hipertrigliceridemia, siendo la de tipo IV de origen endógeno a expensas de VLDL, y la de tipo V de origen mixto con un aumento tanto de TG exógenos (quilomicrones) como endógenos (VLDL) (53).

Tarabeih y col. (54) en el estudio poblacional publicado en el año 2024 sobre relaciones entre los biomarcadores circulantes y los parámetros de composición corporal en pacientes con SMet: un estudio comunitario, sostienen que el SMet es una enfermedad compleja que involucra múltiples anomalías fisiológicas, bioquímicas y metabólicas. se buscaron biomarcadores entre los factores circulantes relacionados con la obesidad y la inflamación y los parámetros de composición corporal en 1.079 individuos (con un rango de edad entre 18 y 80 años) pertenecientes a una población étnicamente homogénea. Los niveles plasmáticos de marcadores solubles se midieron mediante ELISA.

Los parámetros de composición corporal se evaluaron mediante análisis de bioimpedancia (BIA). El análisis estadístico, incluida la regresión de efectos mixtos, con el SMet como variable dependiente, reveló que las variables independientes más significativas fueron principalmente fenotipos relacionados con el tejido adiposo, incluida la masa grasa/peso 2,77 (2,01-3,81); relación leptina/adiponectina (relación L/A), 1,50 (1,23-1,83); niveles del factor de crecimiento y diferenciación 15 (GDF-15), 1,32 (1,08-1,62); marcadores inflamatorios, específicamente la proporción de monocitos a colesterol de lipoproteínas de alta densidad (MHR), 2,53 (2,00-3,15). El modelado de redes bayesianas aditivas sugiere que la edad, el sexo y la masa magra están directamente asociados con el SMet y probablemente afecten su manifestación. Se concluye que estos nuevos hallazgos sugieren la existencia de relaciones complejas, relacionadas con la edad y posiblemente jerárquicas entre el SMet y los factores asociados con la obesidad.

Metodología

Diseño y tipo del estudio

Se realizó un estudio con diseño observacional de tipo analítico, descriptivo, transversal y retrospectivo. En el cual se recolectó los datos en las historias clínicas de los pacientes mayores de 18 años que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión, atendidos en el Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día Nueva Loja en el periodo enero a diciembre del 2023. Es un estudio descriptivo porque mediante la observación y la recolección de información se narra en su contexto natural. Es transversal porque se recopiló datos de los registros médicos en un momento o periodo de tiempo determinado y a la vez corresponde a una sola medición. Es retrospectivo porque los datos se obtuvieron de archivos o historias clínicas, es decir mediciones en hechos o datos pasados, finalmente se analizó la asociación entre las variables y de esta manera comprobar la hipótesis surgida en el estudio.

Población y muestra

La población de estudio estuvo compuesta por 6000 adultos que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión, atendidos en el Laboratorio del Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día Nueva Loja del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS- Central Loja) de la Ciudad de Nueva Loja, Cantón Lago Agrio en la provincia de Sucumbíos, Ecuador durante el periodo 2023. Se realizó el cálculo de la muestra aplicando la fórmula para poblaciones finitas, en la cual se estableció que el número de muestras mínimo son 362 individuos para asegurar la representatividad de la muestra (55). El cálculo se dio empleando una precisión deseada del 5% y un nivel de confianza del 95%. Donde:

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{(e^2 \cdot (N-1)) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 1 - 0.5 \cdot 6000}{(5.0^2 \cdot (6000 - 1)) + 1.96^2 \cdot 0.50 \cdot 1}$$

$$n = 362$$

n= Numero de la muestra
 N= Tamaño del universo
 k= Nivel de confianza
 e= Error de muestra deseado
 p= 0.5
 q= 1.0

Se aplicaron los siguientes criterios de selección:

Criterios de inclusión

- Se seleccionaron sin discriminación de sexo, etnia o procedencia, adultos mayores de 18 años, con registros de IMC correspondientes a sobrepeso/obesidad que tengan registros completos de las pruebas de concentración de perfil lipídico (Colesterol, Triglicéridos, C-HDL y C- LDL) y glucemia en su suero.
- Pacientes atendidos en el Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio hospital del Día Nueva Loja en el periodo enero a diciembre de 2023.
- Para efecto de las asociaciones estadísticas de variables se incluyó un grupo de adultos sin sobrepeso/obesidad que tengan registrados los parámetros del estudio.

Criterios de exclusión

- Se excluyeron pacientes cuyos registros no estuviesen completos.
- Pacientes con diabetes mellitus, embarazadas, aquellos que hayan declarado haber recibido tratamiento hipolipemiante previo a la toma de muestra o con trastornos que condicionan alteración del metabolismo lipídico como hipotiroidismo, hepatitis, o esteatosis hepática alcohólica declarada, inmunosuprimidos o bajo tratamiento con fármacos inmunosupresores u oncológicos.
- Pacientes fuera del rango de edad del estudio

Consideraciones éticas

En el proyecto se aseguró el cumplimiento de las normativas éticas nacionales e internacionales, así como lo establecido en la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (56). Este se sometió a la consideración para su aprobación ante el Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos (CEISH) dándose constancia de ello en el acta de aprobación codificada bajo el N° 1724089100, de fecha 16 de noviembre de 2024; dando cumplimiento a lo establecido en las normativas éticas nacionales e internacionales (57). Asimismo, antes del inicio de la ejecución se socializó la importancia junto a la problematización y justificación del proyecto, dando a conocer los objetivos establecidos ante las instituciones participantes.

Instrumento de recolección de datos

Una vez identificados los casos que cumplen con los criterios de selección se procedió a la recolección de datos, en una matriz Excel que será codificada con una numeración arábica seguida del año de recolección de la muestra y la primera letra del nombre y apellido del titular de la muestra (1-2023-SU), a fin de asegurar el uso de datos anónimos o sin información personal o que permita la identificación del paciente. En dicha base de dato se incluyeron, además, de los resultados obtenidos de los parámetros necesarios para el estudio (antropométricos como la altura y el peso y concentraciones séricas de triglicéridos y glucosa), datos demográficos como la edad y sexo.

Evaluación clínica y determinaciones bioquímicas de perfil lipídico y glucosa

Cada paciente incluido en el estudio fue previamente examinado en consulta médica por personal clínico autorizado de la institución, por lo que los registros del IMC son provenientes de su consulta y para los parámetros de laboratorio en estudio cada paciente fue sometido a la recolección de muestras de sangre venosa en ayuno, utilizando el sistema de recolección al vacío en tubos sin anticoagulantes, previa antisepsia de la zona a puncionar por personal calificado, especialista y autorizado para ello, una vez centrifugada la muestra, se separa el suero para la detección de los analitos triglicéridos (mg/dl), glucosa (mg/dl), de manera automatizada y utilizando reactivos estandarizados para el autoanizador de alto rendimiento CS-600B (Dirui®, China). Se utilizaron los siguientes rangos de valores referenciales para cada determinación:

Triglicéridos: Hasta 150 mg/dl

Glucosa: 70-110 mg/dl

Todas las muestras fueron procesadas en el Laboratorio el Laboratorio del Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día Nueva Loja y una vez obtenidos los resultados, las muestras son eliminadas como desechos infecciosos y cortopunzantes de acuerdo a la normativa vigente desde el 2019 en el Ecuador (58).

Cálculo de la prevalencia

Los estudios de prevalencia son un exponente un diseño de corte transversal. Entendiendo como prevalencia la proporción de sujetos de una población determinada, en un momento determinado, que presentan una enfermedad, en este caso sobrepeso en adultos. Se aplicó la siguiente fórmula:

Prevalencia: Número de casos presentes de la enfermedad/Total de la población estudiada durante el periodo de tiempo del estudio x 100. Se reportó en valores porcentuales y relativos de acuerdo a edad y sexo.

Cálculo del índice triglicéridos-glucosa

El índice triglicéridos-glucosa (TyG) fue calculado como el cociente (triglicéridos en ayunas (mg/dl) × glucosa en sangre en ayunas (mg/dl) /2) (2).

Análisis estadístico

En el análisis de los resultados mediante estadística descriptiva, los datos fueron expresados en valores de frecuencias relativas y absolutas, tabulados y analizados mediante el uso apropiado del programa estadístico Graph Pad Prism 8.0®. El análisis de la tabla 1 se realizó con ANOVA de una vía con el test de comparaciones múltiples de Bonferroni, para el análisis de la tabla 2 se aplicó la prueba de Chi cuadrado con postest de Fisher y tabla 3 utilizando el Análisis de Varianza de una cola (ANOVA). El nivel de significancia considerado fue de $p < 0,05$.

Resultados

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico, se calcularon los índices triglicéridos-glucosa (TyG), expresados en promedios y desviación estándar ($\bar{x} \pm DE$), según el sexo de la población adulta analizada. El índice TyG para la población femenina fue de $4,75 \pm 0,36$ mientras que en los adultos de sexo masculino fue de $4,85 \pm 0,41$, resultando significativamente más alto ($p < 0,046$). No se observaron diferencias en los valores promedios del índice TyG por edad en los adultos estudiados (Tabla 1).

Tabla 1: Valores promedios del índice triglicéridos/glucosa en la población adulta.

Índice triglicéridos-glucosa			
Edad	18-39 años	40-59 años	Total
Sexo	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$
Femenino	$4,30 \pm 0,31$	$4,41 \pm 0,21$	$4,75 \pm 0,37$
Masculino	$4,47 \pm 0,25$	$4,50 \pm 0,27$	$4,85 \pm 0,41^*$

** $p < 0,046$ al comparar con el grupo de sexo femenino*

Para establecer la prevalencia de sobrepeso y obesidad en el año 2023 en el grupo de pacientes seleccionados y dar cumplimiento al segundo objetivo, se seleccionaron 362 registros de pacientes atendidos en el Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día Nueva Loja, distribuidos homogéneamente (50,0%), en 181 hombres y 181 mujeres en un rango de edad de 18 años y 59 años. Se encontró que el sobrepeso (66,9%) tuvo una prevalencia significativamente mayor ($p<0,001$) que la obesidad (33,1%). Al determinar la prevalencia de sobrepeso y obesidad, según edad y sexo de los pacientes, se determinó que la edad con mayor frecuencia de sobrepeso y obesidad fue el grupo de 40-59 años, observándose diferencias estadísticas ($p<0,05$) en la población de pacientes con obesidad y sobrepeso con respecto al grupo de 18-39 años; según el sexo de los pacientes en estudio fue significativamente mayor ($p<0,001$) en los hombres con obesidad (69,8%) y en las mujeres con sobrepeso (60,5%) con respecto al resto de los grupos respectivos. (Tabla 2).

Tabla 2: Prevalencia de sobrepeso y obesidad según la edad y el sexo de los pacientes atendidos en el Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital Día Nueva Loja en el año 2023.

Edad (años)	Sexo								Total	
	Femenino				Masculino					
	18-39		40-59		18-39		40-59		n	%
n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Sobrepeso IMC: 25-29,9	58	39,5	89**	60,5	47	49,5	48	50,5	242*	66,9
Obesidad IMC: ≥ 30	10	29,4	24	70,6	26	30,2	60**	69,8	120	33,1
Total	68	37,6	113	62,4	73	40,3	108	59,7	362	100

* $p<0,001$ con respecto al grupo con obesidad. ** $p<0,05$ al comparar con el grupo de 18-39 años.

Al determinar la asociación estadística entre la presencia de sobrepeso y obesidad medida por el IMC y el índice triglicéridos-glucosa en los adultos seleccionados en el periodo del estudio, se encontró una asociación estadística significativa de los índices TyG, tanto para la presencia de sobrepeso ($p=0,003$) como de obesidad (0,007) al ser comparado con el índice TyG de los individuos normopeso. Se observó una correlación positiva entre el índice de masa corporal y el índice TyG, a medida que el índice de masa corporal aumenta (normopeso, sobrepeso y obesidad), también se eleva el índice TyG. (Tabla 3).

Tabla 3: Asociación entre el índice triglicéridos-glucosa y el índice de masa muscular de los adultos seleccionados con normopeso, sobrepeso y obesidad.

Índice de masa muscular	Índice triglicéridos /glucosa	p
Normopeso 23,3±1,26	4,52 ±0,33	0,678
Sobrepeso 27,5±1,34	4,75±0,38*	0,003
Obesidad 33,62±3,599	4,99±0,40*	0,007

Discusión

Los resultados obtenidos del índice triglicéridos-glucosa (TyG) en adultos atendidos en el Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día Nueva Loja en el año 2023 permiten discutir aspectos claves relacionados al primer objetivo. El índice TyG para la población femenina fue de $4,75 \pm 0,36$ mientras que en los adultos de sexo masculino fue de $4,85 \pm 0,41$, resultando significativamente más alto ($p < 0,046$). Se observó que el valor promedio para el índice TyG en el total de adultos estudiados fue de $4,81 \pm 0,39$.

En un estudio descriptivo, transversal publicado en 2020 por Yanes y col. En el cual incluyeron 232 pacientes adultos cubanos obtuvieron un índice TyG de 8,1 concluyendo que este índice resultó ser útil como marcador de resistencia a la insulina en individuos adultos, (71). Por otro lado, Mohd Nor y col. Determinaron un punto de corte para el índice TyG de 8,5 para la resistencia a la insulina en adultos de la ciudad de México, mientras que en una investigación realizada por Angoorani y col. La media para el índice se observó en 8,33 para síndrome metabólico (67).

De León y col. en 2022 en un estudio descriptivo, retrospectivo realizado en Lima-Perú evaluaron 50 historias clínicas de pacientes con Hipertensión, el valor promedio del índice TyG fue de 4,82, concluyendo que la significancia de este índice ha sido relacionada con la resistencia a la insulina, rigidez arterial, así como también en el riesgo cardiovascular (72).

Por otro lado, en el año 2022 Paredes y col. realizaron un estudio observacional, descriptivo de corte transversal, retrospectivo en pacientes de consulta externa del IESS Riobamba, el objetivo principal de esta investigación fue determinar la correlación entre el índice triglicéridos-glucosa con el estado nutricional siendo los principales el sobrepeso y obesidad, incluyeron 140 historias clínicas donde el estado nutricional se distribuyó 4,3% bajo, 39,3 % normal y 56,4 obeso, el punto

de corte del índice TyG para este grupo con obesidad fue de 5,3 . Encontraron una correlación significativa positiva entre el índice TyG e índice de masa corporal, comprobando que los pacientes con obesidad tuvieron valores más altos de este índice. (68).

Las diferencias mencionadas en los estudios podrían deberse a las características específicas de las poblaciones analizadas, incluyendo factores como perfiles socioeconómicos, las medidas antropométricas, los hábitos alimentarios, así como los cambios fisiológicos y metabólicos. Estos elementos tienen un impacto significativo reflejado en el peso corporal, alteraciones en los niveles de lípidos y aumento de la resistencia a la insulina. El índice de triglicéridos-glucosa (TyG) se ha propuesto como un marcador confiable y sencillo para evaluar la resistencia a la insulina especialmente en poblaciones con obesidad y sobrepeso. Este índice se considera un factor fundamental para diversas enfermedades metabólicas, cardiovasculares y cerebrovasculares, causas principales de muerte y de pérdida de años de vida saludable en los seres humanos (2, 59). El análisis realizado sobre la prevalencia de sobrepeso y obesidad con respecto al segundo objetivo, en este estudio fue para el sobrepeso 66,9% y para la obesidad de 33,1% en el grupo de pacientes de Nueva Loja para el año 2023, ambas consideradas altas, lo que sugiere que el sobrepeso es una condición predominante en esta población, posiblemente reflejando una etapa intermedia en el progreso hacia la obesidad y destaca la necesidad de intervención temprana. La mayor prevalencia de sobrepeso se observó en mujeres alcanzando el 60,5 % en el grupo de 40 - 59 años con diferencias significativas ($p < 0,005$) respecto al grupo de 18- 39 años, esto puede explicarse por factores relacionados con el envejecimiento, así como la disminución de metabolismo basal, cambios hormonales y estilo de vida menos activos. La obesidad fue más frecuente en hombres con el 69,8% en el grupo de 40 -59 años lo que indica que este grupo de edad enfrenta un mayor riesgo metabólico asociado al exceso de peso.

Al comparar la prevalencia de sobrepeso y obesidad con la descrita por Nasaif y col. (60) en un grupo de enfermeras en Bahrein-Irlanda que encontraron una prevalencia de sobrepeso y obesidad del 43,2% y 21,4%, respectivamente. Shafiee y col. (61) en un estudio de revisión sistemática y metanálisis realizado con el objetivo evaluar de manera integral la prevalencia de la obesidad y el sobrepeso entre estudiantes de medicina en el mundo, describen una prevalencia general de sobrepeso de 18% y obesidad de 9%, alcanzando cifras de prevalencia combinada de exceso de peso (sobrepeso y obesidad) de 24%. Estos estudios junto al presente demuestran que la obesidad

es un problema de salud mundial y comprender su prevalencia es fundamental para diseñar intervenciones específicas.

Al examinar la prevalencia de sobrepeso/obesidad en adolescentes de la provincia de Vojvodina, en Serbia, ésta fue de 19,6% y 10,1%, respectivamente, con mayor frecuencia en la población masculina (62), hallazgo que confirma lo descrito en esta investigación donde la obesidad fue más prevalente en hombres, mientras que en las mujeres prevaleció el sobrepeso. De manera similar, un estudio realizado en Colombia por Forero y col. (63) evidenció que los hombres presentaron más sobrepeso (37,6%) que las mujeres, mientras que la obesidad fue más frecuente en las mujeres (22,1%). En Brasil un estudio reciente llevado a cabo en 2499 individuos, el 30% tenía peso eutrófico, el 40% sobrepeso y el 30% era obeso (64).

En Ecuador Tello y col. (65) en el estudio con datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Ecuador 2018, entre 10.807 escolares ecuatorianos de 5 a 11 años, la prevalencia de sobrepeso/obesidad fue de 36,0%. Los varones mostraron probabilidades 1,26 veces mayores que las mujeres y cada año adicional de edad aumentó las probabilidades en 1,10 veces. Estos datos confirman que la población con sobrepeso u obesidad ha aumentado de 921 millones en 1980 a 2.100 millones en 2018 en todo el mundo (66).

La obesidad ha alcanzado niveles epidémicos en todo el mundo en las últimas décadas y se ha convertido en una enorme carga para la salud mundial debido a su contribución directa al desarrollo de algunas de las enfermedades crónicas más prevalentes, como la diabetes, hipertensión, hiperlipidemia y otras ECV. Comprender la naturaleza compleja de la enfermedad es crucial para determinar el mejor enfoque para combatir sus crecientes cifras.

En el análisis de la asociación entre el índice triglicéridos-glucosa y la presencia de sobrepeso y obesidad (medida a través del índice de masa corporal, IMC) en los adultos revela una relación estadísticamente significativa, lo que respalda la utilidad del índice TyG como un marcador metabólico relacionado con el estado nutricional y el riesgo de complicaciones metabólicas. Se evidenció una asociación significativa entre el IMC y índice TyG, tanto en individuos con sobrepeso ($p=0,003$) como con obesidad ($p=0,007$) comparados con personas normopeso. La correlación positiva observada entre el IMC y el índice TyG demuestra que a medida que se incrementa el peso corporal (de normopeso a sobrepeso y obesidad), también aumenta el valor del índice TyG, este incremento sugiere que el sobrepeso y obesidad están asociados con un deterioro progresivo de los parámetros metabólicos relacionados con la resistencia a la insulina (69).

En el presente estudio se comprobó que el índice TyG es mayor en pacientes con sobrepeso y obesidad, dato que concuerda con estudios realizados en diferentes regiones a nivel mundial, así como Ferreira S y col. En el 2021 reportaron que una población adulta de zona rural en Brasil, la media del índice TyG aumenta conforme incrementa la agregación de factores de riesgo de síndrome metabólico, además reportan que el índice TyG débilmente tuvo correlación con la presión arterial sistólica, diastólica y el colesterol HDL (70).

A este respecto, Alizargar y col. (26) describen que el índice TyG se asocia positivamente con una mayor prevalencia de enfermedad arterial coronaria (EAC) sintomática y se ha utilizado en personas sanas como marcador de RI, haciendo necesario comparar los niveles de glucosa y/o triglicéridos en sangre en ayunas con el índice TyG en estos pacientes, para mostrar cuánto valor puede agregar este índice a la práctica clínica. Asimismo, Tao y col. (3) plantean que el índice TyG se ha identificado como un biomarcador alternativo confiable de RI. Recientemente, un número considerable de estudios han proporcionado evidencia estadística sólida que sugiere que el índice TyG está asociado con el desarrollo y pronóstico de ECV. Sin embargo, la aplicación del índice TyG como marcador de ECV no ha sido evaluada sistémicamente y existe aún menos información sobre los mecanismos subyacentes asociados con la ECV.

Es por ello que en el contexto de la presente investigación donde se demuestra una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad pone en relieve el riesgo cardiometabólico de esta población y la necesidad de valorarlo con parámetros de fácil acceso, rutinarios y de relativo bajo costo, como representa el índice TyG, que ha sido supra valorado en modelos de RI, en sobrepeso y obesidad, por lo que la presente investigación es una clara evidencia de resultados inéditos en la localidad y en el uso de TyG asociado a sobrepeso y obesidad en una población ecuatoriana.

Una investigación reciente sobre la asociación entre el índice TyG y su combinación con indicadores de obesidad y ECV en 11.937 adultos evidenció la asociación significativa del índice TyG a todos los indicadores de obesidad, observándose que este índice potencia su valor predictivo al complementarse con indicadores de obesidad y se convierten en métricas más efectivas para identificar poblaciones con riesgo temprano de ECV y mejoran la estratificación del riesgo según indicadores de obesidad. Estos datos dan soporte a lo encontrado en esta investigación donde se demuestra una clara asociación de los promedios de IMC y el índice TyG en la población analizada. Huo y col. (35) también corroboran estos hallazgos al describir efectos interactivos y conjuntos del

índice TyG y el IMC sobre el riesgo de accidente cerebrovascular en adultos chinos y el papel mediador de TyG. La combinación de IMC y TyG mejoró el rendimiento predictivo.

Kim y col. (39) en la investigación sobre el índice TyG es capaz de identificar personas mayores con obesidad metabólica y peso normal, plantean que el concepto de peso normal y metabólicamente obeso (MONW) ha surgido para describir a las personas con un IMC normal que tienen un riesgo relativamente alto de enfermedades crónicas. La prevalencia de SMet aumentó desde el tercil más bajo al más alto del índice TyG. Estos autores concluyen que los valores de corte del índice TyG calculados en el presente estudio se pueden utilizar para discriminar individuos con MONW de otros individuos mayores sin obesidad y para predecir el riesgo de enfermedades crónicas. Este es un aspecto importante a tomar en cuenta en investigaciones futuras, dado que podría ser una variable interviniente que modifique la valoración del índice TyG como marcador pronóstico del riesgo cardiovascular.

Liu y col. (27) sustentan la asociación del índice TyG y factores de riesgo tradicionales con ECV en poblaciones no diabéticas y sugieren su uso como un marcador predictivo útil y de bajo costo para el riesgo de ECV en esta población. De forma similar Cui y col. (29) en el estudio de cohorte prospectivo sobre el índice acumulativo de TyG como un riesgo de ECV, después de un seguimiento medio de $6,52 \pm 1,14$ años demostraron que el riesgo de desarrollar ECV aumentó con el aumento del índice TyG acumulado, por lo que recomiendan mantener un nivel apropiado de TG y glucosa para la prevención de ECV.

Otro estudio que apoya el uso de TyG para medir el riesgo cardiometabólico es el desarrollado por Che y col. (31) donde además del índice TyG, aplicaron la proporción TG/HDL-C como posibles factores de riesgo de ECV. Es importante destacar que al ser un estudio retrospectivo se puede considerar una limitación el hecho de no tener un seguimiento en la población bajo estudio que permita visualizar posibles cambios en el índice TyG, y diseñar estrategias de intervención fácilmente medibles, por lo que se recomienda incluir en futuras investigaciones prospectivas un diseño descriptivo longitudinal que permita hacer múltiples mediaciones en un mismo paciente, en especial si se aplican tratamientos anti obesidad o se promueven cambios a estilos de vida saludables en estas poblaciones.

En conjunto los hallazgos de esta investigación confirman lo que otros estudios han demostrado con el índice TyG combinado con índices de adiposidad es un eficiente indicador para evaluar el riesgo cardiometabólico en pacientes con sobrepeso y obesidad. El riesgo de sufrir una muerte

súbita en los individuos obesos es tres veces mayor que en los no obesos, y es el doble para el desarrollo de ECV. En Ecuador las ECV son la primera causa de muerte, en el 2019 alcanzó el 26,49% del total de defunciones. Según la encuesta STEPS de 2018, el 25,8% de la población, entre 18 a 69 años, presentan tres o más factores de riesgo para enfermedades crónicas no transmisibles, entre las de mayor incidencia están presión arterial elevada, hiperglicemia, glucosa alterada y colesterol elevado (21). Estos datos ponen en evidencia aún más, la relevancia de los resultados encontrados en la presente investigación y llaman a la reflexión para el diseño de estrategias de intervención urgentes en esta población.

Conclusiones

El cálculo del índice triglicéridos/glucosa es especialmente útil en el contexto de la prevención y manejo de riesgo metabólico, es un indicador integrado que relaciona la dislipidemia y alteraciones glucémicas proporcionando una visión integral del riesgo metabólico y cardiovascular en adultos. En este hallazgo resalta la necesidad de considerar las diferencias de sexo en la evaluación, sugiriendo un posible mayor riesgo en hombres.

La prevalencia para el sobrepeso fue significativamente mayor que la obesidad en los pacientes atendidos en el Centro Clínico Quirúrgico Ambulatorio Hospital del Día Nueva Loja del año 2023, en su mayoría de 40 a 59 años, lo que evidencia la necesidad urgente de estrategias de intervención anti obesidad en esa población.

Se encontró asociación entre la presencia de sobrepeso y obesidad y el índice TyG en los adultos seleccionados, en comparación con individuos normopeso, estos hallazgos respaldan el uso del índice TyG como un marcador pronóstico útil, facilitando la detección temprana de alteraciones metabólicas asociadas al exceso de peso y orientando intervenciones preventivas y terapéuticas más efectivas.

Recomendaciones

Incorporar la medición rutinaria del índice triglicéridos-glucosa como una herramienta de evaluación en la práctica clínica para identificar alteraciones metabólicas asociadas al sobrepeso y obesidad, además se sugiere la implementación de programas de monitoreo y control a esta población con el fin de prevenir complicaciones cardiometabólicas relacionadas.

Desarrollar estrategias integrales de prevención y manejo de sobrepeso y obesidad en especial en la población de 40 a 59 años en esta localidad, las cuales deben incluir programas educativos sobre hábitos alimenticios saludables, promoción de la actividad física, monitoreo médico regular y campañas comunitarias de sensibilización.

Realizar análisis estadísticos periódicos que evalúen la asociación entre el sobrepeso, obesidad y el índice TyG en la población adulta, con la finalidad de fortalecer la comprensión de su relación con el riesgo cardiometabólico, además mitigar las alteraciones metabólicas detectadas en la población estudiada.

Referencias

1. Guerrero-Romero F, Simental-Mendía LE, González-Ortiz M, Martínez-Abundis E, Ramos-Zavala MG, Hernández-González SO, et al. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010;95(7):3347-51. doi: 10.1210/jc.2010-0288. PMID: 20484475.
2. Simental-Mendía LE, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. The product of fasting glucose and triglycerides as surrogate for identifying insulin resistance in apparently healthy subjects. *Metab Syndr Relat Disord.* 2008;6(4):299-304. doi: 10.1089/met.2008.0034. PMID: 19067533.
3. Tao LC, Xu JN, Wang TT, Hua F, Li JJ. Triglyceride-glucose index as a marker in cardiovascular diseases: landscape and limitations. *Cardiovasc Diabetol.* 2022; 21(1):68. doi: 10.1186/s12933-022-01511-x. PMID: 35524263; PMCID: PMC9078015.
4. Welsh A, Hammad M, Piña IL, Kulinski J. Obesity and cardiovascular health. *Eur J Prev Cardiol.* 2024;31(8):1026-1035. doi: 10.1093/eurjpc/zwae025. PMID: 38243826; PMCID: PMC11144464.
5. Rosenblit PD. Extreme Atherosclerotic Cardiovascular Disease (ASCVD) Risk Recognition. *Curr Diab Rep.* 2019; 19(8):61. doi: 10.1007/s11892-019-1178-6. Erratum in: *Curr Diab Rep.* 2019;19(11):123. PMID: 31332544.
6. Choi S. The Potential Role of Biomarkers Associated with ASCVD Risk: Risk-Enhancing Biomarkers. *J Lipid Atheroscler.* 2019;8(2):173-182. doi: 10.12997/jla.2019.8.2.173. PMID: 32821707; PMCID: PMC7379121.

7. Shi W, Xing L, Jing L, Tian Y, Yan H, Sun Q, Dai D, Shi L, Liu S. Value of triglyceride-glucose index for the estimation of ischemic stroke risk: Insights from a general population. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2020;30(2):245-253. doi: 10.1016/j.numecd.2019.09.015. PMID: 31744716.
8. Zhao S, Yu S, Chi C, Fan X, Tang J, Ji H, Teliewubai J, Zhang Y, Xu Y. Association between macro- and microvascular damage and the triglyceride glucose index in community-dwelling elderly individuals: the Northern Shanghai Study. *Cardiovasc Diabetol.* 2019; 18(1):95. doi: 10.1186/s12933-019-0898-x. PMID: 31345238; PMCID: PMC6657056.
9. Chamroonkiadtikun P, Ananchaisarp T, Wanichanon W. The triglyceride-glucose index, a predictor of type 2 diabetes development: A retrospective cohort study. *Prim Care Diabetes.* 2020;14(2):161-167. doi: 10.1016/j.pcd.2019.08.004. PMID: 31466834.
10. Caballero B. Humans against Obesity: Who Will Win? *Adv Nutr.* 2019;10(suppl_1): S4-S9. doi: 10.1093/advances/nmy055. PMID: 30721956; PMCID: PMC6363526.
11. Núñez-González S, Aulestia-Ortiz S, Borja-Villacrés E, Simancas-Racine D. Mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón en Ecuador, 2001-2016: estudio de tendencias. *Rev Med Chile* 2018; 146: 850-856. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872018000800850&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872018000800850>.
12. Vinueza-Veloz A, Tapia-Veloz E, Tapia-Veloz G, Nicolalde-Cifuentes T, Carpio-Arias T. Estado nutricional de los adultos ecuatorianos y su distribución según las características sociodemográficas. Estudio transversal. *Nutr. Hosp.* 2023; 40(1): 102-108. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04083>.
13. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Obesidad y sobrepeso.* 2016. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight#:~:text=El%20sobrepeso%20y%20la%20obesidad%20se%20definen%20como%20una%20acumulaci%C3%B3n,la%20obesidad%20en%20los%20adultos>.
14. Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep.* 2018;20(2):12. doi: 10.1007/s11906-018-0812-z. PMID: 29480368; PMCID: PMC5866840.

15. 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. PMID: 36875382; PMCID: PMC9980350.
16. Zhang Q, Xiao S, Jiao X, Shen Y. The triglyceride-glucose index is a predictor for cardiovascular and all-cause mortality in CVD patients with diabetes or pre-diabetes: evidence from NHANES 2001-2018. *Cardiovasc Diabetol*. 2023; 22(1):279. doi: 10.1186/s12933-023-02030-z. PMID: 37848879; PMCID: PMC10583314.
17. Liu X, Tan Z, Huang Y, Zhao H, Liu M, Yu P, Ma J, Zhao Y, Zhu W, Wang J. Relationship between the triglyceride-glucose index and risk of cardiovascular diseases and mortality in the general population: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diabetol*. 2022; 21(1):124. doi: 10.1186/s12933-022-01546-0. PMID: 35778731; PMCID: PMC9250255.
18. Yazıcı D, Demir SÇ, Sezer H. Insulin Resistance, Obesity, and Lipotoxicity. *Adv Exp Med Biol*. 2024; 1460:391-430. doi: 10.1007/978-3-031-63657-8_14. PMID: 39287860.
19. Liang S, Wang C, Zhang J, Liu Z, Bai Y, Chen Z, Huang H, He Y. Triglyceride-glucose index and coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis of risk, severity, and prognosis. *Cardiovasc Diabetol*. 2023;22(1):170. doi: 10.1186/s12933-023-01906-4. PMID: 37415168; PMCID: PMC10327356.
20. Fritz J, Brozek W, Concin H, Nagel G, Kerschbaum J, Lhotta K, Ulmer H, Zitt E. The Triglyceride-Glucose Index and Obesity-Related Risk of End-Stage Kidney Disease in Austrian Adults. *JAMA Netw Open*. 2021; 4(3): e212612. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.2612. PMID: 33787913; PMCID: PMC8013829.
21. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Previniendo enfermedades cardiovasculares con estrategias para disminuir los factores de riesgo. 2020. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/msp-previene-enfermedades-cardiovasculares-con-estrategias-para-disminuir-los-factores-de-riesgo/>.
22. Moreira W, López A, Moreira C, Castro J. Prevalencia y factores de riesgo de dislipidemias: un estudio de la situación actual. *Higia de la Salud*. 2022; 6 (1): 1-27. Disponible en: [https://revistas.itsup.edu.ec/index.php/Higia/article/view/649/1294#:~:text=En%20el%20Ecuador%20las%20enfermedades,presentan%20dislipidemias%20mixtas%20\(5\)](https://revistas.itsup.edu.ec/index.php/Higia/article/view/649/1294#:~:text=En%20el%20Ecuador%20las%20enfermedades,presentan%20dislipidemias%20mixtas%20(5).).

23. Uribe Risco V, Holguín Pilligua J, Valero Cedeño N, Yépez Martínez J. Prevalencia de dislipidemias en pacientes de la zona sur de Manabí, Provincia de Manabí-Ecuador. *Pol Con.* 2020; 5 (5): 520-539. DOI: 10.23857/pc.v5i6.1509
24. Organización de las Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. ODS agenda 2030. 2015. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
25. Secretaria Nacional de Planificación. República del Ecuador. 2021. Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025. Disponible en: <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
26. Alizargar J, Bai CH, Hsieh NC, Wu SV. Use of the triglyceride-glucose index (TyG) in cardiovascular disease patients. *Cardiovasc Diabetol.* 2020;19(1):8. doi: 10.1186/s12933-019-0982-2. PMID: 31941513; PMCID: PMC6963998.
27. Liu L, Wu Z, Zhuang Y, Zhang Y, Cui H, Lu F, Peng J, Yang J. Association of triglyceride-glucose index and traditional risk factors with cardiovascular disease among non-diabetic population: a 10-year prospective cohort study. *Cardiovasc Diabetol.* 2022; 21(1):256. doi: 10.1186/s12933-022-01694-3. PMID: 36434636; PMCID: PMC9700958.
28. Liu Q, Cui H, Ma Y, Han X, Cao Z, Wu Y. Triglyceride-glucose index associated with the risk of cardiovascular disease: the Kailuan study. *Endocrine.* 2022;75(2):392-399. doi: 10.1007/s12020-021-02862-3. PMID: 34542800.
29. Cui H, Liu Q, Wu Y, Cao L. Cumulative triglyceride-glucose index is a risk for CVD: a prospective cohort study. *Cardiovasc Diabetol.* 2022; 21(1):22. doi: 10.1186/s12933-022-01456-1. PMID: 35144621; PMCID: PMC8830002.
30. Dundar I, Akinci A. Prevalence and Predictive Clinical Characteristics of Metabolically Healthy Obesity in Obese Children and Adolescents. *Cureus.* 2023; 15(3):e35935. doi: 10.7759/cureus.35935. PMID: 37038589; PMCID: PMC10082589.
31. Che B, Zhong C, Zhang R, Pu L, Zhao T, Zhang Y, Han L. Triglyceride-glucose index and triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio as potential cardiovascular disease risk factors: an analysis of UK biobank data. *Cardiovasc Diabetol.* 2023;22(1):34. doi: 10.1186/s12933-023-01762-2. PMID: 36797706; PMCID: PMC9936712.

32. Lertsakulbunlue S, Mungthin M, Rangsin R, Kantiwong A, Sakboonyarat B. Relationship between triglyceride-glucose index and aminotransferase among Royal Thai Army personnel 2017-2021: a serial cross-sectional study. *Lipids Health Dis.* 2023;22(1):47. doi: 10.1186/s12944-023-01811-5. PMID: 37013603; PMCID: PMC10069073.
33. Song R, Hu M, Qin X, Qiu L, Wang P, Zhang X, Liu R, Wang X. The Roles of Lipid Metabolism in the Pathogenesis of Chronic Diseases in the Elderly. *Nutrients.* 2023; 15(15):3433. doi: 10.3390/nu15153433. PMID: 37571370; PMCID: PMC10420821.
34. Dang K, Wang X, Hu J, Zhang Y, Cheng L, Qi X, Liu L, Ming Z, Tao X, Li Y. The association between triglyceride-glucose index and its combination with obesity indicators and cardiovascular disease: NHANES 2003-2018. *Cardiovasc Diabetol.* 2024;23(1):8. doi: 10.1186/s12933-023-02115-9. PMID: 38184598; PMCID: PMC10771672.
35. Huo RR, Liao Q, Zhai L, You XM, Zuo YL. Interacting and joint effects of triglyceride-glucose index (TyG) and body mass index on stroke risk and the mediating role of TyG in middle-aged and older Chinese adults: a nationwide prospective cohort study. *Cardiovasc Diabetol.* 2024; 23(1):30. doi: 10.1186/s12933-024-02122-4. PMID: 38218819; PMCID: PMC10790273.
36. Chen Y, Hu P, He Y, Qin H, Hu L, Yang R. Association of TyG index and central obesity with hypertension in middle-aged and elderly Chinese adults: a prospective cohort study. *Sci Rep.* 2024;14(1):2235. doi: 10.1038/s41598-024-52342-7. PMID: 38278849; PMCID: PMC10817920.
37. Wang Y, Zhang X, Li Y, Gui J, Mei Y, Yang X, Liu H, Guo LL, Li J, Lei Y, Li X, Sun L, Yang L, Yuan T, Wang C, Zhang D, Li J, Liu M, Hua Y, Zhang L. Obesity- and lipid-related indices as a predictor of type 2 diabetes in a national cohort study. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2024; 14:1331739. doi: 10.3389/fendo.2023.1331739. PMID: 38356678; PMCID: PMC10864443.
38. He J, Song C, Yuan S, Bian X, Lin Z, Yang M, Dou K. Triglyceride-glucose index as a suitable non-insulin-based insulin resistance marker to predict cardiovascular events in patients undergoing complex coronary artery intervention: a large-scale cohort study. *Cardiovasc Diabetol.* 2024; 23(1):15. doi: 10.1186/s12933-023-02110-0. PMID: 38184591; PMCID: PMC10771666.

39. Kim B, Taniguchi K, Isobe T, Oh S. Triglyceride-glucose index is capable of identifying metabolically obese, normal-weight older individuals. *J Physiol Anthropol.* 2024;43(1):8. doi: 10.1186/s40101-024-00355-6. PMID: 38310267; PMCID: PMC10837892.
40. Xu AR, Jin Q, Shen Z, Zhang J, Fu Q. Association between the risk of hypertension and triglyceride glucose index in Chinese regions: a systematic review and dose-response meta-analysis of a regional update. *Front Cardiovasc Med.* 2023; 10:1242035. doi: 10.3389/fcvm.2023.1242035. PMID: 37583585; PMCID: PMC10424922.
41. Zhang Z, Zhao L, Lu Y, Meng X, Zhou X. Relationship of triglyceride-glucose index with cardiometabolic multi-morbidity in China: evidence from a national survey. *Diabetol Metab Syndr.* 2023;15(1):226. doi: 10.1186/s13098-023-01205-8. PMID: 37926824; PMCID: PMC10626797.
42. Lin X, Li H. Obesity: Epidemiology, Pathophysiology, and Therapeutics. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2021; 12:706978. doi: 10.3389/fendo.2021.706978. PMID: 34552557; PMCID: PMC8450866.
43. Weinstein S, Maor E, Kaplan A, Hod T, Leibowitz A, Grossman E, Shlomai G. Non-Interventional Weight Changes Are Associated with Alterations in Lipid Profiles and in the Triglyceride-to-HDL Cholesterol Ratio. *Nutrients.* 2024; 16(4):486. doi: 10.3390/nu16040486. PMID: 38398811; PMCID: PMC10892159.
44. Singer-Englar T, Barlow G, Mathur R. Obesity, diabetes, and the gut microbiome: an updated review. *Expert Rev Gastroenterol Hepatol.* 2019;13(1):3-15. doi: 10.1080/17474124.2019.1543023. PMID: 30791839.
45. Mayoral LP, Andrade GM, Mayoral EP, Huerta TH, Canseco SP, Rodal Canales FJ, et al. Obesity subtypes, related biomarkers & heterogeneity. *Indian J Med Res.* 2020;151(1):11-21. doi: 10.4103/ijmr.IJMR_1768_17. PMID: 32134010; PMCID: PMC7055173.
46. Cao Q, Du X, Jiang XY, Tian Y, Gao CH, Liu ZY, et al. Phenome-wide association study and precision medicine of cardiovascular diseases in the post-COVID-19 era. *Acta Pharmacol Sin.* 2023; 44(12):2347-2357. doi: 10.1038/s41401-023-01119-1. PMID: 37532784; PMCID: PMC10692238.
47. Deng M, Li Z, Chen S, Wang H, Sun L, Tang J, et al. Exploring the heterogeneity of hepatic and pancreatic fat deposition in obesity: implications for metabolic health. *Front Endocrinol*

- (Lausanne). 2024; 15:1447750. doi: 10.3389/fendo.2024.1447750. PMID: 39439559; PMCID: PMC11493592.
48. Taieb AB, Roberts E, Luckevich M, Larsen S, le Roux CW, de Freitas PG, et al. Understanding the risk of developing weight-related complications associated with different body mass index categories: a systematic review. *Diabetol Metab Syndr*. 2022; 14(1):186. doi: 10.1186/s13098-022-00952-4. PMID: 36476232; PMCID: PMC9727983.
49. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, et al; International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; International Association for the Study of Obesity. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation*. 2019;120(16):1640-5. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192644. PMID: 19805654.
50. Villalba A, Arrieta E, Espartero A, López M, Jiménez B, Martínez M. Clasificación de las dislipidemias, una revisión bibliográfica. *Revista Sanitaria de Investigación*. 2021; 2(5). Disponible en: <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/clasificacion-de-las-dislipidemias-una-revision-bibliografica/>
51. Ninatanta J, Romaní F. Índice triglicéridos/colesterol de alta densidad y perfil lipídico en adolescentes escolares de una región andina del Perú. *Anales de la Facultad de Medicina*. 2018; 79(4):301. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v79i4.15634>
52. Petersen MC, Smith GI, Palacios HH, Farabi SS, Yoshino M, Yoshino J, et al. Cardiometabolic characteristics of people with metabolically healthy and unhealthy obesity. *Cell Metab*. 2024; 36(4):745-761.e5. doi: 10.1016/j.cmet.2024.03.002. PMID: 38569471; PMCID: PMC11025492.
53. Guo K, Wang Q, Zhang L, Qiao R, Huo Y, Jing L, et al. Relationship between changes in the triglyceride glucose-body mass index and frail development trajectory and incidence in middle-aged and elderly individuals: a national cohort study. *Cardiovasc Diabetol*. 2024;23(1):304. doi: 10.1186/s12933-024-02373-1. PMID: 39152445; PMCID: PMC11330012.

54. Tarabeih N, Kalinkovich A, Ashkenazi S, Cherny SS, Shalata A, Livshits G. Relationships between Circulating Biomarkers and Body Composition Parameters in Patients with Metabolic Syndrome: A Community-Based Study. *Int J Mol Sci.* 2024;25(2):881. doi: 10.3390/ijms25020881. PMID: 38255954; PMCID: PMC10815336.
55. Fernandez-Matias R. El Cálculo del Tamaño Muestral en Ciencias de la Salud: Recomendaciones y Guía Práctica. *MOVE.* 2023;5(1):481-503. Disponible en: <https://publicaciones.lasallecampus.es/index.php/MOVE/article/view/915>
56. Asamblea Nacional del Ecuador. Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. 2021. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Ley-Organica-de-Datos-Personales.pdf>
57. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki. Principios Éticos para las Investigaciones Médicas en seres humanos. 2020. Disponible en <https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
58. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Manual: Gestión interna de los residuos y desechos generados en los establecimientos de salud. Quito. 2019. Disponible en: <https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/AC00036-2019.pdf>
59. Xu W, Zhao H, Gao L, Guo L, Liu J, Li H, et al. Association of long-term triglyceride-glucose index level and change with the risk of cardiometabolic diseases. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2023; 14:1148203. doi: 10.3389/fendo.2023.1148203. PMID: 37065738; PMCID: PMC10098344.
60. Nasaif H, Alaradi M, Hammam R. Prevalence of overweight and obesity among nurses in Bahrain: A cross-sectional study. *Nurs Open.* 2024;11(1):e2090. doi: 10.1002/nop2.2090. PMID: 38268280; PMCID: PMC11108651.
61. Shafiee A, Nakhaee Z, Bahri RA, Amini MJ, Salehi A, Jafarabady K, et al. Global prevalence of obesity and overweight among medical students: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health.* 2024;24(1):1673. doi: 10.1186/s12889-024-19184-4. PMID: 38915047; PMCID: PMC11194880.

62. Petrović V, Čanković S. Prevalence of obesity and impact of socio-demographic factors on obesity in 15-19 years old adolescents in Vojvodina, Serbia. *Cent Eur J Public Health*. 2023;31(4):287-295. doi: 10.21101/cejph.a7683. PMID: 38309707.
63. Forero AY, Morales GE, Forero LC. Relationship between physical activity, sedentarism and obesity in adults, Colombia, 2015. *Biomedica*. 2023 Dec 29;43(Sp. 3):99-109. English, Spanish. doi: 10.7705/biomedica.7014. PMID: 38207152; PMCID: PMC10941826.
64. Rodrigues KL, Scaranni PODS, Pereira ENGDS, da Silva VVD, Silvaes RR, de Araujo BP, Castilho C, Schmidt MI, da Fonseca MJM, Griep RH, Daliry A. Hair cortisol levels are associated with overweight and obesity in the ELSA-Brasil cohort. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024; 15:1361715. doi: 10.3389/fendo.2024.1361715. PMID: 38654925; PMCID: PMC11035765.
65. Tello B, Ocaña J, García-Zambrano P, Enríque-Moreira B, Dueñas-Espín I. Determinants of overweight and obesity among children between 5 to 11 years in Ecuador: A secondary analysis from the National Health Survey 2018. *PLoS One*. 2024; 19(4): e0296538. doi: 10.1371/journal.pone.0296538. PMID: 38578761; PMCID: PMC10997090.
66. Mensah GA, Fuster V, Murray CJL, Roth GA; Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks Collaborators. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risks, 1990-2022. *J Am Coll Cardiol*. 2023;82(25):2350-2473. doi: 10.1016/j.jacc.2023.11.007. PMID: 38092509; PMCID: PMC7615984.
67. Angoorani, P., Heshmat, R., Ejtahed, H.-S., Motlagh, M. E., Ziaodini, H., Taheri, M., Aminae, T., Goodarzi, A., Qorbani, M., & Kelishadi, R. (2018). Validity of 60 triglyceride–glucose index as an indicator for metabolic syndrome in children and adolescents: The CASPIAN-V study. *Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, 23(6), 877-883. <https://doi.org/10.1007/s40519-018-0488-z>
68. Paredes J, Pazmiño M. Correlación índice triglicéridos y glucosa con el estado nutricional de adolescentes. Hospital Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Riobamba, 2021. (2022) doi: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9683>
69. Lara D, Análisis de asociación entre el índice triglicéridos - glucosa y el diagnóstico de síndrome metabólico en adultos en Tapachula, Chiapas (2023). Doi:

- <http://148.222.11.200:8080/jspui/bitstream/123456789/4180/1/PS2329%20Daniel%20Adalberto%20Lara%20Morales.%20%20Daniel%20Adalberto%20Lara%20Morales.pdf>
70. Ferreira JRS, Zandonade E, de Paula Alves Bezerra OM, Salaroli LB. Cutoff point of TyG index for metabolic syndrome in Brazilian farmers. *Arch Endocrinol Metab.* 2021;65(6):704-12.
 71. Yanes M, Cruz J, Cabrera E, Calderin R, Yanes M, Índice glucosa-triglicéridos como marcador de resistencia a la insulina en pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial esencial (2020). Doi: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmed/cm-2020/cm201c.pdf>
 72. Leon S, Crispin A, Índice de triglicéridos-glucosa en hipertensos tratados ambulatoriamente en un centro hospitalario privado (2022). Doi: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/12931/Indice_CiezaDeLeonSalinas_Sebastian.pdf?sequence=1

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).