

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Medicina Mexicali
Coordinación de Posgrado e Investigación



TRABAJO TERMINAL

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD EN

MEDICINA FAMILIAR

“Asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c para el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en Unidad de Medicina Familiar no.28, Mexicali, Baja California.”

PRESENTA

MARIA MARLENNE ESTRADA MUNGUÍA

ASESOR DE TRABAJO TERMINAL

DRA. VANESSA JOHANNA CARO

Mexicali, Baja California

Febrero de 2022

CARTA DE DICTAMEN DE LA EVALUACIÓN ESCRITA DEL EXAMEN DE GRADO

Mexicali, B. C. a, ____27____ de ____Agosto____ de 2021 ____.

Los abajo firmantes, miembros del Jurado Dictaminador del documento escrito denominado:

Asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c para el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en Unidad de Medicina Familiar no.28, Mexicali, Baja California

Que para obtener el Diplomado de Especialidad en Medicina Familiar presenta:

_____ María Marlenne Estrada Munguía _____

Realizada la evaluación resolvimos: ____Aprobado____


Dra. Vanessa Johanna Caro

Presidente


Dr. Alberto Barreras Serrano
Sinodal


Dra. Adriana Domínguez Martínez
Sinodal


Dra. Dalia Guadalupe Kautzman López
Sinodal


Dra. Madrie de León Aldaba
Secretario

IDENTIFICACIÓN DE LOS INVESTIGADORES:

Investigador principal: Dra. María Marlenne Estrada Munguía.

Matrícula: 98028312.

Adscripción: Unidad de Medicina Familiar (UMF) No. 28.

Lugar de trabajo: Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Teléfono: (686) 116-17-42

Correo electrónico: marlenne1292em@gmail.com

Investigador responsable: Dra. Vanessa Johanna Caro

Matricula: 99264825

Coordinador Clínico de Educación e Investigación en Salud

Institución: UMF No.28 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)

Teléfono: (555) 55-50, extensión 31409

Correo electrónico: vanessa.caro@imss.gob.mx

Investigador responsable: Dra. Madtie de León Aldaba

Matricula: 7683022

Profesor Titular de Residencia en Medicina Familiar.

Institución: UMF No.28 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)

Teléfono: (555) 55-50, extensión 31409

Correo electrónico: madtie.deleon@imss.gob.mx

Investigador Metodológico: Dr. Alberto Barreras Serrano.

Adscripción: Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias

Institución: Universidad Autónoma de Baja California.

Teléfono: (686) 225-53-43

Correo electrónico: abarreras@uabc.edu.mx

Contenido

Resumen.....	05
Marco Teórico.....	06
Antecedentes.....	14
Justificación.....	22
Planteamiento del problema.....	24
Objetivos.....	25
Hipótesis.....	25
Material y métodos.....	26
• Diseño del estudio.....	26
• Tamaño de la muestra.....	26
• Criterios de selección.....	27
• Instrumentos de medición.....	27
• Definición de las variables y operacionalización.....	28
• Procedimiento.....	31
• Análisis estadístico.....	31
• Aspectos éticos.....	32
Recursos humanos, materiales, financiamiento y factibilidad.....	33
Resultados.....	34
Discusión.....	48
Conclusión.....	50
Recomendaciones.....	50
Referencias bibliográficas.....	51
Anexos.....	54
• Anexo 1. Hoja de recolección de datos.....	54
• Anexo 2. Carta de no inconveniente del director de la unidad.....	55
• Anexo 3. Cronograma de actividades.....	56
• Anexo 4. Dictamen comité de ética.....	57

RESUMEN

Asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c para el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en Unidad de Medicina Familiar no.28, Mexicali, Baja California.

María Marlenne Estrada Munguía¹, Vanessa Johanna Caro², Madtie de León Aldaba³,
Dr. Alberto Barreras Serrano⁴.
IMSS^{1,2,3}, UABC⁴

Introducción: La diabetes mellitus tipo 2, es una enfermedad caracterizada por resistencia y disminución de sensibilidad a la acción de la insulina. Es un problema de salud pública a nivel mundial y cada día manifiesta un incremento significativo respecto a su morbilidad.

Objetivo: Determinar la asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c para el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Materiales y métodos: Previa autorización por Comité Local de Ética e Investigación y director de Unidad, se realizó estudio observacional, descriptivo, transversal, analítico, se incluyeron a 306 pacientes con diabetes mellitus tipo 2, se dividieron en dos grupos con HbA1c <7% y HbA1c ≥7%, se calculó el índice TyG y cociente TG/HDL se compararon los valores de variables entre dos categorías para la variable HbA1c utilizando el estadístico U de Mann-Whitney y t de Student. Las asociaciones se estimaron con el coeficiente de correlación de Spearman. Se realizó análisis del área bajo la curva (AUC). Se declaró significativo cuando p<0.05.

Resultados: En el grupo HbA1c <7% existe una asociación positiva con el índice TyG (rs=0.4308, p=0.0003) y el cociente TG/HDL (rs=0.3439, p=0.0044), para el grupo HbA1c ≥7%, el índice TyG, evidenció una asociación positiva (rs=0.4769, p=<0.0001), al igual que el cociente TG/HDL (rs=0.1759, p=0.0064). El índice TyG tuvo un valor de AUC=0.9469 (p=<0.0001), y el cociente TG/HDL con 0.875 (p=<0.0001). El punto de corte del índice TyG fue 8.69.

Conclusiones: En este estudio el índice TyG es una herramienta accesible que representa una asociación positiva alta, debido a que mantiene buena correlación con HbA1c; este índice tiene el privilegio de ser aplicable en la práctica clínica ya que tanto la glucosa como la determinación de triglicéridos es accesible para los médicos de primer nivel de atención, cuando no se posea el recurso de HbA1c.

Palabras clave: diabetes mellitus, índice TyG, cociente TG/HDL, control glucémico.

MARCO TEÓRICO

Definición:

La diabetes mellitus (DM) es un grupo de enfermedades metabólicas las cuales se caracterizan por la presencia de hiperglucemia, resultado de defectos en la secreción y/o acción de la insulina, según la Asociación Americana de Diabetes. Cabe mencionar que la hiperglucemia sostenida de la diabetes mellitus se asocia con múltiples complicaciones en diversos órganos y sistemas, dentro de los cuales se encuentran: ojos, riñones, nervios, corazón y vasos sanguíneos.¹

Clasificación:

La diabetes se puede clasificar en las siguientes categorías generales:²

Diabetes tipo 1 (debido a la destrucción autoinmune de las células β , que generalmente conduce a una deficiencia absoluta de insulina).

Diabetes tipo 2 (debido a la pérdida progresiva de la secreción de insulina de las células β , por lo general se caracteriza por la resistencia a la insulina).

Diabetes mellitus gestacional (DMG) diabetes diagnosticada en el segundo o tercer trimestre del embarazo que no fue claramente evidente antes de la gestación.

Tipos específicos de diabetes debido a otras causas, por ejemplo, síndromes de diabetes monogénica (como diabetes neonatal y diabetes de inicio en la madurez [MODY]), enfermedades del páncreas exocrino (como fibrosis quística y pancreatitis) y diabetes inducida por sustancias químicas (como con el uso de glucocorticoides, en el tratamiento del VIH/SIDA o después de un trasplante de órganos).

Epidemiología:

La Diabetes Mellitus tipo 2 se encuentra entre las primeras 10 causas de muerte a nivel mundial; es una causa frecuente de discapacidad en la población joven

económicamente activa, empobreciendo a las familias o reduciendo la esperanza de vida.

Existe una urgencia por una mayor acción para mejorar resultados de diabetes y reducir la carga global de la diabetes ahora afecta a más de 425 millones de personas, de los cuales un tercio son personas mayores de 65 años. Si no se hace nada, la cantidad de personas con diabetes puede aumentar a 693 millones en 2045. Al mismo tiempo, otros 352 millones las personas con intolerancia a la glucosa tienen un alto riesgo de desarrollar diabetes.³

Para el año 2014 la Federación Mexicana de Diabetes determinó los estados de mayor prevalencia son: la Ciudad de México, Nuevo León, Veracruz, Tamaulipas, Durango y San Luis Potosí. Esto representó un gasto importante de 3,430 millones de dólares (68,600,000 millones de pesos) al año en su atención y en el manejo de las complicaciones.⁴

Respecto a la historia de enfermedad crónica en adultos, el 9.4% refirieron tener un diagnóstico médico previo de diabetes. Comparando con las encuestas previas, se observó un ligero aumento en la prevalencia con respecto a la ENSANUT 2012 (9.2%) y un mayor aumento con respecto a la ENSANUT 2006 (7%).⁵

En Baja, California, la línea de tendencia de la mortalidad por diabetes mellitus permanece en ascenso; con una variación de 1,125 defunciones y tasa de mortalidad de 44.28 en el año 2000, a 1,980 defunciones y tasa de mortalidad de 56 por cada 100 mil habitantes, en 2016.⁶

Diagnóstico:

Glucemia en ayunas ≥ 126 mg/dL (7.0 mmol / L). El ayuno se define como la ausencia de ingesta calórica durante al menos 8 h. * ó

Prueba de tolerancia oral a la glucosa ≥ 200 mg/dL (11.1 mmol / L). La prueba debe realizarse según lo descrito por la OMS, utilizando una carga de glucosa que contenga equivalente a 75 g de glucosa anhidra disuelta en agua. * ó

Hemoglobina A1C $\geq$ 6.5% (48 mmol/mol). La prueba debe realizarse en un laboratorio utilizando un método certificado y estandarizado. * ó

En un paciente con síntomas clásicos de hiperglucemia o crisis hiperglucémica, una glucosa en plasma aleatoria $\geq$ 200 mg / dL (11.1 mmol/L).

* En ausencia de hiperglucemia inequívoca, el diagnóstico requiere dos resultados de prueba anormales de la misma muestra o en dos muestras de prueba separadas.²

La dislipidemia diabética es una entidad la cual se caracteriza por incremento en los niveles de triglicéridos, reducción de colesterol (c-HDL) y aumento en el número de lipoproteínas de baja densidad (LDL), el colesterol total puede estar ligeramente aumentado o normal, así como el colesterol transportado por las lipoproteínas de baja densidad (c-LDL), también puede existir un incremento en la concentración de la apolipoproteína B (Apo B) mayor a 120mg/dl.⁷

A continuación, se muestra una tabla donde se identifica las alteraciones lipoproteicas y enzimáticas en la dislipidemia diabética.⁷

Colesterol total	Normal o discretamente aumentado.
Triglicéridos	Aumentados.
Lipoproteínas de baja densidad	c-LDL normal o discretamente aumentado. Aumento de partículas pequeñas y densas.
Lipoproteínas de alta densidad	c-HDL bajo. Disminución del número de partículas. Aumento del contenido en triglicéridos.
Lipoproteínas ricas en triglicéridos	Aumento del número de partículas. Aumento del contenido en colesterol y triglicéridos. Aumento de lipemia postprandial.
Apolipoproteína B	Aumento de síntesis hepática. Aumento de concentración plasmática

	(>120mg/dL).
Apolipoproteína A1	Disminución de síntesis hepática. Aumento en eliminación renal. Disminución concentración plasmáticas.
Enzimas	Aumento en la actividad enzimática de la proteína transferidora de ésteres de colesterol (CETP) y de la lipoproteína lipasa.

Los niveles de triglicéridos suelen tener una buena correlación con el control glicémico; es decir, suelen disminuir con un adecuado control de la diabetes mellitus. Por otra parte, el predominio de partículas LDL se asocia con los niveles de triglicéridos, especialmente cuando estos se encuentran con valores de 150mg/dl.⁷

La resistencia a la insulina parece ser el principal desencadenante de la dislipidemia diabética.⁸

Índice TG/C-HDL:

La insulinoresistencia se define como una respuesta subóptima a la captación de glucosa mediada por insulina en los tejidos. El índice HOMA es un método que determina insulinoresistencia tomando concentraciones basales de glucemia e insulinemia.⁹

El índice triglicéridos/colesterol HDL es la concentración de triglicéridos séricos en ayuno dividida entre el valor de colesterol-HDL sérico en ayuno.

En el adulto el índice TG/C-HDL superior a 3 es un marcador de insulinoresistencia y es un recurso de fácil determinación, con buena correlación con el índice HOMA en adultos y ha demostrado ser un predictor independiente de eventos cardiovasculares.^{9,10}

Es importante destacar que existe una relación clara e inversa entre los valores séricos de C-HDL y TG. La concomitancia de valores bajos de C-HDL y elevados de triglicéridos se explica por la activación de diferentes vías metabólicas hepáticas, adipocitarias y tisulares claramente desencadenadas por resistencia insulínica, diabetes mellitus y patrones dietéticos ricos en grasas. Esta relación entre ambas lipoproteínas refleja tantas alteraciones metabólicas y de una forma tan accesible que el cociente TG/HDL se ha propuesto como el mejor marcador de resistencia insulínica.¹¹

El perfil de lípidos predominante en pacientes con diabetes tipo 2, se relaciona estrechamente con un aumento del cociente TG/HDL-C y con mayor riesgo de enfermedad cardiovascular.¹²

En estudios previos se ha demostrado que la relación TG / HDL-C está asociada con enfermedades cardiometabólicas y la incidencia de diabetes mellitus tipo 2 aumenta en proporción a los pacientes que se han identificado con niveles elevados de TG / HDL-C¹³ y en otros estudios, se ha determinado que el cociente triglicéridos/HDL-C está asociado con adecuado control glucémico en pacientes diabéticos.⁸

Índice TyG:

El índice de triglicéridos y glucosa (TyG) es un marcador útil de la resistencia a la insulina y un predictor de enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD), hipertensión incidente, eventos cardiovasculares y aterosclerosis subclínica. El aumento de los niveles de triglicéridos puede provocar un aumento de los ácidos grasos libres y, por tanto, un aumento del flujo de ácidos grasos libres del tejido adiposo al no adiposo, lo que puede afectar el control glucémico.¹⁴

Los índices TyG se calculan de acuerdo con la siguiente fórmula:

Índice TyG = $\ln(\text{TG en ayunas [mg / dL]} \times \text{glucosa en ayunas [mg / dL]} / 2)$

TyG-CC = índice TyG * CC

TyG-IMC = índice TyG * IMC

El índice TyG representa una herramienta útil y económica para la evaluación de la glucemia a largo plazo en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 con buena correlación tanto con HbA1c como con la resistencia a la insulina. Este índice tiene la ventaja de ser aplicable en la actividad clínica diaria, debido a que tanto la determinación de glucosa como de triglicéridos son accesibles en la mayoría de las instituciones de salud.¹⁴

Por lo tanto, conforme al desempeño en un estudio realizado por Guerrero Romero, et al. Se considera que el índice TyG es de utilidad en la evaluación de insulinoresistencia (IR), debido a la evidencia de la alta sensibilidad (96,5%) y especificidad (85,0%) que se obtuvo al evaluarlo frente al clamp euglicémico hiperinsulinémico. Asimismo, Abbasi y Reaven, concluyeron que el índice TyG y la relación CT/C-HDL muestran una correlación moderada, al igual que los índices que utilizan insulina en ayunas (índice de HOMA), proponiendo que los marcadores alternativos de resistencia a la insulina basados en la medición de lípidos son de útiles para identificar a los pacientes con insulinoresistencia frente a la dificultad que se presenta para la medición de insulina en la práctica clínica.¹⁵

El Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán realizó un estudio donde se evaluaron diversos índices de insulinoresistencia, de tal manera que se identificó al índice TyG*IMC como el índice subrogado con mejor sensibilidad (92%) y especificidad (51.1%) frente a índice de HOMA-IR, HOMA-2-%S y QUICKI.¹⁶

Tratamiento:

No farmacológico:

Modificación del estilo de vida: La educación a la salud es fundamental para controlar la enfermedad y disminuir las complicaciones. Los programas que modifican estilo de vida, donde se involucra el equipo de salud, el paciente y su red de apoyo, mejoran el control de peso, ayudan a dejar el hábito tabáquico y a aceptar la enfermedad.

Terapia medico nutricional: La asesoría nutricional debe ser individualizada, se recomienda la reducción de la ingesta de grasa (<30 % de energía diaria), restringir los hidratos de carbono entre 55 y 60 % de la energía diaria y consumir de 20 a 30 g de fibra. En pacientes con un IMC $\geq$ 25 kg/m² la dieta debe ser hipocalórica.

Actividad física: Todos los pacientes deben cambiar a corto plazo el hábito sedentario, mediante caminatas diarias, se recomienda la realización de al menos 30 minutos al día durante 5 días a la semana. A mediano plazo, la frecuencia mínima deberá ser de 150 minutos a la semana de actividad física aeróbica de moderada intensidad.¹⁷

Farmacológico:

Debe considerarse este tratamiento siempre y cuando el paciente no cumpla con cambios en el estilo de vida, tales como mejora de hábitos alimenticios, ejercicio físico y a su vez no se consiga un control adecuado de la diabetes mellitus, tras un período razonable de 4-12 semanas después del diagnóstico.¹⁸

Se recomienda iniciar tratamiento farmacológico con metformina y cambios en el estilo de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 recién diagnosticada, aunque el valor inicial de HbA1C esté cerca del valor óptimo.

En pacientes con diagnóstico reciente de Diabetes Mellitus tipo 2 que no alcanzan su meta terapéutica o no logran mantenerla con metformina como monoterapia, se recomienda como primer paso agregar un inhibidor DPP-4, por su mejor balance riesgo-beneficio. Se sugiere añadir como tercer fármaco la insulina basal en aquellos pacientes adultos con DM tipo 2 que no han alcanzado las metas de control de HbA1c o la han perdido y no tienen obesidad. Se recomienda añadir como tercer fármaco un agonista del receptor GLP-1 en aquellos pacientes con DM tipo 2 que no logran alcanzar la meta de HbA1c con terapia combinada (dos fármacos) o la perdieron y no son obesos.⁴

Objetivos glucémicos:

Un objetivo A1C razonable para muchos adultos y no embarazadas es <7% (53 mmol / mol). Existen otras circunstancias en donde se puede optar por objetivos de A1C más estrictos (como <6.5% [48 mmol / mol]) en aquellos pacientes con diabetes de corta duración, diabetes tipo 2 tratada solo con estilo de vida o metformina, esperanza de vida no limitada o sin enfermedad cardiovascular.¹⁹

Los objetivos de A1C menos estrictos tales como <8% [64 mmol / mol]) pueden ser adecuados para aquellos pacientes con antecedentes de hipoglucemia severa, esperanza de vida limitada, complicaciones microvasculares o macrovasculares avanzadas, condiciones comórbidas extensas o diabetes de larga duración en quienes el objetivo es difícil de lograr a pesar de la educación para el autocontrol de la diabetes, el control adecuado de la glucosa y las dosis efectivas de múltiples agentes reductores de la glucosa, incluida la insulina. Los objetivos glucémicos preprandiales se mantienen en 80-130 mg/dl (4,4-7,2 mmol/l) y postprandiales inferiores a 180 mg/dl (10,0 mmol/l).¹⁹

ANTECEDENTES

Babic Nermina, et al., (2019) efectuaron un estudio transversal con la finalidad de evaluar la asociación de la relación de triglicéridos/colesterol HDL (TG/HDL-C) y el índice de glucosa-triglicéridos (TyG) con HbA1c y evaluar su papel potencial como predictores del control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2), en donde se incluyeron 113 pacientes con DM2 clasificados según sus valores de HbA1c en dos grupos: 39 pacientes con buen control glucémico con HbA1c <7% y 79 pacientes con HbA1c ≥7%, posteriormente se midieron parámetros antropométricos, bioquímicos y valores de presión arterial, mientras que se calcularon la relación TG/HDL-C y el índice TyG. Los resultados obtenidos fueron que la relación TG/HDL-C y el índice TyG fueron significativamente mayores en el grupo DM2 con HbA1c ≥ 7% en comparación con el grupo DM2 con HbA1c <7% ($p = 0,003$ y $p < 0,001$; respectivamente). Tanto la relación TG / HDL-C como el índice TyG se asociaron positivamente con los niveles de HbA1c ($Rho = 0,29$; $p = 0,002$; $Rho = 0,37$; $p < 0,001$; respectivamente). Se estratificó a los pacientes según los valores de índice de masa corporal y la asociación independiente entre el cociente TG/HDL-C y HbA1c permaneció significativa solo en sujetos de peso normal (OR 0,21; IC del 95%: 0,05-0,37; $\beta = 0,65$; $p = 0,017$), mientras que la asociación independiente entre el índice TyG y la HbA1c siguió siendo significativa solo en sujetos con sobrepeso y obesos (OR 0,063; IC del 95%: 0,01-0,12; $\beta = 0,24$; $p = 0,027$), por lo que se determinó la conclusión de que el cociente TG / HDL-C podría ser un predictor útil del control glucémico en peso normal y del índice TyG en pacientes con sobrepeso y obesidad con diabetes mellitus tipo 2.²⁰

En un estudio realizado en New Delhi, India por Akbart, et al. (2017) se evaluó la potencial asociación del índice de glucosa en triglicéridos con neuropatía autonómica cardíaca (CAN) en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 mediante el estudio de 202 pacientes los cuales se dividieron en dos grupos; el primer grupo de 62 sujetos consistió en pacientes con DM2 con neuropatía y el segundo grupo consistió en 140 pacientes con DM2 sin neuropatía autonómica cardíaca, los 9 pacientes restantes se retiraron del estudio debido a gastos médicos. La neuropatía autonómica cardíaca fue diagnosticada en 62 participantes de los 202 pacientes con

DM2 (30.7%). La media $\pm$ desviación estándar (DE) para el índice TyG fue $10,3 \pm 0,2$ y $9,5 \pm 0,2$ en pacientes con DM2 y neuropatía autonómica cardíaca positivos, respectivamente. La diferencia del índice TyG, en pacientes con CAN positivos y con DM2, fue muy significativa ($P < 0,001$). Se realizó un análisis de correlación adicional para encontrar una asociación del índice TyG, la duración y la edad con los grupos de pacientes. El índice TyG mostró una correlación positiva con la frecuencia cardíaca durante la respiración profunda (HRD), la variación de la frecuencia cardíaca durante la bipedestación (HRS), la respuesta de la presión arterial (PA) al agarre manual y la respuesta de la PA al estar de pie. Se concluyó que el índice TyG, es un marcador de insulinoresistencia de bajo costo, el cual podría ser útil como una herramienta alternativa para la detección temprana de pacientes con alto riesgo de neuropatía diabética.²¹

Khalid Hameed, en el año 2018, realizó un estudio transversal con 292 pacientes (129 mujeres y 54 hombres) en donde se evaluaron si el índice TyG y los índices derivados de TyG (TYG-WC y TYG-BMI) se correlacionan con el control glucémico a largo plazo en términos de HbA1c en pacientes diabéticos tipo 2 y su posible uso como marcadores sustitutos del control glucémico. La novedad de este estudio es que los índices TyG mostraron correlaciones significativas positivas con HbA1c e insulinoresistencia. Se encontró que el índice TyG; TyG-WC y TyG-BMI aumentaron significativamente en los diabéticos con mal control glucémico. Además, el análisis de la curva ROC mostró que el índice TyG tenía la mayor área bajo la curva (0,839), seguido de TyG-WC (0,710) y TyG-BMI (0,651) respectivamente. El índice TyG demostró correlaciones significativas con todos los factores de riesgo cardiometabólico utilizados (HDL-C, no HDL-C, colesterol total, insulinoresistencia), por lo que se concluyó que el índice TYG demostró su desempeño superior en la identificación del control glucémico.¹⁴

Se realizó un estudio en el Instituto Mexicano del Seguro Social en el año 2019, por Gómez García, et al., para determinar cuál de los dos índices (TyG, TG/HDL-C) es considerado como el mejor predictor de insulinoresistencia, además de evaluar la magnitud de cada factor de riesgo cardiometabólico en escolares mexicanos con obesidad y normopeso (104 pacientes con peso normal y 97 con Sobrepeso-

Obesidad). Los resultados fueron el punto de corte TyG: 8,5 por ROC tenía un área bajo la curva (AUC): 0,802 IC95% 0,77 a 0,893, $P = 0,0001$; precisión diagnóstica del 73%. TG / HDL: 2,22; AUC: 0,729 IC95% 0,622 a 0,837, $P = 0,014$; precisión diagnóstica del 52%. Concluyeron que el índice TyG puede identificar alteraciones cardiometabólicas más que HOMA y TG / HDL, por lo tanto el índice TyG cuenta con mejor precisión diagnóstica.²²

Young Lee, et al. (2016) efectuaron un estudio el cual tuvo como objetivo investigar la asociación entre la estenosis de la arteria coronaria (CAS) y el índice de glucosa de triglicéridos (índice TyG), un marcador de resistencia a la insulina, en sujetos asintomáticos con diabetes tipo 2. Se incluyó a 888 pacientes adultos asintomáticos con diabetes tipo 2 pero sin antecedentes de enfermedad coronaria. La enfermedad arterial coronaria significativa se definió como una estenosis intraluminal máxima $\geq 70\%$ mediante angiografía coronaria por tomografía. El índice TyG se calculó como $\log[\text{triglicéridos en ayunas (mg/dl)} \times \text{glucosa en ayunas (mg/dl)} / 2]$. Se analizó a los participantes según el tercil del índice TyG. El índice TyG se correlacionó con HOMA-IR ($r = 0.397$, $P < 0.001$), y los sujetos con tercil más alto de índice TyG eran más jóvenes pero mostraban peores parámetros clínicos y metabólicos. La prevalencia de CAS fue mayor en los sujetos con un tercil superior de TyG en comparación con aquellos con un tercil inferior de TyG (14% frente a 7,8%, $P = 0,022$). En el análisis de regresión múltiple, el tercil más alto del índice TyG fue un factor de riesgo independiente para CAS después del ajuste por otros factores de confusión (razón de probabilidades, 3,19 [IC del 95%, 1,371–7,424]). El análisis de subgrupos mostró que el índice TyG mostró una asociación más significativa con CAS en pacientes con factores de riesgo como edad avanzada, diabetes de mayor duración, control glucémico deficiente, no uso de estatinas y sexo masculino. Se concluyó que un índice TyG más alto se asocia con un mayor riesgo de estenosis de la arteria coronaria en sujetos asintomáticos con diabetes tipo 2, particularmente cuando tienen factores de riesgo de enfermedad cardiovascular.²³

En un estudio observacional de corte transversal realizado en Argentina, en el año 2014 por Unger G., et al., en donde se evaluaron 525 pacientes, tuvo como objetivo determinar la utilidad del índice triglicéridos y glucosa (TyG) como marcador de

insulinorresistencia y compararlo con la relación triglicéridos y colesterol-HDL (TG/C-HDL), en individuos con y sin síndrome metabólico (SM). El estudio mostro resultados los cuales consistían en que el valor medio del índice TyG fue mayor en el grupo con SM comparado con el grupo sin SM y fue buena su correlación con TG/C-HDL. Los puntos de corte para SM en la población total fueron: 8,8 para el índice TyG (sensibilidad = 79%, especificidad = 86%), y 2,4 para la relación TG/C-HDL (sensibilidad = 88%, especificidad = 72%). Las razones de probabilidad y probabilidades posttest positivas para dichos parámetros fueron 5,8 vs. 3,1 y 72% vs. 58%, respectivamente. El punto de corte para el índice TyG en hombres fue 8,8 y en mujeres 8,7; los valores respectivos para TG/C-HDL fueron 3,1 en hombres y 2,2 en mujeres, por lo que la conclusión fue que el índice TyG fue un buen discriminante de síndrome metabólico, por lo tanto su cálculo justifica profundizar su estudio como marcador alternativo de insulinorresistencia.¹⁵

Rina Artha, et al., llevo a cabo un estudio retrospectivo que reclutó a 140 pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) durante un período de un año, 2018-2019, donde el objetivo fue determinar si el alto nivel de perfil lipídico individual y proporción de lípidos tiene una papel como marcador predictivo de mal control glucémico en la diabetes mellitus tipo 2, por lo tanto clasificaron la muestra de los pacientes conforme a control glucémico bueno ($HBA1c \leq 7$) y control glucémico deficiente ($HBA1c > 7$). Los resultados del perfil lipídico como colesterol total (CT), colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (LDL-C), triglicéridos (TG) y parámetro de relación de lípidos (relación de LDL-C a colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL-C) fueron mayores en pacientes del grupo de control glucémico deficiente ($p < 0,05$) y el HDL-C fue significativamente menor en pacientes con control glucémico deficiente ($p = 0,001$). Existe una correlación positiva significativa entre LDL, colesterol total, LDL-C, TG y la relación TC a HDL-C, triglicéridos y relación TC/HDL-C con el nivel de HBA1c. Un modelo de análisis de riesgo muestra que el parámetro de la relación LDL-C/HDL-C es el factor de riesgo más influyente en la aparición de un mal control glucémico (OR ajustado = 38,76; IC 95%: 27,32-56,64; $p < 0,001$). Los autores concluyeron que los perfiles de lípidos (LDL-C) y las proporciones de lípidos (LDL-C/HDL-C y TC/HDL-C ratio) muestran marcadores

potenciales que pueden usarse para predecir el control glucémico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.²⁴

En el 2017, el Instituto Mexicano del Seguro Social se realizó un estudio por Báez-Duarte, et al., donde se evaluó si el índice TG/HDL-C puede ser considerado como un criterio de riesgo para síndrome metabólico (SMet) y baja sensibilidad a la insulina en sujetos aparentemente sanos. En el estudio participaron 813 sujetos, de los cuales 564 eran mujeres y 249 eran hombres. Se encontró asociación entre el TG/HDL-C alto y la SI (razón de momios [RM]: 4.09; $p < 0.01$) y con el síndrome metabólico (RM: 15.29; $p < 0.01$). Se encontró correlación entre el índice TG/HDL-C y el QUICKI (ρ : -0.4989; $p < 0.01$) y con el síndrome metabólico (ρ : 0.6581; $p < 0.01$), llegaron a la conclusión que los resultados muestran una buena correlación y asociación entre el índice TG/HDL-C y el SMet y con la sensibilidad a la insulina, sugiriendo a este índice como un criterio de riesgo para síndrome metabólico y sensibilidad a la insulina baja.²⁵

En Madrid, España durante el año 2018, Gesteiro E, et al., llevó a cabo un estudio con la finalidad de establecer la utilidad del índice triglicéridos-glucosa (TyG) como un marcador de resistencia a la insulina en neonatos. Se compararon los valores obtenidos de TyG y del modelo homeostático para resistencia a la insulina (HOMA-IR) en 196 neonatos de gestación única. La predicibilidad de los valores de TyG frente al HOMA-IR resultó estadísticamente significativa ($P < 0.0001$), y no se vio afectada al clasificar a los neonatos por sexo ($P = 0.084$), por el test de tolerancia a la glucosa de las madres durante el embarazo ($P = 0.138$). Los valores de glucosa, HOMA-IR y el cociente triglicéridos/HDL-colesterol aumentaron progresivamente desde el primer ítem de TyG hasta el tercero, mientras que el índice de control cuantitativo de insulina (QUICKI) disminuyó. La conclusión fue que el índice TyG pretende ser una buena herramienta para identificar neonatos con resistencia a la insulina al nacimiento, justificando la realización de niveles de insulina en neonatos con los valores que recomiendan como punto de corte, es decir, 7.8. En conclusión, determinan que el índice TyG podría ser una buena herramienta para identificar neonatos con resistencia a la insulina al nacimiento.²⁶

Ren Huihui, et al., en el año 2020 elaboraron un estudio cohorte retrospectivo de 151 pacientes con COVID-19 ingresados en un hospital universitario terciario en Wuhan, en donde se pretendió determinar la asociación del índice TyG con la gravedad y mortalidad de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), en esta cohorte 39 (25,8%) pacientes tenían diabetes, 62 (41,1%) pacientes eran casos graves, mientras que 33 (22,0%) pacientes fallecieron en el hospital. Los niveles del índice TyG fueron significativamente más altos en el grupo de casos graves y muerte (leve frente a grave $8,7 \pm 0,6$ frente a $9,2 \pm 0,6$, $P < 0,001$; superviviente frente a fallecido $8,8 \pm 0,6$ frente a $9,3 \pm 0,7$, $P < 0,001$), respectivamente. El índice TyG se asoció significativamente con un mayor riesgo de casos graves y mortalidad, después de controlar los posibles factores de confusión (OR para casos graves, 2,9; IC del 95%: 1,2-6,3; $P = 0,007$; OR para la mortalidad, 2,9; IC del 95%: 1,2 –6,7, $P = 0,016$). Concluyeron que el índice TyG se asoció estrechamente con la gravedad y la morbilidad en pacientes con COVID-19, por lo que puede ser un marcador valioso para identificar un resultado deficiente de COVID-19.²⁷

Angoorani, et al. (2018) llevaron a cabo un estudio en donde el propósito de este estudio fue determinar los valores de corte del índice de triglicéridos y glucosa (TyG) como uno de los índices indirectos para el síndrome metabólico (MetS) en una población pediátrica, se evaluaron 3843 estudiantes (52,3% chicos) con una edad media (DE) de 12,45 (3,04) años. El área bajo la curva ROC del índice TyG para MetS fue de 0,83 en total de participantes. De acuerdo con los criterios de ATP III para diagnóstico de síndrome metabólico, los valores de corte del índice TyG fueron 8,33 (8,21–8,45) en el total de estudiantes, 8,47 (8,36–8,58) en los niños y 8,33 (8,18–8,48) en las niñas. En los grupos de edad de 7 a 12 y de 13 a 18 años, estos valores fueron 8,47 (8,32 a 8,63) y 8,34 (8,22 a 8,45) en total, 8,39 (8,26 a 8,52) y 8,47 (8,33 a 8,61) en los niños, 8,33 (8,11 a 8,55) y 8,35 (8,22 a 8,47) en las niñas, respectivamente. Los investigadores concluyeron que los hallazgos de este estudio pueden ser clínicamente útiles para la detección de MetS en niños y adolescentes, pero la eficacia de estos criterios debe evaluarse mediante encuestas longitudinales adicionales.²⁸

Un estudio realizado en la Republica de Korea en el departamento de medicina familiar, por Tae-Kyeong, et al., en el año 2020, tuvo como finalidad evaluar la asociación entre la relación TG / HDL-C y la diabetes tipo 2 incidente con una muestra grande de cohorte con 10.038 participantes donde se seleccionó a un total de 8655 participantes de 40 a 69 años sin diabetes, posteriormente la relación de TG/HDL-C se dividió en cuartiles y la diabetes mellitus tipo 2 recién desarrollada se definió por cualquiera de los siguientes factores: un nivel de glucosa plasmática en ayunas de 126 mg/dl; un nivel de glucosa de 200 mg/dL 2 horas después de una prueba de tolerancia oral a la glucosa de 75 g; una HbA1c 6,5%; o tratamiento con terapia antidiabética. Los cocientes de riesgo (HR) con intervalos de confianza del 95% (IC) para la diabetes tipo 2 incidente se calcularon utilizando modelos de regresión de riesgos proporcionales de Cox multivariantes después de ajustar por variables potencialmente confusas. Durante el período de seguimiento de 12 años, se desarrolló diabetes tipo 2 en 1437 sujetos (16,6%), con una tasa de incidencia de 2,8 a 5,0 durante 2 años y en comparación con el primer cuartil de referencia, los cocientes de riesgo (IC del 95%) de la diabetes tipo 2 incidente en el segundo, tercer y cuarto cuartiles aumentaron en una forma de dosis-respuesta después de ajustar por variables potencialmente confusas. Los autores concluyeron que la elevada relación TG/HDL-C al inicio del estudio puede ser un indicador indirecto útil de la diabetes tipo 2.²⁹

Su WY, et al. en el año 2019 llevaron a cabo un estudio retrospectivo el cual incluyó a 3524 pacientes con diabetes tipo 2, donde se tenía como finalidad la comparación de los efectos de la glucosa en ayunas, la hemoglobina A1c y el índice de triglicéridos-glucosa sobre los eventos cardiovasculares en la diabetes mellitus tipo 2. Se registraron 250 eventos cardiovasculares (6,1%) durante un período de seguimiento de 5,93 años. El análisis escalonado multivariable mostró que la glucosa en ayunas elevada (HR, 1,007; $p < 0,001$) y un índice TyG elevado (HR, 1,521; $p = 0,004$), pero no la hemoglobina A1c ni los triglicéridos se asociaron con una mayor tasa de eventos cardiovasculares. La adición de glucosa en ayunas y el índice TyG mejoró la capacidad predictiva de progresión a un evento cardiovascular ($p < 0,001$ y $p = 0,018$, respectivamente), sobre la de hemoglobina A1c ($p = 0,084$) y triglicéridos ($p = 0,221$). Por lo que se determinó la conclusión de que la glucosa en

ayunas y el índice TyG son parámetros útiles y factores predictivos más fuertes que la hemoglobina A1c y los triglicéridos para eventos cardiovasculares y pueden ofrecer un beneficio pronóstico adicional en pacientes con diabetes tipo 2.³⁰

JUSTIFICACIÓN

Magnitud

La diabetes es un importante problema de salud pública y una de las principales cuatro enfermedades no transmisibles (ENT) de las cuales se requiere intervenir con carácter prioritario. En las últimas décadas se ha evidenciado un incremento significativo respecto a las cifras de pacientes con este diagnóstico, así como sus complicaciones. Según las estimaciones descritas en el informe mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS), 422 millones de adultos en todo el mundo tenían diabetes en 2014, frente a los 108 millones que existían en el año de 1980.³¹

México ocupa el 5° lugar a nivel mundial y las personas que viven con diabetes en México son 12 millones aproximadamente.³

Cabe destacar que los costos de atención médica alcanzaron 727 mil millones de dólares de gastos sanitarios mundiales dedicados a tratamiento y complicaciones de diabetes, pese a que se considera una enorme carga para la salud pública y el desarrollo socioeconómico, la prevención de la diabetes no se encuentra lo suficientemente financiada.³

Trascendencia

La diabetes causó 1,5 millones de muertes en 2012 y las elevaciones de la glucemia por encima de los valores ideales provocaron otros 2,2 millones de muertes. De estas muertes, el 43% se produce antes de la edad de 70 años. El porcentaje de las muertes atribuibles a la hiperglucemia a la diabetes que se producen antes de los 70 años es mayor en los países de ingresos bajos y medianos que en los de ingresos alto.³¹

Se estima que, en nuestro país, 1 de cada 11 adultos vive con diabetes, de esta cifra, las personas con Diabetes Mellitus tipo 2, tienen una edad entre 40 y 59 años. De éstos, el 77% vive en países con ingresos medios y bajos, originando, a su vez, 548 millones de dólares del gasto sanitario en el 2012.⁴

La hipertrigliceridemia es la dislipidemia más prevalente en la diabetes mellitus. En un estudio realizado en una población de 2.500 pacientes con diabetes tipo 2, cerca del 50% de los pacientes tuvo concentraciones de triglicéridos superiores a 150mg/dl y uno de cada cuatro los tenía por sobre 200mg/dl. (quispe2016). En México se estima que 28% de la población padece hipercolesterolemia, con mayor prevalencia en pacientes de 50 a 79 años, condición que está íntimamente relacionada con el desarrollo de enfermedad cardiovascular.³²

Vulnerabilidad

Es una enfermedad crónico-degenerativa, en la cual se deben tomar todas las medidas necesarias posibles para la contribución de control glucémico y factores de riesgo asociados, es por ello que la utilización de marcadores tales como el índice triglicéridos-glucosa (TyG) y TGL/C-HDL con la obtención de muestra en sangre y por ende la asociación con la presencia de un adecuado control glucémico, permitirá la toma de decisiones tempranas preventivo-terapéuticas en los pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Factibilidad

Este estudio es factible por la necesidad de crear información precisa respecto a la determinación de la utilidad de marcadores de resistencia a la insulina descritos anteriormente, en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, ya que existe escasa información en México respecto a este tema; además por la facilidad de contar con disposición de recurso humano y a su vez, recurso laboratorial debido a que son parámetros que se miden de manera rutinaria, es económico y son fáciles de aplicar en la práctica clínica.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La diabetes mellitus tipo 2, considera una de las enfermedades crónicas con mayor impacto en la calidad de vida de la población mundial y constituye un verdadero problema de salud; pertenece al grupo de las enfermedades que producen invalidez física por sus variadas, complicaciones multiorgánicas, con un incremento indudable en la morbilidad y mortalidad en los últimos años, independientemente de las circunstancias sociales, culturales y económicas de los países.¹¹ La dislipidemia es una alteración frecuentemente encontrada en la diabetes mellitus tipo 2, contribuye de forma importante en los niveles de glucosa y siendo el deficiente control glucémico, es decir, la hiperglucemia persistente, combinada con hiperinsulinemia, disminución de la sensibilidad a la insulina y a su vez alteraciones en el perfil lipídico como factores que pueden provocar afectación en distintos órganos, que a su vez conlleva al desarrollo de diversas complicaciones tanto microvasculares como macrovasculares (éstas últimas consideradas como las primeras causas de mortalidad en los pacientes con diabetes mellitus tipo 2), es necesario el conocimiento y la implementación de estrategias que se encuentren al alcance en la práctica clínica y que a su vez permitan de un adecuado control glucémico como la utilización del índice de glucosa de triglicéridos (TyG) y TG-C-HDL, los cuales son considerados como marcadores novedosos para los trastornos metabólicos, por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c para el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en Unidad de Medicina Familiar no.28, Mexicali, Baja California?.

OBJETIVOS

General:

Determinar la asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c para el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

Específicos:

Describir las características sociodemográficas de la población de estudio.

Identificar las comorbilidades asociadas (hipertensión arterial, sobrepeso, obesidad).

Identificar los niveles de glicemia en ayuno, triglicéridos, HDL, colesterol, hemoglobina glicosilada en ambos grupos de estudio.

Determinar el cociente TG/C-HDL mediante los valores identificados.

Determinar punto de corte de índice TyG.

Registrar variables antropométricas (IMC, peso, talla).

HIPÓTESIS

La asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c es de utilidad en el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

HIPÓTESIS NULA

La asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c no es de utilidad en el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio: observacional, descriptivo, transversal, analítico y correlacional.

Población: Pacientes adscritos a Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad de Medicina Familiar no. 28 con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 que acuden a consulta.

Periodo: Octubre de 2020 a Febrero de 2021.

Lugar de realización: Unidad de Medicina Familiar no. 28, Mexicali, Baja California.

Tipo de Muestreo: No aleatorizado.

Determinación del tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{N \delta^2 + Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

N = 125,611 pacientes mayores de 18 años atendidos en un periodo de un año en la UMF No. 28, Mexicali, B.C.

δ = precisión del 5%

σ^2 = variabilidad = $p (1-p) = 0.25 (1-0.25) = 0.1875$

donde p = cociente de dividir el número de pacientes mayores de 18 años con diabetes mellitus tipo 2 atendidos en un año en la UMF 28 respecto al total, mayores de 18 años, atendidos ese periodo = $31404 / 125611 = 0.25$

Sustituyendo:

$$n = \frac{125611 (1.96)^2 (.1875)}{125611 (.05)^2 + (1.96)^2 (.1875)} = 287 \text{ pacientes}$$

Además, se estima un 5% de pérdida de pacientes por cuestiones ajenas al muestreo, por lo que la muestra final se estima en 301 pacientes.

Criterios de selección

Criterios de inclusión:

Pacientes con diabetes mellitus tipo 2 mayores de 18 años de edad.

Pacientes que tengan la hemoglobina glucosilada (Hb1Ac) en su expediente menor a tres meses a la fecha de inicio.

Criterios de exclusión:

Pacientes que estén bajo tratamiento con antivirales, estatinas, fibratos, inmunosupresores o uso de corticoesteroides.

Pacientes que cuenten en su historial clínico con diagnóstico hipercolesterolemia familiar, hipertrigliceridemia, enfermedades del hígado, cardiopatía coronaria, enfermedad renal, enfermedad de tiroides, infecciones graves, neoplasias, VIH, abuso de alcohol o drogas, patologías psiquiátricas.

Criterios de eliminación:

Pacientes con expedientes clínicos incompletos.

Instrumentos de medición:

Parámetros de laboratorios: glucemia en ayuno, hemoglobina glucosilada, perfil lipídico (triglicéridos, colesterol total, HDL).

Utilización del índice TG/C-HDL resultante del cociente del valor de triglicéridos en ayunas entre los valores de colesterol HDL.

Utilización del índice TyG calculado mediante la siguiente fórmula: $\text{Ln}(\text{TG en ayunas} [\text{mg} / \text{dL}] \times \text{glucosa en ayunas} [\text{mg} / \text{dL}] / 2)$.

Definición de las variables y operacionalización.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de medición	Indicador
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento del encuestado	Expresado años de acuerdo con la fecha de nacimiento.	Cuantitativa Discreta	Años
Sexo	Conjunto de características biológicas que definen el aspecto de humanos como hembras o machos.	Expresado en masculino o femenino de acuerdo con la hoja de recolección de datos.	Cualitativa Nominal	1.-Masculino 2.-Femenino
Peso	Medida de la masa corporal expresada en kilogramos.	Expresado en kilogramos de acuerdo con el resultado obtenido al colocar a la persona en báscula calibrada.	Cuantitativa Continua	Kilogramos
Talla	Representa la suma de longitud de los segmentos y subsegmentos corporales.	Expresada en metros conforme al resultado obtenido al colocar a la persona de pie en el estadiómetro.	Cuantitativa Continua	Metros
Ocupación	Actividad o trabajo que realiza una persona.	Cualquier actividad física o intelectual realizada, ya sea profesión u oficio, teniendo remuneración económica o no.	Cualitativa Nominal	1. Estudiante 2. Desempleado 3. Hogar 4. Obrero/ Empleado 5. Personal de salud 6. Personal de educación 7. Comerciante 8. Pensionado/ Jubilado 9. Otros
Estado civil	Condición de una persona en relación con su nacimiento, nacionalidad, filiación o matrimonio.	Condición de una persona según el registro civil en función de si tiene o no pareja y su función legal respecto a esto.	Cualitativa Nominal	1. Soltero (a) 2. Casado (a) 3. Divorciado (a) 4. Unión libre 5. Viudo (a)
Índice de	Es la relación entre	Expresado de	Cualitativa	Bajo peso

Masa Corporal (IMC)	el peso y la talla, generalmente utilizado para clasificar el peso insuficiente, el peso excesivo y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso en kilogramos por el cuadrado de la altura en metros (kg/m^2).	acuerdo con la medición de kilogramos y altura en metros al cuadrado.	Ordinal	< 18.4 Peso normal: 18.5-24.9 Sobrepeso: 25.0- 29.9 Obesidad grado I: 30.0-34.5 Obesidad grado II: 35.0-39.9 Obesidad grado III: >40
Obesidad	Aquellas personas que tengan nivel de IMC mayor o igual a 30.	Expresado conforme el peso total en kilogramos dividido por la estatura en metros cuadrados.	Cualitativa nominal	1.- Presente 2.- Ausente
Comorbilidad es asociadas	La presencia de uno o más trastornos (o enfermedades) además de la enfermedad o trastorno primario.	Expresado de acuerdo con la presencia o ausencia de enfermedades asociadas.	Cualitativa nominal	1.- Hipertensión arterial 2.- Sobrepeso 3.- Obesidad 4.- Otros
Índice TyG	Es un marcador de insulinoresistencia, la concentración de triglicéridos séricos y glucemia en ayuno obtenida por medio de resultados de laboratorio.	Se obtiene del Ln del producto de TG en ayunas [mg/dL] glucosa en ayunas [mg/dL] /2	Cuantitativa continua	Resultado obtenido
Índice Triglicéridos/ HDL (TG/C-HDL)	Es un marcador de insulinoresistencia. Es la concentración triglicéridos séricos en ayuno dividida entre el valor de colesterol-HDL sérico en ayuno.	Se obtiene del cociente entre los niveles de triglicéridos en ayunas (mg/dL) y el colesterol HDL (mg/dL)	Cuantitativa continua	Resultado obtenido
Glucemia plasmática en ayuno	Es un parámetro laboratorial que indica la concentración de glucosa en sangre previo ayuno. Se utiliza como criterio diagnóstico en diabetes mellitus tipo 2, así como para seguimiento.	Expresado conforme al nivel de glucosa en muestra de sangre en mg/dL con privación de ingesta calórica durante las 8 horas previas al estudio.	Cuantitativa Continua	Resultado obtenido en mg/dL.
Hemoglobina	Es la más	Es la fracción de la	Cuantitativa	- Porcentaje (%)

glucosilada (HbA1c)	abundante de los componentes menores de la hemoglobina en los eritrocitos humanos (aproximadamente 80% de la HbA1) Es la más proporcional a la concentración de glucosa plasmática, reflejada en los eritrocitos en su periodo de vida de 120 días. Se puede definir como la condensación de la glucosa en la porción N-terminal (grupo valina terminal) de la cadena beta de la hemoglobina A siendo por tanto su denominación química N-1-desoxifruktosil-beta-Hb.	hemoglobina que tiene glucosa adherida. Es un indicador de control en los pacientes con diabetes mellitus, expresado en porcentaje (%).	continua Cualitativa nominal	obtenido de HbA1c - 1.- <7% - 2.- > ó igual 7%
---------------------	--	---	-------------------------------------	--

Procedimiento para realizar la investigación

Una vez obtenida la autorización por parte del Comité Local ética e Investigación en Salud 204 y el director de la Unidad de Medicina Familiar no. 28, se procedió a una fase de búsqueda, para obtener información mediante base de datos de pacientes que acuden al servicio de consulta externa en turno matutino y vespertino en dicha unidad, seleccionando a los que cuentan con diagnóstico de diabetes mellitus tipo 2 y hemoglobina glicosilada, además del resto parámetros laboratoriales (glucosa, triglicéridos, HDL, colesterol total) en la misma toma de muestra, reflejados en el sistema de iLab.

Los análisis de sangre fueron medidos por métodos de química clínica, en autoanalizador Cobas c501 Marca Roche. A continuación, se llevó a cabo los cálculos para la determinación de los valores del cociente TG/HDL, así como el índice TyG. Una vez obtenidos los datos necesarios se llevó a cabo la realización de una base de recolección de datos para su análisis.

Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva con medidas de tendencia central, medidas de dispersión, de frecuencia y porcentaje. Se construyeron gráficas de barra y de pastel para explicar el comportamiento de las variables en estudio. Se compararon los valores de variables de laboratorio entre dos categorías para la variable Hb1Ac por debajo de 7 y mayor e igual a 7 utilizando el estadístico U de Mann-Whitney para variables con distribución no-normal, mientras que cuando la variable fue distribuida de manera normal la comparación se realizó con t de Student. La prueba de normalidad se efectuó empleando el estadístico de Shapiro-Wilk. Las asociaciones entre variables de naturaleza continua se estimaron con el coeficiente de correlación de Spearman y se sometieron a una hipótesis de existencia estadística de asociación evaluándose con el estadístico Rho de Spearman. Se realizó un análisis ROC, sobre la variable Hb1Ac% categorizada dicotómica para observar la especificidad a través de las áreas bajo la curva para cada uno de los marcadores potenciales: Índice TyG, Cociente TG/HDL e Índice TyG-IMC. Se presentan las áreas junto con los valores de intervalos de confianza al 95%. Se construyeron

modelos de regresión lineal y se evaluaron las variables incluidas. Se reportan valores de coeficiente de determinación (R^2), como indicadores de ajuste. Se declara significativo cuando $p < 0.05$. Los datos obtenidos se capturaron en una hoja de cálculo en el programa Microsoft Excell y el análisis se realizó con apoyo del programa estadístico SPSSv24.

ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio se efectuó en apego a la Declaración de Helsinki de 1975 y siguiendo los lineamientos establecidos en el artículo 98 de la Ley General de Salud en atención a los principios básicos para la investigación médica en seres humanos, así como el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y los lineamientos del manual de procedimientos para la evaluación, registro y seguimiento de proyectos de investigación en salud que se realizan en el Instituto Mexicano del Seguro Social. Este protocolo se encuentra clasificado bajo la categoría I: investigación sin riesgo, conforme al capítulo I, título segundo, artículo 17, del Reglamento De La Ley General De Salud En Materia De Investigación Para La Salud.

Otro aspecto relevante es que se realizó conforme la emisión de la Carta de Ottawa, la cual se realizó el 21 noviembre de 1986, en donde se establece como objetivo "Salud para Todos en el año 2000.", por lo que se pretende continuar haciendo énfasis en toda circunstancia sobre la importancia de la promoción de la salud y que el paciente cuente con todos los medios necesarios y posibles para el control de la misma, en este caso para el control glucémico de su patología.

Este estudio fue sometido a aprobación por el Comité Local de Investigación del Instituto Mexicano del Seguro Social y bajo la autorización del director de la Unidad de Medicina Familiar no. 28 (Anexo 2). Cabe mencionar que se respetó en todo momento y lugar, la confidencialidad de los datos obtenidos del expediente del paciente. Este protocolo se llevó a cabo en función de los principios de bioética tales como autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia.

RECURSOS: HUMANOS, MATERIALES Y FINANCIEROS

Recursos humanos:

Investigador principal: Munguía María Marlenne.

Investigador responsable: Dra. Vanessa Johanna Caro.

Investigadores asociados: Dr. Alberto Barreras Serrano, Dra. Madtie de León Aldaba.

Recursos materiales:

Consultorio para recolección de datos.

Formato en papel impreso: Hoja de recolección de datos, consentimiento informado.

Lápices, plumas, borradores

Computadora personal

Estudios de laboratorio

Recursos financieros: El financiamiento de los materiales tales como computadora personal, artículos de papelería (hojas, plumas, lápices) serán provistos por investigador principal, así como la institución médica. Los estudios de laboratorio se realizarán en Unidad de Medicina Familiar no. 28, por lo que no se generara gasto monetario para los pacientes involucrados en el estudio.

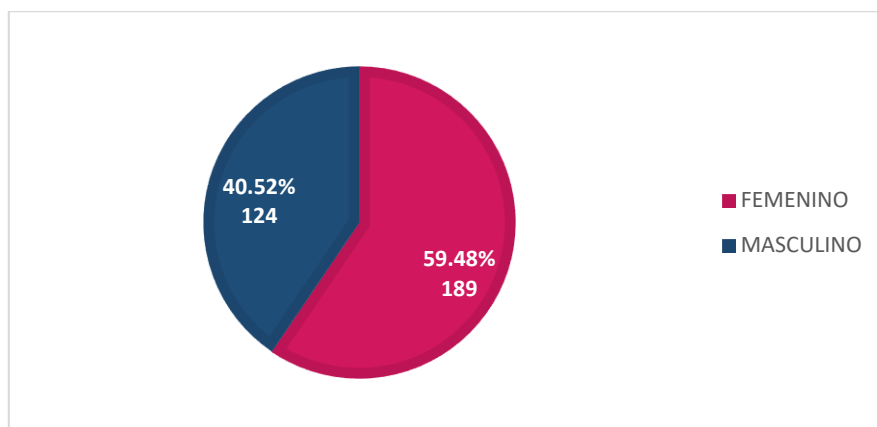
FACTIBILIDAD

Es posible realizar el presente estudio debido a que se cuenta con el material para efectuarlo en referencia al recurso humano, acceso a la información de expediente de la población en estudio, el apoyo de medicina familiar para solicitud de laboratorios, además de contar con investigador y asesores dispuestos a realizar el proyecto, así como el financiamiento necesario a cargo de éstos.

RESULTADOS

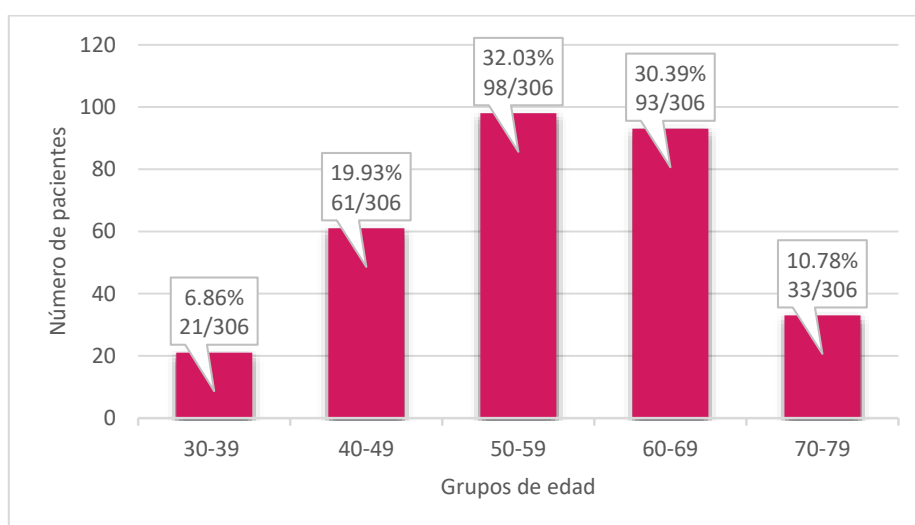
Características sociodemográficas de la población.

Del total de pacientes incluidos en el estudio, el 41% (124/306) resultaron del sexo masculino y el 59% (182/306) del sexo femenino (**Gráfica 1**). Por edad, osciló de los 30 a los 79 años.



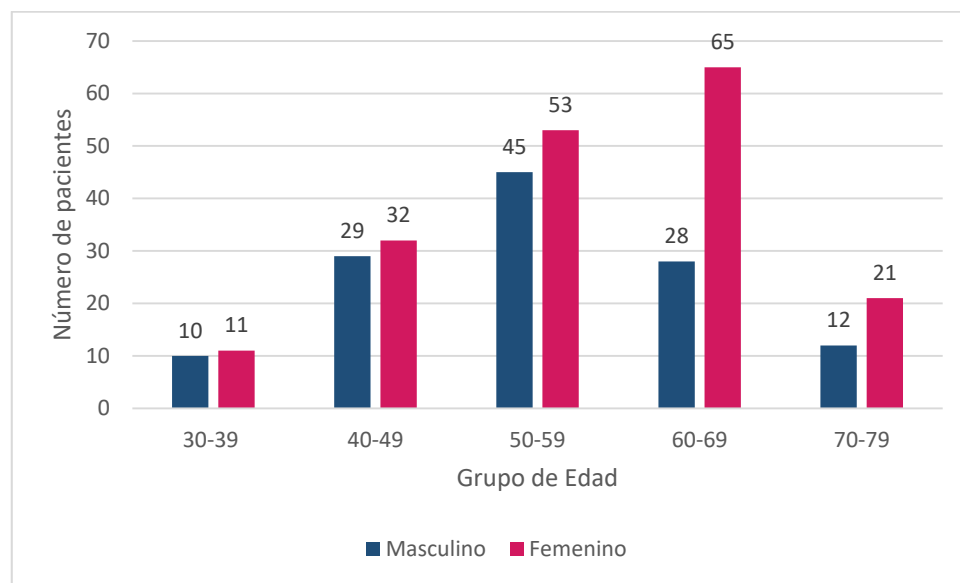
Gráfica 1. Distribución porcentual de los pacientes en el estudio para la variable de sexo.

En cuanto a la distribución de pacientes por grupo de edad, de los 306 pacientes, aquellos de 30-39 años se observó en el 6.86% (n=21), de 40-49 años el 19.93% (n=61), 50-59 años el 32.03% (n=98), 60-69 años el 30.39% (n=93) y de 70-79 años de 10.78% (n=33). **Gráfica 2.**



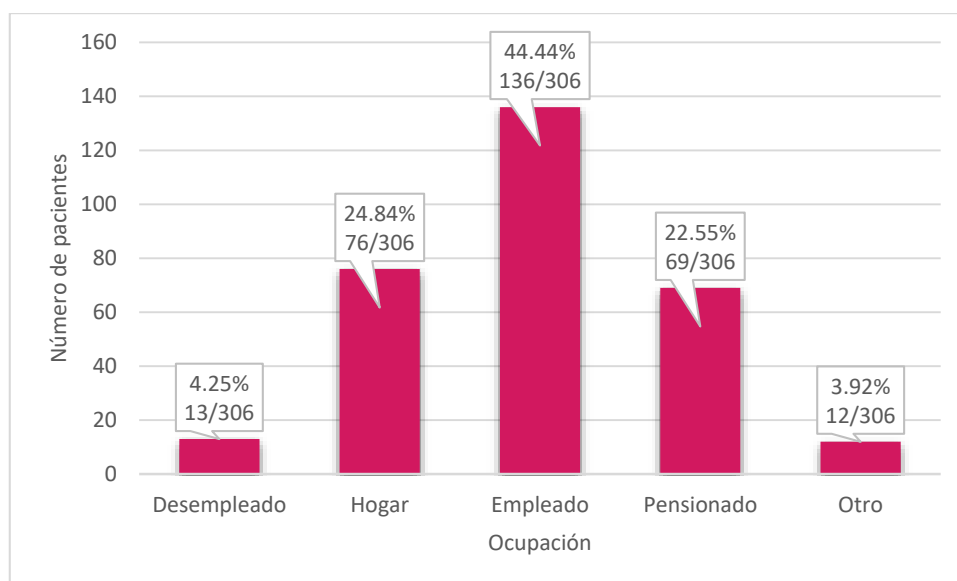
Gráfica 2. Distribución de los pacientes en el estudio por grupos de edad.

De acuerdo con los grupos de edad según el sexo, en los grupos de edad por debajo de los 59 años se observó una distribución similar de sexos en ellos. No así en el grupo de edad de los 60-69 años, donde solo el 9.15% (n=28) fueron del sexo masculino vs 21.24% (n=65) del sexo femenino, mientras que en el grupo de edad de los 70-79 años, los de sexo masculino fueron el 3.9% (n=12) vs 6.86% (n=21) para sexo femenino. **Gráfica 3.**



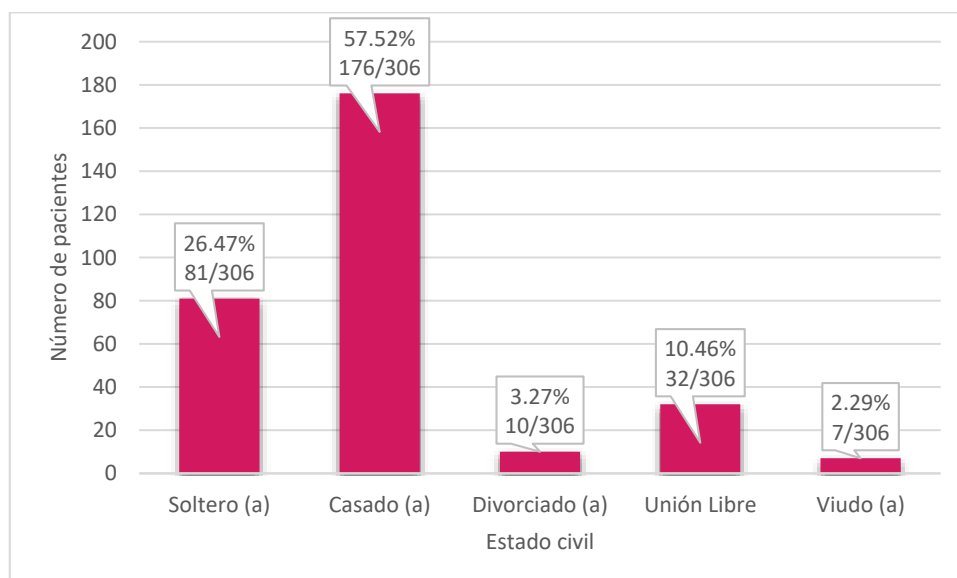
Gráfica 3. Distribución de los pacientes en el estudio por grupos de edad según el sexo.

En relación con la ocupación, la distribución de los pacientes por este criterio resultó que el 4.25% (n=13) entran en la categoría de desempleo, 24.84% (n=76) se ocupan del hogar, el 44.44% (n=136) son empleados, 22.55% (n=69) son pensionados y 3.92% (n=12) otros. **Gráfica 4.**



Gráfica 4. Distribución de pacientes en el estudio de acuerdo con la ocupación.

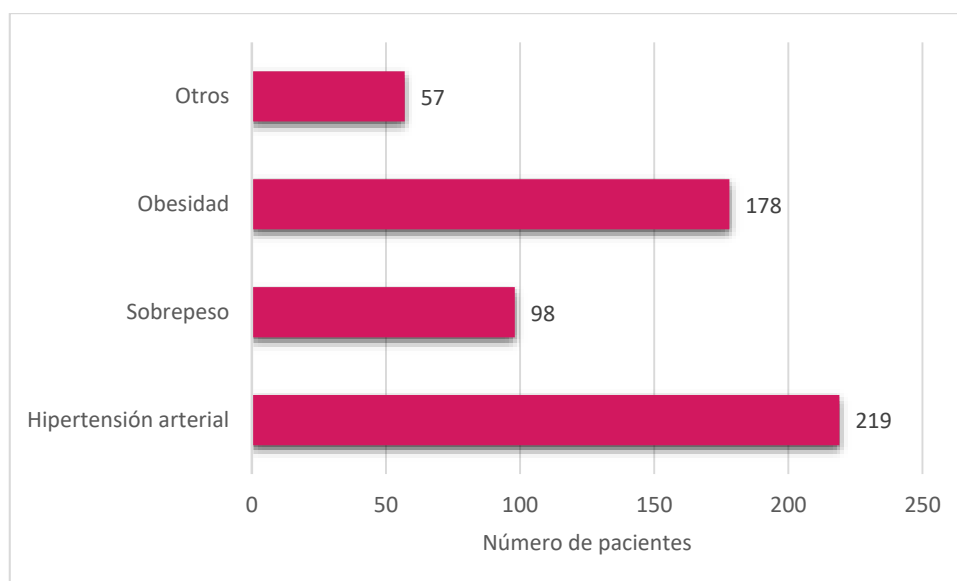
Conforme el estado civil, 26.47% (n=81) son solteros (as), 57.52% (n=176) se encuentran casados (as), 3.27% (n=10) divorciados (as), 10.46% (n=32) en unión libre y el 2.29% (n=7) viudos (as). **Gráfica 5.**



Gráfica 5. Distribución de los pacientes en el estudio respecto al estado civil.

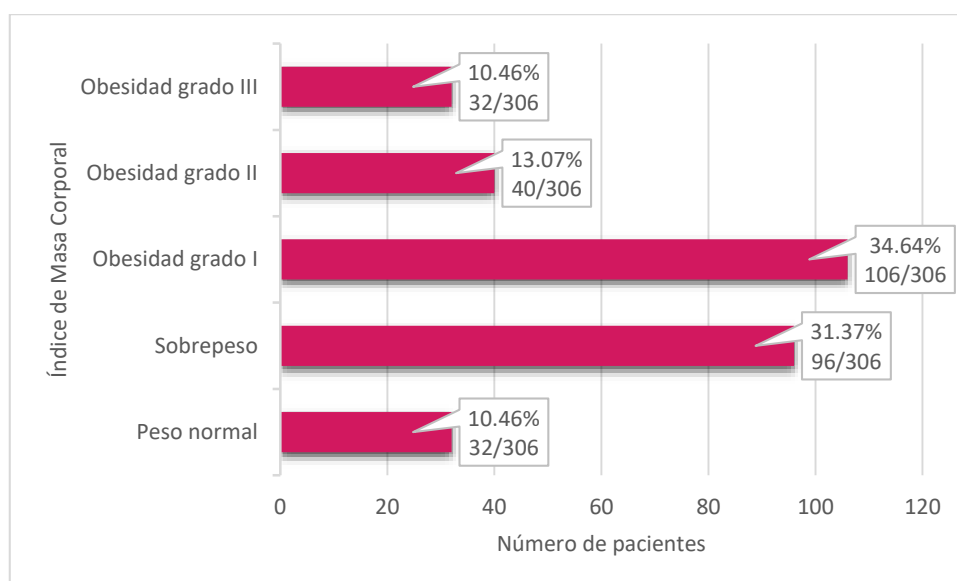
Características clínicas y laboratoriales de la población.

De los 306 pacientes incluidos en el estudio, 219 presentaron hipertensión arterial, 178 obesidad, 98 sobrepeso y 57 entran en la categoría de otras enfermedades.



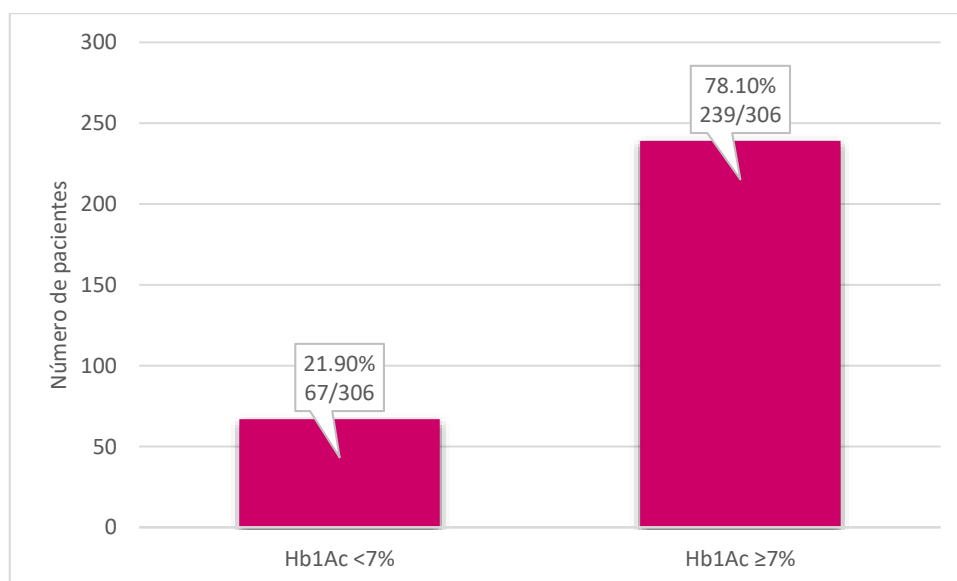
Gráfica 6. Distribución de los pacientes en estudio respecto a las comorbilidades.

Según la clasificación Índice de Masa Corporal (IMC), el 10.46% se encuentra en peso normal, 31.37% en sobrepeso, 34.64% en obesidad grado I, 13.07% con obesidad grado II y 10.46% con obesidad grado III. **Gráfica 7.**

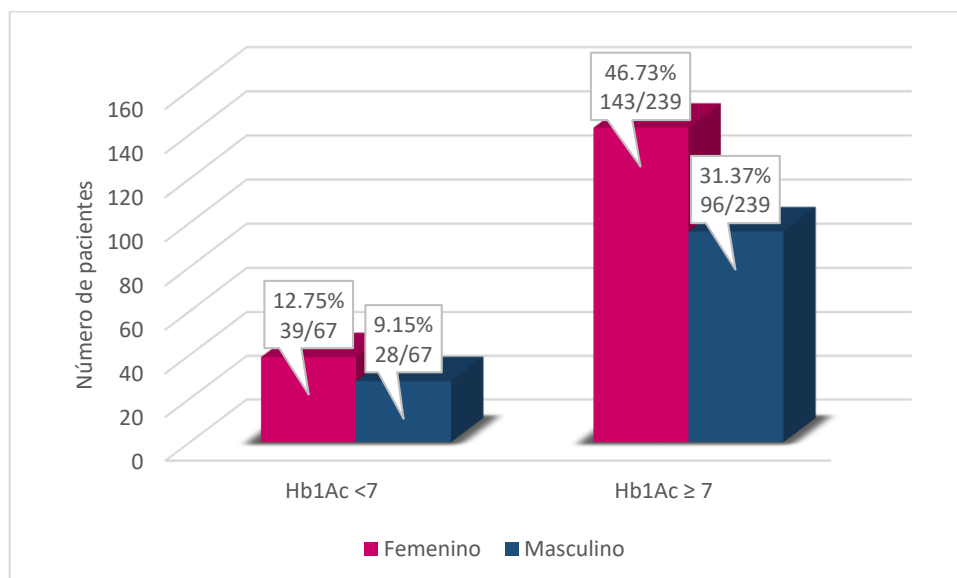


Gráfica 7. Distribución de los pacientes en el estudio conforme la clasificación de IMC.

En relación con los valores de hemoglobina glicosilada (Hb1Ac), el 21.90% (n=67) se encuentra con valores de Hb1Ac menores a 7% y el 78.10% (n=239) con valores mayores o iguales a 7%. **Gráfica 8.**



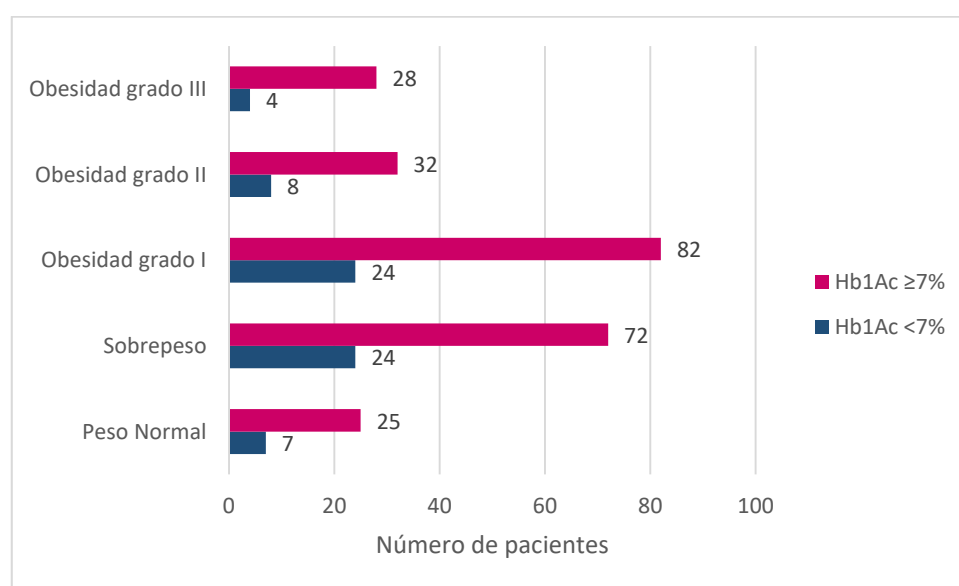
Gráfica 8. Distribución de pacientes en el estudio de acuerdo con los valores de Hb1Ac.



Grafica 9. Distribución de pacientes en el estudio de acuerdo con los valores de Hb1Ac según la variable de sexo.

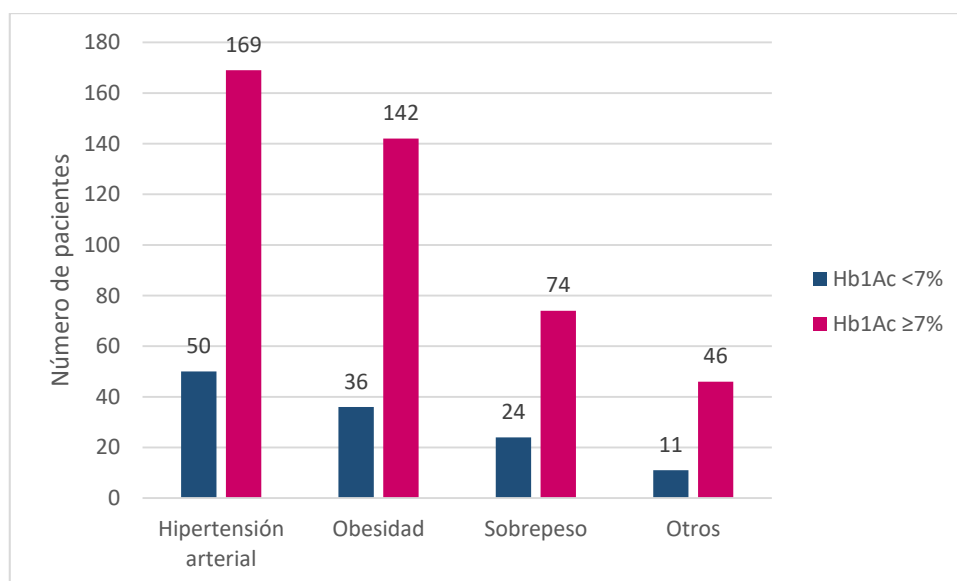
En función de los valores de hemoglobina glicosilada (Hb1Ac) según el sexo, resultó en el grupo de HbA1c menor a 7% que el 12.75% (n=39) fueron del sexo femenino y el 9.15% (n=28) del sexo masculino, en cambio en el grupo de Hb1Ac mayor o igual al 7% fueron 46.73% (n=143) del sexo femenino y 31.37% (n=96) del sexo masculino. **Gráfica 9.**

En lo que respecta a los valores de Hb1Ac según el índice de masa corporal, la distribución en el grupo de HbA1c menor a 7% fue de 2.29% (n=7) en la categoría de peso normal, 7.84% (n=24) con sobrepeso, 7.84% (n=24) con obesidad grado I, 2.61% (n=8) con obesidad grado II y el 1.31% (n=4) con obesidad grado III. En el grupo de HbA1c mayor o igual a 7%, el 8.17% (n=25) con peso normal, el 23.53% (n=72) con sobrepeso, 26.80% (n=82) con obesidad grado I, 10.46% (n=32) con obesidad grado II y el 9.15% (n=28) con obesidad grado III. **Gráfica 10.**



Gráfica 10. Distribución de pacientes en el estudio de acuerdo con los valores de Hb1Ac según la variable de índice de masa corporal.

De conformidad con los valores de Hb1Ac según las comorbilidades, la distribución de pacientes en el grupo de HbA1c menor a 7%, fue 50 de ellos cuentan con el diagnóstico de hipertensión arterial, 36 con obesidad, 24 con sobrepeso y 11 en la categoría de otros. En el grupo de HbA1c mayor o igual a 7%, cuentan con hipertensión arterial 169, con obesidad 142, con sobrepeso 74 y en la categoría de otros 46 pacientes. **Gráfica 11.**



Gráfica 11. Distribución de pacientes en el estudio de acuerdo con los valores de Hb1Ac según la variable de comorbilidades.

A continuación, en la Tabla 1 se presentan los valores promedios, desviación estándar, valor mínimo y máximo de los parámetros en estudio de los 306 pacientes con diabetes mellitus tipo 2 pertenecientes a la muestra de la población en estudio, respecto a los marcadores, el índice TyG mostro una media de 9.66 ± 0.74 , cociente TG/HDL tuvo una media de 5.13 ± 3.62 y el índice TyG-IMC una media de 307.98 ± 65.05 .

Tabla 1. Estadísticos descriptivos generales de las características de la muestra de pacientes en el estudio.

Variable	Media	DE	Mínimo	Máximo
Edad (años)	56.29	10.64	30.00	79.00
Hb1Ac (%)	8.96	2.13	5.2	15.4
Glucosa (mg/dl)	183.60	72.49	81.60	446.80
Triglicéridos (mg/dl)	208.11	113.11	53.80	871.00
Colesterol Total (mg/dl)	189.35	44.20	102.30	514.90
HDL (mg/dl)	45.19	11.25	19.90	92.00
Índice TyG	9.66	0.74	7.89	11.89
Cociente TG/HDL	5.13	3.62	0.63	30.99
Índice TyG-IMC	307.98	65.05	180.83	673.33
Peso (kg)	84.30	19.2	47.70	169.00
Talla (metros)	1.62	0.09	1.30	1.87
IMC (kg/m ²)	31.88	6.36	20.55	66.57

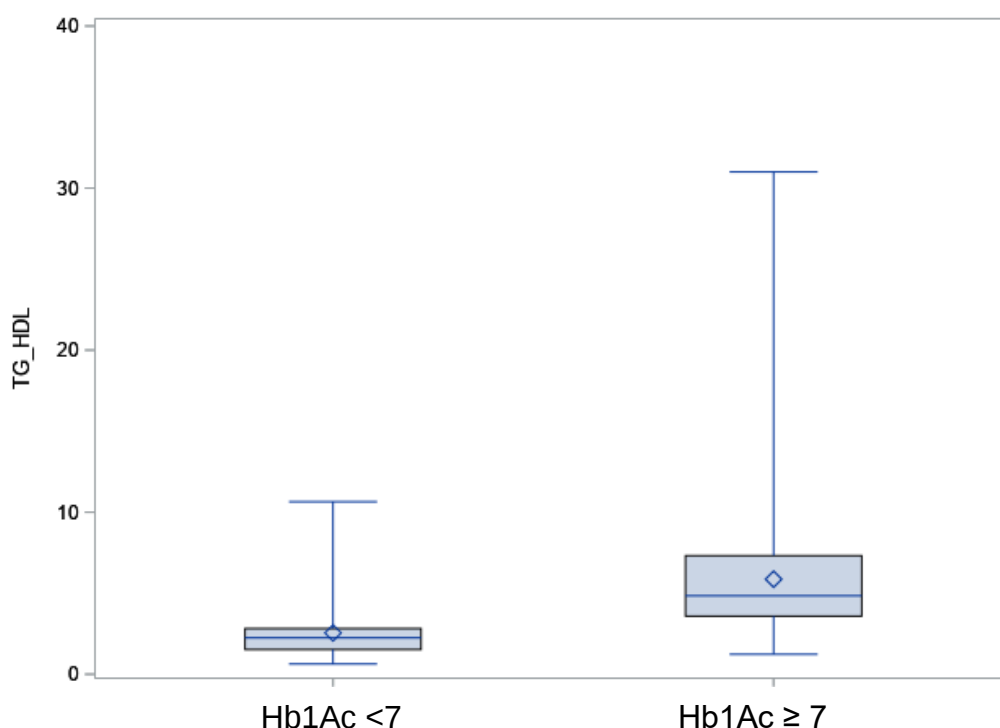
Se conformaron dos grupos de pacientes respecto al control glucémico (grupo Hb1Ac <7% vs grupo Hb1Ac ≥7%) descritos en la Tabla 2, cada una de las variables consideradas fue sometida a la prueba de normalidad empleando la prueba de Shapiro-Wilk, resultado con distribución no-normal prácticamente todas las variables a excepción de talla e índice TyG. El supuesto de igualdad de valores centrales entre los dos grupos formados por control glicémico para las variables consideradas fue evaluado de aplicar la prueba U de Mann-Whitney. Para las variables con distribución normal la comparación se realizó de aplicar la prueba t de Student. Se encontró diferencia significativa en Hb1Ac% (6.4 vs 9.67; $p<0.0001$), glucosa (111.5 vs 203.8; $p<0.0001$), triglicéridos (119.74 vs 232.9; $p<0.0001$), colesterol total (174 vs 193.7; $p=0.0022$), HDL (52.46 vs 43.15; $p<0.0001$), índice TyG (8.7 vs 9.92; $p<0.0001$), cociente TG/HDL (2.54 vs 5.86; $p<0.0001$), índice TyG-IMC (273.1 vs 317.8; $p<0.0001$). Los valores de Hb1Ac, glucosa, triglicéridos, colesterol total y HDL se encuentran dentro de los parámetros aceptables para pacientes con diabetes mellitus tipo 2, en cambio los que manifiestan un mal control glucémico demuestran valores fuera los parámetros de metas metabólicas. No hubo diferencia significativa en edad, talla e índice de masa corporal entre los grupos de estudio, lo que era de esperarse en cuestión de edad y talla, sin embargo, respecto al índice de masa corporal se esperaba un resultado menor en lo que concierne a los pacientes con un adecuado control glucémico.

Tabla 2. Comparación de pacientes en el estudio conforme a control glucémico empleando prueba U de Mann-Whitney.

Variable	Hb1Ac <7%	Hb1Ac ≥7%	E.E.	valor de P ^{2l}
Edad (años)	58.53	55.66	1.4652	0.061
Hb1Ac (%)	6.4343	9.6795	0.1288	<0.0001
Glucosa (mg/dl)	111.5	203.8	5.1323	<0.0001
Trigliceridos (mg/dl)	119.74	232.9	9.4832	<0.0001
Colesterol Total	174	193.7	5.0211	0.0022
HDL (mg/dl)	52.4612	43.1536	1.7204	<0.0001
Índice TyG ^{1l}	8.7224	9.9295	0.0659	<0.0001
Cociente TG/HDL	2.5475	5.8653	0.3122	<0.0001
Índice TyG-IMC	273.1	317.8	8.6384	<0.0001
Talla (metros) ^{1l}	1.6199	1.6266	0.0133	0.6285
IMC (kg/m ²)	31.2663	32.0544	0.8803	0.4495

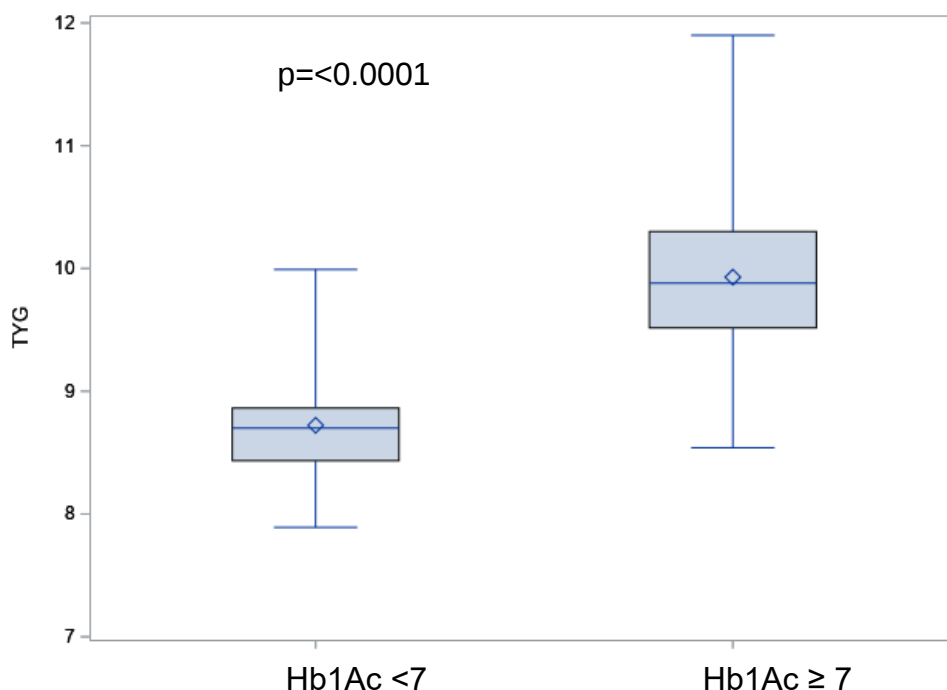
^{1/} La comparación se realizó de aplicar el estadístico t de Student. ^{2/} valores de $P \leq 0.05$ indican diferencia

En la gráfica 12 se muestra el cociente TG/HDL con relación al grupo de Hb1Ac que pertenecen; en el caso de Hb1Ac <7% el valor mínimo fue de 0.63, rango intercuartílico entre 1.52 y 2.81, mediana de 2.24, media de 2.54 y un valor máximo de 10.64; en el grupo de los pacientes con Hb1Ac $\geq 7\%$ el valor mínimo fue 1.23, rango intercuartílico entre 3.59 y 7.32, mediana de 4.84, media de 5.86 y un valor máximo de 30.99.



Gráfica 12. Comportamiento de la variable TG_HDL en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 según el valor de HbA1c.

En la gráfica 13 se muestra el comportamiento de la variable índice TyG en relación con el grupo de Hb1Ac que pertenecen; en el caso de Hb1Ac <7% el valor mínimo fue de 7.89, rango intercuartílico entre 8.43 y 8.86, mediana de 8.69, media de 8.72 y un valor máximo de 9.99; en el grupo de los pacientes con Hb1Ac $\geq 7\%$ el valor mínimo fue 8.53, rango intercuartílico entre 9.51 y 10.30, mediana de 9.88, media de 9.92 y un valor máximo de 11.89.



Gráfica 13. Índice TyG en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 según el valor de HbA1c.

Se puede decir que conforme a las distribuciones que corresponden a ambos índices en los gráficos anteriores (cajas y bigotes), aquellos que pertenecen al grupo de Hb1Ac menor a 7 demuestran menor dispersión y valores menores en relación con el límite inferior, media, mediana, rango intercuartílico y límite superior, en cambio los que se encuentran con un inadecuado control glucémico, es decir, los que corresponden al grupo de Hb1Ac mayor o igual a 7, mantienen valores superiores y una mayor dispersión de las observaciones que están por fuera del 50% central de la distribución en ambos gráficos tanto en el índice de TyG como el cociente TG/HDL.

En los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 pertenecientes al estudio se evidencio que el índice TyG se asocia positivamente con HbA1c, glucosa, triglicéridos. Para la variable colesterol total, aunque la asociación fue significativa la magnitud fue muy baja. Se observaron asociación negativa de este índice con los valores de HDL. No hubo asociación con peso ni con índice de masa corporal. Para el índice TyG-IMC la asociación positiva fue con Hb1Ac, glucosa y triglicéridos, pero con magnitud baja, no así con peso e índice de masa corporal la cual fue arriba del 75%. Una

asociación negativa con valores de HDL pero de magnitud baja. No se observó asociación con colesterol total. Finalmente, con respecto al cociente TG/HDL la mayor asociación positiva fue observada con triglicéridos del orden del 93% seguida en magnitud (48%) con Hb1Ac y glucosa. Los valores más bajos de asociación se presentaron con colesterol total. Una asociación negativa del orden del 73% se presentó con HDL. No se observó asociación de este índice con las variables peso e índice de masa corporal (Tabla 3).

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Spearman (r_s) entre el cociente TG/HDL-C, Índice TyG y Índice TyG*IMC con parámetros clínicos/laboratoriales.

		HbA1c	Glucosa	Triglicéridos	Colesterol Total	HDL	Peso	IMC
Índice TyG	r_s	0.71173 (<0.0001)	0.82902 (<0.0001)	0.88453 (<0.0001)	0.26275 (<0.0001)	-0.43759 (<0.0001)	0.04860 (0.3969)	-0.0410 (0.4744)
Índice TyG*IMC	r_s	0.28386 (<0.0001)	0.31430 (<0.0001)	0.32466 (<0.0001)	0.01704 (0.7666)	-0.21647 (0.0001)	0.76069 (<0.0001)	0.90095 (<0.0001)
Cociente TG/HDL	r_s	0.48788 (<0.0001)	0.48029 (<0.0001)	0.93762 (<0.0001)	0.14043 (0.0139)	-0.73288 (<0.0001)	0.08080 (0.1585)	-0.0083 (0.8842)

valores entre paréntesis < 0.05 indican presencia de asociación entre el par de variables.

Conforme al grupo de Hb1Ac <7 existe una asociación positiva con el índice TyG ($r_s=0.4308$, $p=0.0003$) y el cociente TG/HDL ($r_s=0.3439$, $p=0.0044$). No hubo asociación con el índice TyG*IMC ($r_s=0.2271$, $p=0.0646$). En cambio, en el grupo de Hb1Ac $>$ o igual a 7 se evidenció una asociación positiva con el índice TyG y un coeficiente de correlación de Spearman mayor con respecto al grupo de Hb1Ac <7 ($r_s=0.4769$, $p=<0.0001$), también hubo significancia entre la relación con el cociente TG/HDL ($r_s=0.1759$, $p=0.0064$). No hubo asociación con el índice TyG*IMC y el grupo de Hb1Ac $>$ o igual a 7 ($r_s=0.0852$, $p=0.1889$). Tabla 4.

Tabla 4. Coeficientes de correlación de Spearman (r_s) entre el valor de Hb1Ac y el índice TyG, cociente TG/HDL e índice TyG*IMC.

		Índice TyG	Cociente TG/HDL	Índice TyG*IMC
Hb1Ac <7%	r_s	0.4308 (0.0003)	0.3439 (0.0044)	0.2271 (0.0646)
Hb1Ac ≥7%	r_s	0.4769 (<0.0001)	0.1759 (0.0064)	0.0852 (0.1889)

valores entre paréntesis < 0.05 indican presencia de asociación entre el par de variables.

Se realizó el análisis del área bajo la curva, el cual muestra que el índice TyG tiene un mejor desempeño en comparación con el TyG-IMC y el cociente TG/HDL debido a que el área bajo la curva es mayor en el índice TyG con un valor de 0.9469 (IC95% 0.9165-0.9774, $p < 0.0001$), continua en mejor desempeño el cociente TG/HDL con AUC 0.875 (IC95% 0.8240-0.9268, $p < 0.0001$) y por último el índice TyG-IMC con AUC 0.718 (IC95% 0.6443-0.7928, $p < 0.0001$). Tabla 5.

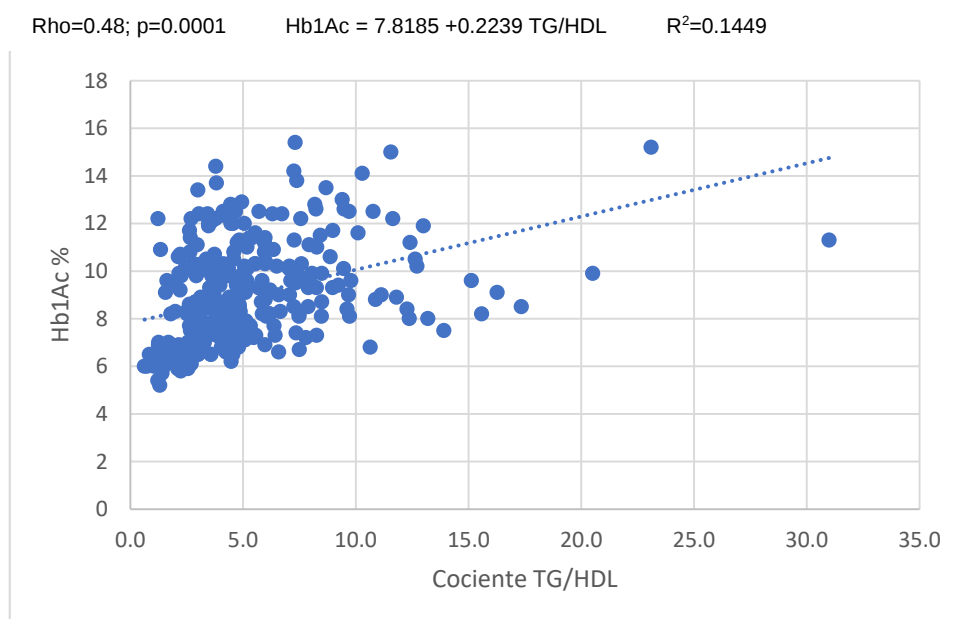
Tabla 5. Análisis ROC, indicando áreas bajo la curvas e intervalos de confianza al 95% para los marcadores potenciales.

Análisis ROC	Área bajo la curva	IC 95% Wald		valor P
		límite inferior	límite superior	
<i>HbA1c</i>				
Índice TyG	0.9469	0.9165	0.9774	<0.0001
Índice TyG-IMC	0.7185	0.6443	0.7928	<0.0001
Cociente TG/HDL	0.8754	0.8240	0.9268	<0.0001

valores de $P \leq 0.05$ son estadísticamente significativos

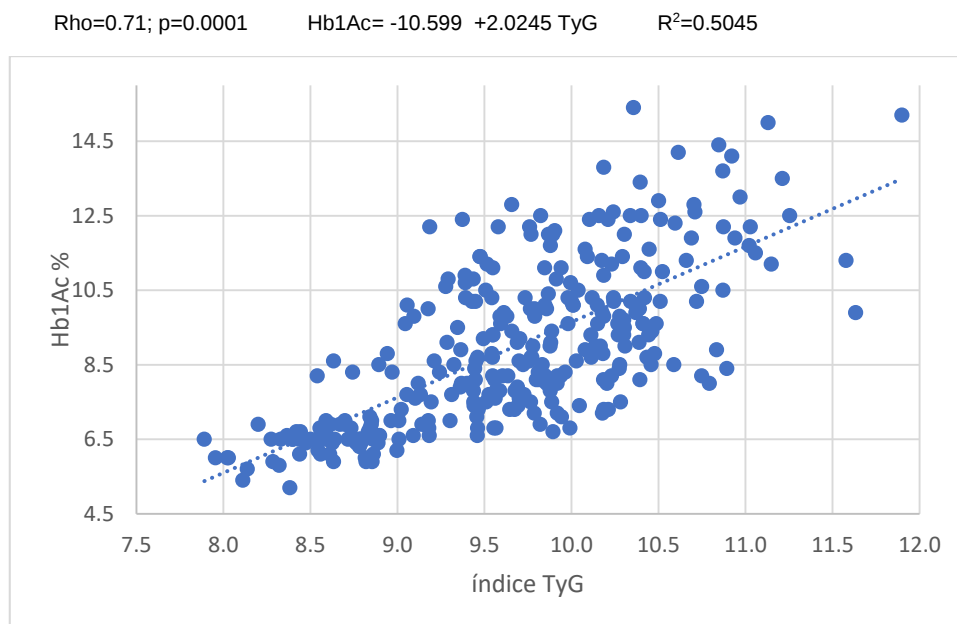
Un test diagnóstico se considera no-discriminativo si posee AUC = 0,50 (área de no discriminación). A medida que el AUC de un test diagnóstico se acerca al valor 1,00 (test diagnóstico perfecto), mayor será su capacidad discriminativa por lo tanto se sugiere que el índice TyG discrimina de mejor manera en comparación al resto de los marcadores en pacientes con buen y mal control glucémico.

En el análisis cuantitativo de la relación del cociente TG/HDL con la variable de respuesta HB1Ac%, la gráfica 14 presenta el diagrama de dispersión de los valores, así como la recta de regresión resultante. Se colocó en la parte superior de la gráfica la ecuación de predicción con un valor de coeficiente de determinación del 15% y valor de asociación entre variables del 48%, lo que indica asociación positiva moderada y bajo valor predictivo del modelo propuesto.



Gráfica 14. Relación entre el cociente TG/HDL con HbA1c en la muestra total de pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2.

En cuanto a la relación funcional del índice TyG con los valores de hemoglobina glicosilada, la dispersión de valores se presenta en la gráfica 15, además de la ecuación de regresión, la cual muestra un valor de coeficiente de determinación del 50%, que fue el valor más alto observado en el análisis cuantitativo de las variables en el estudio. La asociación entre estas dos variables fue del orden del 71%, lo que indica una asociación positiva alta. Como se está buscando que la variable Hb1Ac% sea máximo 7, entonces el valor de TyG no deberá exceder el valor de 8.69, de aplicar la ecuación de predicción: $Hb1Ac\% = -10.599 + 2.0245 TyG$.



Gráfica 15. Relación entre el índice TyG con HbA1c en la muestra total de pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2.

DISCUSION

En el presente estudio se determinó el valor de los índices TyG, cociente TG/HDL y como se correlacionan con la hemoglobina glicosilada (HbA1c) en pacientes diabéticos tipo 2, además de su posible uso como marcadores sustitutos del control glucémico. Es de sumo interés que, en el estudio actual, el índice TyG ($Rho=0.71$; $p=0.0001$) y cociente TG/HDL ($Rho=0.48$; $p=0.0001$) mostraron asociaciones significativas positivas con la HbA1c. En un estudio realizado en el departamento de bioquímica clínica en Iraq en el 2018, efectuó la correlación entre el índice TyG y Hb1Ac demostrando un valor de coeficiente correlación de Pearson de 0.444 con significancia estadística ($p<0.001$).

Asimismo, se encontró que conforme la comparación de los grupos con Hb1Ac <7 y mayor o igual a 7, los valores de los potenciales marcadores están incrementados significativamente en los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 con mal control glucémico, para el cociente TG/HDL (5.82 vs 3.40; $p=0.003$) y para el índice TyG fue también significativamente mayor el grupo con Hb1Ac ≥ 7 (5.21 vs 4.94; $p<0.001$) y en nuestro estudio también se presentó un incremento significativo en los pacientes pertenecientes al grupo de Hb1Ac ≥ 7 , tanto como para el cociente TG/HDL (5.86 vs 2.54; $p<0.0001$) y para el índice TyG (9.92 vs 8.72; $p<0.0001$). Guerrero Romero y col., propusieron que el índice TyG podría ser un marcador de resistencia a la insulina, con una excelente correlación con la prueba de clamp euglucémico-hiperinsulinémica (estándar de oro). Además, En-qian Liu y col., en el 2020, llevo a cabo un estudio tipo cohorte realizado en Japón el cual evidenció que el índice TyG se asoció lineal y positivamente con el riesgo de presentar diabetes mellitus tipo 2.

En un estudio realizado en Argentina por Unger y col., se observó que el punto de corte discriminante de los pacientes con síndrome metabólico para el índice TyG fue 8,8 en hombres y 8,7 en mujeres y para la relación TG/C-HDL 3,1 y 2,2, respectivamente. Dentro de este estudio el punto de corte del índice TyG fue de 8.69, conforme la muestra total de pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

De acuerdo con el análisis del área bajo la curva, Khalid Hameed y col., refirieron para el índice TyG un área bajo la curva de 0.833, para el índice TyG*IMC un área de 0.648, ambas con valores estadísticamente significativos; en el presente estudio se determinó un área bajo la curva de 0.9469 para el índice TyG, 0.7185 para el índice TyG*IMC y finalmente 0.8754 para el cociente TG/HDL, siendo todos altamente significativos; se encuentra similitud en ambos estudios al identificarse valores mayores en el índice TyG, que en el resto de los potenciales marcadores.

CONCLUSIÓN

En este estudio el índice TyG es una herramienta accesible que presenta una asociación positiva alta con HbA1c; este índice tiene el privilegio de ser aplicable en la práctica clínica ya que tanto la glucosa como la determinación de triglicéridos es accesible para los médicos de primer nivel de atención, cuando no se posea el recurso de Hb1Ac, además de ser un índice de fácil aplicación, debido a que se determina mediante una fórmula establecida y sus parámetros se obtienen mediante la química sanguínea. En cambio, el cociente TG/HDL mantiene una asociación positiva moderada con la Hb1Ac, por lo que sería más recomendable el uso de TyG en caso de no contar con disponibilidad de Hb1Ac.

RECOMENDACIONES

Es sustancial la continua investigación y profundización del conocimiento en cuanto a los recursos para diagnosticar y mantener a los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en metas control preferentemente durante la atención en primer nivel, proporcionar educación tanto al personal de salud como a los pacientes sobre la importancia y el impacto de mantener un buen control glucémico, para prevención de las enfermedades adyacentes y complicaciones asociadas a la diabetes mellitus tipo 2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Pérez-Díaz. Diabetes mellitus. Gac Med Mex 2016;152(1):50–5
- 2) American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Diabetes Care 2019;42(1):13–28.
- 3) International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 8th Edition. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2017.
- 4) Diagnóstico y Tratamiento Farmacológico de la Diabetes Mellitus Tipo 2 en el Primer Nivel de Atención. Guía de Evidencias y Recomendaciones: Guía de Práctica Clínica. México, Instituto Mexicano del Seguro Social; 2018.
- 5) Rojas-Martínez R, Basto-Abreu A, Aguilar-Salinas CA, et al. Prevalencia de diabetes por diagnóstico médico previo en México. Salud Publica Mex 2018;60(3):224–232.
- 6) Secretaria de salud del estado de Baja California. Actualización Programa Sectorial de Salud 2015-2019. Secretaria de salud del estado de Baja California, 2017.
- 7) Cuevas M, Alonso K. Dislipidemia diabética. Rev. Med. Clin. Condes 2016;27(2):152-159.
- 8) Quispe R, Martin SS, Jones SR. Triglycerides to high-density lipoprotein–cholesterol ratio, glycemic control and cardiovascular risk in obese patients with type 2 diabetes. Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity 2016;23(2):50-156.
- 9) Soutelo J, Graffigna M, Honfi M, et al. Índice triglicéridos/HDL-colesterol: en una población de adolescentes sin factores de riesgo cardiovascular. ALAN 2012;62(2):167–171.
- 10) Hernández-Vite Y, Elizalde-Barrera CI, Flores-Alcántar MG, et al. Asociación entre el índice triglicéridos/colesterol HDL y la glucosa alterada en ayuno en pacientes normotensos con obesidad y sobrepeso. Med Int Méx 2015;31(5):507–515.
- 11) Cordero A, Sirera D, Bertomeu-Martínez V. Parámetros lipídicos y objetivos terapéuticos. Rev Esp Cardiol Supl 2012;12(C):12–18.

- 12) Belén L, Oliva ML, Maffei L, et al. Relación TG/HDL-C y resistencia a la insulina en mujeres adultas argentinas según su estado nutricional. *Rev Esp Nutr Hum Diet* 2014;18(1):18-24.
- 13) Lim TK, Lee HS, Lee YJ. Triglyceride to HDL-cholesterol ratio and the incidence risk of type 2 diabetes in community dwelling adults: A longitudinal 12-year analysis of the Korean Genome and Epidemiology Study. *Diabetes research and clinical practice* 2020;163:108-150.
- 14) Hameed EK. TyG index a promising biomarker for glycemic control in type 2 Diabetes Mellitus. *Diabetes Metab Syndr* 2019; 13(1):560-563.
- 15) Unger G, Benozzi SF, Perruzza F, et al. Índice triglicéridos y glucosa: indicador útil de insulinoresistencia. *Endocrinol Nutr* 2014;61(10):553-540.
- 16) Almeda-Valdés P, Bello-Chavolla OY, Caballeros-Barragán CR, et al. Índices para la evaluación de la resistencia a la insulina en individuos mexicanos sin diabetes. *Gaceta Med Mex* 2018;154(2):50-55.
- 17) Gil-Velázquez LE, Sil-Acosta MJ, Domínguez-Sánchez ER, et al. Guía de práctica clínica Diagnóstico y tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc* 2013;51(1):104–19.
- 18) Reyes-Sanamé FA, Pérez-Álvarez ML, Figueredo EA, et al. Tratamiento actual de la diabetes mellitus tipo 2. *CCM* 2016;20(1):98–121.
- 19) American Diabetes Association. Glycemic Targets. *Diabetes Care* 2019;42(1):61-70.
- 20) Babic N, Valjevac A, Zaciragic A, et al. The Triglyceride/HDL Ratio and Triglyceride Glucose Index as Predictors of Glycemic Control in Patients with Diabetes Mellitus Type 2. *Med Arch* 2019;73(3):163-168.
- 21) Akbar M, Bhandari U, Habib A, et al. Potential Association of Triglyceride Glucose Index with Cardiac Autonomic Neuropathy in Type 2 Diabetes Mellitus Patients. *J Korean Med Sci* 2017;32(7):1131–1138.
- 22) Gómez A, Urbina MV, Villalpando DC, et al. Diagnostic accuracy of triglyceride/glucose and triglyceride/HDL index as predictors for insulin resistance in children with and without obesity. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* 2019;13(4):2329-2334.
- 23) Lee EY, Yang HK, Lee J, et al. Triglyceride glucose index, a marker of insulin resistance, is associated with coronary artery stenosis in

- asymptomatic subjects with type 2 diabetes. *Lipids Health Dis* 2016;15:155.
- 24) Artha R, Bhargah A, Dharmawan NK, et al. High level of individual lipid profile and lipid ratio as predictive marker of poor glycemic control in type-2 diabetes mellitus. *Vasc Health Risk Manag* 2019;15:149-157.
 - 25) Báez-Duarte BG, Zamora-Ginez I, González-Duarte R, et al. Triglyceride/high density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) index as a reference criterion of risk for metabolic syndrome (MetS) and low insulin sensitivity in apparently healthy subjects. *Gac Med Mex* 2017;153:152-158.
 - 26) Gesteiro E, Bastida S, Barrios L, et al. The triglyceride-glucose index, an insulin resistance marker in newborns?. *European Journal of Pediatrics* 2018;177(4):513-520.
 - 27) Ren H, Yang Y, Wang F, et al. Association of the insulin resistance marker TyG index with the severity and mortality of COVID-19. *Cardiovasc Diabetol* 2020;19(1):58.
 - .
 - 28) Angoorani P, Heshmat R, Ejtahed HS, et al. Validity of triglyceride-glucose index as an indicator for metabolic syndrome in children and adolescents: the CASPIAN-V study. *Eat Weight Disord* 2018;23(6):877-883.
 - 29) Lim TK, Lee HS, Lee YJ. Triglyceride to HDL-cholesterol ratio and the incidence risk of type 2 diabetes in community dwelling adults: A longitudinal 12-year analysis of the Korean Genome and Epidemiology Study. *Diabetes Res Clin Pract* 2020;163:108150.
 - 30) Su WY, Chen SC, Huang YT, et al. Comparison of the Effects of Fasting Glucose, Hemoglobin A1c, and Triglyceride-Glucose Index on Cardiovascular Events in Type 2 Diabetes Mellitus. *Nutrients* 2019;11(11):2838.
 - 31) World Health Organization. WHO Global report on diabetes. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2016.
 - 32) Rodríguez B, Ramírez L, Alvarado T, et al. Prevalencia de dislipidemia y riesgo cardiovascular en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Aten Fam* 2019;26(3):81-84.

ANEXOS

- Anexo 1. Hoja de recolección de datos.
- Anexo 2. Carta de no inconveniente del director de la unidad.
- Anexo 3. Cronograma de actividades.
- Anexo 4. Dictamen de comité de ética.

Anexo 1. Hoja de recolección de datos

[illegible]

Anexo 2. Carta de no inconveniente del director de la unidad

Anexo 2. Carta de no inconveniente del director de la unidad

CARTA DE NO INCOVENIENTE DEL DIRECTOR DE LA UNIDAD.

Mexicali, B. C. 01 Octubre 2020.

COMITÉ LOCAL DE INVESTIGACIÓN EN SALUD No. 204
Presente.-

Por este medio me permito hacer de su conocimiento que estoy enterado de la propuesta de investigación titulada:

"Asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c para el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en Unidad de Medicina Familiar no. 28, Mexicali, Baja California."

Que, de ser aprobada, no tengo inconveniente en que se lleve a cabo en la Unidad de Medicina Familiar No. 28 para lo cual se designa a la Dra. Vanessa Johanna Caro, con matrícula 99264825 adscrito a dicha unidad médica familiar no. 28 como **investigador responsable**.

En caso de ser aprobado el proyecto se le brindarán todas las facilidades para el desarrollo del mismo.

Sin más por el momento, quedo atento a comentarios o aclaraciones.

Atentamente



Dr. Fernando Javier Sarmiento Gastelum
Director de la Unidad de Medicina Familiar No. 28

Anexo 3. Cronograma de actividades

Actividad	Julio- Septiembre 2020	Octubre- Diciembre 2020	Enero- Abril 2021	Mayo- Agosto 2021
Elaboración del proyecto	✓			
Registro ante Comité Local de Investigación		✓		
Aplicación de hoja de recolección		✓		
Medición de parámetros laboratoriales		✓		
Captura de datos			✓	
Análisis de resultados			✓	
Elaboración de reporte final			✓	
Presentación				✓

Anexo 4. Dictamen de comité de ética.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud 204.
H GRAL REGIONAL NUM 20

Registro COFEPRIS 17 CI 02 004 049

Registro CONBIOÉTICA CONBIOETICA 02 CEI 004 2018081

FECHA Lunes, 07 de diciembre de 2020

Dra. vanessa johanna caro

P R E S E N T E

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Asociación del cociente TG/HDL y el índice TyG con la HbA1c para el control glucémico de pacientes con diabetes mellitus tipo 2 en Unidad de Medicina Familiar no.28, Mexicali, Baja California.** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional

R-2020-204-057

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Cesar alberto Figueroa Torres

Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 204

[Imprimir](#)

IMSS

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL