



Universidad
Norbert Wiener

Powered by **Arizona State University**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN
LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA

Tesis

Capacidad del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes
en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024

Para optar el Título Profesional de

Licenciado en Tecnología Médica en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica

Presentado por:

Autor: Segura Chávez, Marco Antonio

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8436-794X>

Asesor: Mg. Saldaña Orejón, Ítalo Moisés

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2389-7984>

Lima – Perú

2025

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo, Marco Antonio Segura Chávez, egresado de la Facultad de **Ciencias de la Salud** y Escuela Académica Profesional de **Tecnología Médica** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación "Capacidad del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024." Asesorado por el docente: Mg. Ítalo Moisés Saldaña Orejón, DNI: 10042008. ORCID: 0000-003-2389-7984, tiene un índice de similitud de (14) (CATORCE) % con código oid: 14912:420878886 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
 Firma de autor 1
 Marco Antonio Segura Chávez
 DNI: 46897478

.....
 Firma de autor 2
 Nombres y apellidos del Egresado
 DNI:



.....
 Firma
 Ítalo Moisés Saldaña Orejón
 DNI: 10042008

Lima, 17 de diciembre de 2024.

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mis padres, Olga y Víctor, por ser mi apoyo; a mis abuelos, Laura y Zacarías, por guiarme en mi formación académica y personal desde muy pequeño; a mi novia, Joselyn, por el apoyo en todo momento. También es dedicado, a todos los pacientes que luchan por mantenerse estables en la lucha contra el síndrome metabólico y sus variantes.

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por la vida; por guiarme en el camino del bien y la ayuda al prójimo. A mi familia, por ser parte de mis logros profesionales y personales. A mi asesor, Mg. Ítalo Saldaña Orejón, por la paciencia y tiempo dedicado al desarrollo de este trabajo que servirá de mucha utilidad para los pacientes que necesiten apoyo profesional y emocional a lo largo sus vidas. También agradecer al Dr. José Luis León Vega, por haberme permitido trabajar con los recursos necesarios para el desarrollo de este trabajo de investigación.

ÍNDICE

Índice de tablas	x
Índice de figuras.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Objetivos de la investigación	2
1.3.1. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación de la investigación	3
1.4.1. Teórica.....	3
1.4.2. Metodológica.....	3
1.4.3. Práctica	4
1.5. Limitaciones de la investigación.....	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5

2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes nacionales	10
2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Síndrome metabólico	11
2.3. Formulación de hipótesis	25
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	26
3.1. Método de la investigación	26
3.2. Enfoque de la investigación	26
3.3. Tipo de investigación	26
3.4. Diseño de la investigación	26
3.5. Población, muestra y muestreo	27
3.5.1. Población.....	27
3.5.2. Muestra y muestreo	28
3.6. Variables y operacionalización	29
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.7.1. Técnica.....	30
3.7.2. Descripción de instrumentos.....	30
3.7.3. Validación	33
3.7.4. Confiabilidad.....	35

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos	35
3.9. Aspectos éticos.....	36
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	37
4.1. Resultados descriptivos	37
4.2. Prueba de hipótesis.....	44
4.3. Discusión de resultados.....	50
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5.1. Conclusiones	54
5.2. Recomendaciones.....	55
REFERENCIAS.....	56
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	68
Anexo 2: Instrumentos.....	69
Anexo 3: Aprobación del Comité de Ética	70
Anexo 4: Carta de aprobación de la institución para la recolección de los datos.....	71
Anexo 5: Reporte de similitud (Turnitin)	72

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución según sexo en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024...	377
Tabla 2. Distribución según la edad en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	38
Tabla 3. Distribución de la glucosa basal, triglicéridos, hemoglobina glicada e Índice triglicéridos-glucosa en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	399
Tabla 4. Área bajo la curva ROC del Índice triglicéridos-glucosa y casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	455
Tabla 5. Valores verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos de acuerdo al punto de corte	455
Tabla 6. Valores diagnósticos del Índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	477
Tabla 7. Área bajo la curva ROC del Índice triglicéridos-glucosa y casos de prediabetes, según el sexo, en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	499
Tabla 8. Valores diagnósticos del Índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes, según sexo, en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	499

Índice de figuras

Figura 1. Distribución según sexo en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	377
Figura 2. Distribución según la edad en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	388
Figura 3. Distribución del nivel de glucosa basal en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	40
Figura 4. Distribución del nivel de triglicéridos en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	41
Figura 5. Distribución del nivel de hemoglobina glicada (HbA1c) en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	422
Figura 6. Distribución del índice triglicéridos-glucosa en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	433
Figura 7. Curva ROC del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	444
Figura 8. Curva ROC del Índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes de ambos sexos atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024	488

Resumen

Objetivo: Evaluar la eficacia diagnóstica del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024. **Metodología:** Se llevó a cabo un estudio observacional, descriptivo y transversal, abordado como evaluación de prueba diagnóstica. Se consideró un tamaño muestral de 277 pacientes obtenidos mediante un muestreo no probabilístico. Para la recolección de datos se utilizó una ficha que contenía información demográfica y analítica. La información fue procesada utilizando el Software Excel 2019, el programa SPSS versión 27 y software JAMOVI versión 2.6.19. **Resultados:** En relación a los valores de glucosa, los niveles normales fueron del 45.8%, mientras que los casos de prediabetes fueron del 54.2%. Los valores de hemoglobina glicada revelan una mayoría de casos de prediabetes (63.2%); según los valores de los triglicéridos, poco más de la mitad de los casos presentaban niveles altos (52.0%) y en relación al índice triglicéridos-glucosa, más de la mitad revelaron ser casos de alto riesgo (66.1%). **Conclusión:** Se concluyó que el índice triglicéridos-glucosa es un buen predictor de prediabetes. El punto de corte óptimo fue 8.622, además se reportó una sensibilidad muy alta (97.1%), una especificidad aceptable (72.8%), un alto valor VPN (78.0%) y un VPP con buena capacidad (96.2%) para confirmar casos de prediabetes cuando el test es positivo.

Palabras clave: Diabetes, prediabetes, índice triglicéridos-glucosa

Abstract

Objective: To evaluate the diagnostic efficacy of the triglyceride-glucose index to discriminate cases of prediabetes in patients seen in a private laboratory, Lima 2024. **Methodology:** An observational, descriptive and cross-sectional study was carried out, approached as an evaluation of a diagnostic test. A sample size of 277 patients obtained by non-probabilistic sampling was considered. A data collection form containing demographic and analytical information was used for data collection. The information was processed using Excel 2019 software, SPSS version 27 software and JAMOVI software version 2.6.19. **Results:** Regarding glucose values, normal levels were 45.8%, while prediabetes cases were 54.2%. Glycated hemoglobin values reveal a majority of prediabetes cases (63.2%); according to triglyceride values, slightly more than half of the cases had high levels (52.0%) and in relation to the triglyceride-glucose index, more than half revealed to be high-risk cases (66.1%). **Conclusion:** It was concluded that the triglyceride-glucose index is a good predictor of prediabetes. The optimal cut-off point was 8.622, and a very high sensitivity (97.1%), acceptable specificity (72.8%), a high NPV value (78.0%) and a PPV with good capacity (96.2%) to confirm prediabetes cases when the test is positive were reported.

Key words: Diabetes, prediabetes, triglyceride-glucose index

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el número de personas que son diagnosticadas con prediabetes y diabetes va en ascenso, y nuestro país en particular, no se encuentra exento de este problema de salud que afecta a diferentes grupos etarios. El estudio del proceso metabólico y la búsqueda de alternativas diagnósticas, permitieron el surgimiento de índices que nos orientan a la detección del síndrome metabólico, resistencia a la insulina, prediabetes y diabetes. Es por lo antes mencionado, que el presente trabajo está abocado a la parte preventiva, ya que un diagnóstico precoz puede revertir el proceso de prediabetes. La presente investigación está dividida en 5 secciones o capítulos. El primero, hace referencia al planteamiento del problema, que sustenta como surgió el problema a estudiar, descripción de objetivos, la importancia de la investigación, así como la justificación y limitaciones de la investigación. El segundo, consta de los antecedentes internacionales, nacionales, bases teóricas y la hipótesis formulada. El tercero, detalla la metodología aplicada, enfoque, tipo y diseño de la investigación, así como la población, muestra y muestreo, variables utilizadas, métodos y técnicas para la recolección y procesamiento de datos, seguida de las cuestiones éticas. El cuarto, evidencia los resultados obtenidos a través del software estadístico SPSS y su consecuente discusión. Por último, se detallan las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones complementarias.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1.Planteamiento del problema

La prediabetes o también llamada “hiperglucemia intermedia” es el estado en el que los niveles de glucemia no cumplen con criterios para diagnosticar diabetes, pero son elevados para considerarlos normales, estos individuos presentan un mayor riesgo al presentar una intolerancia a la glucosa, glucemia alterada y una hemoglobina glicada entre 5.7 a 6.4% (1).

Estudios determinaron que, durante el año 2021, se detectaron 464 millones de personas con prediabetes proyectándose hacia los 638 millones para el año 2045, es decir, aproximadamente el 10% de la población mundial estaría afectada por este problema de importancia sanitaria (2). En Latinoamérica, se encuentra en incremento hasta un 160% en los siguientes 25 años, con tasas alteradas de tolerancia a la glucosa y glucosa en ayuno (3). En nuestro país, según el estudio PERUDIAB, realizado en 2012, se reportó una incidencia acumulada del 7.2% y se estimó en 19.5 casos nuevos por cada 1000 personas (4).

Frente a esta situación, los índices para determinar la acción de la insulina, en base a lípidos, podrían ayudar en la identificación de personas con insulinoresistencia (5). Se sugiere al índice triglicéridos-glucosa como marcador alternativo, al igual que el HOMA-IR, ya que el aumento de los triglicéridos interfiere con el metabolismo muscular de la glucosa, disminuyendo la sensibilidad a la insulina (6). En el año 2010, se demostró que el producto de triglicéridos y glucosa (índice TyG) podría ser utilizado como estimador útil de insulinoresistencia debido a que fue comparado con el clamp euglucémico hiperinsulinémico, del que se obtuvo una sensibilidad de 96.5% y una especificidad de 85% (7).

Múltiples investigaciones, han utilizado este índice para conocer su eficacia como predictor de insulinoresistencia y del síndrome metabólico en diversas poblaciones del mundo, por lo que,

nos genera la siguiente interrogante que podría ser útil en el estudio de la prediabetes: ¿cuál sería la eficacia diagnóstica del índice triglicéridos-glucosa como discriminador de pacientes con prediabetes?

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la capacidad diagnóstica del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el punto de corte óptimo del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024?

¿Cuál es la sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024?

¿Cuál es el punto de corte óptimo, sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice triglicéridos-glucosa según el sexo, en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la eficacia diagnóstica del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el punto de corte óptimo del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.

Determinar la sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.

Determinar el punto de corte óptimo, sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice triglicéridos-glucosa según el sexo, en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Teórica

El presente estudio proporcionó información acerca de la prediabetes, problema de importancia sanitaria, que se establece antes que la diabetes tipo 2, que conlleva problemas cardiovasculares y renales a largo plazo. Además, se expuso la utilidad del índice triglicéridos-glucosa como discriminador de prediabetes en pacientes con desórdenes metabólicos. La factibilidad de este índice radica en su bajo costo y fácil acceso, al sumarse como alternativa preventiva y herramienta utilizada por los Tecnólogo Médicos, y otros profesionales en la parte clínica.

1.4.2. Metodológica

Los resultados de este trabajo sirvieron como antecedentes para nuevas investigaciones, además, generaron nuevas metodologías preventivas para el manejo del síndrome metabólico, que incluye la resistencia a la insulina, prediabetes y diabetes tipo 2, enfermedad que se encuentra en crecimiento exponencial a nivel mundial. Mediante el

índice triglicéridos-glucosa se puede estimar el riesgo en el que se encuentra el paciente para el desarrollo de diabetes tipo 2 y de esta manera contribuir con la prevención primaria de la salud.

1.4.3. Práctica

El índice triglicéridos-glucosa es un indicador utilizado en muchos países para la detección del síndrome metabólico e insulinoresistencia. En nuestro país, no se cuenta con mucha información, por lo que el presente estudio, permitirá considerarlo como marcador sustituto para la detección de pacientes con prediabetes y ser sumado a la lista de exámenes rutinarios. De esta manera se podrá contribuir en la prevención y la lucha contra la diabetes tipo 2 y sus consecuencias.

1.5.Limitaciones de la investigación

Como limitaciones se presentaron: la búsqueda física de solicitudes de laboratorio donde se encontraban los datos requeridos por la investigación, ya que el software laboratorial no los almacena y problemas de accesibilidad, por la lejanía del lugar y horario de trabajo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Lee et al (8) plantearon como objetivo: “Evaluar si los índices relacionados con la glucosa plasmática o los triglicéridos pueden mejorar la capacidad predictiva de un modelo de riesgo de diabetes para coreanos de mediana edad”. Desarrollaron un estudio de tipo cohorte prospectivo, en zonas urbanas y rurales en Corea, con la participación de 7,708 personas sin diagnóstico de diabetes y con edades entre 40 a 69 años. Se utilizaron los índices LAP (Producto de Acumulación de Lípidos) e índice TyG (Triglicéridos y glucosa) para los cálculos respectivos, obteniendo una incidencia acumulada general de diabetes mellitus tipo 2, con 766 casos en varones y 797 casos en mujeres, con una incidencia global acumulada del 20,3% (1,563 casos). Los índices relacionados a los triglicéridos y glucosa plasmática se asociaron fuertemente con la diabetes mellitus tipo 2, siendo de utilidad para predecir diabetes, por lo que debe ser considerado como herramienta para la detección de personas con alto riesgo de diabetes tipo 2 en la práctica.

Yanes et al. (9) tuvieron como objetivo: “Determinar la utilidad del índice glucemia-triglicéridos como marcador de resistencia a la insulina en pacientes adultos con diagnóstico de hipertensión arterial esencial”. Llevaron a cabo un estudio de tipo descriptivo, transversal, en el que participaron 232 pacientes adultos hipertensos que fueron seleccionados de manera aleatoria. Realizaron una curva ROC, para reconocer la presencia de la resistencia a la insulina. El test de correlación de Pearson, t de Student y la prueba Chi-cuadrado para el

análisis de las variables cualitativas y el índice Kappa para establecer concordancia con el índice HOMA-IR, considerando un valor de p menor a 0,05 con un 88,4%. Como resultados obtuvieron un predominio de insulinorresistencia en mujeres con 54,1%, en varones un 45,8%; un 57,5% predominó con hipertensión arterial estadio 1 frente a 42,4% en estadio 2. El índice HOMA-IR elevado lo presentaron un 82,6%. El mejor punto de corte fue 8,1 con una sensibilidad de 98.6 % y una especificidad de 41.4 %. Concluyeron que el índice glucemia-triglicéridos fue útil en pacientes que presentaron hipertensión arterial como parte de la resistencia a la insulina.

Wen J. et al (10) planteó como objetivo: “Explorar la asociación y la capacidad predictiva del índice TyG para la incidencia de prediabetes, y evaluar su superioridad sobre otros factores de riesgo tradicionales de disglucemia”. Desarrollaron un estudio longitudinal de cohorte prospectivo multicéntrico en la zona de Beijing, donde participaron un total de 4,543 personas de 40 años o más, sin prediabetes ni diabetes inicial que fueron seguidos durante 3,25 años. Aplicaron el cálculo de los siguientes índices no basados en insulina, que fueron el índice $TyG = [\text{Ln}(\text{triglicéridos en mg/dL} \times \text{glucosa plasmática en mg/dL}/2)]$, relación $Tg/C\text{-HDL} = \text{triglicéridos en mmol/L} / \text{C-HDL en mmol/L}$ y $Mets\text{-IR} = \text{Ln}(2 * \text{glucosa plasmática en mg/dL} + \text{triglicéridos en mg/dL}) * \text{IMC} / \text{Ln}(\text{HDL-C en mg/dL})$. El índice TyG tuvo mayor capacidad de predecir la incidencia de diabetes, mediante el AUC y su IC del 95%, que fue del 0,60 (0.58-0.62), significativamente mayor que los demás índices, excepto la glucosa plasmática en ayunas (AUC=0.59 [0.57-0.61], P=0.4340). Pudieron concluir índice TyG es un indicador superior para predecir la diabetes y puede utilizarse en la práctica clínica.

Boffill et al. (11) presentaron como objetivo: “Determinar el ITyG en pacientes diabéticos tipo 2 atendidos en la Casa del Diabético de Santa Clara como un indicador de la resistencia a la insulina de los mismos”. Realizaron un estudio descriptivo transversal, en el que se incluyeron a 153 pacientes que padecían diabetes tipo 2, con evolución de aproximadamente 1 año para reducir las complicaciones de dicha enfermedad. Para identificar la asociación entre variables hicieron uso del test de correlación de Pearson y el t-Student con una significación de $p < 0.05$. Como resultado, un 67.2% de casos fueron hiperglucémicos, 60% presentaban el índice TyG elevado (9.12 ± 0.59), comparado con valores obtenidos en población normal (8.29 ± 0.79). Los investigadores concluyeron que el índice triglicéridos – glucosa permitió detectar a los pacientes con elevada resistencia a la insulina y evaluar el riesgo aparición de complicaciones, como la neuropatía diabética (índice mayor a 9.05-9.09).

Massimino et al. (12) presentaron como objetivo del estudio: “Investigar si el índice TyG estaba asociado con las concentraciones plasmáticas de glucosa en 1h-OGTT (prueba de tolerancia oral a la glucosa)”. Llevaron a cabo un estudio de tipo observacional, que evaluó a personas que portan al menos un factor de riesgo (obesidad/sobrepeso, hipertensión, disglucemia, dislipidemia y antecedentes de diabetes tipo 2). Participaron 1,474 personas de raza caucásica, no diabéticos, con edades entre 18 a 83 años. Los participantes se clasificaron: en un primer grupo con glucosa en plasma de una hora, igual o superior a 155 mg/dL y el segundo grupo, con glucosa plasmática inferior a 155 mg/dL. La curva ROC se utilizó para evaluar el valor predictivo del índice TyG y el estadístico de J de Youden para establecer el valor de corte óptimo en la discriminación de grupos NGT 1h-bajo y alto. Como resultado obtuvieron 1004 individuos (68%) con baja tolerancia a la

glucosa en 1h-OGTT, mientras que 470 (32%) tenían alta la tolerancia a la glucosa en 1h-OGTT. Concluyeron que el índice TyG es un marcador eficiente y rentable de resistencia a la insulina, asociado con la variabilidad de los niveles de glucosa tempranos después de la exposición y como marcador independiente de tener tolerancia a glucosa alta en 1 hora.

Campos et al. (13) plantearon el objetivo: “Determinar el poder predictivo del índice T-G en una cohorte de la ciudad de México”. Desarrollaron un estudio de tipo observacional, retrospectivo y longitudinal de 4 años y 6 meses, en el que participaron 3,195 pacientes. Tomaron las medidas antropométricas, así como la realización de los análisis clínicos, con al menos 8 horas de ayuno, con la ayuda del equipo COBAS C111 para hallar las determinaciones de triglicéridos y glucosa. Después del seguimiento, con la ayuda del indicador CHAID y una prueba de ROC evaluaron la capacidad del índice triglicéridos-glucosa, aplicándose la fórmula: $\ln(\text{triglicéridos en ayunas (mg/dl)} \times \text{glucosa en ayunas (mg/dl)} / 2)$, obteniendo puntos de corte para varones de 9.12 y mujeres 9.45, concluyendo que el índice T-G es un buen marcador para predecir la diabetes tipo 2.

López et al. (14) presentaron como objetivo: “Evaluar la asociación del índice TyG con la mortalidad y los eventos de enfermedades cardiovasculares en poblaciones con diferentes niveles de desarrollo económico, de cinco continentes y examinar si la magnitud de asociaciones entre la resistencia a la insulina (determinada por el índice TyG) y los eventos de enfermedades cardiovasculares difieren según el nivel de ingresos de los países”. La investigación tuvo un diseño de estudio PURE (Prospective Urban Rural Epidemiology), que es un estudio de cohorte a gran escala, en el que participaron 22 países diferenciados por el nivel socioeconómico. Durante 13 años se recolectaron datos y muestras biológicas de 141,243 pacientes entre 35 y 70 años. Se registraron 6,345 eventos

de enfermedades cardiovasculares, 2030 muertes cardiovasculares, 3038 infartos de miocardio, 3291 casos de ACV y 5191 casos de diabetes tipo 2. De la muestra estudiada, el 11,5% pertenecen a países de ingreso alto, 73,8% a ingreso medios y 14,7% a ingresos bajos. En los países de ingresos alto, el índice TyG se asoció significativamente con un riesgo mayor de diabetes incidente. En los países con ingreso más bajo se observaron resultados similares, con un riesgo de 1.44 veces de mayor mortalidad cardiovascular. Los autores pudieron concluir que el índice TyG se asocia con la mortalidad cardiovascular futura, el infarto agudo de miocardio, el accidente cerebrovascular y la diabetes tipo 2.

Zhang et al. (15) plantearon como objetivo: “Investigar las funciones de detección y predicción de los índices relacionados con la obesidad y los lípidos para la diabetes tipo 2 en chinos de mediana edad y ancianos, así como el valor de corte ideal previsto”. Realizaron una investigación de tipo transversal, con datos del Estudio Longitudinal de Salud y Jubilación de China (CHARLS) donde participaron 9,488 adultos entre 45 a 101 años. Se utilizó análisis de regresión logística binaria entre 13 índices [IMC (Índice de masa corporal), CC (circunferencia de la cintura), ICC (índice cintura-altura), VAI (índice de adiposidad visceral), ABSI (índice de forma corporal), BRI (índice de redondez corporal), LAP (producto de acumulación de lípidos), CI (índice de conicidad), CVAI (índice de adiposidad visceral chino), índice TyG (índice triglicéridos-glucosa), TyG-IMC, TyG-WC y TyG-WHtR] y la diabetes tipo 2. Se utilizó una curva ROC para determinar la utilidad de los índices antropométricos en la detección de diabetes tipo 2 y la determinación del valor de corte (8.8), sensibilidad (68.5%), especificidad (74.7%) y área bajo la curva (AUC). Concluyeron, que existe una correlación entre los 13 indicadores relacionados con la obesidad, lípidos y diabetes tipo 2, de ellos el índice TyG fue el más eficaz en la detección

de diabetes tipo 2 (AUC = 0.780 en varones, 0.782 en mujeres, valor de corte 8.8, sensibilidad de 68.5% y especificidad de 74.7%).

2.1.2. Antecedentes nacionales

Lambert (16) presentó como objetivo: “Determinar la relación entre el índice triglicéridos y glucosa con los componentes del síndrome metabólico en adultos de la ciudad de Trujillo 2019”. Desarrolló un estudio de diseño no experimental, correlacional y transversal en el que participaron 233 personas (169 mujeres y 64 varones). Se determinó el síndrome metabólico mediante criterios de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) que comprende valores de glucosa, triglicéridos y colesterol HDL, presión arterial, perímetro abdominal y el índice TyG: $\text{Ln}(\text{triglicéridos en mg/dL} \times \text{glucosa en mg/dL}/2)$. Los resultados demostraron que existe relación entre el índice TyG y glicemia ($p < 0.05$), triglicéridos ($p < 0.05$), colesterol HDL ($p < 0.05$) y perímetro abdominal ($p < 0.05$), sin embargo, no se demostró relación con la presión arterial. Como conclusión, el índice TyG guarda relación con los componentes del síndrome metabólico, considerándolo un buen indicador y un precoz predictor de la diabetes tipo 2.

Vera (17) planteó como objetivo: “Determinar el valor diagnóstico del índice triglicéridos y glucosa para sujetos metabólicamente obesos en la población peruana del estudio PERU MIGRANT”. Llevaron a cabo un estudio de tipo transversal y analítico en el que participaron 401 personas entre edades de 30 a 65 años. Se utilizaron pruebas de normalidad (Shapiro Wilk e histograma) y el t de Student en variables numéricas y Chi-cuadrado en categóricas. Para la evaluación de la capacidad diagnóstica discriminativa del TyG se utilizó la curva de ROC y su área abajo la curva, calculando la sensibilidad y especificidad respectiva. De los 401 participantes, 22 (5.49%) fueron delgados

metabólicamente obesos, el promedio del índice TyG fue de 8.42 +/- 0.53, con una sensibilidad de 90.91% y una especificidad de 83.91%. Se concluyó que el índice TyG demostró ser útil para reconocer sujetos delgados metabólicamente obesos, los que podrían calificar como candidatos para desarrollar insulinoresistencia y/o diabetes.

Poma (18) en su investigación, presentó como objetivo: “Determinar la precisión diagnóstica de once biomarcadores para resistencia a la insulina (RI) en pobladores peruanos”. Realizó un estudio de pruebas diagnósticas, que abarcó la base de datos del estudio “PERU MIGRANT”, con 939 participantes, mayores de 30, sin antecedentes mentales ni gestación y con un nivel de glucosa basal menor a 126 mg/dL. La edad media fue de 47.61 años, la población rural correspondió al 20% de la muestra, el urbano al 19,7% y migrantes, un poco más del 60%. Mediante una curva ROC, se pudo establecer que en varones: AUC = 0.836 (0.776-0.896), valor de corte = 241.56, sensibilidad de 91.7 (73-99.0) y especificidad de 75.5 (71.1-79.5). En mujeres: AUC = 0.950; valor de corte = 259.58, sensibilidad = 87.0 (76.7-93.9) y especificidad = 79.0 (74.9-82.8). La superioridad del índice TyG sobre cualquiera de los índices estudiados, se explican por el estado de glucotoxicidad y lipotoxicidad, que participan en la modulación de la resistencia a la insulina. Finalmente, pudieron concluir que el biomarcador TyG-CA ha demostrado un alto rendimiento, así como el índice TyG, considerándolo como buena alternativa, si se añade el IMC o la medición de la cintura abdominal, para la detección de insulinoresistencia.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Síndrome metabólico

Es una interacción compleja de factores de riesgo cardiometabólicos que están asociados a un aumento del riesgo a padecer de enfermedad cardiovascular, diabetes

mellitus tipo 2 y sus consecuencias. La susceptibilidad genética en algunos pacientes con exposición a factores de riesgo genera resistencia a la insulina, inflamación crónica sistémica de bajo grado, protrombosis, estrés celular y eventos fisiopatológicos que van a desencadenar la enfermedad (19).

Fisiopatología. El exceso de lípidos en forma de triglicéridos conforma el tejido adiposo, este proceso multifactorial es originado por mecanismos epigenéticos, variantes genéticas y factores ambientales, como el sedentarismo y la inadecuada alimentación que conducen a la obesidad. Además, el desequilibrio entre la ingesta calórica y el gasto energético desencadenan cambios en el tejido adiposo visceral-abdominal, como son: el aumento en el número del tamaño de adipocitos, aumento de la secreción de adipoquinas (TNF- α , IL-6 y leptina e infiltración de células inmunes proinflamatorias) (19).

Los eventos mencionados desencadenan la dislipidemia aterogénica (valores elevados de triglicéridos, disminución del HDL, aumento de LDL y de ApoB), inflamación sistémica de bajo grado y la insulinoresistencia (aumenta la lipólisis en el adipocito y el flujo de ácidos grasos libres de regreso al hígado, lo que ocasiona un aumento de gluconeogénesis hepática e hiperglucemia) (19).

Condiciones asociadas. La aparición de alteraciones metabólicas e inflamatorias asociadas a resistencia a la insulina en presencia de adiposidad visceral, se manifiestan en una serie de trastornos que se detallaran de forma breve.

La obesidad, es considerada crucial para el establecimiento de síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2 y desenlaces fatales cardiovasculares. La adiposidad

visceral genera resistencia a la insulina, dislipidemia e inflamación crónica de bajo grado, incrementando la mortalidad cardiovascular (19).

La hipertensión arterial, al parecer es influenciada por la hiperinsulinemia; la resistencia a la insulina eleva los receptores de angiotensina II, reduciendo la síntesis de óxido nítrico que actúa como vasodilatador; sumado al aumento de la leptina, activación del eje-hipotálamo-pituitario-adrenal, apnea del sueño y la mayor absorción de sodio conduce a un incremento de la frecuencia cardíaca y presión arterial (19).

La prediabetes y diabetes mellitus tipo 2, genera un deterioro de las células beta del páncreas, ocasionando resistencia a la insulina como efecto de la lipotoxicidad. La resistencia se ha demostrado en personas con diabetes mellitus tipo 2 y síndrome metabólico. Los valores analíticos en personas con prediabetes se encuentran entre los 100 y 126 mg/dL. Al cabo de 8 horas de ayuno mediante el test de tolerancia a la glucosa, los valores que se presentan oscilan entre 140 y 200 mg/dL, mientras que el valor de hemoglobina glicada (HbA1c) se ubica entre 5.7 % y 6.4 %. Este proceso genera una pérdida de la capacidad compensatoria del páncreas para secretar insulina lo que produce el aumento de la glucemia. Todo esto es ocasionado por la lipotoxicidad de la acumulación progresiva de ácidos grasos libres y triglicéridos en los islotes del páncreas (19).

La dislipidemia, definida como el incremento de triglicéridos y disminución de colesterol HDL. Este proceso, ocurre con la elevación de ácidos grasos libres dirigidos hacia el hígado permitiendo el aumento de triglicéridos, ApoB y el ensamblaje de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) (19).

El síndrome de ovario poliquístico, afecta a mujeres con obesidad, fisiológicamente presentan un cuadro de hiperandrogenismo y resistencia a la insulina. Si la persona presenta en conjunto esta afección y el síndrome metabólico, aumenta el riesgo de problemas cardiovasculares y diabetes mellitus tipo 2. Se ha visto que la carga hereditaria es importante en la presencia del síndrome metabólico, dislipidemia e hipertensión, en familiares de mujeres que han padecido de este problema (19).

La enfermedad por hígado graso no alcohólico, es muy comúnmente observada en la población que padece de obesidad, además de otras complicaciones como esteatosis asintomática, esteatohepatitis no alcohólica hasta fibrosis avanzada con cirrosis. Como explicación para este problema se encuentra la acumulación de grasa intrahepática, que se encuentra muy relacionada con la resistencia a la insulina y obviamente al síndrome metabólico (19).

2.2.1.1. Resistencia a la insulina.

Dentro de las primeras investigaciones relacionadas a la resistencia a la insulina, se encuentra la realizada en el año 1936 por Himsworth, denominada: “Diabetes mellitus, una diferenciación entre el tipo sensible a la insulina y el tipo insensible a la insulina”, la que se planteó como una observación clínica debido a las limitaciones de la época (20).

Con la aparición de los radioisótopos, por la década de los 60, Yallow y Berson, realizaron una publicación que demostraba un incremento de la secreción de insulina en sujetos con diabetes frente a los que no lo eran. En este tiempo, ya se demostraba la presencia de la resistencia a la insulina en aquellos pacientes (21).

Gerald Reaven y colegas de la Universidad Stanford, en el año 1968, demostraron en sus investigaciones que: “las personas que producen mayor cantidad de insulina a fin de compensar y forzar el ingreso de glucosa a la célula”, presentan resistencia a la insulina. Por otro lado, “si el organismo no puede producir la cantidad necesaria de insulina se convierten en diabéticos” (22).

Al abordar el síndrome metabólico, la sensibilidad de la insulina varía en cada persona y cuando no se puede mantener la hiperinsulinemia necesaria para contener la resistencia a la insulina se desarrolla diabetes tipo 2. Por el contrario, en sujetos que responden de manera satisfactoria a la demanda de insulina para no desarrollar diabetes, incrementan el riesgo a padecer de enfermedad cardiovascular. Es por lo antes mencionado, la importancia de detectar y tratar a los pacientes con resistencia a la insulina (23).

Las personas que padezcan de resistencia a la insulina, en su mayoría tendrán al inicio un valor de glucosa en ayunas menor de 110 mg/dL. La sospecha aumenta con valores entre 110 y 125 mg/dL y después de realizar el test de tolerancia a la glucosa oral con un valor superior de 140, pero inferior a 200 mg/dL (24).

2.2.1.1.1. Patogenia de la resistencia a la insulina.

Genética. El organismo presenta alteraciones en los receptores de la insulina. Estos receptores, como los adrenérgicos beta 3, que mantienen la homeostasis de la glucosa, así como efectos lipolíticos y termogénicos sufren disfunciones después de su combinación. Específicamente defectos genéticos en las células diana primarias, formación de autoanticuerpos y degradación de la insulina.

Además, la disfunción mitocondrial promueve una disminución en la oxidación de lípidos, como resultado de una disminución general de fosforilación oxidativa, acumulándose ácidos grasos libres y lípidos que producirán resistencia a la insulina (25).

Adquirida. Suele ser producto de inactividad, obesidad, envejecimiento, ciertas enfermedades o medicamentos que suprimen la actividad de la insulina. Fisiológicamente hay un desequilibrio en la homeostasis, intoxicación por glucosa, defecto en el transportador de glucosa (GLUT-4), toxicidad lipídica mediadas por citoquinas y hormonas de las células grasas, finalmente disminución en la secreción de la insulina y su actividad en el tejido. Existen condiciones que originan resistencia a la insulina secundaria como: estrés, hipertiroidismo, síndrome de Cushing, acromegalia, quemaduras y traumatismos (26).

2.2.1.1.2. Métodos directos para la valoración de la insulinoresistencia.

Clamp euglucémico hiperinsulinémico: propuesta por De Fronzo en 1979. Hasta la actualidad sigue siendo el “Gold standard” porque determina la sensibilidad metabólica a la insulina en humanos. Luego de un ayuno nocturno se realiza la infusión de insulina vía intravenosa (entre 5 a 120 mU/m²/min) durante 3 horas de manera constante y luego es controlado a intervalos de 5 a 10 minutos. Simultáneamente se administra dextrosa al 20% para mantener la glucosa en sangre estable. Después de varias horas de esta administración se alcanza un estado estacionario para la insulina; es ahí donde en los 30 últimos minutos se determinará la resistencia a la insulina (27).

Prueba de tolerancia a la insulina: fue Bonara, quien mejoro el método propuesto por De Fronzo, presento este procedimiento que demora tan solo 15 minutos mediante la medición de glucosa en sangre. Esta prueba utiliza una inyección de insulina utilizando un bolo que imita la liberación fisiológica pulsátil, en vez de manera continua. Las desventajas que presenta este método son: el aumento de insulina fisiológica utilizada y la no identificación del lugar de la resistencia (periférica o hepática), además de la hipoglucemia (27).

Prueba de supresión a la insulina: Shen et al. propusieron esta técnica que mide directamente la sensibilidad/resistencia metabólica a la insulina. En 1970, Harano modifico este método, que se realiza con ayuno nocturno, infusión de somatostatina (250 ug/h) para inducir la supresión endógena de insulina y glucagón. A su vez, se administran por vía intravenosa, insulina (25 mU/m²/min) y glucosa (240 mg/m²/min) por 3 horas. Se toman muestras cada 30 minutos durante 2.5 horas. Esta prueba proporciona una medida directa de la capacidad de la insulina para mediar en la eliminación de la carga de glucosa administrada (27).

Prueba rápida de sensibilidad a la insulina: descrito en 2014, por Patarrao et al. mide el nivel de glucosa posprandial en intervalos de 5 minutos hasta obtener la estabilidad de 3 mediciones consecutivas. Este parámetro identifica la cantidad de glucosa que se administró para mantener la euglucemia después de la infusión de insulina para reproducir la liberación pulsátil de insulina y evitar la hipoglucemia. Cuenta como ventaja que es rápido y se puede realizar sin la necesidad del ayuno (27).

2.2.2.1.3. Métodos indirectos para la valoración de la insulinoresistencia.

Relación glucosa/insulina: cantidades altas de insulina con niveles normales de glucosa indican resistencia a la insulina, estos niveles tienen valor pronóstico de riesgo de diabetes tipo 2. Esta relación (glucosa/insulina) en ayunas es utilizada para diagnosticar la resistencia a la insulina en algunos estudios, sin embargo, no es tan precisa (28).

Evaluación del modelo de homeostasis del índice IR (índice HOMA-IR): es utilizada en investigaciones donde se pretende evaluar sensibilidad/resistencia a la insulina o cuando exista problemas de viabilidad o medición directa. Se calcula mediante la fórmula $HOMA-IR = [glucosa(mmol/L) \times insulina (uU/L)]/22.5$ (28).

Índice de evaluación de la función de las células beta (HOMA-beta): es utilizado para la evaluación de la capacidad secretora de insulina, específicamente las células beta. Esta fórmula se correlaciona con el método “Gold standard” y se calcula mediante: $\text{índice de células HOMA-Beta} = 20 \times \text{insulina plasmática en ayunas (uU/mL)} / \text{glucosa plasmática en ayunas (mmol/L)} - 3$ (28).

Índice de verificación cuantitativa de la sensibilidad a la insulina (índice quicki): es el resultado de una operación matemática derivada que toma las concentraciones de glucosa en ayunas e insulina plasmática. Posee un valor predictivo positivo excelente, reproducible y preciso. Se calcula mediante la siguiente fórmula: $QUICKI = 1 / [\text{Log insulina (uU/mL)} + \text{Log glucosa (mg/dL)}]$. Su utilidad como indicador indirecto es económico, simple y poco invasivo, utilizado en estudios epidemiológicos o de investigación clínica (28).

2.2.2.1.4. Marcadores bioquímicos de resistencia a la insulina.

Triglicéridos: pueden indicar un estado de resistencia a la insulina subyacente. En sujetos con sobrepeso, valores de superiores a 130 mg/dl evidencian una sensibilidad y especificidad de 67 % y 64 % respectivamente, aplicada al test de supresión a la insulina. En sujetos sin historia de diabetes, niveles de triglicéridos mayores a 213 mg/dl sensibilidad y especificidad de 81.3 % y 76.3 % comparado con el “clamp euglucémico” (29).

Cociente triglicéridos/colesterol HDL: este índice denota alteración lipídica y resistencia a la insulina subyacente. MacLaughlin y colaboradores establecieron en estudios que un índice mayor o igual a 3.5 estiman resistencia a la insulina y afecciones cardiovasculares (30).

Globulina transportadora de hormonas sexuales (SHBG): es una glicoproteína codificada en el cromosoma 17 y producida por el hepatocito para transportar testosterona, estradiol y otros esteroides. Sus niveles séricos se encuentran disminuidos en personas obesas, diabéticos, con ovario poliquístico y síndrome metabólico (31).

Proteína transportadora 1 del factor de crecimiento insulinosímil I (IGFBP - 1): en humanos, la secreción de esta proteína es regulada por la insulina y hormonas contrarreguladoras. Niveles bajos están asociados a la intolerancia a la glucosa, problemas cardiovasculares e hipertensión en pacientes con diabetes tipo 2 (32).

Índice triglicéridos-glucosa y resistencia a la insulina: El papel que juegan los triglicéridos y glucosa en relación con la resistencia a la insulina se ha demostrado en muchos estudios. Los productos del metabolismo producidos en el tejido adiposo por los triglicéridos, interfieren con la sensibilidad de la insulina frente a otros

blancos que se relacionan con la producción de glucosa en el hígado. El índice TyG se calcula mediante la fórmula $\text{Ln} [\text{TG}(\text{mg/dL}) \times \text{glucosa} (\text{mg/dL}) / 2]$ y el índice TyG-WC se calcula aplicando el índice TyG x WC. Estas fórmulas han sido aplicadas en muchos estudios demostrando el papel de los triglicéridos en ayunas y la glucosa sobre la resistencia a la insulina (33).

Con el afán de enfrentar las altas tasas de personas con síndrome metabólico y resistencia a la insulina, se necesitan pruebas accesibles y económicas que ayuden a identificar este problema, por lo que se realizaron estudios para comparar el índice triglicéridos-glucosa y la prueba del clamp euglucémico - hiperinsulinémico. Luego de la realización de estos estudios, se pudo concluir que el índice mencionado posee una alta sensibilidad y especificidad en la identificación de personas con sensibilidad a la insulina disminuida (34).

Navarro (35) demostró que el índice triglicéridos-glucosa comparado con la glucosa y triglicéridos a través de la aplicación de estadísticos, puede ser utilizado como estimador precoz de diabetes, así como el estado metabólico del paciente.

Inicialmente, el índice TyG (triglicéridos-glucosa) surgió como sustituto de marcador para evaluar la insulinoresistencia, diagnóstico que era detectado mediante la prueba de pinza hiperinsulinémica-euglucémica (36). Teniendo en cuenta, que la resistencia a la insulina es el principal mecanismo que desencadena la diabetes tipo 2, era necesario el diagnóstico de este problema, en consecuencia, surgió como propuesta el índice TyG que es capaz de estimar la diabetes de manera indirecta. Este enunciado, se encuentra fundamentado en dos estudios prospectivos,

sobre el papel de dicho índice como marcador predictivo en una cohorte de gran escala; se demostró que los participantes con un índice TyG alto tuvieron mayor incidencia de desarrollar diabetes (14,8%), mientras que aquellos que obtuvieron índices TyG bajos (10,2%) aumentaron pasado 4 años. Esto demuestra que el índice TyG es un excelente marcador que refleja el grado de resistencia a la insulina y pronostica el riesgo de diabetes en varones y mujeres obesas y no obesas (37).

2.2.2.2. Prediabetes.

Esta etapa, también denominada intolerancia a la glucosa, se presenta previa al desarrollo de la Diabetes mellitus y su permanencia es variable. Aproximadamente 6 – 10 % de pacientes en ayuno con intolerancia a la glucosa, así como 30 – 40 % después de aplicárseles el test de tolerancia a la glucosa oral, van a desarrollar diabetes tipo 2 dentro de los próximos 10 años. Pacientes alrededor de los 30 – 50 años no diabéticos, pero cuyos padres si lo eran, fueron sometidos a un estudio multinacional en el que se demostró que un 28% ya presentaban un grado de intolerancia a la glucosa (38).

Según la Asociación de Diabetes Americana (ADA), define a la prediabetes en el año 2024, como el estado intermedio entre normogluemia y diabetes, caracterizada por el metabolismo alterado de los hidratos de carbono que van originar una elevación de la glucosa y hemoglobina glicada sin criterios propiamente dicho de diabetes (39).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su último informe del año 2023, considera a este desequilibrio, como el deterioro de la intolerancia a la

glucosa y glucemia basal alterada, con un riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 y problemas cardiovasculares (40).

La prediabetes o disglucemia se presenta con valores de hemoglobina glicada entre 5.7 - 6.4%, o glucemia basal alterada (glucemia en ayunas entre 100 a 125 mg/dL), o intolerancia a la glucosa (nivel de glucemia alterada con valores entre 140 – 199 mg/dL, dos horas después de una sobrecarga oral de glucosa de 75 gramos), o todos los estados a la misma vez (40).

Estudios de tipo prospectivos, utilización la hemoglobina glicada para la predicción de diabetes, demostrando una fuerte asociación entre HbA1c y diabetes. Una revisión sistemática, realizada por Zhang et al (41), que incluyeron a 44.203 participantes de 16 estudios de tipo cohorte, con un seguimiento entre 2,8 a 12 años, presentaban niveles de HbA1c entre 5.5 y 6% poseían un riesgo mayor a desarrollar diabetes, dentro de los próximos 5 años, con una incidencia del 9 al 25%, mientras que, los que presentaban niveles entre 6.0 y 6.5%, incrementaron la incidencia del 25 a 50% con un riesgo relativo 20 veces mayor.

En un estudio realizado por Selvin et al (42), llevado a cabo en Estados Unidos, en el que participaron 15,792 personas de raza afroamericana y blanca, de mediana edad, formaron parte de un seguimiento durante 15 años, del que pudieron concluir que la HbA1c basal, fue un indicador predictivo de diabetes y eventos cardiovasculares en comparación con la glucosa en ayunas.

Criterios para la detección de diabetes o prediabetes en adultos asintomáticos

- a) Adultos con sobrepeso u obesidad ($IMC \geq 25 \text{ Kg/m}^2$), con alguno de estos factores de riesgo: pariente de primer grado con diabetes, raza de alto riesgo,

antecedentes de enfermedades cardiovasculares, hipertensión, niveles de colesterol HDL < 35 mg/dL y/o triglicéridos > 250 mg/dL, mujeres con ovario poliquístico, personas sedentarias, obesidad severa y acantosis nigricans.

- b) Personas con $HbA1c \geq 5.7\%$ (prediabetes).
- c) Mujeres con un diagnóstico previo de diabetes gestacional. Necesitan un control de por vida cada 3 años.
- d) En todas las personas al cumplir los 35 años.
- e) En personas con resultados dentro de los valores normales, repetir mínimo cada 3 años evaluando el factor de riesgo.
- f) Personas con diagnóstico de VIH (40).

2.2.2.3. Hemoglobina glicada (HbA1c).

La molécula de la hemoglobina en adultos normales comprende fracciones de hemoglobina A, hemoglobina A2 y hemoglobina F. Aproximadamente el 97% está compuesta por hemoglobina A (HbA), quien tiene la particularidad de combinarse con azúcares generando la glucohemoglobina o glicohemoglobina (HbA1). Según el azúcar añadido a esta nueva molécula, origina fracciones menores (HbA1a, HbA1b, HbA1c), denominados así por el orden de elución en una columna de intercambio iónico, es decir por sus propiedades cromatográficas (43).

Según Campuzano y Latorre (44), existen 4 tipos de hemoglobina glicada: HbA1a1, que es producto de la glicación con fructosa 1-bifosfato; la HbA1a2, producto de glicación con glucosa 6-fosfato; la HbA1b, producto de la glicación con ácido pirúvico y la HbA1c que forma parte de los componentes menores de la

hemoglobina en glóbulos rojos humanos, pero que equivale cerca del 80% de la HbA1. Podemos definir a esta molécula, como un efecto de la condensación de la glucosa en la porción N-terminal de la cadena beta de la hemoglobina A, es por eso que su exposición a residuos de glucosa pueden modificarla, mientras más glucosa se suma, mayor glicemia se reflejará en sangre.

Existe una relación directa entre el promedio de glucosa sérica y el porcentaje de HbA1c, esto se debe a la glicación que sucede en el hematíe durante los 120 días de vida media. Este parámetro es utilizado porque refleja el promedio de la glucemia en los tres a cuatro meses previos a la toma de muestra sanguínea. La HbA1c, fue reconocida por el Comité Internacional de Expertos en el 2009 e incluida en la revisión de los Estándares de Cuidado Médico en Diabetes como prueba apta para diagnóstico en el año 2010, en pacientes con sospecha clínica o epidemiológica, con los siguientes puntos de corte:

- No diabético: $\leq 5.6\%$; descarta el diagnóstico de diabetes.
- Prediabético o riesgo aumentado: entre 5.7% y 6.4%.
- Diabético: $\geq 6.5\%$, compatible con el diagnóstico de diabetes (44).

También es utilizada como prueba para seguimiento:

- De acuerdo a la ADA, la meta es obtener una HbA1c $\leq 7\%$, con lo que se lograría reducir las complicaciones microvasculares y neuropáticas.
- Para las guías europeas, la meta es obtener un valor de 7.5% para la diabetes tipo 1 y 2.
- Para la Internacional Diabetes Federation (IDF) es de 6.5%.
- La American College of Endocrinology considera un valor de 6.5% (44).

2.3. Formulación de hipótesis

El índice triglicéridos-glucosa posee alta capacidad para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, 2024.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1.Método de la investigación

El método utilizado fue el hipotético – deductivo, porque parte de una hipótesis sustentada para obtener nuevas conclusiones las que serán sometidas a verificación (45).

3.2.Enfoque de la investigación

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, pues buscó examinar datos numéricos para medir hechos, valiéndose de la estadística como herramienta, para así poder comprobar una hipótesis planteada (45).

3.3.Tipo de investigación

El tipo de investigación fue aplicada, ya que aplicó conocimientos existentes para crear soluciones a problemas planteados (46).

3.4.Diseño de la investigación

El diseño de un estudio comprende los procedimientos, métodos y técnicas que aplican los investigadores para seleccionar pacientes, recolectar datos analizar e interpretarlos.

El trabajo realizado es no experimental, ya que no se manipularon las variables. Descriptivo, porque genera hipótesis que deberán contrastarse con estudios analíticos. De corte transversal, porque se realizó una única medición y no habrá un seguimiento. Retrospectivo, ya que es planteado luego de los hechos acontecidos, obteniendo la información de registros documentados (47).

El estudio fue abordado como evaluación de prueba diagnóstica, con la finalidad de establecer la presencia o ausencia de enfermedad. Se determinó la sensibilidad y especificidad, que evaluarán su eficacia. El valor predictivo positivo, que representó la probabilidad que tiene

un paciente con prueba positiva de cursar con la enfermedad y valor predictivo negativo, que indicó la probabilidad que un paciente con prueba negativa no presente la enfermedad (48).

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población

Conformada por 1000 pacientes ambulatorios atendidos en la Unidad de Patología Clínica “Óptima Salud”, durante el periodo de enero a diciembre de 2023.

Para el estudio se utilizará la fórmula estadística para población finita (49):

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

Donde:

n = tamaño muestral

z = 1.96, constante según el nivel de confianza del 95%

p = probabilidad de ocurrencia

q = probabilidad de no ocurrencia

e = error máximo permitido (5%)

Reemplazando:

$$n = 3.84 * 0.5 * 0.5 * n / 0.0025 (n-1) + 3.84 * 0.5 * 0.5$$

$$n = 0.96 * n / 0.0025 (n-1) + 0.96$$

$$n = 0.96 * 1000 / 0.0025 (999) + 0.96$$

$$n = 960 / 3.46$$

$$n = 277$$

3.5.2. Muestra y muestreo

La muestra constó de 277 pacientes ambulatorios que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión que fueron atendidos en la Unidad de Patología Clínica “Óptima Salud”.

El muestreo realizado fue no probabilístico, puesto que se establecieron criterios de selección para la muestra del estudio. La técnica aplicada, fue por conveniencia, al utilizar los casos que cumplían con los criterios de inclusión y sean de utilidad para el investigador.

3.5.2.1. Criterios de inclusión

- Pacientes femeninos y masculinos mayores de 18 años, atendidos por primera vez y que residan en Lima.
- Pacientes que cumplan con el tiempo requerido de ayuno.
- Pacientes que cuenten con resultados de glucosa basal, triglicéridos y HbA1c.
- Muestras sin interferentes analíticos (lipémicas, hemolizadas e ictericas).

3.5.2.2. Criterios de exclusión

- Pacientes menores de 18 años o que residan en lugares externos a Lima.
- Pacientes que no cumplan con el tiempo de ayuno necesario.
- Pacientes con diagnóstico de diabetes.
- Pacientes con anemia o alguna patología hematológica en curso.
- Pacientes con alguna infección aguda en los últimos 3 meses.
- Muestras que no cumplan con los criterios de calidad de muestra.

3.6. Variables y operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	ESCALA VALORATIVA
Índice triglicéridos - glucosa	Valor obtenido del cálculo matemático de la fórmula $TyG = Ln [TG(mg/dL) \times glucosa (mg/dL) / 2]$	Nivel de glucosa basal	Bajo riesgo Alto riesgo	Cuantitativa continua	Bajo riesgo: < 8.7
		Nivel de triglicéridos			Alto riesgo: ≥ 8.7
Prediabetes	Medición del nivel de glucosa basal y porcentaje de hemoglobina glicada (HbA1c)	Nivel de glucosa basal	Nivel sérico	Cuantitativa continua	Normal: < 100 mg/dL
					Prediabetes: 100 – 125 mg/dL
	Porcentaje de HbA1c	Nivel en sangre	Cuantitativa continua	Normal: < 5.7%	
				Prediabetes: 5.7% – 6.4%	

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1. Técnica

La técnica aplicada fue de carácter documental, ya que se extrajo la información requerida de la base de datos de la Unidad de Patología Clínica “Optima Salud”.

3.7.2. Descripción de instrumentos

El instrumento que se utilizó fue una ficha de recolección de datos, compuesta por datos demográficos (edad y sexo) y datos analíticos (valor de triglicéridos, glucosa basal y el porcentaje de hemoglobina glicada) de muestras, cuyos resultados se encuentran en la base de datos, ya que el corte del estudio es retrospectivo (Anexo 2).

Los instrumentos que se utilizaron fueron: el analizador fotométrico Cobas C111 para las determinaciones de glucosa y triglicéridos, además del analizador POCT semiautomatizado Quo-Lab® para determinar el porcentaje de hemoglobina glicada (HbA1c).

A continuación, se detallan las técnicas analíticas utilizadas:

a) Glucosa

Su variación patológica incluye, la hiperglucemia (aumento), indicador de diabetes sumado a otros factores, como el metabolismo anormal de la misma, mala absorción intestinal, reducción del número de receptores de insulina, problemas hepáticos y alteración hormonal (50).

Determinación de glucosa

La adenosina trifosfato (ATP) hace posible la fosforilación de la glucosa, mediante el uso de la hexoquinasa, representada en la siguiente reacción:



El producto de la reacción (glucosa-6-fosfato), pasa mediante una oxidación a 6-fosfogluconato en presencia de NAD (nicotinamida adenina dinucleótido). Esta reacción es catalizada por la enzima glucosa-6-fosfato-deshidrogenasa (G-6-PDH) y produce una mol de NADH por cada mol de glucosa-6-fosfato oxidada verificada en la reacción que se muestra a continuación:



El producto medido en un espectrofotómetro a 340 nm es proporcional a la concentración de glucosa en la muestra, gracias a que la enzima G-6-PDH posee una alta especificidad hacia la glucosa-6-fosfato, otras hexosas o esteres de pentosa que son fosforilados no forman parte de la reacción (51).

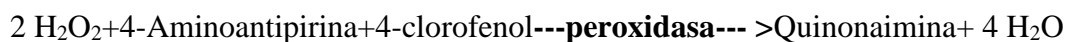
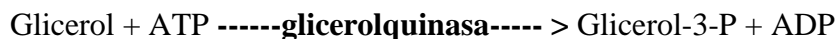
b) Triglicéridos

Son moléculas que luego de ser sintetizados en el hígado o intestino son transportados por quilomicrones y su concentración plasmática es el resultado del equilibrio en la tasa de producción e hidrólisis, también llamada normolipemia y antagónicamente la hipertrigliceridemia, que puede ser evidente cuando ocurre una producción anormalmente alta sin compensación y una reducción del aclaramiento, que afecta a muchos pacientes con síndrome metabólico, obesidad y/o diabetes mellitus tipo 2 acompañado de insulinoresistencia (52).

Determinación de triglicéridos

La lipasa hidroliza los triglicéridos liberando ácidos grasos y glicerol. La glicerolquinasa fosforila el glicerol, el glicerol-1-fosfato es oxidado a dihidroxiacetona fosfato por acción de la enzima glicerol-fosfato oxidasa produciendo peróxido de hidrogeno. Luego, en una reacción de tipo Trinder, la aminoantipirina y el ácido 3,5-dicloro-2-hidroxi-

bencensulfónico junto al peróxido de hidrógeno y la enzima peroxidasa originan un compuesto coloreado que es proporcional a la concentración de triglicéridos en la muestra, que puede leerse en el espectrofotómetro a 500 +/- 20 nm (53).



c) Cálculo de Hemoglobina glicada (HbA1c)

La glucosa puede unirse a la hemoglobina mediante la glicación. El control de esta molécula demuestra el nivel promedio de glucosa en sangre en las últimas 6 u 8 semanas. En los últimos años, se utilizan diversos métodos para calcular su valor, dentro de ellos se encuentran: el HPLC (cromatografía líquida de alta resolución), inmunturbidimetría, inmunoensayos como los POCT (Point of Care Testing), que utiliza una metodología de afinidad por el boronato. La sangre que contiene la HbA1c se une el reactivo fluorescente de boronato, esta fluorescencia disminuye mientras más partículas de HbA1c se unan al reactivo, la tasa de extinción es directamente proporcional con la cantidad de HbA1c presente en la muestra (54, 55).

3.7.3. Validación

Los datos de glucosa, triglicéridos y porcentaje de hemoglobina glicada (HbA1c), fueron procesados en equipos previamente validados por la casa comercial de procedencia.

Los datos de validación se presentan a continuación (56,57,58):

Glucosa HK Gen.3	
Muestra utilizada	Suero o plasma con heparina de litio, K ₂ EDTA, K ₃ EDTA, NaF, Na ₂ EDTA, NaF/citrato/Na ₂ EDTA, KF/Na ₂ EDTA y NaF/K-oxalato
Límite inferior de medición	4.32 mg/dL
Linealidad	720 mg/dL
Ictericia	Sin interferencia significativa hasta 60 mg/dL de bilirrubina conjugada y no conjugada.
Hemólisis	Sin interferencia significativa hasta 1200 mg/dL
Lipemia	Sin interferencia significativa hasta 1900 mg/dL de concentración de triglicéridos.
Medicamentos	Sin interferencias significativas en concentraciones terapéuticas de medicamentos comunes.
Repetibilidad CV %	0.7 %
Precisión intermedia CV%	1.2 %

TRIGL - Triglycerides	
Muestra utilizada	Suero o plasma con heparina de litio y K ₃ EDTA
Límite inferior de medición	8.85 mg/dL
Linealidad	885 mg/dL
Ictericia	Sin interferencia significativa hasta 5 mg/dL de bilirrubina conjugada y no conjugada.
Hemólisis	Sin interferencia significativa hasta 200 mg/dL
Lipemia	Sin interferencia significativa hasta 3000 mg/dL, pudiendo producir resultados bajos falsos.
Medicamentos	<ul style="list-style-type: none"> • El ácido ascórbico, dobesilato de calcio, la levodopa, metildopa, la fenilbutazona, el etamsilato, la N-acetilcisteína en concentraciones superiores a 333 mg/dL y el metabolito del paracetamol (N-acetil-p-benzoquinona imina) generan un resultado falsamente bajo. • El intralipid genera un falso aumento. • Las concentraciones plasmáticas superiores a 0,05 mg/ml de metamizol pueden generar resultados falsamente bajos.
Repetibilidad CV %	0.9 %
Precisión intermedia CV%	1.95 %

HbA1c Quo-Lab	
Muestra utilizada	Sangre venosa o de punción digital
Rango de medición	4 – 15 % A1c
CV%	< 3%
Interferencias	No se ve afectado por las variables de hemoglobina, que no ocasionan una reducción de la vida de los hematíes.
Metodología	Extinción de fluorescencia de boronato

3.7.4. Confiabilidad

Los datos de glucosa y triglicéridos recolectados fueron procesados por el Laboratorio Synlab, el cual utiliza controles de calidad internos (PreciControl ClinChem Multi 1 y 2), interlaboratoriales (Bio-Rad) y externos (Controllab). La hemoglobina glicada (HbA1c) fue procesada en el analizador POCT Quo-Lab, y sus controles internos se llevaron a cabo utilizando el Kit Solución de Control Quo-Lab, que consta de una solución de control 1 que simula una muestra de sangre con un nivel bajo de HbA1c y una solución de control 2 con un nivel alto.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

Se presentó la documentación respectiva, ante el Médico Patólogo Clínico, encargado de la Unidad de Patología Clínica “Optima Salud” para conseguir la autorización y realizar el presente proyecto. Concedido el permiso, se coordinó con la responsable de turno del laboratorio, para reunir los datos requeridos en días programados y plasmarlos en la ficha de recolección diseñada.

A continuación, se recolectaron los datos de pacientes que tengan la analítica de glucosa basal, triglicéridos y porcentaje de hemoglobina glicada (HbA1c) para calcular el

índice triglicéridos-glucosa. Una vez extraída toda la información, se elaboró un archivo en Microsoft Excel 2021, que fue procesado con el software estadístico SPSS versión 27 y el software JAMOVI versión 2.6.19, con la finalidad de aplicar estadística descriptiva a las variables de estudio. Del mismo modo, se utilizó la curva ROC (Receiver Operating Characteristic), AUC (Area Under the Curve), sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivos y negativos. Se consideró un valor de $p < 0.05$ como significativo.

3.9.Aspectos éticos

El presente estudio se consideró de bajo riesgo, debido a que no implica una intervención invasiva de los participantes. Se obtuvo el permiso de la Unidad de Patología Clínica “Optima Salud” para acceder a la información necesaria. Durante el desarrollo de la investigación se siguió estrictamente con los principios éticos en materia de biomedicina, respetándose las normativas de prevención de plagio y la revisión por el comité de Ética de la Universidad Privada Norbert Wiener. Se utilizaron datos demográficos, como edad y sexo, así como resultados analíticos, respetando la privacidad de los participantes, por lo que no fue necesario el uso de algún consentimiento informado, de esta manera se respetó los principios bioéticos incluidos en la declaración de Helsinki (59).

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Resultados descriptivos

A continuación, se presentan una serie de tablas y gráficos con los resultados obtenidos en el desarrollo de la presente tesis que incluye 277 participantes.

Tabla 1

Distribución según sexo en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Femenino	155	56.0 %
Masculino	122	44.0 %
Total	277	100.0 %

Fuente: elaboración propia

Se evidenció que la mayoría de los participantes fueron del sexo femenino con un 56.0%, mientras que el sexo masculino fue de 44.0%.

Figura 1

Distribución según sexo en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024



Fuente: elaboración propia

En la figura se observó los 277 participantes, clasificados en sexo masculino con 122 varones y femenino con 155 mujeres, lo que indica un 44.0% frente a un 56.0% respectivamente.

Tabla 2

Distribución según la edad en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024

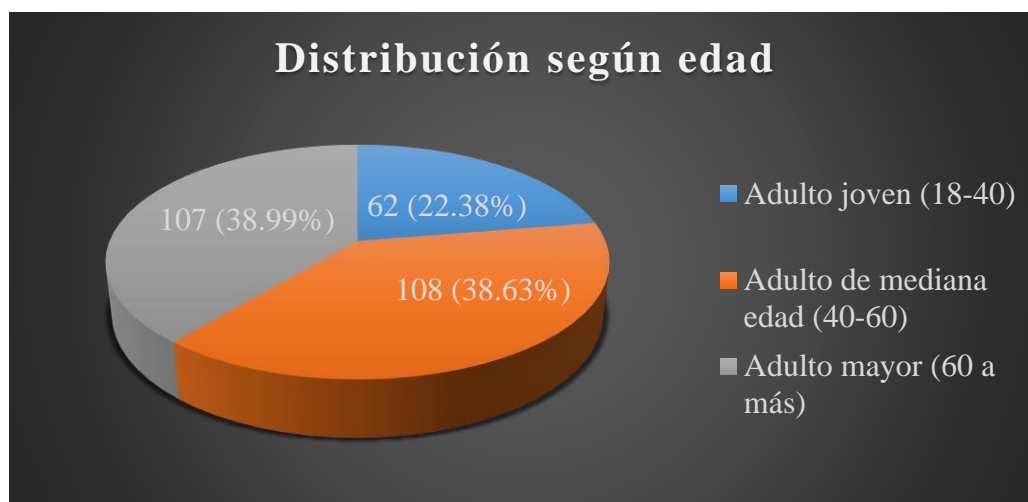
Edad	Frecuencia	Porcentaje
Adulto joven (18-40)	62	22.4 %
Adulto de mediana edad (40-60)	107	38.6 %
Adulto mayor (60 a más)	108	39.0 %
Total	277	100.0 %

Fuente: elaboración propia

En relación con la edad, se observó que 22.4% fueron adultos jóvenes, 38.6% adultos de mediana edad y 39.0% adultos mayores.

Figura 2

Distribución según la edad en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024



Fuente: elaboración propia

En la gráfica, se observó que 62 participantes fueron adultos jóvenes, 107 adultos de mediana edad y 108 adultos mayores, lo que representa un 22.4%, 38,6% y un 39.0% respectivamente.

Tabla 3

Distribución de la glucosa basal, triglicéridos, hemoglobina glicada e Índice triglicéridos-glucosa en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024

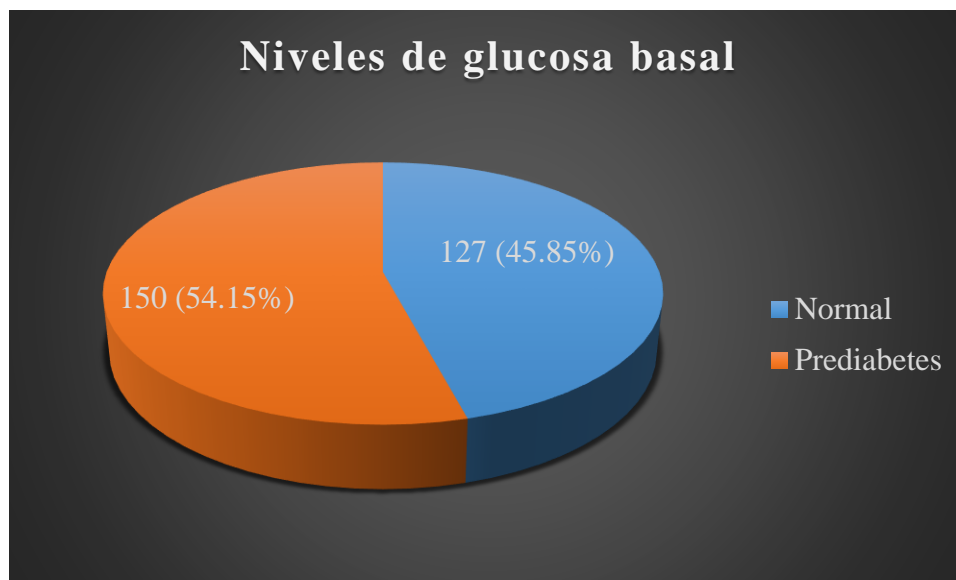
Glucosa basal	Frecuencia	Porcentaje
Normal	127	45.8 %
Prediabetes	150	54.2 %
Total	277	100.0 %
Triglicéridos		
Normal	99	35.7 %
Límite alto	34	12.3 %
Alto	144	52.0 %
Muy alto	0	0.0 %
Total	277	100.0 %
HbA1c		
Normal	102	36.8 %
Prediabetes	175	63.2 %
Total	277	100.0 %
Índice T/G		
Bajo riesgo	94	33.9 %
Alto riesgo	183	66.1 %
Total	277	100.0 %

Según la tabla 2, los valores de glucosa basal evidenciaron que los niveles normales fueron de 45.8% y los casos de prediabetes 54.2%, mientras que, según los valores de triglicéridos, 52.0% presentaban niveles altos, 35.7% niveles normales y 12.3% niveles límites. Según los valores de hemoglobina glicada 63.2% fueron prediabéticos y 36.8% presentaron niveles normales; finalmente, en relación al índice triglicéridos-glucosa 66.1% fueron casos de alto riesgo, mientras que 33.9% representaron un bajo riesgo.

Figura 3

Distribución del nivel de glucosa basal en pacientes atendidos en un laboratorio privado,

Lima 2024

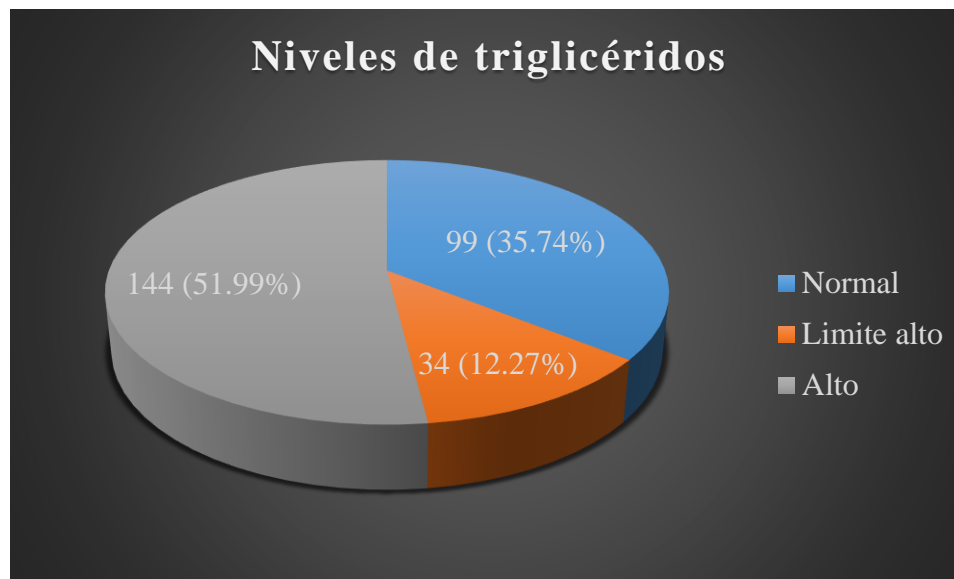


Fuente: elaboración propia

En la figura, se observó que 150 participantes obtuvieron niveles de glucosa normales, mientras que 127 participantes obtuvieron valores que se encuentran dentro del rango de prediabetes, reflejados en el 54.2% y 45.8% respectivamente.

Figura 4

Distribución del nivel de triglicéridos en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024

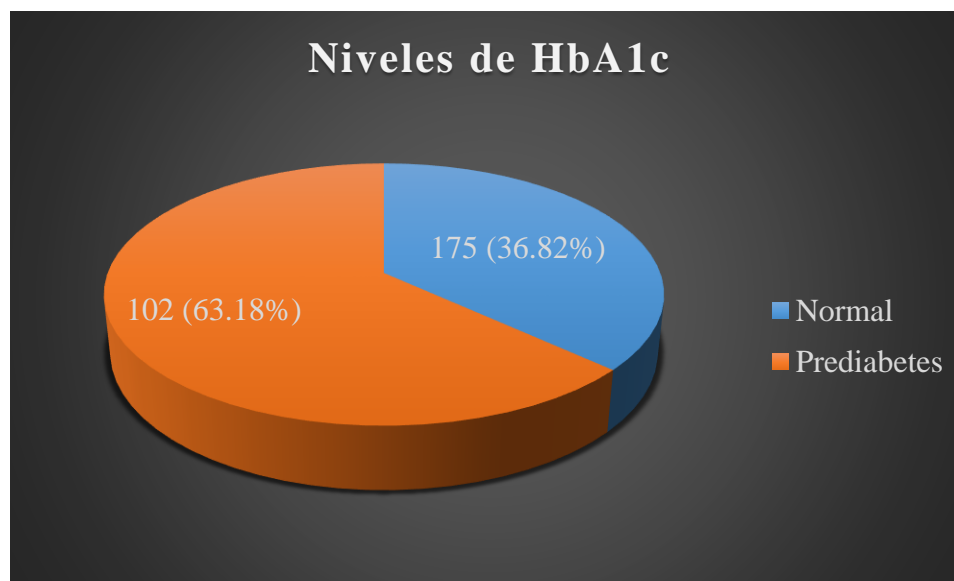


Fuente: elaboración propia

En la figura, se observó que 99 participantes obtuvieron niveles de triglicéridos normales, 34 participantes niveles en el límite alto y 144 en nivel alto, lo que corresponde al 35.7 %, 12.3 % y 52.0 % respectivamente.

Figura 5

Distribución del nivel de hemoglobina glicada (HbA1c) en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024



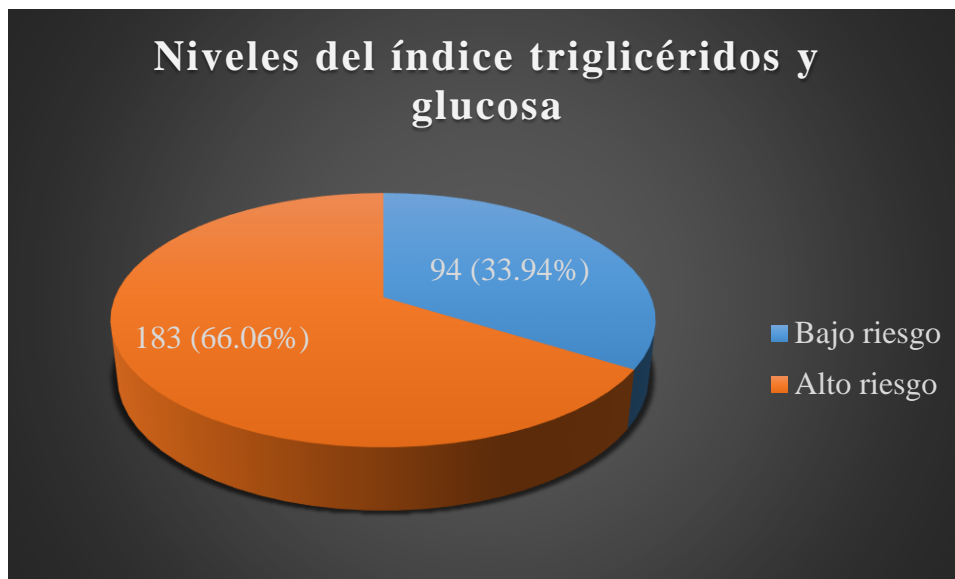
Fuente: elaboración propia

En la figura se observó que 102 participantes obtuvieron niveles de hemoglobina glicada (HbA1c) normales y 175 participantes niveles categorizados como prediabetes, evidenciados como el 36.8% y el 63.2% respectivamente.

Figura 6

Distribución del índice triglicéridos-glucosa en pacientes atendidos en un laboratorio privado,

Lima 2024



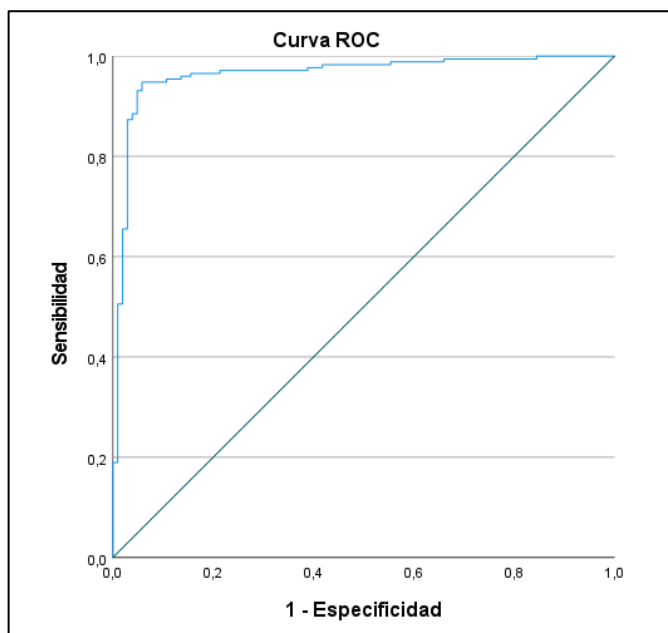
Fuente: elaboración propia

En la figura se observa que 94 participantes presentan bajo riesgo de padecer prediabetes, mientras que 183 participantes, alto riesgo, reflejados en 33.9% y 66.1% respectivamente.

4.2. Prueba de hipótesis

Figura 7

Curva ROC del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024



Fuente: elaboración propia

En la figura muestra un área bajo la curva ROC de 0.964, lo que indica una excelente capacidad discriminativa del índice triglicéridos-glucosa para detectar prediabetes. Un AUC cercano a 1 sugiere que el test tiene una alta precisión.

Tabla 4

Área bajo la curva ROC del Índice triglicéridos-glucosa y casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024

Área	Desv. Error	Significación asintótica	IC 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0.964	0.012	0.000	0.940	0.988

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 4, se evidenció que el área bajo la curva ROC fue de 0.964, lo que indicó una excelente capacidad discriminativa del Índice triglicéridos-glucosa; además, se reveló que existe una diferencia significativa ($p=0.000$) del índice triglicéridos-glucosa para diagnosticar casos de prediabetes en los pacientes que fueron atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.

Para determinar los valores diagnósticos se determinaron los valores de verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos de la siguiente forma:

Tabla 5

Valores verdaderos positivos, verdaderos negativos, falsos positivos y falsos negativos de acuerdo al punto de corte

	HbA1c	
Índice TyG	Normal	Prediabetes
Bajo Riesgo	134 (VP)	38 (FP)
Alto Riesgo	4 (FN)	101 (VN)

A partir de ello, se realizó el cálculo de sensibilidad mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP + FN} \approx 0.971$$

Para la especificidad se obtuvo mediante la fórmula:

$$\text{Especificidad} = \frac{VN}{VN + FP} \approx 0.726$$

El valor predictivo positivo se calculó mediante la fórmula:

$$VPP = \frac{VP}{VP + FN} \approx 0.780$$

El valor predictivo negativo se obtuvo mediante la fórmula:

$$VPN = \frac{VN}{VN + FN} \approx 0.962$$

La razón de verosimilitud positiva se calculó mediante la fórmula:

$$LR+ = \frac{\text{Sensibilidad}}{1 - \text{Especificidad}} \approx 3.55$$

La razón de verosimilitud negativa se calculó mediante la fórmula:

$$LR- = \frac{1 - \text{Sensibilidad}}{\text{Especificidad}} \approx 0.040$$

El índice de Youden (J) se calculó mediante la fórmula:

$$J = \text{Sensibilidad} + \text{Especificidad} - 1 = 0.697$$

Tabla 6

Valores diagnósticos del Índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024

Punto de corte	Sens (%)	Esp (%)	VPP (%)	VPN (%)	LR+	LR-
8.622	97.1 %	72.8 %	78.0 %	96.2 %	3.57	0.040

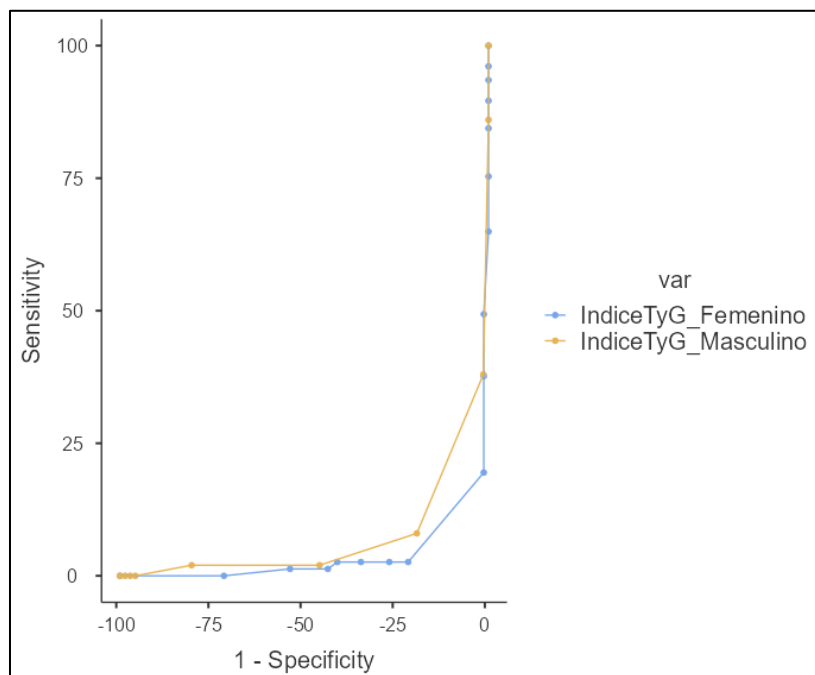
*Sens (%): sensibilidad, Esp (%): especificidad, VPP: valor predictivo positivo (%), VPN: valor predictivo negativo (%), LR+: Likelihood ratio positivo, LR-: Likelihood ratio negativo

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 5, el punto de corte seleccionado fue 8.622 debido a que ofrece una sensibilidad muy alta (97.1%) y una especificidad aceptable (72.8%), lo que significa que identifica correctamente al 97.1% de los casos verdaderos positivos de prediabetes e identifica correctamente al 72.8% de los casos verdaderos negativos. El alto valor del VPN (96.2%) indica que el test es muy bueno para descartar prediabetes cuando da negativo; el VPP de (78.0%) indica una buena capacidad para confirmar prediabetes cuando el test es positivo.

Figura 8

Curva ROC del Índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes de ambos sexos atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024



Fuente: elaboración propia

En el gráfico 8, el área bajo la curva (AUC) para ambos sexos es muy cercana a 1, lo que indica una excelente capacidad discriminativa del índice triglicéridos-glucosa para detectar prediabetes tanto en hombres como en mujeres. Los puntos de corte óptimos (que maximizan la sensibilidad y especificidad) son ligeramente diferentes para hombres y mujeres.

Tabla 7

Área bajo la curva ROC del Índice triglicéridos-glucosa y casos de prediabetes, según el sexo, en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024

Sexo	Área	Desv. Error	Significación asintótica	IC 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Femenino	0.981	0.010	0.000	0.961	1.000
Masculino	0.957	0.019	0.000	0.920	0.993

Según la tabla 7, se evidenció que el área bajo la curva ROC para el sexo femenino y masculino fue de 0.981 y 0.957 respectivamente, lo que indicó una excelente capacidad discriminativa del Índice triglicéridos-glucosa; además, se reveló que existe una diferencia significativa ($p=0.000$) del índice triglicéridos-glucosa para diagnosticar casos de prediabetes, según el sexo, en los pacientes que fueron atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.

Tabla 8

Valores diagnósticos del Índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes, según sexo, en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024

Sexo	Punto de corte	Sens (%)	Esp (%)	VPP (%)	VPN (%)	LR+	LR-
Femenino	8.657	97.8 %	87.5 %	91.7 %	96.6 %	7.824	0.025
Masculino	8.785	94.0 %	89.5 %	95.2 %	87.2 %	8.952	0.067

*Sens (%): sensibilidad, Esp (%): especificidad, VPP: valor predictivo positivo (%), VPN: valor predictivo negativo (%), LR+: Likelihood ratio positivo, LR-: Likelihood ratio negativo

Según la tabla 8, el punto de corte seleccionado para el sexo femenino fue 8.657 y para el sexo masculino fue 8.785 debido a que ofrece una sensibilidad muy alta (97.8% y 94.0%)

y una especificidad aceptable (87.5% y 89.5%), lo que significa que identifica correctamente al 97.8% y 94.0% de los casos verdaderos positivos de prediabetes e identifica correctamente al 87.5% y 89.5% de los casos verdaderos negativos, respectivamente para cada sexo. El alto valor del VPN (91.7% y 95.2%) indica que el test es muy bueno para descartar prediabetes cuando da negativo; el VPP de 96.6% y 87.2% indica una buena capacidad para confirmar prediabetes cuando el test es positivo.

4.3. Discusión de resultados

En esta investigación se encontró que la mayoría de los participantes fueron del sexo femenino con un 56.0%, mientras que el sexo masculino fue de 44.0%. Además, la edad promedio de los participantes fue de 54.26 años, siendo la edad mínima de 18 años y la edad máxima de 93 años. Estos resultados fueron análogos con los de Lee et al (8) que encontraron un rango de edad entre 40 a 69 años en su investigación; al igual que Massimino et al. (12) que en su investigación las edades oscilaban entre 18 a 83 años; y de similar manera Lambert (16) en su investigación reportó una mayoritaria presencia del sexo femenino (169 mujeres y 64 varones).

En cuanto a los valores de glucosa se evidenció que los niveles normales fueron de 45.8%, los casos de prediabetes fueron de 54.2%; mientras que según los valores de los triglicéridos 52.0% presentaban niveles altos, 35.7% niveles normales y 12.3% niveles límites; según los valores de hemoglobina glicada 63.2% fueron prediabéticos, 36.8% presentaron niveles normales; finalmente, en relación al índice triglicéridos-glucosa 66.1% fueron casos de alto riesgo, mientras que 33.9% representaron un bajo riesgo. Estos resultados no fueron similares a los reportados por Lee et al (8) que señaló una incidencia de diabetes mellitus tipo

2 acumulada de 20.3%. En la misma línea, Yanes et al. (9) en su investigación también encontraron un predominio de insulinoresistencia en mujeres en un 54,1% y en varones en un 45,8%.

En cuanto al índice triglicéridos-glucosa se evidenció existe una diferencia significativa ($p= 0.000$) entre el índice triglicéridos-glucosa para diagnosticar casos de prediabetes, además, también se reveló que existió una diferencia ($p=0.000$) entre el índice triglicéridos-glucosa para diagnosticar casos de prediabetes, según el sexo, en los pacientes que fueron atendidos. Estos hallazgos fueron similares a los obtenidos por Lambert (16), que encontró que existe relación entre el índice TyG y glicemia ($p<0.05$), triglicéridos ($p<0.05$), colesterol HDL ($p<0.05$) y perímetro abdominal ($p<0.05$), donde demostraron que el índice TyG guarda relación con los componentes del síndrome metabólico, considerándolo un buen indicador y un precoz predictor de la diabetes tipo 2. Sin embargo, se encontró que los resultados fueron similares a los documentados por Vera (17), que determinó que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,109$) en el rendimiento de la prueba diagnóstica en relación con el género femenino ($AUC=0,897$) en comparación con el rendimiento de la prueba en relación con el sexo masculino ($AUC=0,964$), para la identificación de individuos delgados con obesidad metabólica utilizando el índice TyG.; de la misma forma, Lee et al (8) también encontraron que los índices relacionados a los triglicéridos y glucosa plasmática se asociaron fuertemente con la diabetes mellitus tipo 2; y Wen J. et al (10) mencionaron que el índice TyG es un indicador superior para predecir la diabetes y puede utilizarse en la práctica clínica.

Además, se evidenció que el área bajo la curva ROC fue de 0.964, lo que indicó una excelente capacidad discriminativa del Índice triglicéridos-glucosa, el punto de corte

seleccionado fue 8.622 debido a que ofrece una sensibilidad muy alta (97.1%) y una especificidad aceptable (72.8%), con un buen valor del VPN (78.0%) que indicó que el test es muy bueno para descartar prediabetes cuando da negativo; y un VPP de 96.2% que indicó una buena capacidad para confirmar prediabetes cuando el test es positivo. Este punto de corte fue seleccionado teniendo en consideración el contexto de screening de prediabetes, donde es preferible tener una alta sensibilidad, para no perder casos de prediabetes, y una especificidad aceptable, aunque tenga algunos falsos positivos, estos se pueden descartar con pruebas confirmatorias. Los hallazgos obtenidos fueron análogos a los reportados por Zhang et al. (15), quienes determinaron el valor de corte en 8.8, debido a que proporcionaba una sensibilidad de 68.5% y una especificidad de 74.7%. Además, Vera (17), tras emplear el índice Youden, determinó como punto de corte 8.80 debido a que indicaba una sensibilidad de 90.91% y una especificidad de 83.91%. Además, estos valores son comparables a los encontrados por Yanes et al., quienes obtuvieron una sensibilidad de 98.6% y una especificidad de 41.4%.

Es importante destacar que este estudio también analizó los valores diagnósticos del índice TyG según el sexo, encontrando diferencias notables para mujeres con un punto de corte de 8.657, obteniendo los valores de sensibilidad 97.8%, especificidad 87.5%, VPP 96.6%, y VPN 91.7%. Para hombres y con punto de corte de 8.785, se obtuvieron los valores de sensibilidad 94.0%, especificidad 89.5%, VPP 87.2%, y VPN 95.2%. Por otro lado, Poma en su investigación reportó resultados diferentes, para los varones, encontró un AUC de 0.836, con una sensibilidad de 91.7% y una especificidad de 75.5%. En el caso de las mujeres, obtuvo un AUC de 0.950, con una sensibilidad de 87.0% y una especificidad de 79.0%. Al comparar ambos estudios, se observan algunas similitudes y diferencias importantes. En primer lugar,

tanto el presente estudio como el de Poma muestran un rendimiento diagnóstico ligeramente superior en mujeres comparado con los hombres, evidenciado por valores más altos de AUC y sensibilidad. Sin embargo, los puntos de corte difieren significativamente entre ambos estudios, lo cual podría atribuirse a diferencias en las poblaciones estudiadas o en los métodos de cálculo del índice TyG. Aunque ambos estudios demuestran la utilidad del índice TyG para detectar prediabetes, el presente estudio sugiere un rendimiento diagnóstico superior, con mayor sensibilidad y especificidad para ambos sexos. Estas diferencias podrían atribuirse a variaciones en las características de la población estudiada, los métodos de cálculo del índice TyG, o los criterios utilizados para definir la prediabetes. Es importante considerar estas variaciones al interpretar y aplicar estos resultados en la práctica clínica.

Dentro de las limitaciones, se debe considerar que el estudio se realizó en un solo laboratorio privado en Lima, lo que podría limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones o contextos. Al ser un estudio retrospectivo, es posible que haya habido datos faltantes o incompletos en algunos registros, lo que podría afectar la precisión de los resultados. No se consideraron factores de confusión potenciales como la dieta o el ejercicio que podrían influir en los niveles de glucosa y triglicéridos. Por último, al utilizar datos de un solo momento en el tiempo, no se puede evaluar la variabilidad temporal de los marcadores estudiados ni establecer relaciones causales.

Por lo tanto, el índice triglicéridos-glucosa es un buen predictor de prediabetes, ya que se observó una alta sensibilidad y una correcta especificidad con valores predictivos positivo y negativo, así como índices de verosimilitud aceptables.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Primera. El índice triglicéridos-glucosa (TyG) presentó una sensibilidad de 97.1%, especificidad de 72.8%, con un valor predictivo positivo de 78.0% y un valor predictivo negativo de 96.2%. Las razones de verosimilitud positiva y negativa fueron 3.57 y 0.04 respectivamente. Por lo tanto, existe una gran capacidad para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado en Lima, 2024.
- Segunda. El punto de corte óptimo del índice triglicéridos-glucosa para discriminar prediabetes fue de 8.622.
- Tercera. Se determinó que la sensibilidad del índice TyG fue de 97.1%, la especificidad de 72.8%, el valor predictivo positivo de 78.0% y el valor predictivo negativo de 96.2% para discriminar casos de prediabetes en la población general estudiada.
- Cuarta. Se determinó, según el sexo, que para las mujeres el punto de corte óptimo fue 8.657, con una sensibilidad de 97.8%, especificidad de 87.5%, valor predictivo positivo de 96.6% y valor predictivo negativo de 91.7%. Para los hombres, el punto de corte óptimo fue 8.785, con una sensibilidad de 94.0%, especificidad de 89.5%, valor predictivo positivo de 87.2% y valor predictivo negativo de 95.2%.

5.2.Recomendaciones

- Es aconsejable realizar una réplica de la investigación actual en un formato multicéntrico, con el objetivo de dilucidar las características inherentes a las personas con diabetes y prediabetes; además, de tener en consideración el aumento del tamaño de la población y muestra, con la finalidad de seleccionar una amplia gama de casos para la obtención de futuros datos analíticos que se traduzcan en el empleo del índice de triglicéridos-glucosa en la prevención de la diabetes tipo 2.
- Es pertinente iniciar una investigación que evalúe la eficacia diagnóstica comparativa del índice TyG junto con otros biomarcadores pertinentes para las poblaciones diabéticas y prediabéticas, como la relación triglicéridos/colesterol HDL, el Score Metabólico para la Resistencia a la Insulina (METS-IR), el índice TyG y sus subtipos como IMC (Índice de Masa Corporal) y cintura abdominal, la relación cintura – cadera (RCC), relación cintura – altura (RCA), el Producto de Acumulación de Lípidos (LAP) y el índice de adipocitos visceral. Mediante este enfoque, se puede acentuar la importancia del índice triglicéridos-glucosa como una valiosa herramienta de diagnóstico.

REFERENCIAS

1. American Diabetes Association (ADA). Classification and Diagnosis of Diabetes. *Diabetes Care* 1. [Internet]. 2017. [citado el 06 de junio de 2024]; 40 (1): 11–24. Disponible en: https://diabetesjournals.org/care/article/40/Supplement_1/S11/36898/2-Classification-and-Diagnosis-of-Diabetes
2. Rooney M, Fang M, Ogurtsova K, Ozkan B, Echouffo-Tcheugui J, Boyko E, Magliano D, Selvin E. Global Prevalence of Prediabetes. *Diabetes Care* 1. [Internet]. 2023. [citado el 07 de junio de 2024]; 46 (7): 1388–1394. Disponible en: <https://diabetesjournals.org/care/article/46/7/1388/148937/Global-Prevalence-of-Prediabetes>
3. Rosas J, Calles J, Friege F, Lara Esqueda A, Suverza A, Campuzano R, Vanegas E, Vidrio M, Cañete F, Hernández A, Zúñiga S, Romero A, Gruber E, Zúñiga S, Lyra R, Islas S, García R, Lara A, Sampaio R, González A, Vélez J, Hernández L. Consenso de prediabetes. Documento de posición de la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD). [Internet]. 2009. [citado el 07 de junio de 2024]; 17(4): 146-158. Disponible en: https://www.revistaalad.com/pdfs/0904_ConsPred.pdf
4. Seclen S, Rosas M, Arias A, Medina C. Elevated incidence rates of diabetes in Peru: report from PERUDIAB, a national urban population-based longitudinal study. *BMJ Open Diabetes Res Care*. [Internet]. 2017. [citado el 15 de junio de 2024]; 5(1): e000401. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5574423/>
5. Abbasi F, Reaven G. Comparison of two methods using plasma triglyceride concentration as a surrogate estimate of insulin action in nondiabetic subjects: triglycerides \times glucose

- versus triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol. *Metabolism*. [Internet]. 2011. [citado el 15 de junio de 2024]; 60(12):1673-1676. Disponible en: [https://www.metabolismjournal.com/article/S0026-0495\(11\)00109-0/abstract](https://www.metabolismjournal.com/article/S0026-0495(11)00109-0/abstract)
6. Otero Y, Stafford J, McGuinness O. Resistencia a la insulina selectiva y enfermedad metabólica: la importancia del flujo de nutrientes. *JBC*. [Internet]. 2014. [citado el 15 de junio de 2024]; 289(30): 20462-20469. Disponible en: [https://www.jbc.org/article/S0021-9258\(20\)47568-4/fulltext](https://www.jbc.org/article/S0021-9258(20)47568-4/fulltext)
 7. Guerrero F, Simental L, González M, Martínez E, Ramos M, Hernández S, Jacques O, Rodríguez M. The Product of Triglycerides and Glucose, a Simple Measure of Insulin Sensitivity. Comparison with the Euglycemic-Hyperinsulinemic Clamp. *JCEM*. [Internet]. 2010. [citado el 15 de junio de 2024]; 95(1):3347–3351. Disponible en: <https://academic.oup.com/jcem/article/95/7/3347/2596446?login=false>
 8. Lee JW, Lim NK. & Park HY. The product of fasting plasma glucose and triglycerides improves risk prediction of type 2 diabetes in middle-aged Koreans. *BMC Endocr Disord*. [Internet]. 2018. [citado el 20 de junio de 2024]; 18(33). Disponible en: <https://bmcendocrdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12902-018-0259-x#citeas>
 9. Yanes M, Cruz J, Cabrera E, González O, Calderin R, Yanes MA. Índice glucosa-triglicéridos como marcador de resistencia a la insulina en pacientes con diagnóstico de hipertensión arterial esencial. *Rev. Cub. Med.* [Internet]. 2020. [citado el 20 de junio de 2024]; 59(1): e1327. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232020000100003
 10. Wen J, Wang A, Liu G, Wang M, Zuo Y, Li W, Zhai Q, Mu Y, Gaisano H, He Y, Dou J. Elevated triglyceride-glucose (TyG) index predicts incidence of Prediabetes: a prospective

- cohort study in China. *Lipids Health Dis.* [Internet]. 2020. [citado el 20 de junio de 2024]; 19(226). Disponible en: <https://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12944-020-01401-9#citeas>
11. Boffill M, Rodríguez E. Índice triglicéridos – glucosa como estimación de la resistencia a la insulina en diabéticos tipo 2. *Ciencias Básicas Biomédicas en Granma.* [Internet]. 2021. [citado el 21 de junio de 2024]. Disponible en: <https://cibamanz2021.sld.cu/index.php/cibamanz/cibamanz2021/paper/viewFile/582/413>
 12. Massimino M, Monea G, Marinaro G, Rubino M, Mancuso E, Mannino G, Andreozzi F. The Triglycerides and Glucose (TyG) Index Is Associated with 1-Hour Glucose Levels during an OGTT. *IJERPH.* [Internet]. 2022. [citado el 22 de junio de 2024]; 20(1): 787. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/1/787>
 13. Campos C, León P, Serrato A, Hernández E. Predicción de diabetes mellitus basada en el índice triglicéridos y glucosa. *ElSevier. Medicina Clínica.* [Internet]. 2022. [citado el 22 de junio de 2024]; 160(6): 231-236. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025775322003578>
 14. Lopez P, Gómez D, Martinez D, Evans M, Khalid F Alhabib, Avezum A, Barbarash O, Chifamba J, Diaz M, Gulec S, Noorhassim I, Iqbal R, Kelishadi R, Khatib R, Lanas F, Levitt N, Li Y, Mohan V, Mony P, Poirier P, Rosengren A, Soman B, Wang C, Wang Y, Yeates K, Yusuf R, Yusufali A, Zatonska K, Rangarajan S, Yusuf S. Association of the triglyceride glucose index as a measure of insulin resistance with mortality and cardiovascular disease in populations from five continents (PURE study): a prospective cohort study. *The Lancet.* [Internet]. 2022. [citado el 22 de junio de 2024]; (4): e23-e33.

Disponible en: [https://www.thelancet.com/journals/lanhl/article/PIIS2666-7568\(22\)00247-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanhl/article/PIIS2666-7568(22)00247-1/fulltext)

15. Zhang X, Wang Y, 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. Optimal obesity- and lipid-related indices for predicting type 2 diabetes in middle-aged and elderly Chinese. *Sci Rep*. [Internet]. 2024. [citado el 22 de junio de 2024];14(1):10901. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11091178/>
16. Lambert J. Relación entre el índice triglicéridos y glucosa con los componentes del Síndrome Metabólico en adultos de la ciudad de Trujillo 2019. [Internet]. [Tesis para obtener el grado académico de Licenciado en Nutrición]. 2020. [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/89076/Lambert_PJE-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y
17. Vera V. Utilidad diagnóstica del índice triglicéridos y glucosa para sujetos delgados metabólicamente obesos en la población peruana del estudio PERÚ MIGRANT. [Internet]. [Tesis para optar el grado académico de maestro en medicina]. 2021. [citado el 22 de junio de 2024]. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/7623/Vera_pjv.pdf;jsessionid=BF807442642ADF049F1E02E8C5FD0BC0?sequence=2
18. Poma M. Rendimiento diagnóstico de once biomarcadores para resistencia a la insulina en una muestra de pobladores peruanos. [Internet]. [Tesis para optar el grado académico de médico cirujano]. 2022. [citado el 25 de junio de 2024]. Disponible en:

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/5452/6.%20Poma_Chavez_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

19. Fragozo M. Síndrome metabólico: revisión de la literatura. [Internet]. 2022. [citado el 25 de junio de 2023]; 26(1): 47-62. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/06/1370951/sindrome-metabolico.pdf>
20. Himsworth H. Diabetes Mellitus: Its differentiation into insulin-sensitive and insulin-insensitive types. IJE. [Internet]. 2013. [citado el 25 de junio de 2024]; 42(6): 1594–1598. Disponible en: <https://academic.oup.com/ije/article/42/6/1594/742717?login=false>
21. Yalow R, Berson S. Immunoassay of endogenous plasma insulin in man. J Clin Invest. [Internet]. 1960. [citado el 25 de junio de 2024]; 39(7): 1157-1175. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC441860/pdf/jcinvest00455-0122.pdf>
22. Reaven G. Role of insulin resistance in human disease. ADA. [Internet]. 1988. [citado el 25 de junio de 2024]; 37(12): 1595-1607. Disponible en: <https://diabetesjournals.org/diabetes/article/37/12/1595/8592/Role-of-Insulin-Resistance-in-Human-Disease>
23. Yeni-Komshian H, Carantoni M, Abbasi F, Reaven G. Relationship between several surrogate estimates of insulin resistance and quantification of insulin-mediated glucose disposal in 490 healthy nondiabetic volunteers. ADA. [Internet]. 2000. [citado el 25 de junio de 2024]; 23(2): 171-175. Disponible en: <https://diabetesjournals.org/care/article/23/2/171/19620/Relationship-between-several-surrogate-estimates>
24. ADA. Estándares de atención médica para pacientes con diabetes mellitus. [Internet]. 2003. [citado el 25 de junio de 2024]; 26(1): s33-s50. Disponible en:

https://diabetesjournals.org/care/article/26/suppl_1/s33/21741/Standards-of-Medical-Care-for-Patients-With

25. Krentz A. Insulin resistance. *BMJ*. [Internet]. 1996. [citado el 25 de junio de 2024]; 313(7069): 1385-1389. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2352942/pdf/bmj00570-0047.pdf>
26. Singh B, Saxena A. Surrogate markers of insulin resistance: A review. *WJD*. [Internet]. 2010. [citado el 26 de junio de 2024]; 1(2): 36-47. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3083884/>
27. Patarrao R, Lauth W, Macedo M. Assessment of methods and indexes of insulin sensitivity. *Rev Port Endocrinol Diabetes Metab*. [Internet]. 2014. [citado el 26 de junio de 2024]; 9(1): 65-73. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1646343913000734>
28. Minh HV, Tien HA, Sinh CT, Thang DC, Chen CH, Tay JC, Siddique S, Wang TD, Sogunuru GP, Chia YC, Kario K. Assessment of preferred methods to measure insulin resistance in Asian patients with hypertension. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. [Internet]. 2021. [citado el 26 de junio de 2024]; 23(3):529-537. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8029536/#jch14155-bib-0005>
29. McLaughlin T, Abbasi F, Cheal K, Chu J, Lamendola C, Reaven G. Use of metabolic markers to identify overweight individuals who are insulin resistant. *ACP Journals*. [Internet]. 2003. [citado el 26 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.acpjournals.org/doi/epdf/10.7326/0003-4819-139-10-200311180-00007>
30. McLaughlin T, Reaven G, Abbasi F, Lamendola C, Saad M, Waters D, Simon J, Krauss RM. Is there a simple way to identify insulin-resistant individuals at increased risk of

- cardiovascular disease? *Am J Cardiol*. [Internet]. 2005. [citado el 27 de junio de 2024]; 96: 399-404. Disponible en: [https://www.ajconline.org/article/S0002-9149\(05\)00741-1/fulltext](https://www.ajconline.org/article/S0002-9149(05)00741-1/fulltext)
31. Brand J, Van der Tweel I, Grobbee D, Emmelot-Vonk M, Van der Schouw Y. Testosterone, sex hormone-binding globulin and the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *IJE*. [Internet]. 2011. [citado el 27 de junio de 2024]; 40(1): 189–207. Disponible en: <https://academic.oup.com/ije/article/40/1/189/660762>
32. Ruan W, Lai M. Insulin-like growth factor binding protein: a possible marker for the metabolic syndrome? *Springer Link*. [Internet]. 2009. [citado el 27 de junio de 2024]; 47: 5-14. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00592-009-0142-3>
33. Du T, Yuan G, Zhang M, Zhou X, Sun X, Yu X. Clinical usefulness of lipid ratios, visceral adiposity indicators, and the triglycerides and glucose index as risk markers of insulin resistance. *Cardiovasc Diabetol*. [Internet]. 2014. (citado el 27 de junio de 2024); 13:146. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4209231/>
34. Guerrero F, Simental L, González M, Martínez E, Ramos M, Hernández S, Jacques O, Rodríguez M. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of Insulin sensitivity. Comparison with the Euglycemic – Hyperinsulinemic clamp. *JCEM*. [Internet]. 2010. [citado el 27 de junio de 2024]; 95(7): 3347 – 3351. Disponible en: <https://academic.oup.com/jcem/article/95/7/3347/2596446?login=false>
35. Navarro D. El índice triglicéridos-glucosa como predictor de diabetes tipo 2 y su relación con el estado metabólico y la obesidad. *Dialnet*. [Internet]. 2016. [citado el 27 de junio de 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=246480>

36. Simental L, Rodríguez 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*. [Internet]. 2008. [citado el 28 de junio de 2024]; 6(4):299-304. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19067533/>
37. Lee SH, Kwon HS, Park YM, Ha HS, Jeong SH, Yang HK, Lee JH, Yim HW, Kang MI, Lee WC, Son HY, Yoon KH. Predicting the development of diabetes using the product of triglycerides and glucose: The Chungju Metabolic Disease Cohort (CMC) study. *Plos One*. [Internet]. 2014. [citado el 28 de junio de 2024]; 9(2): e90430. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0090430>
38. Laakso M, Zilinskaite J, Hansen T, Boesgaard T, Vanttinen M, Stancakova A, Jansson P, Pellmé F, Holst J, Kuulasmaa T, Hribal M, Sesti G, Stefan N, Fritsche A, Haring H, Pedersen O, Smith U. Insulin sensitivity, insulin release and glucagon-like peptide-1 levels in persons with impaired fasting glucose and/or impaired glucose tolerance in the EUGENE2 study. *Diabetología*. [Internet]. 2008. [citado el 28 de junio de 2024]; 51:502–511. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00125-007-0899-2#citeas>
39. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 2. Diagnosis and Classification of Diabetes: Standards of Care in Diabetes-2024. *Diabetes Care*. [Internet]. 2024. [citado el 28 de junio de 2024]; 47(1): S20-S42. Disponible en: https://diabetesjournals.org/care/article/47/Supplement_1/S20/153954/2-Diagnosis-and-Classification-of-Diabetes
40. Cebrián A. Prediabetes, ¿cómo abordarla en el 2024? *Diabetes práctica*. [Internet]. 2024. [citado el 28 de junio de 2024]; 15(01): 1-40. Disponible en: <https://diabetespractica.com/files/118/art1.pdf>

41. Zhang X, Gregg EW, Williamson DF, Barker LE, Thomas W, Bullard K, Imperatore G, Williams DE, Albright AL. A1C Level and Future Risk of Diabetes: A Systematic Review. *Diabetes Care*. [Internet]. 2010. [citado el 30 de junio de 2024]; 33 (7): 1665–1673. Disponible en: <https://diabetesjournals.org/care/article/33/7/1665/39278/A1C-Level-and-Future-Risk-of-Diabetes-A-Systematic>
42. Selvin E, Steffes M, Zhu H, Matsushita K, Wagenknecht L, Pankow J, Coresh J, Brancati F. Glycated Hemoglobin, Diabetes, and Cardiovascular Risk in Nondiabetic Adults. *N Engl J Med*. [Internet]. 2010. [citado el 30 de junio de 2024]; 362: 800 – 811. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa0908359>
43. Bracho M, Stepenka V, Sindas M, Rivas Y, Bozo M, Duran A. Hemoglobina glicosilada o hemoglobina glicada, ¿Cuál de los dos? *Saber*. [Internet]. 2015. [citado el 30 de junio de 2024]; 27(4). Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622015000400002
44. Campuzano G, Latorre G. La HbA1c en el diagnóstico y en el manejo de la diabetes. *Medicina y Laboratorio*. [Internet]. 2010. [citado el 30 de junio de 2024]; 16:5-6. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2010/myl105-6b.pdf>
45. Ruiz C, Valenzuela M. Metodología de la investigación. UNAT. [Internet]. 2022. [citado el 30 de junio de 2024]. Primera Edición. Disponible en: <https://fondoeditorial.unat.edu.pe/index.php/EdiUnat/catalog/download/4/5/13?inline=1>
46. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. Mc Graw Hill. [Internet]. 2006. [citado el 07 de julio de 2024]. Cuarta Edición. Disponible en: <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20SAMPIERI.pdf>

47. Argimon J, Jiménez J. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. ElSevier. 4ta Edición. [Internet]. 2013. [citado el 14 de julio de 2024]. Disponible en: https://postgrado.medicina.usac.edu.gt/sites/default/files/documentos/investigacion_clinica_y_epidemiologica_1.pdf
48. Talavera J, Wachter N, Rivas R. Estudios de proceso (prueba diagnóstica). Investigación Clínica II. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. [Internet]. 2011. [citado el 14 de julio de 2024]; 49(2): 163-170. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2011/im112k.pdf>
49. Aguilar S. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud tab. [Internet]. 2005. [citado el 14 de julio de 2024]; 11(333-338). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
50. BVS. ABC del laboratorio. Medicina y Laboratorio. [Internet]. 2016. [citado el 14 de julio de 2024]; 22: 11-12. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/883397/abc-glucosa.pdf>
51. Labtest. Glucosa HK Liquiform. [Internet]. 2012. [citado el 15 de julio de 2024]; 1-5. Disponible en: https://labtest.com.br/wp-content/uploads/2016/12/Ref_137_EdiNovembro2012_Ref240214_Esp.pdf
52. Ibarretxe D, Masana L. Metabolismo de los triglicéridos y clasificación de las hipertrigliceridemias. Clínica e Investigación en Arteriosclerosis. [Internet]. 2021. [citado el 15 de julio de 2024]; 33: 1-6. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-clinica-e-investigacion-arteriosclerosis-15-articulo-metabolismo-trigliceridos-clasificacion-hipertrigliceridemias-S0214916821000371>

53. Wiener Lab. TG Color. [Internet]. 2000. [citado el 15 de julio de 2024]. Disponible en: https://access.wiener-lab.com/VademecumDocumentos/Vademecum%20espanol/tg_color_gpo_pap_aa_sp.pdf
54. Mores M, Gerván N, Salinas M, Malano D, Pascual C, Sabagh M. Comparación de métodos en la determinación de HbA1c. [Internet]. 2017. [citado el 15 de julio de 2024]; 1-11. Disponible en: <https://cobico.com.ar/wp-content/archivos/2017/09/COMPARACION-DE-METODOS-EN-LA-DETERMINACION.pdf>
55. Flores C. Evaluación comparativa entre resultados de hemoglobina glicosilada obtenidos de dos metodologías automatizadas en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza. [Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en Laboratorio Clínico y Anatomía Patológica] [Internet]. 2018. [citado el 17 de julio de 2024]. Disponible en: https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/4795/Tesis_comparaci%C3%B3n_resultados_hemoglobina%20glicosilada_2metodolog%C3%ADas%20automatizadas_hospital%20A.Loayza.pdf?sequence=1&isAllowed=y
56. Roche Diagnostics. GLUC3. Navify Portal. [Internet]. 2024. [citado el 04 de agosto de 2024]. Disponible en: https://elabdoc-prod.roche.com/eLD/web/global/en/products/CPS_000088
57. Roche Diagnostics. TRIGL. Navify Portal. [Internet]. 2024. [citado el 04 de agosto de 2024]. Disponible en: https://elabdoc-prod.roche.com/eLD/web/global/en/products/CPS_000263
58. EKF Diagnostics. Analizador de HbA1c Quo-Lab. Portal Web. [Internet]. 2024. [citado el 04 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.ekfdiagnostics.com/quo-lab.html>

59. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM-Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. [Página web]. [Internet]. 2024. [citado el 07 de agosto de 2024)]. Disponible en: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>

Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: Capacidad del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuál es la eficacia diagnóstica del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024?	Evaluar la eficacia diagnóstica del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.	El índice triglicéridos-glucosa posee alta capacidad para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, 2024	<p>Variable 1 Índice triglicéridos-glucosa.</p> <p>Dimensiones Nivel de triglicéridos Nivel de glucosa</p> <p>Variable 2 Prediabetes</p> <p>Dimensiones Nivel de glucosa Porcentaje de hemoglobina glicada (HbA1c)</p>	<p>Método de la investigación: Hipotético deductivo.</p> <p>Enfoque de la investigación: Cuantitativo.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada, de alcance descriptivo.</p> <p>Diseño de la investigación: No experimental, transversal, evaluación de prueba diagnóstica.</p> <p>Población: 1000 pacientes atendidos en la Unidad de Patología Clínica “Optima Salud”.</p> <p>Muestra: 277 pacientes atendidos en la Unidad de Patología Clínica “Optima Salud”.</p> <p>Muestreo: No probabilístico por conveniencia</p> <p>Técnica y recolección de datos: Documental, ficha de recolección de datos.</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS			
¿Cuál es el punto de corte óptimo del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024?	Determinar el punto de corte óptimo del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.			
¿Cuál es la sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024?	Determinar la sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.			
¿Cuál es el punto de corte óptimo, sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice triglicéridos-glucosa según el sexo, en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024?	Determinar el punto de corte óptimo, sensibilidad, especificidad y valores predictivos del índice triglicéridos-glucosa según el sexo, en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024.			

Anexo 3: Aprobación del Comité de Ética



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Lima, 15 de octubre de 2024

Investigador(a)
Marco Antonio Segura Chávez
Exp. N°: 0763-2024

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEIC-UPNW) **evaluó y APROBÓ** los siguientes documentos:

- Protocolo titulado: "Capacidad del índice triglicéridos-glucosa para discriminar casos de prediabetes en pacientes atendidos en un laboratorio privado, Lima 2024" Versión 01 con fecha 20/08/2024.
- Formulario de Consentimiento Informado Versión 01 con fecha 20/08/2024.

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) Marco Antonio Segura Chávez.

La **APROBACIÓN** comprende el cumplimiento de las buenas prácticas éticas, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo de investigación y la confidencialidad de los datos, entre otros.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

1. La **vigencia** de la aprobación es de **dos años** (24 meses) a partir de la emisión de este documento.
2. **Toda enmienda o adenda** se deberá presentar al CIEIC-UPNW y no podrá implementarse sin la debida aprobación.
3. Si aplica, la **Renovación** de aprobación del proyecto de investigación deberá iniciarse treinta (30) días antes de la fecha de vencimiento, con su respectivo informe de avance.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,

Raúl Antonio Rojas Ortega

Presidente

Comité Institucional de Ética e Integridad Científica
 UPNW



Anexo 4: Carta de aprobación de la institución para la recolección de los datos

Dr. José Luis LEÓN VEGA
Dra. Gloria M. FALCONI SALAZAR

Óptima SALUD
Unidad de Patología Clínica
Medicina de laboratorio

Sr. Bach. Marco Antonio Segura Chávez


Presente. –

De mi especial consideración:

Mediante la presente le manifiesto y expreso mi saludo, a la vez hacer de su conocimiento la autorización para la recolección de datos para su tesis, titulada: "CAPACIDAD DEL ÍNDICE TRIGLICÉRIDOS-GLUCOSA PARA DISCRIMINAR CASOS DE PREDIABETES EN PACIENTES ATENDIDOS EN UN LABORATORIO PRIVADO, LIMA 2024".

Por ello se le facilita la visita a las instalaciones el día y horario que usted pueda, coordinando personalmente o vía digital.

Atentamente,



Dr. José Luis LEÓN VEGA
Médico Cirujano Patólogo Clínico
CMP: 14256 RNE: 6705

Anexo 5: Reporte de similitud (Turnitin)

● 14% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	hdl.handle.net Internet	1%
2	repositorio.uwiener.edu.pe Internet	1%
3	labtest.com.br Internet	<1%
4	e-spacio.uned.es Internet	<1%
5	scielo.sld.cu Internet	<1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Internet	<1%
7	repositorio.uap.edu.pe Internet	<1%
8	BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA on ... Submitted works	<1%