



Precisión diagnóstica de la resistencia a la insulina en diabetes y prediabetes

Diagnostic Accuracy of Insulin Resistance in Diabetes and Prediabetes

Fiorella E. Zuzunaga-Montoya¹ <https://orcid.org/0000-0002-2354-273X>

Luisa Erika Milagros Vásquez-Romero² <https://orcid.org/0000-0003-2981-3526>

Joan A. Loayza-Castro² <https://orcid.org/0000-0001-6495-6501>

Carmen Inés Gutierrez De Carrillo^{2,3} <https://orcid.org/0000-0002-4711-7201>

Enrique Vigil-Ventura^{2,3} <https://orcid.org/0000-0003-2727-0476>

Víctor Juan Vera-Ponce^{4*} <https://orcid.org/0000-0003-4075-9049>

¹Universidad Continental. Lima, Perú.

²Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM). Instituto de Investigación de Enfermedades Tropicales. Amazonas, Perú.

³Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM). Facultad de Medicina (FAMED). Amazonas, Perú.

⁴Universidad Tecnológica del Perú. Lima, Perú.

*Autor para la correspondencia: Correo electrónico: vicvepo@gmail.com

RESUMEN

Introducción: Se ha sugerido que el modelo de evaluación homeostática para la resistencia a la insulina (HOMA-IR) puede servir como prueba adicional, que apoye y complemente a las ya existentes, de los estados de hiperglicemia.

Objetivo: Determinar la capacidad diagnóstica del HOMA-IR para diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y prediabetes.



Métodos: Estudio observacional transversal de pruebas diagnósticas. La prediabetes y la diabetes se midieron según los niveles elevados de glucosa en ayunas, glucosa posprandial y hemoglobina glicosilada. Para evaluar la eficacia diagnóstica, se empleó la curva de características operativas del receptor (ROC) junto con su correspondiente área bajo la curva (AUC). Se calcularon la sensibilidad y especificidad.

Resultados: La prevalencia de prediabetes y DM2 fueron 18,82 % y 10,52 %, respectivamente. La mediana del HOMA-IR de 1,33. Para la prediabetes en la población total, el HOMA-IR tuvo un AUC de 0,843, con un punto de corte de 1,51, una sensibilidad del 88,37 % y una especificidad del 73,05 %. En el caso de la DM2, el AUC fue de 0,907, con un punto de corte de 2,02, una sensibilidad del 90,91 % y una especificidad del 77,99 %.

Conclusiones: El HOMA-IR demuestra una buena capacidad diagnóstica para detectar prediabetes y DM2. Los resultados sugieren que este puede ser un marcador adicional en la identificación temprana de alteraciones en el metabolismo de la glucosa.

Palabras clave: diabetes mellitus; estado prediabético; hiperglucemia; resistencia a la insulina; salud pública.

ABSTRACT

Introduction: It has been suggested that the Homeostatic Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) could serve as an additional test to support and complement existing tests for hyperglycemic states.

Objective: To determine the diagnostic capacity of HOMA-IR for Type 2 diabetes mellitus (T2DM) and prediabetes.

Methods: Diagnostic test study. Both were measured according to elevated fasting; postprandial, and glycosylated hemoglobin levels. The receiver operating characteristic curve (ROC) along with its corresponding area under the curve (AUC) was used to evaluate diagnostic efficacy. Sensitivity and specificity metric were calculated.

Results: The prevalence of prediabetes and T2DM were 18.82% and 10.52%, respectively. The median HOMA-IR was 1.33. HOMA-IR had an AUC of 0.843 for prediabetes in the total population, with a



cutoff point of 1.51, a sensitivity of 88.37%, and a specificity of 73.05%. In the case of T2DM, the AUC was 0.907, with a cutoff point of 2.02, a sensitivity of 90.91%, and a specificity of 77.99%.

Conclusions: HOMA-IR demonstrates good diagnostic capability for the detection of prediabetes and T2DM.

Keywords: diabetes mellitus; prediabetic state; hyperglycemia; insulin resistance; public health.

Recibido: 21/05/2024

Aprobado: 04/03/2025

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y su estado predecesor, la prediabetes, son enfermedades metabólicas que se caracterizan por presentar estados de hiperglicemia de forma crónica. Ambas se encuentran asociadas a complicaciones microvasculares, macrovasculares y a mortalidad a largo plazo.⁽¹⁾

La prevalencia de ambas enfermedades ha aumentado de forma exponencial en las últimas décadas, por lo que se considera un problema de salud pública global. En Latinoamérica se encontró que los países con más altos índices de estas enfermedades fueron México, Chile y Argentina, con valores de 10,3 %, 9,7 % y 9,6 %, respectivamente.⁽²⁾ En el caso de Perú, los estados de hiperglicemia en conjunto, llegan al 30 % (7 % para DM2 y 23 % para prediabetes).^(3,4)

Desde hace más de una década, la Asociación Americana de Diabetes (ADA por sus siglas en inglés), incluye a la glicemia en ayunas (GA), la glicemia posprandial (GPP) y a la hemoglobina glicosilada (HbA1c) como pruebas diagnósticas independientes para DM2 y prediabetes, con sus respectivos puntos de corte específicos. Sin embargo, se ha encontrado que cada uno no siempre identifica al sujeto en riesgo. Por eso mismo, se ha sugerido el uso de otras formas de diagnóstico, que se acoplen a las ya existentes.^(5,6)

Está descrito que la raíz fisiopatológica de los estados de hiperglicemia, es la resistencia a la insulina (RI); y se ha puesto a prueba que marcadores específicos, como el modelo de evaluación homeostática



para la resistencia a la insulina (HOMA-IR), puede servir como prueba adicional, que apoye y complemente a las antes mencionadas.^(7,8)

El objetivo de este estudio es determinar la capacidad diagnóstica del HOMA-IR para DM2 y prediabetes.

MÉTODOS

Estudio descriptivo transversal de pruebas diagnósticas. Análisis primario de datos recolectados de los pacientes que acudieron a un centro médico ubicado en Lima, Perú, desde el 6 de marzo al 10 de junio del 2023. Para la realización de este trabajo de investigación, se siguieron las directrices de la declaración STARD.⁽⁹⁾

Sujetos

Criterios de inclusión:

- 1) aceptar formar parte del estudio;
- 2) tener más de 35 años;
- 3) cumplir los criterios para poder aplicarse GA, GPP, HbA1c y el HOMA-IR;
- 4) residir en Lima, para poder recoger sus resultados al día siguiente.

Criterios de exclusión:

- 1) gestantes, dado que los criterios diagnósticos cambian durante ese estado;
- 2) personas que toma alguna medicación que pudiera alterar los niveles de glicemia;
- 3) aquellos que se encuentran recibiendo medicación para disminuir la glucosa sanguínea.

El muestreo fue no probabilístico consecutivo. Se invitó a participar a todos los pacientes que visitaron el centro médico durante el tiempo definido y que cumplían los criterios de selección antes mencionados.





Del total de participantes que aceptaron formar parte del estudio, solo se midieron el HOMA-IR, 523. Por ello, se optó por realizar un cálculo de potencia estadística. Con una sensibilidad esperada del 53 %, especificidad esperada del 77 % y nivel de confianza del 95 %, se calculó una precisión del 5 %.⁽¹⁰⁾

Variables

Las variables dependientes fueron la DM2 y la prediabetes; se definieron mediante los criterios estandarizados por la ADA:⁽¹¹⁾

Para prediabetes: GA (100 mg/dL o 5,6 mmol/L a 125 mg/dL o 6,9 mmol/L), GPP (140 mg/dL o 7,8 mmol/L a 199 mg/dL a 11,0 mmol/L) y HbA1c (5,7 % al 6,4 %).

Para DM2: GA (≥ 126 mg/dL o 7,0 mmol/L), GPP (≥ 200 mg/dL o 11,1 mmol/L) y HbA1c ($\geq 6,5$ %).

La variable independiente fue la resistencia a la insulina, evaluado a través del HOMA-IR. Se calculó con la fórmula: $[\text{Glucosa (mmol/L)} * \text{Insulina (uU/mL)}] / 22,5$.⁽¹²⁾

Además, se tomaron las variables sexo; edad (se categorizó en < 60 años y ≥ 60 años); estilos de vida (si fuma actualmente, si ha consumido alcohol en los últimos 30 días o si consume frutas/verduras mayor o igual a 5 porciones); nivel de actividad física, según el Cuestionario Internacional de Actividad Física (se categorizó en leve/moderado o vigoroso):⁽¹³⁾ antecedentes familiares inmediatos de DM2 (sí o no); presencia de obesidad, según el índice de masa corporal (IMC), calculado dividiendo el peso en kg entre la altura en cm al cuadrado (se categorizó como ≥ 30 kg/m²).

Procedimientos

El estudio fue incluido dentro de una campaña de salud, que tenía como objetivo ofrecer un programa de diagnóstico de prediabetes y DM2. Este proceso se realizó en 2 días; el primero para la toma de análisis y datos, mientras que el segundo sería para la lectura de estos.

Se señaló que todo paciente debía acudir en estado de ayuno, entre un periodo mínimo de 8 horas y máximo de 12 horas. Al llegar a la clínica, se registraban peso y altura; luego se evaluaban por un médico, que recopilaba información para su historia clínica y les informaba sobre los resultados de las pruebas. Si alguna de las pruebas mostraba niveles elevados de glucosa, se les recomendaba repetir el examen.



Luego de la toma de datos, se les ofrecía la oportunidad de unirse al estudio, se explicaban los detalles y se les entregaba el consentimiento informado para firmar, si decidían participar.

Sobre la recopilación de los datos; el personal recibió formación específica para recolectar información adecuada de los pacientes que visitaban el centro médico, independientemente de si al final, participaban en el estudio o no. Todos los datos se registraron de forma manual en una historia clínica. En cuanto a los parámetros antropométricos, la altura se midió con un estadiómetro, y el peso, con una balanza electrónica, previa indicación al sujeto de vestir ropa ligera. La presión arterial se registró después de un período de reposo de 5 minutos, utilizando un monitor automático OMRON.

Las muestras de sangre se extrajeron por un equipo técnico de laboratorio especializado. Antes de la extracción, se verificó que los participantes hubieran cumplido con el período de ayuno requerido.⁽¹¹⁾ Se extrajo un total de 5 mL de sangre venosa, para evaluar la glucosa en ayunas. La insulina en ayunas se midió en una muestra de suero, obtenida al mismo tiempo que la muestra para glucosa en ayunas. La insulina se cuantificó mediante un ensayo inmunoenzimático ELISA estandarizado.

Procesamiento

Los análisis estadísticos se ejecutaron mediante el uso del software R versión 4.0.5. Los datos descriptivos se presentan en términos de frecuencias absolutas y porcentajes, para las variables categóricas, y como mediana y rango intercuartílico para las variables numéricas. Se realizó, además, un análisis por grupos, divididos según el sexo del paciente. Para evaluar la capacidad diagnóstica, se empleó la curva de características operativas del receptor (ROC) con su correspondiente área bajo la curva (AUC). Para el diagnóstico de diabetes y prediabetes se utilizó como prueba de oro, las formas diagnósticas antes mencionadas, avaladas por la ADA.⁽¹¹⁾ Se calcularon la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo, los cocientes de verosimilitud positivos y negativos, acompañados de sus intervalos de confianza al 95 % (IC95 %).

La elección de la capacidad de la prueba se llevó a cabo a través del AUC, mientras que el punto de corte óptimo fue elegido según el índice de Youden, junto con una sensibilidad y especificidad adecuada.

Cuestiones bioéticas

El protocolo para esta investigación recibió la aprobación del comité ético de la Facultad de Medicina de la Universidad Ricardo Palma (Código PI 010 2023) y se consiguió el consentimiento apropiado del



centro médico en el cual se desarrolló la campaña diagnóstica. Se tomaron medidas para asegurar la privacidad y el anonimato de los participantes, y así evitar la recopilación de información personal sensible, como nombres o números de identificación. Además, el acceso a la base de datos se restringió de forma exclusiva al investigador principal y al equipo de investigación autorizado.

Cada participante recibió un formulario de consentimiento informado que detallaba el objetivo, los procedimientos, los riesgos y los beneficios del estudio. Quienes decidieron participar tenían que seleccionar la opción "He leído el formulario de consentimiento y estoy de acuerdo con él", confirmando así su entendimiento y consentimiento voluntario. El proceso investigativo se realizó siguiendo la Declaración de Helsinki y las pautas éticas locales e internacionales. Se implementaron medidas adicionales para asegurar la calidad e integridad de las muestras y los datos, para ofrecer el apoyo y seguimiento necesario a los participantes.

RESULTADOS

La prevalencia de prediabetes y DM2 fueron 18,82 % y 10,52 %, respectivamente. La mediana del HOMA-IR fue de 1,33 (rango intercuartílico 0,76 – 2,23). El 50,86 % de los participantes eran hombres. El 54,68 % se encontraban en el grupo de edad de 45 a 59 años. El 71,13 % no tenía antecedentes familiares con DM2. En cuanto a los hábitos nocivos, el 25,24 % habían fumado en los últimos 30 días y el 26,00 % había consumido alcohol en el mismo periodo. Además, el 79,16 % tenía una actividad física baja. En lo que respecta al estado de salud, el 33,65 % tenía obesidad y el 18,16 % HTA (tabla 1).


Tabla 1 - Características de la muestra de estudio

Características	n= 523
Sexo	
Masculino	266 (50,86 %)
Femenino	257 (49,14 %)
Grupo de edad	
45 a 59 años	286 (54,68 %)
60 años a más	237 (45,32 %)
Historia familiar de DM2	
No	372 (71,13 %)
Sí	151 (28,87 %)
Actividad de fumador	
No	391 (74,76 %)
Sí	132 (25,24 %)
Consumo de alcohol	
No	387 (74,00 %)
Sí	136 (26,00 %)
Actividad física	
Bajo	414 (79,16 %)
Moderado/Vigoroso	109 (20,84 %)
Presencia de obesidad	
No	347 (66,35 %)
Sí	176 (33,65 %)
Consumió ≥ 5 porciones de frutas/verduras	
No	317 (60,61 %)
Sí	206 (39,39 %)
Hipertensión arterial	
No	428 (81,84 %)
Sí	95 (18,16 %)
HOMA-IR	1,33 (0,76 – 2,23)
Prediabetes	
No	371 (81,18 %)
Sí	86 (18,82 %)
Diabetes mellitus tipo 2	
No	468 (89,48 %)
Sí	55 (10,52 %)

n (%); mediana (RIC)





En la figura 1 se observa el gráfico de curvas ROC del HOMA-IR, estratificado por sexo. Todos los indicadores presentaron un AUC mayor a 0,8. Además, en la tabla 2 se observan los valores diagnósticos de cada marcador. Para la prediabetes, en la población total, el HOMA-IR tuvo un AUC de 0,843, con un punto de corte de 1,51; sensibilidad del 88,37 % y especificidad del 73,05 %.

En el caso de la DM2, el AUC fue de 0,907; con un punto de corte de 2,02, una sensibilidad del 90,91 % y una especificidad del 77,99 %. Al estratificar por sexo, en las mujeres el AUC para la prediabetes fue de 0,801; con un punto de corte de 1,42; mientras que, para la DM2, el AUC fue de 0,908; con un punto de corte de 2,02. Mientras que, en los hombres, el AUC para la prediabetes fue de 0,882; con un punto de corte de 1,56, y para la DM2, el AUC fue de 0,911; con un punto de corte de 1,72.

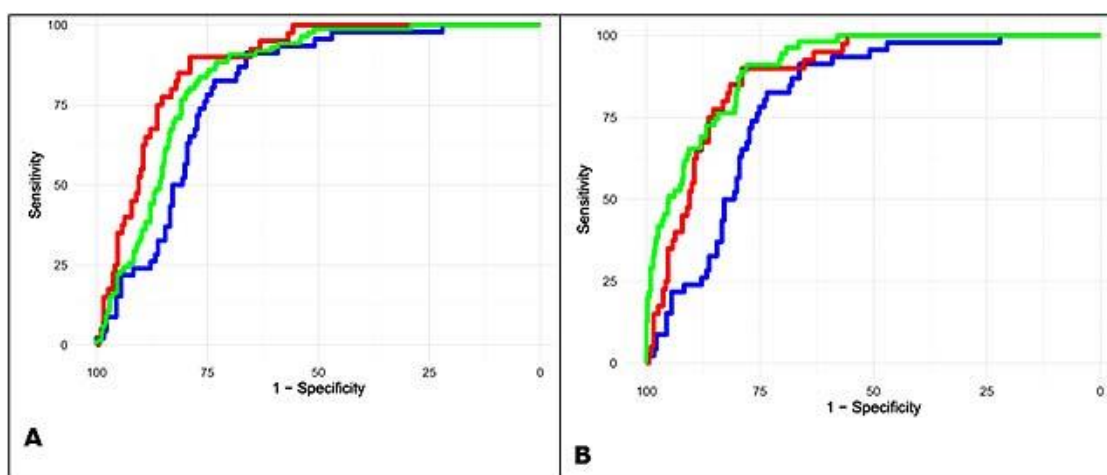


Fig. 1 - Gráfico de curvas ROC del HOMA-IR estratificado por sexo (azul: mujeres; rojo: varones; y verde: de forma global); A: para prediabetes; B: T2DM.

**Tabla 2** - Valores diagnósticos del HOMA-IR estratificado por sexo para prediabetes y T2DM

HOMA - IR	Total		Mujeres		Hombres	
	Prediabetes	T2DM	Prediabetes	T2DM	Prediabetes	T2DM
Pun	1,51	2,02	1,42	2,02	1,56	1,72
AUC	0,843	0,907	0,801	0,908	0,882	0,911
IC95 %	(0,805-0,881)	(0,875-0,938)	(0,741-0,861)	(0,863-0,952)	(0,836-0,929)	(0,868-0,954)
Se (%)	88,37	90,91	91,30	100	90,00	93,10
IC95 %	(79,65-94,28)	(80,05-96,98)	(79,21-97,58)	(86,77-100,00)	(76,34-97,21)	(77,23-99,15)
Sp (%)	73,05	77,99	66,30	0,73	78,95	75,10
IC95 %	(68,22-77,49)	(73,96-81,66)	(58,11-73,14)	(66,96-78,76)	(72,46-84,51)	(69,09-80,48)
VPP (%)	43,18	32,68	40,78	29,54	47,37	31,39
IC95 %	(37,582- 62,24)	(28,01-60,93)	(33,41-72,55)	(20,10-39,80)	(38,70-77,68)	(25,32-79,88)
VPN (%)	96,44	98,65	96,77	100	97,40	98,89
IC95 %	(93,32- 97,17)	(96,80-98,92)	(91,59-97,65)	(97,71-100,00)	(93,08-98,20)	(95,72-99,18)
CV+ (%)	3,28	4,13	2,71	3,73	4,27	3,73
IC95 %	(2,73-3,94)	(3,42-4,99)	(2,17-3,39)	(3,01-4,61)	(3,19-5,74)	(2,93-4,76)
CV- (%)	0,16	0,12	0,13	-	0,13	0,09
IC95 %	(0,09-0,28)	(0,05-0,26)	(0,05-0,34)	-	(0,05-0,32)	(0,02- 0,35)

Se: sensibilidad, Sp: especificidad, VPP: valor predictivo positivo, VPN: valor predictivo negativo, CV+: cociente de verosimilitud positivo, CV-: cociente de verosimilitud negativo, IC 95 %: intervalo de confianza al 95 %.

DISCUSIÓN

El presente estudio encontró que el HOMA-IR tiene un nivel aceptable como marcador de capacidad diagnóstica para prediabetes y DM2. Además, existen diferencias con los puntos de corte en hombres y mujeres, lo que sugiere que el sexo podría ser un factor relevante en cuanto al HOMA-IR.

Existen pocos estudios en el mundo que hayan puesto a prueba la capacidad del HOMA-IR como diagnóstico de DM2. La investigación de *Aggarwal M* y otros⁽¹⁴⁾ halló una relación significativa entre los niveles de HOMA-IR y el volumen de grasa visceral en sujetos con ambos estados de hiperglicemia. Además, se encontró un trabajo realizado en gestantes, por *Paracha A* y otros,⁽¹⁵⁾ el cual reporta que los niveles de HOMA-IR eran más altos en pacientes con diabetes gestacional, en comparación con mujeres embarazadas sin diabetes. Si bien el presente trabajo no se realizó en ese grupo, este hallazgo respalda la observación de que los niveles elevados de HOMA-IR están asociados con estados metabólicos alterados. Por otro lado, un estudio sistemático de *González-González* y otros⁽¹⁶⁾ encontró que valores elevados de HOMA-IR se asocian con mayor riesgo de DM2, HTA y eventos cardiovasculares no fatales. Este estudio respalda lo encontrado en este trabajo, puesto que el HOMA-IR puede ser un marcador útil para evaluar el riesgo metabólico.

<http://scielo.sld.cu>

<https://revmedmilitar.sld.cu>



Otro estudio, de Yue y otros,⁽⁸⁾ sugiere que los valores de corte de HOMA-IR para la RI son más altos en personas mayores, en comparación con otras poblaciones. Aunque el presente estudio no se centró en una población específica de edad avanzada, los hallazgos podrían tener implicaciones para este grupo demográfico, en lo que respecta a la prediabetes y la T2DM. No se pudo estratificar por grupos de edad debido a que la muestra era insuficiente para poder hacer análisis por subgrupos.

Al comparar los presentes hallazgos con investigaciones realizadas en el Perú; Carrillo-Larco y otros⁽¹⁰⁾ buscaron determinar el valor del HOMA-IR como predictor del desarrollo de DM2 y concluyen que el punto de corte óptimo debería ser de 2,80. Si bien este valor es más alto que el punto de corte global establecido en el presente estudio, es crucial tener en cuenta que el trabajo citado fue una cohorte; mientras que el presente es transversal. Esto puede explicar las diferencias en los puntos de corte óptimos para el HOMA-IR. A su vez, el trabajo citado considera la altura, y evaluaron un número pequeño de ciudades, además de Lima. Estos hallazgos sugieren que se deben seguir realizando estudios en el Perú, para llegar a un consenso sobre el punto de corte más adecuado.

En condiciones normales, la insulina facilita la captación de glucosa por las células musculares, adiposas y suprime la producción hepática de glucosa. Sin embargo, en estados de resistencia a la insulina, este mecanismo se ve afectado, lo cual resulta en niveles elevados de glucosa en sangre y mayor demanda de insulina por parte del páncreas.⁽¹⁷⁾ Con el tiempo, la RI puede llevar a una disfunción de las células beta pancreáticas, encargadas de liberar insulina a la sangre. Esto puede resultar en una disminución de la capacidad del páncreas para secretar dicha hormona de manera efectiva, lo que contribuye al desarrollo consecuente de prediabetes, seguido de DM2.⁽¹⁸⁾

Es importante destacar que la RI no solo afecta el metabolismo de la glucosa, sino que también tiene implicaciones en el metabolismo lipídico y en la función endotelial. Puede llevar a un estado proinflamatorio y proaterogénico, que aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, las cuales son las principales complicaciones de las enfermedades antes tratadas con anterioridad.^(19,20)

El HOMA-IR ha demostrado ser una herramienta útil, no solo para la DM2, sino también para la prediabetes. La incorporación del HOMA-IR como un marcador adicional, podría potenciar y acompañar a los marcadores tradicionales y ofrecer una evaluación más completa del estado metabólico del



individuo. Es más útil en las etapas tempranas de la enfermedad, cuando la intervención temprana puede prevenir o retrasar la progresión a DM2.

Los puntos de corte globales del HOMA-IR fueron 1,51 para prediabetes y 2,02 para DM2. Si bien es cierto que se han encontrado puntos de corte distintos en hombres y mujeres, los investigadores del presente trabajo recomiendan que, en un primer momento se consideren los cortes globales, debido a la practicidad clínica y la aplicabilidad en entornos de atención médica diversificados. Un punto de corte global simplifica el proceso de diagnóstico y facilita la implementación en sistemas de salud pública, en los cuales la eficiencia y la accesibilidad son cruciales.

Las limitaciones de este estudio están en el diseño, que impide establecer relaciones causales o determinar si el HOMA-IR podría funcionar como predictor de las enfermedades estudiadas. Además, puede existir sesgo de selección, puesto que los participantes que acudieron a la campaña de salud pudieran tener más probabilidades de tener la enfermedad. Por último, se considera que la mejor forma de evaluar la RI es el *clamp* euglucémico hiperinsulinémico,⁽²¹⁾ por tanto, podría haber sesgo en los resultados; sin embargo, el HOMA-IR es un sustituto que detecta bien este estado fisiopatológico y se usa en diversas ocasiones para evaluar la RI, además, usar la prueba de oro antes mencionada, sería muy difícil en un contexto poblacional.^(10,20)

El HOMA-IR demuestra buena capacidad diagnóstica para detectar prediabetes y DM2.

Los resultados sugieren que este puede ser un marcador adicional en la identificación temprana de alteraciones en el metabolismo de la glucosa. Su implementación en la práctica clínica podría mejorar la detección precoz y, por consiguiente, el manejo oportuno de la prediabetes y la DM2. Se recomienda realizar más investigaciones para validar estos hallazgos en diversas poblaciones y considerar la inclusión del HOMA-IR en las guías clínicas para el diagnóstico y seguimiento de trastornos metabólicos relacionados con la glucosa.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Diabetes Canada Clinical Practice Guidelines Expert Committee; Punthakee Z, Goldenberg R, Katz P. Definition, Classification and Diagnosis of Diabetes, Prediabetes and Metabolic Syndrome [Internet]. Can J Diabetes. 2018;42 (Supl):10-15. DOI: 10.1016/j.jcjd.2017.10.003
2. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition [Internet]. Diabetes Res Clin Pract. 2019;157:107843. DOI: 10.1016/j.diabres.2019.107843
3. Carrillo-Larco R, Bernabé-Ortiz A. Diabetes mellitus tipo 2 en Perú: una revisión sistemática sobre la prevalencia e incidencia en población general. [Internet]. Rev Perú Med Exp Salud Publica. 2019;36(1):26–36. DOI:10.17843/rpmesp.2019.361.4027
4. Seclen SN, Rosas ME, Arias AJ, Huayta E, Medina CA. Prevalence of diabetes and impaired fasting glucose in Peru: report from PERUDIAB, a national urban population-based longitudinal study [Internet]. BMJ Open Diabetes Research and Care. 2015;3(1):e000110. DOI: 10.1136/bmjdr-2015-000110
5. Sitasuwan T, Lertwattanak R. Prediction of type 2 diabetes mellitus using fasting plasma glucose and HbA1c levels among individuals with impaired fasting plasma glucose: a cross-sectional study in Thailand. [Internet]. BMJ Open. 2020; 10(11):e041269. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-041269
6. Joung KH, Ju SH, Kim JM, Choung S, Lee JM, Park KS, et al. Clinical Implications of Using Post-Challenge Plasma Glucose Levels for Early Diagnosis of Type 2 Diabetes Mellitus in Older Individuals [Internet]. Diabetes Metab J. 2018;42(2):147–54. DOI: 10.4093/dmj.2018.42.2.147
7. Aggarwal M, Verma G, Wahid A, Mathew S, Roat A. Visceral Fat Volume is a Better Predictor of Insulin Resistance than Abdominal Wall Fat Index in Patients with Prediabetes and Type 2 Diabetes Mellitus [Internet]. J Assoc Physicians India. 2022 [acceso: 12/08/2024];70(4):11–2. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35443353/>
8. Biernacka-Bartnik A, Kocelak P, Owczarek AJ. The cut-off value for HOMA-IR discriminating the insulin resistance based on the SHBG level in women with polycystic ovary syndrome [Internet]. Front Med. 2023; 10:1100547. DOI: 10.3389/fmed.2023.1100547



9. Cohen JF, Korevaar DA, Altman DG, Bruns DE, Gatsonis CA, Hooft L, et al. STARD 2015 guidelines for reporting diagnostic accuracy studies: explanation and elaboration [Internet]. *BMJ Open*. 2016; 6(11):e012799. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-012799
10. Carrillo-Larco RM, Miranda JJ, Gilman RH, Checkley W, Smeeth L, Bernabe-Ortiz A, et al. The HOMA-IR Performance to Identify New Diabetes Cases by Degree of Urbanization and Altitude in Peru: The CRONICAS Cohort Study [Internet]. *Journal of Diabetes Research*. 2018; 2018:e7434918. DOI: 10.1155/2018/7434918
11. American Diabetes Association. American Diabetes Association Releases 2023 Standards of Care in Diabetes to Guide Prevention, Diagnosis, and Treatment for People Living with Diabetes [Internet]. Arlington: ADA; 2022. [acceso: 05/08/2023]. Disponible en: <https://diabetes.org/newsroom/press-releases/2022/american-diabetes-association-2023-standards-care-diabetes-guide-for-prevention-diagnosis-treatment-people-living-with-diabetes>
12. Wallace TM, Levy JC, Matthews DR. Use and abuse of HOMA modeling [Internet]. *Diabetes Care*. 2004;27(6):1487–95. DOI: 10.2337/diacare.27.6.1487
13. Mantilla Toloza, S. C., & Gómez-Conesa, A. (2007). El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 10(1), 48-52. DOI: 10.1016/S1138-6045(07)73665-1
14. Aggarwal M, Verma G, Wahid A, Mathew S, Roat A. Visceral Fat Volume is a Better Predictor of Insulin Resistance than Abdominal Wall Fat Index in Patients with Prediabetes and Type 2 Diabetes Mellitus [Internet]. *J Assoc Physicians India*. 2022 [acceso: 31/07/2024];70(4):11-12. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35443353>
15. Paracha AI, Haroon ZH, Aamir M, Bibi A. Diagnostic Accuracy of Markers of Insulin Resistance (HOMA-IR) and Insulin Sensitivity (QUICKI) in Gestational Diabetes [Internet]. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2021;31(9):1015–9. DOI: 10.29271/jcpsp.2021.09.1015
16. González-González JG, Violante-Cumpa JR, Zambrano-Lucio M, Burciaga-Jimenez E, Castillo-Morales PL, Garcia-Campa M, et al. HOMA-IR as a predictor of Health Outcomes in Patients with Metabolic Risk Factors: A Systematic Review and Meta-analysis [Internet]. *High Blood Press Cardiovasc Prev*. 2022;29(6):547–64. DOI:10.1007/s40292-022-00542-5



17. Sajiir H, Wong KY, Müller A, Keshvari S, Burr L, Aiello E, et al. Pancreatic beta-cell IL-22 receptor deficiency induces age-dependent dysregulation of insulin biosynthesis and systemic glucose homeostasis [Internet]. Nat Commun. 2024;15(1):4527. DOI: 10.1038/s41467-024-48320-2
18. Jamjl J. Overnutrition, Hyperinsulinemia and Ectopic Fat: It Is Time for A Paradigm Shift in the Management of Type 2 Diabetes [Internet]. International Journal of Molecular Sciences. 2024;25(10):5488. DOI: 10.3390/ijms25105488
19. Vera-Ponce VJ, Rodas-Alvarado L, Talavera JE, Cruz-Ausejo L, Torres-Malca JR, Vera-Ponce VJ, et al. Asociación entre resistencia a la insulina y proteína C reactiva en una muestra de peruanos no obesos [Internet]. Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo. 2021;14(2):124–7. DOI: 10.35434/rcmhnaaa.2021.142.1021
20. Vera-Ponce VJ, Guerra-Valencia J, Poma MÁ, Loayza-Castro JA, Zeñas-Trujillo GZ, Zuzunaga-Montoya FE, et al. Rendimiento diagnóstico de once indicadores para resistencia a la insulina en una muestra de pobladores peruanos [Internet]. Medicina Clínica y Social. 2023;7(3):168–76. DOI: 10.52379/mcs.v7i3.292
21. Bonora E, Targher G, Alberiche M, Bonadonna RC, Saggiani F, Zenere MB, et al. Homeostasis model assessment closely mirrors the glucose clamp technique in the assessment of insulin sensitivity: studies in subjects with various degrees of glucose tolerance and insulin sensitivity [Internet]. Diabetes Care. 2000;23(1):57–63. DOI: 10.2337/diacare.23.1.57

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Financiación

Autofinanciado. El financiamiento para la adquisición de los materiales y reactivos necesarios fue proporcionado por el investigador principal antes del comienzo del estudio, para garantizar la disponibilidad de todos los recursos y evitar cualquier conflicto de interés en relación con la financiación.



Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Fiorella E. Zuzunaga-Montoya.*

Curación de datos: *Joan A. Loayza-Castro.*

Análisis Formal: *Joan A. Loayza-Castro.*

Adquisición de financiamiento: *Víctor Juan Vera-Ponce.*

Investigación: *Fiorella E. Zuzunaga-Montoya, Luisa Erika Milagros Vásquez-Romero, Enrique Vigil-Ventura.*

Metodología: *Fiorella E. Zuzunaga-Montoya, Víctor Juan Vera-Ponce.*

Administración del Proyecto: *Luisa Erika Milagros Vásquez-Romero.*

Recursos: *Enrique Vigil-Ventura.*

Software: *Joan A. Loayza-Castro.*

Supervisión: *Víctor Juan Vera-Ponce.*

Validación: *Carmen Inés Gutierrez De Carrillo.*

Visualización: *Carmen Inés Gutierrez De Carrillo.*

Redacción - Elaboración del borrador original: *Fiorella E. Zuzunaga-Montoya, Luisa Erika Milagros Vásquez-Romero, Enrique Vigil-Ventura, Carmen Inés Gutierrez De Carrillo.*

Redacción - Revisión y edición: *Fiorella E. Zuzunaga-Montoya, Luisa Erika Milagros Vásquez-Romero, Enrique Vigil-Ventura, Joan A. Loayza-Castro, Carmen Inés Gutierrez De Carrillo, Víctor Juan Vera-Ponce.*

Disponibilidad de datos

Los datos de este estudio son confidenciales debido a un acuerdo de confidencialidad establecido con el Policlínico que participó en la investigación, por lo tanto, no se pueden publicar ni compartir de forma abierta. Para acceder a los datos, se requiere una solicitud formal dirigida al autor corresponsal, quien evaluará cada solicitud individualmente.