



Brechas metodológicas en la determinación de hemoglobina y albúmina glicosilada en el diagnóstico y seguimiento de la nefropatía diabética

>>> Este artículo presenta una revisión sistemática que analiza las metodologías en la determinación de hemoglobina y albúmina glicosilada, destacando su relevancia en el diagnóstico de nefropatía diabética.

>>> AUTORES

María Rivadeneira Arévalo¹, Roberto Ponce², María Robles Urgilez³, and Angela Bracho Mora¹

1 Carrera de Laboratorio Clínico, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador

2 Carrera de Laboratorio Clínico, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador

3 Carrera de Medicina, Universidad de Guayaquil, Guayas, Ecuador

Correspondencia: angelitab60@gmail.com

Fuente: *Revista Colombiana de Nefrología*. Vol. 12, Núm. 1 (2025). <http://doi.org/10.22265/acnef.12.1.817>

>>> RESUMEN

Contexto: los biomarcadores son ampliamente empleados para monitorear complicaciones de diversas enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes mellitus (DM) y también son parte de un campo de profundo dinamismo, en el cual ha habido importantes avances metodológicos y se han empleado nuevas técnicas analíticas para su determinación e

interpretación. Las complicaciones renales relacionadas con DM representan un desafío en la práctica médica, debido a la elevada tasa de mortalidad que generan. Por su parte, la hemoglobina glicosilada (HbA1c) ha sido, por larga data, un biomarcador de gran importancia. En la actualidad, también se emplea la albúmina glicosilada (AG), sin embargo, existe divergencia en su uso.

Objetivo: se realizó una revisión sistemática, con el objetivo de evaluar los beneficios de ambos biomarcadores paraclínicos, instaurando criterios de inclusión para tal fin.

Metodología: se establecieron los descriptores MeSH y, una vez realizada la búsqueda bibliográfica, se procedió a realizar el flujograma propuesto por la declaración Prisma y a sintetizar los principales hallazgos.

Resultados: se seleccionaron 15 manuscritos que mostraron que la AG es un parámetro emergente que puede determinar, con una mayor sensibilidad y especificidad, la progresión hacia los estadios más avanzados de la enfermedad renal y la mortalidad en pacientes diabéticos, aunque posee desventajas con respecto a la HbA1c, como la ausencia de un rango de referencia y la falta de su uso continuo en los laboratorios

Tecnología escalable que acompaña su crecimiento

Módulo WEB, parte de la familia de NextLAB, que permite gestionar amigablemente a Pacientes, Doctores y Laboratorios derivantes



- Consulta de Resultados on line
- Ingresar órdenes en entorno Web
- Solicitar análisis a pie de cama



Detalle del módulo WEB.
Concentra la información del laboratorio en un solo sitio de internet.

p-WEB Brinda la posibilidad para que el paciente, desde cualquier lugar, acceda a sus resultados/ descargar/ imprimir, ingresando un usuario y clave de acceso.

i-WEB Módulo que permite la solicitud a pie de cama de nuevos análisis.

d-WEB Permite administrar la carga, el seguimiento y el resultado, siendo la mejor herramienta para los laboratorios derivantes.



SOFTWARE INTELIGENTE

NextLAB BY Genetrics S.A

Av. del Libertador 8630 6to Piso "1"

C1429EIB Núñez Buenos Aires

T. (+5411)52 63 02 75 Rot

F. (+5411)52 63 02 75 Ext 100

info@nextlab.com.ar

de rutina, debido a la metodología inherente.

Conclusiones: la HbA1c continúa siendo el biomarcador de mayor uso, sin embargo, debe promoverse el uso de la AG como una nueva herramienta de utilidad en el manejo de los pacientes diabéticos nefrópatas.

Palabras clave: diabetes mellitus, nefropatía, albúmina sérica glicosilada, hemoglobina glicosilada, glicosilación.

>>> INTRODUCCIÓN

Los biomarcadores constituyen herramientas relevantes en el diagnóstico y seguimiento de diversas patologías y se definen como moléculas que proceden de reacciones bioquímicas durante los procesos fisiológicos o patológicos que pueden ser cuantificables. La determinación de estas biomoléculas reviste una gran importancia en el campo de la investigación, ya que permite obtener grados de asociación y correlación en algunas enfermedades, además, permite diagnosticar, monitorear y predecir la mejoría de algunas de ellas.

Los métodos analíticos para la determinación de los biomarcadores deben continuamente reevaluarse, pues, a medida que se obtienen nuevas y mejores tecnologías, tienden a aparecer otros indicadores que otorgan una mayor sensibilidad y especificidad para el manejo de una enfermedad. Por esta razón, se hace necesario comparar aquellos biomarcadores emergentes con aquellos que rutinariamente han sido utilizados (mejor conocidos como la prueba patrón de oro) (1, 2).

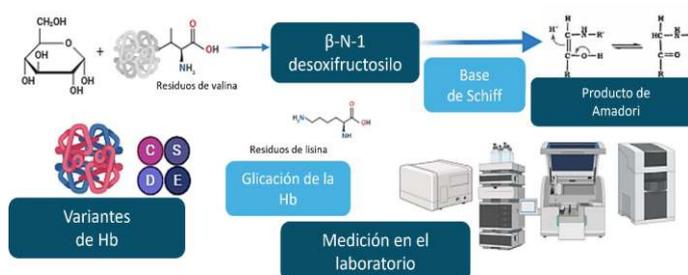
En este sentido, los biomarcadores se usan ampliamente en patologías metabólicas por su cronicidad y predicción en la aparición de complicaciones. En enfermedades como la diabetes mellitus (DM), son necesarios los biomarcadores para tener un mejor control y establecer medidas terapéuticas (3, 4). La necesidad de indicadores nace con el fin de evitar la aparición de complicaciones, especialmente las renales, que son unas de las más comunes en la DM (5), como la enfermedad renal diabética (ERD), la cual constituye una de las causas más comunes de la enfermedad renal crónica (ERC) a nivel mundial. Entre el 30-40 % de los pacientes con DM llegarán a desarrollar ERC, con repercusión en la calidad de vida, aumentando significativamente la probabilidad de mortalidad (6). Tradicionalmente en la práctica clínica, para el manejo de la DM y la ERD, se ha utilizado la detección de la glicemia plasmática y la hemoglobina glicosilada (HbA1c) (7). Diversos estudios han demostrado que la HbA1c es un marcador para predecir la progresión hacia los estadios finales de la enfermedad renal o nefropatía diabética en la DM (8–11).

En la figura 1 se observa la formación de la HbA1c (12) y debe considerarse el hecho de que existen variantes

de la hemoglobina a nivel mundial, lo que puede afectar la interpretación de los resultados (hemoglobinas S, C, E y D). Por otro lado, también puede existir glicación en otras cadenas de la hemoglobina, siendo estos el extremo N terminal de la cadena α y los grupos amino ϵ glicosilados de los residuos de lisina (13). Esta determinación se puede medir en laboratorios clínicos mediante ensayo inmunoturbidimétrico, ensayo enzimático, afinidad de boronato, HPLC de intercambio iónico o electroforesis capilar (14). Por tanto, los niveles de HbA1c se definen como el producto de la relación entre la concentración de HbA1c y la concentración total de hemoglobina, considerando que deben estar entre un 4-6,5 % (de 3 a 13 mg/ml) para una persona en condiciones normales y, desde el punto de vista clínico, los valores pueden encontrarse entre 5 % y 20 % (15).

>> Figura 1. Formación de HbA1c, interpretación de resultados y determinación

Nota: la HbA1c se genera por una reacción espontánea entre la glucosa plasmática (PG) con los residuos de valina presentes en el extremo N-terminal, que forman parte de las cadenas β de la hemoglobina y que genera β -N-1-desoxifructosilo. La base química de esta reacción parte de una base de Schiff que luego se reordena mediante reacciones de Maillard, hasta convertirse en productos de Amadori (12).



Fuente: elaboración propia con la herramienta Biorender.

Este marcador se ha asociado con indicadores del estado inflamatorio como IL-1 β , TNF- α e IL-6, así como con moléculas de disfunción endotelial como VCAM-1 y selectina-E. De la misma forma, la formación de HbA1c se ha correlacionado con la formación de productos avanzados de glicación (AGE), que potencian el proceso de la inflamación mediante la inducción de especies reactivas del oxígeno y nitrógeno (RNS y ROS) al liberar factores de crecimiento, citoquinas y moléculas de adhesión, descritas en la fisiopatología renal crónica (16); sin embargo, se han descrito limitaciones, siendo una la incapacidad para medir cambios hiperglucémicos transitorios; así como utilizar la HbA1c en el contexto de la enfermedad renal por los mecanismos involucrados en la fisiopatología renal, incluyendo la falta de producción de eritropoyetina, causante de la anemia en la ERC (17). De acuerdo con estas observaciones, expertos en el área han postulado nuevos biomarcadores, como la albúmina sérica glicosilada (AG), la fructosamina (FA) y el 1,5-

anhidroglucitol (1,5-AHG), los cuales han demostrado que proporcionan información clínica importante y mucho más sensible al compararse con los de uso clásico (18).

La albúmina sérica es una proteína plasmática de 66,7 kDa, que consta de una sola cadena polipeptídica con 585 aminoácidos. La concentración sérica normal es de 3,5 a 5 g/dl, con una vida media de 14 a 20 días. Esta proteína sufre un proceso de glicación, como se describe en la HbA1c, generando la forma cuantificable de la AG. En este caso, el producto de Amadori formado es la fructoselisina, una reacción entre la glucosa y la lisina, que puede ocurrir en 59 sitios de lisina presentes en la albúmina, sin embargo, la lisina 525 ha sido identificada como el sitio de glicación de albúmina más frecuente. El conjunto de ketaminas formado por glicación no enzimática de proteínas se denomina químicamente "fructosamina" y entre las fructosaminas séricas, la AG es el constituyente principal y representa aproximadamente el 80 % del total de glicaciones en plasma (19). La AG se produce aproximadamente en ocho semanas, sin embargo, al considerar la vida útil de los eritrocitos, que es de aproximadamente 120 días, la HbA1c tarda unos

cuatro meses en producirse por completo y durante el primer mes es que se genera (20).

Al igual que la HbA1c, la AG se puede medir mediante cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC, según sus siglas en inglés) de intercambio iónico, cromatografía de afinidad con boronato, inmunoensayos (Elisa), mediante el método colorimétrico con ácido tiobarbitúrico y otros métodos enzimáticos que utilizan proteinasa y ketamina oxidasa. Una de las desventajas del HPLC es que no se encuentra disponible en los laboratorios de rutina, hecho contrario que ocurre en aquellos métodos empleados en la determinación de la HbA1c. Otra de las desventajas que representa esta técnica es que no cuenta con valores de referencia estandarizados. Hasta el momento, los métodos disponibles coinciden en que la proporción de AG en pacientes con DM aumenta de 2 a 5 veces en comparación con los pacientes normoglucémicos, lo que hace considerable este marcador (20). Diversos autores han reportado, en pequeñas poblaciones, valores que podrían tomarse como referencia: Furusyo et al. (21) reportó un nivel de albúmina glucosilada $\geq 15,5\%$ que era óptimo para predecir la diabetes, con una sensibilidad del

Biocientífica

Línea Schep

Fácil detección por PCR en tiempo real

En Biocientífica celebramos 40 años renovando el compromiso de hacer biotecnología para mejorar la calidad de vida. Conocé la línea completa de productos Schep para diagnóstico molecular, 100% I+D y producción argentina.

Schep Dengue Screen



Schep SARS-CoV-2 Multi-FAST



Schep Flurona Type



Schep BCR-ABL1 p210 Cuantiplex



#ADNdeInnovación

Conocé la línea completa de productos:

- Detección del virus dengue:** Schep Dengue Screen (IVD)
- Monitoreo de leucemia:**
 Schep BCR-ABL1 p210 Cuantiplex (IVD)
 Para leucemia mieloide crónica (LMC), leucemia mieloide aguda (LMA) y leucemia linfoblástica aguda (LLA)
- Detección de los virus SARS-CoV-2, Influenza A y B:**
 Schep Flurona Type (IVD)
- Detección de SARS-CoV-2:**
 Schep SARS-CoV-2 Multi-FAST (IVD)

Los kits incluyen todos los componentes necesarios para realizar la PCR en Tiempo Real.



Más información escanéa acá:

+54 11 4857-5005
 biocientifica.com.ar
 ventas@biocientifica.com.ar

¡Seguinos!



83,3 % y una especificidad del 83,3 %. Hwang et al. (22) registraron valores de AG >14,3 %, donde la AG combinada con la glucosa plasmática periférica dio como resultado una sensibilidad del 77,5 % y una especificidad del 89,9 %, para el diagnóstico de DM (22). Ikezaki et al. demostraron, mediante curvas ROC, que los valores umbrales óptimos para el diagnóstico de DM en su población estudiada fueron del 15,2 % para la AG y del 5,9 % para HbA1c (23).

Por este motivo, se continúan realizando ensayos en pro de obtener resultados óptimos y comparar la precisión en la determinación de estos dos biomarcadores, principalmente en la diabetes, por lo cual, se hace necesario describir los aspectos relacionados a la comparación en la determinación de la HbA1c con la AG, en el contexto de la enfermedad renal como producto de la DM, en virtud de la utilidad clínica en la progresión de la enfermedad renal y en el seguimiento de los pacientes.

>>> MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión con el propósito de sintetizar los resultados obtenidos en investigaciones primarias, con respecto a la determinación en laboratorios clínicos de Hb glicosilada y AG por diferentes metodologías. Se establecieron los descriptores MeSH en los repositorios de Pubmed, Elsevier, Scielo y Lilacs. Asimismo, se emplearon diferentes términos complementarios que permitieron la búsqueda independiente en la bibliografía de los artículos recuperados, con el propósito de verificar la existencia de artículos adicionales. Seguidamente, cada uno de los autores examinaron de manera independiente los títulos y resúmenes de todos los artículos identificados, a través de la estrategia de búsqueda.

Se tomaron en consideración aquellos artículos que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos, los cuales fueron:

1. Artículos de revistas indexadas, revisados por pares.
2. Artículos que evidenciaran la determinación de hemoglobina o albúmina glicosilada.
3. Artículos que evidenciaran la patología renal subsecuente a enfermedad crónica o metabólica.
4. Artículos que evidenciaran la importancia de estos biomarcadores.

Por otra parte, los criterios de exclusión fueron:

1. Artículos que no fueran concluyentes en sus resultados.
2. Artículos que no mostraran métodos diagnósticos adecuados o que no contaran con un control de calidad.

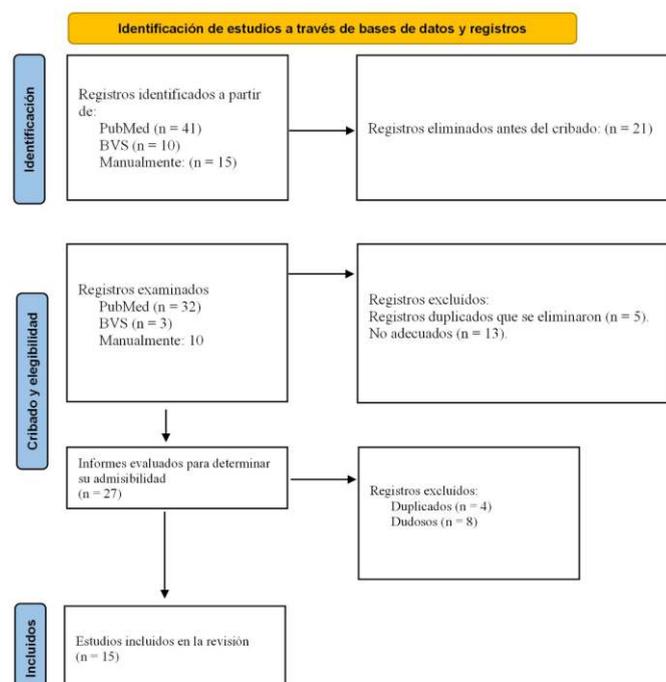
Una vez realizada la selección, se esquematizó mediante el flujograma propuesto en la declaración Prisma (17) y se describieron los resultados en una tabla para tal fin. No se aplicó ninguna prueba estadística, ya que el objetivo del presente estudio no pretendió llegar al análisis cuantitativo. Solo se muestran los datos principales de los manuscritos y el aporte de cada uno.

>>> RESULTADOS

Se encontraron un total de 66 manuscritos, de acuerdo con la estrategia de búsqueda, en la cual se emplearon las siguientes palabras claves en los buscadores predeterminados, siendo considerados: ((Glycosylated Hemoglobin) OR (Glycated Hemoglobin A1c) OR (Glycosylated Hemoglobin A1c) OR (Hba1c) OR (Hb A1) AND (Albumin, Glycated Serum) OR (Glycosyl-Albumin) OR (Glycoalbumin) OR (Albumin, Glycosylated).

Una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, se consideró admitir 15 estudios según la metodología propuesta, obteniendo los datos que suministraban los estudios y el tipo de revista donde fueron publicados. La figura 2 se muestra un diagrama de flujo acorde con los lineamientos de la declaración Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis) (24).

>> Figura 2. Flujograma de selección de manuscritos para la revisión sistemática



Fuente: [24].

>>> COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS

La monitorización de la glucosa sérica constituye

Diestro

Analizadores de Electrolitos.

Na⁺K⁺Cl⁻Ca⁺⁺Li⁺

pH

Ca⁺⁺@
pH7.40

Tecnología argentina
que conquista el mundo.

Presentes en:



Hospitalar

By Informa Markets

21 AL 24 MAY. SÃO PAULO EXPO



un parámetro de importancia para prevenir complicaciones, mejorar la supervivencia y evitar complicaciones en pacientes con enfermedad renal diabética. Se han descrito asociaciones entre la variabilidad glucémica y los indicadores bioquímicos sanguíneos, especialmente en los pacientes de hemodiálisis (HD) (25). Es relevante definir técnicas con una mayor sensibilidad y especificidad, que permitan monitorear al paciente renal, con el propósito de adecuar el tratamiento y ajuste dietético que corresponden a los pilares establecidos en el manejo clínico (26).

Diversos autores han comparado el uso de la HbA1c con la AG en los diferentes grados y estadios de la enfermedad renal y su importancia radica en que ayudan a estimar el riesgo en la aparición de la ERC, considerando que el paciente curse con hiperglucemia (27, 28), como puede observarse en los resultados presentados en la tabla 1.

>> Tabla 1. Estudios que exponen la comparación de los biomarcadores HbA1c y AG en los diferentes estadios de la ERC en la DM

| Autores | Año | Título | Diseño | Conclusiones |
|-----------------------------|------|--|---|---|
| Inaba <i>et al.</i> [31] | 2007 | La AG es un mejor indicador glucémico que los valores de HbA1c en pacientes diabéticos en hemodiálisis: efecto de la anemia y la inyección de eritropoyetina | Estudio comparativo | El valor de la AG proporciona una medida significativamente mejor para estimar el control glucémico en la HD. |
| Yamada <i>et al.</i> [32] | 2008 | Asociación de la albúmina glicosilada, pero no de hemoglobina glicosilada con la calcificación vascular periférica en pacientes en hemodiálisis con DM | Estudio analítico con 49 pacientes en HD con diabetes tipo 2 (37 hombres y 12 mujeres). | Se sugiere utilizar la AG como un indicador del control glucémico para determinar el desarrollo de las calcificaciones vasculares periféricas en la HD. |
| Peacock <i>et al.</i> [35] | 2008 | Comparación de los niveles de albúmina glicosilada y hemoglobina A (1c) en sujetos diabéticos en hemodiálisis | Estudio comparativo con 307 sujetos diabéticos | En pacientes con DM que están en HD, los niveles de HbA1c subestiman significativamente el control glucémico. |
| Freedman <i>et al.</i> [39] | 2010 | Comparación de las concentraciones de albúmina glicosilada y hemoglobina A1c en sujetos diabéticos en diálisis peritoneal y hemodiálisis | Estudio analítico con 519 individuos con DM | La relación entre HbA1c y AG difiere en pacientes diabéticos con enfermedad renal terminal que realizan DP o HD en comparación con aquellos sin nefropatía. |
| Vos <i>et al.</i> [36] | 2012 | Evaluación de marcadores de control glucémico en pacientes diabéticos con enfermedad renal crónica, mediante monitorización continua de glucosa | Estudio analítico en 25 pacientes | En la ND, el uso e interpretación de la AG demuestra ser de gran utilidad para el monitoreo de la glucemia. |
| Little <i>et al.</i> [28] | 2013 | Mediciones de la HbA1c en pacientes con falla renal crónica | Estudio comparativo | Se deben interpretar con cautela los resultados de la HbA1c en los pacientes con insuficiencia renal. |
| Sany <i>et al.</i> [33] | 2013 | Albúmina glicosilada versus hemoglobina glicosilada, como indicador glucémico en pacientes en hemodiálisis con diabetes <i>mellitus</i> : variables que influyen | Estudio de asociación con pacientes diabéticos en HD (n = 25) | La AG proporciona una medida significativamente mejor para estimar el control glucémico en pacientes con diabetes en HD. |
| Kim <i>et al.</i> [30] | 2015 | La AG es un marcador glucémico más preciso que la HbA1c en pacientes diabéticos con | Estudio analítico con 146 pacientes con | La HbA1c subestimó significativamente el control glucémico, mientras que la AG reflejó con mayor precisión el |

| | | | | |
|------------------------------|------|---|--|---|
| | | con diabetes <i>mellitus</i> : variables que influyen | HD (n = 25) | pacientes con diabetes en HD. |
| Kim <i>et al.</i> [30] | 2015 | La AG es un marcador glucémico más preciso que la HbA1c en pacientes diabéticos con ERC en prediálisis | Estudio analítico con 146 pacientes con diabetes | La HbA1c subestimó significativamente el control glucémico, mientras que la AG reflejó con mayor precisión el control glucémico en pacientes diabéticos con ERC en prediálisis. |
| Kobayashi <i>et al.</i> [37] | 2016 | Albúmina glicosilada versus hemoglobina glicosilada como indicadores glucémicos en pacientes diabéticos que estaban en diálisis peritoneal | Estudio analítico en 20 pacientes | La AG proporciona una medida significativamente mejor para estimar el control glucémico que la HbA1c en pacientes con DP |
| Hoshino <i>et al.</i> [34] | 2018 | Albúmina glicosilada versus hemoglobina A1c y mortalidad en pacientes diabéticos en hemodiálisis: un estudio de cohorte | Estudio de cohorte con 84 282 pacientes con diabetes prevalente que estaban en hemodiálisis (HD) | Hubo una asociación lineal entre la AG y la mortalidad a un año. Existe, por tanto, una superioridad potencial de la AG sobre la HbA1c en la predicción de la mortalidad. |
| Abe <i>et al.</i> [38] | 2019 | Control glucémico y supervivencia en pacientes diabéticos en diálisis peritoneal: un estudio de cohorte a nivel nacional de dos años | Estudio asociativo en 1601 pacientes con diabetes prevalente que estaban en DP | Una AG $\geq 20,0\%$ parece estar asociada con una disminución de la supervivencia en pacientes diabéticos en DP. |
| Hanai <i>et al.</i> [40] | 2020 | Utilidad de la albúmina glicosilada como predictor de mortalidad en pacientes diabéticos en hemodiálisis crónica: un estudio de cohorte prospectivo multicéntrico | Estudio de cohorte que contó con 841 pacientes diabéticos que estaban en HD | La AG puede ser útil en comparación con HbA1c para predecir la mortalidad por todas las causas y la mortalidad relacionada con ASCVD. |
| Hoshino <i>et al.</i> [41] | 2020 | Niveles de albúmina glicosilada y hemoglobina A1c, y mortalidad por causa específica según las condiciones de los pacientes en hemodiálisis con diabetes: un estudio de cohorte a nivel nacional de tres años | Estudio analítico de 40 417 pacientes con diabetes en diálisis | Los niveles de AG y HbA1c en pacientes en diálisis pueden diferir según el uso de agentes hipoglucemiantes, el estado nutricional y la presencia de cáncer. |
| Rooney <i>et al.</i> [29] | 2022 | Albúmina glicosilada y riesgo de mortalidad en adultos de la población estadounidense | Análisis prospectivo de 12 915 participantes | El uso de HbA1c y AG puede estar asociado con la mortalidad cardiovascular en la DM. |
| Kim <i>et al.</i> [27] | 2022 | La asociación de la AG y la HbA1c en adultos estadounidenses con ERC | Estudio analítico con 10 923 adultos | El uso de la AG junto con la HbA1c es predictor del desarrollo de ERC en pacientes diabéticos. |

Fuente: elaboración propia.

Estas herramientas pueden contribuir a estimar el desenlace fatal del paciente. En un análisis prospectivo de 12 915 individuos, se utilizó la regresión de Cox para caracterizar las asociaciones de la AG y la HbA1c con la mortalidad por eventos cardiovasculares. Se encontró que tanto la AG y la HbA1c estaban altamente correlacionadas con los eventos cardiovasculares ($r_2 = 0,76$). En un seguimiento que se les hizo a los individuos por 17 años, hubo 2818 muertes, de las cuales 652 fueron cardiovasculares. Además, fue evidenciado que los adultos que ya tenían DM diagnosticada y una AG $\geq 84\%$ tenían un mayor riesgo de mortalidad por cualquier causa (riesgo relativo [HR, según sus siglas en inglés]:3,96) y mortalidad cardiovascular (HR = 6,80). El análisis de la HbA1c mostró un comportamiento similar al de la AG (29).

En estadios más avanzados de la enfermedad renal, los biomarcadores ayudan a establecer la progresión hacia el deterioro clínico en la ERC avanzada. En un estudio con 146 pacientes con ERC en prediálisis y diabéticos, se midieron los valores de HbA1c, AG y glicemia. Las relaciones glucosa/HbA1c y AG/HbA1c fueron significativamente más altas en el grupo de pacientes con respecto al grupo control (pacientes diabéticos sin ERC). En este mismo sentido, la TFGe se correlacionó negativamente con el valor de la glucosa/HbA1c ($r2 = -0,343$, $p = 0,001$) y con el cociente AG/HbA1c ($r2 = -0,499$, $p < 0,001$). Este estudio concluyó que, en el grupo control, la TFGe no afectó directamente a la HbA1c ni a la AG, mientras que en el grupo de pacientes sí afectó directamente (30).

Se ha demostrado que estas mediciones ayudan a corregir las alteraciones que ocurren en la fisiopatología del metabolismo del hierro y el riñón. En un grupo de pacientes diabéticos con ERC que se encontraban en HD, se evaluó la importancia que tiene el uso de la AG comparando el valor de la glucemia medida esporádicamente (GME) y la HbA1c. Los pacientes mostraron un incremento del 51,5 % en el valor de la

GME, un 31,6 % en el valor de la AG y un 17,7 % de la HbA1c, cuando se fue contrastado con valores en pacientes que estaban en hemodiálisis sin diabetes. Se evidenció también una correlación negativa significativa entre la AG y la albúmina sérica ($r = -0,131$, $p = 0,002$) en HD, mientras que la HbA1c se correlacionó de forma positiva con la hemoglobina en aquellos pacientes que estaba recibiendo eritropoyetina ($r = 0,090$, $p = 0,036$) (31).

En un grupo de pacientes diabéticos que recibían HD, se quería establecer la importancia de la AG como un marcador útil de la calcificación vascular periférica, en comparación con la HbA1c. Los análisis de regresión múltiple mostraron que el tiempo en la duración de la HD, como la cuantificación de la AG, se asociaron significativamente con la presencia de calcificación vascular periférica; en cambio, con la HbA1c se observó una asociación significativa (32). En otro grupo de pacientes diabéticos en HD se cuantificó la AG en comparación con la GME y la HbA1c, como indicador del estado de control glucémico. En pacientes diabéticos en HD, las medias de PG, AG y HbA1c fueron $192,9 \pm 23$ mg/dl, $278,8 \pm 43$ μ mol/l y $5,9 + 0,5$ %, siendo superiores



+25 años de trayectoria

acompañando a los principales laboratorios de análisis clínicos de Argentina. **Sostenemos una política de innovación y excelencia continua** en materia de búsqueda, selección y comercialización de equipamiento médico de última generación.

HACÉ TU CONSULTA
ESCANEANDO EL QR



¡Conocé nuestra propuesta!

ventas@gematec.com.ar

www.gematec.com.ar



NUESTRO DESAFÍO

Ofrecer tecnologías innovadoras para hacer más eficiente cada área del laboratorio.

NUESTRA PASIÓN

Acompañar al laboratorio en cada etapa de su evolución.

NUESTRO COMPROMISO

Ser socios en el diagnóstico.

NUESTROS VALORES

Cordialidad, innovación y excelencia.

Cepheid's GeneXpert®

Diagnóstico molecular rápido, preciso y fácil.

Con el sistema **GeneXpert®** y el menú de pruebas **Xpert®**, Cepheid ofrece resultados útiles cuando los clínicos más los necesitan.



La tecnología del sistema **GeneXpert®** de Cepheid es la piedra angular de nuestra exclusiva visión del diagnóstico molecular, que nos permite ofrecer una gama completa de pruebas PCR/CBNAAT (Cartridge Based Nucleic Acid Amplification Test) en una sola estación de trabajo consolidada y totalmente escalable. El sistema **GeneXpert** está disponible en una configuración de 2, 4, 16, 48 u 80 módulos. Además, nuestro **GeneXpert Xpress** aprobado por CLIA está disponible para el control y el acceso a la primera línea, donde sea que lo necesite.

GeneXpert® II

GX-II Processing Unit:
Ancho: 16.13 cm
Alto: 30.48 cm
Profundidad: 29.72 cm

GeneXpert® IV

GX-IV Processing Unit:
Ancho: 27.94 cm
Alto: 30.48 cm
Profundidad: 29.72 cm

GeneXpert® XVI

GX-XVI Processing Unit:
Ancho: 57.79 cm
Alto: 65.53 cm
Profundidad: 33.66 cm



Tel: **+5411 4300-9090**
info@biodiagnostico.com.ar | www.biodiagnostico.com.ar



Menú de pruebas Xpert® CE-IVD

| | | Número de pruebas | Número de catálogo | |
|--|---|---|--|---|
| Vías respiratorias | Xpert® Xpress CoV-2/Flu/RSV plus | Detección y diferenciación rápidas de SARS-CoV-2, gripe A, gripe B y RSV (virus respiratorio sincitial), con la incorporación de una tercera diana génica para SARS-CoV-2, con resultados en unos 36 minutos | 10 | XP3COV2/FLU/RSV-10 |
| | Xpert Xpress CoV-2 plus | Detección rápida de SARS-CoV-2, el virus que causa la COVID-19, con tres dianas génicas en tan solo 20 minutos* | 10 | XP3SARS-COV2-10 |
| | Xpert Xpress SARS-CoV-2 | Detección rápida de SARS-CoV-2 en tan solo 30 minutos* | 10 | XPRSARS-COV2-10 |
| | Xpert Xpress Strep A | Detección rápida del ADN de estreptococo del grupo A en tan solo 18 minutos* | 10 | XPRSTREPA-CE-10 |
| | Xpert Xpress Flu/RSV | Detección y diferenciación rápidas de los virus de la gripe A y B, y del RSV (virus respiratorio sincitial) en tan solo 20 minutos^ | 10 | XPRSFLU/RSV-CE-10 |
| Infecciones asociadas a la atención sanitaria y otras enfermedades infecciosas | Xpert MRSA NxG | Prueba de vigilancia activa de SARM en unos 45 minutos* | 10 120 | GXM RSA-NXG-CE-10 GXM RSA-NXG-CE-120 |
| | Xpert SA Nasal Complete | Pruebas prequirúrgicas de S. aureus y SARM en aproximadamente 1 hora | 10 120 | GXSACOMP-CE-10 GXSACOMP-120 |
| | Xpert MRSA/SA BC | Detección de SARM y S. aureus en hemocultivos positivos en aproximadamente 1 hora | 10 | GXM RSA/SABC-CE-10 |
| | Xpert MRSA/SA SSTI | Detección de infecciones de la piel y tejidos blandos por SARM y S. aureus en aproximadamente 1 hora | 10 | GXM RSA/SA-SSTI-CE |
| | Xpert Carba-R | Detección y diferenciación de KPC, NDM, VIM, IMP y OXA-48 en 50 minutos | 10 120 | GXCARBAP-CE-10 GXCARBAP-CE-120 |
| | Xpert Norovirus | Identificación y diferenciación de Norovirus GI y GII en menos de 1 hora* | 10 | GXNOV-CE-10 |
| | Xpert EV | Detección de enterovirus en LCR en 2,5 horas | 10 | GXEV-100N-10 |
| | Xpert C. difficile BT | Detección de la infección por Clostridioides difficile con detección independiente de toxina binaria y diferenciación de la cepa O27 en unos 45 minutos | 10 | GXCDIFFBT-CE-10 |
| | Xpert vanA/vanB | Detección rápida de enterococos resistentes a la vancomicina (ERV) para la prevención y el control de brotes activos en unos 45 minutos | 10 | GXVANA/B-CE-10 |
| | TB (tuberculosis) y enfermedades infecciosas emergentes | Xpert MTB/RIF Ultra | Detección del complejo Mycobacterium tuberculosis y de las mutaciones asociadas a la resistencia a la rifampicina en menos de 80 minutos | 10 50 |
| Xpert MTB/XDR | | Detección del complejo Mycobacterium tuberculosis y mutaciones asociadas a la resistencia farmacológica a isoniazida, fluoroquinolonas, fármacos inyectables de segunda línea y etionamida en menos de 90 minutos, utilizando la tecnología GeneXpert de 10 colores | 10 | GXMTB/XDR-10 |
| Xpert Ebola | | Detección del virus del Ébola Zaire en unos 90 minutos | 10 50 | GXEbola-CE-10 GXEbola-CE-50 |
| Virología sanguínea, salud de la mujer y salud sexual | Xpert CT/NG | Detección de las infecciones por Chlamydia trachomatis y Neisseria gonorrhoeae en unos 90 minutos | 10 120 | GXCT/NGX-CE-10 GXCT/NGX-CE-120 |
| | Xpert HPV | Detección del virus del papiloma humano (VPH) de alto riesgo. Identifica el VPH tipos 16 y 18/45; notifica de forma combinada otros 11 tipos de alto riesgo en menos de 1 hora | 10 | GXVPH-CE-10 |
| | Xpert Xpress GBS | Detección intraparto de estreptococos del grupo B (GBS) durante la dilatación/expulsión en aproximadamente 30 minutos* | 10 | XPRSGBS-CE-10 |
| | Xpert TV | Detección de Trichomonas vaginalis en muestras de hombres y mujeres en aproximadamente 1 hora* | 10 | GXTV-CE-10 |
| | Resistance Plus® MG FlexiBle® | Detección de M. genitalium y resistencia a macrólidos en unas 2 horas | 10 | S2A-2000410 |
| | Xpert HBV Viral Load | Detección y cuantificación del virus de la hepatitis B (VHB) en menos de 1 hora | 10 | GXHBV-VL-CE-10 |
| | Xpert HCV Viral Load | Detección y cuantificación del virus de la hepatitis C (VHC) en 105 minutos | 10 | GXHCV-VL-CE-10 |
| | Xpert HCV VL Fingerstick | Detección y cuantificación del virus de la hepatitis C (VHC) en aproximadamente 1 hora | 10 | GXHCV-FS-CE-10 |
| | Xpert HIV-1 Qual XC | Detección del virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1 (VIH-1) en unos 90 minutos | 10 | GXHIV-QA-XC-CE-10 |
| | Xpert HIV-1 Viral Load XC | Detección y cuantificación del virus de la inmunodeficiencia humana tipo 1 (VIH-1) en unos 90 minutos | 10 | GXHIV-VL-XC-CE-10 |
| Oncología y genética humana | Xpert Bladder Cancer Detection | Detección de la presencia de cáncer de vejiga en pacientes con hematuria en unos 90 minutos | 10 | GXBLAD-CD-CE-10 |
| | Xpert Bladder Cancer Monitor | Monitorización cualitativa de la recurrencia en pacientes con diagnóstico previo de cáncer de vejiga en unos 90 minutos | 10 | GXBLAD-CM-CE-10 |
| | Xpert Breast Cancer STRAT4 | Medición semicuantitativa de ESR1, PGR, ERBB2 y MKi67 de tejido FFPE de cáncer de mama invasivo en 70 minutos | 10 | GXBCSTRAT4-CE-10 |
| | Xpert BCR-ABL Ultra | Medición estandarizada de los niveles de transcritos de BCR-ABL p210 en personas con leucemia mieloide crónica (LMC) en menos de 2 horas | 10 | GXBCRABL-10 |
| | Xpert FII & FV | Identificación de factores de riesgo genético de trombosis en unos 30 minutos | 10 | GXFII FV-10 |
| Xpert BCR-ABL Ultra p190 | Monitorización cuantitativa de los niveles de transcritos de ARNm de BCR-ABL p190 en personas con leucemia mieloide crónica (LMC) y leucemia linfoblástica aguda (LLA) en aproximadamente 2,5 horas | 10 | GXBCRABLp190-CE-10 | |

* Con terminación precoz del ensayo para resultados positivos.

^ Con terminación precoz del ensayo solo para resultados positivos de gripe o RSV (virus respiratorio sincitial). Notificación de negativos y resultados combinados de gripe RSV (virus respiratorio sincitial) en 30 minutos.

Distribuido en exclusiva por Cepheid en el marco del programa FlexiBle para el sistema GeneXpert® CE-IVD. Producto sanitario para diagnóstico in vitro. No todas las pruebas están disponibles en todos los países.

en un 43,9 %, 67,04 % y 18 %, respectivamente, en comparación con pacientes en HD sin diabetes. Además, los niveles de HbA1c fueron significativamente más bajos que los valores simultáneos de GME y AG en estos pacientes, en comparación con los tres parámetros en la muestra que tenía diabetes sin disfunción renal. Incluso, se encontró una correlación negativa significativa entre la AG y la albúmina sérica ($r_2 = 0,21$, $p < 0,05$) en pacientes diabéticos en HD, mientras que la HbA1c se correlacionó positiva y negativamente con la hemoglobina ($r_2 = 0,11$, $p < 0,01$) y la dosis semanal de inyección de eritropoyetina ($r_2 = -0,19$, $P < 0,01$), respectivamente. El análisis de regresión múltiple demostró que la hemoglobina, además de PG, surgió como un factor independiente asociado con HbA1c en pacientes con diabetes en HD, mientras que PG, el índice de masa corporal y la albúmina fueron factores independientes asociados con AG (33).

Otro estudio examinó la diferencia de la AG y la HbA1c en la mortalidad a un año, donde se evaluó a 84 282 pacientes con DM que estaban en HD de mantenimiento. Se halló que la mortalidad en un año fue más baja en los pacientes diabéticos en HD que tenían niveles de AG de 15,6 % a 18,2 % y niveles de HbA1c de 5,8 % a 6,3 %. Los HR (riesgos relativos) ajustados fueron significativamente mayores en pacientes con una AG $\geq 22,9$ %. Esta tendencia se aplanó en pacientes de edad avanzada, aquellos con hemoglobina más alta o aquellos con enfermedad cardiovascular previa. Se observó también una asociación lineal entre la AG y la mortalidad a un año, con la mortalidad más baja en AG, sugiriendo la capacidad potencial de la AG sobre la HbA1c en la predicción de la mortalidad (34). De igual modo, en un estudio que buscó relacionar la supervivencia de 307 sujetos diabéticos con los valores de la AG y la HbA1c séricos, se observó que las concentraciones séricas medias de glucosa y AG fueron significativamente mayores, mientras que la HbA1c tendía a ser menor. La relación entre AG y HbA1c aumentó significativamente en los pacientes en HD, en comparación con los controles. Al usar modelos multivariados, el estado de HD afectó significativamente los niveles de HbA1c sin un efecto significativo sobre la AG y se concluyó que, en pacientes diabéticos en HD, la HbA1c subestima significativamente el control glucémico, mientras que la AG refleja este control con mayor precisión (35).

En la nefropatía diabética (ND) se estimaron los valores de la HbA1c, la AG y la GME para el monitoreo continuo de glucosa en 25 sujetos con ND, comparándolos con 25 sujetos con diabetes sin nefropatía (DSN). Se encontró, que la AG tuvo una correlación positiva con la glucemia en pacientes con ($r_2 = 0,54$, $p < 0,05$) y sin ERC ($r = 0,49$, $p < 0,05$), mientras que la HbA1c se halló significativamente más baja en pacientes con ERC. Por otro lado, la relación AG/HbA1c fue significativamente mayor en los pacientes diabéticos

con ERC ($2,5 \pm 0,4$, $p < 0,05$) comparado con el grupo general ($2,2 \pm 0,4$, $P < 0,05$) (36).

En el caso de pacientes en diálisis peritoneal (DP), se evaluó la diferencia de los marcadores. Un estudio cuantificó la glucosa plasmática posprandial y los niveles de HbA1c, AG y albúmina sérica durante seis meses. Los investigadores hallaron una correlación positiva significativa entre la glicemia con los niveles de AG, y el análisis de regresión múltiple identificó que la AG actúa como el único factor independiente asociado con el GP (glucosa postprandial) en pacientes con DP (37). Estos análisis concluyen que, en los pacientes que tienen ND o en DP, la AG es un excelente marcador para el control del metabolismo de la glucosa.

Otro estudio en pacientes con diabetes en DP estudió la asociación de la AG con la mortalidad. Se incluyó a 1601 pacientes con DM que estaban en DP, con un seguimiento de dos años. A 1282 se les midió la HbA1c y a 725 se les midió la AG. No se encontró una asociación entre los niveles de HbA1c y los HR de muerte. Por el contrario, los HR ajustados de muerte por todas las causas estuvieron asociados con un mayor porcentaje de AG (20,0-21,9 % [4,36 (1,10-17,0)] % y ≥ 22 % [4,10 (1,20-14,0)]). En el grupo de la AG, fue encontrado que una AG $\geq 20,0$ % se asoció significativamente con una tasa de mortalidad más alta, en comparación con la AG de referencia. Determinando, que una AG ≥ 20 % parece estar asociada con una disminución de la supervivencia en pacientes diabéticos en DP (38).

Al comparar la HbA1c y la AG en pacientes diabéticos, el porcentaje de AG fue mayor en pacientes con HD y DP comparado con los controles, con diferencia estadística ($p < 0,020$). En contraste, la HbA1c fue menor en los pacientes con HD y DP cuando se comparó con los controles. Una observación importante en este estudio fue que la relación de la glucosa/HbA1c fue diferente entre pacientes en diálisis (HD y DP) y los pacientes de los controles ($p < 0,0001$ HD frente a controles, $p = 0,002$ DP frente a controles), mientras que la relación glucosa/AG fue similar entre los grupos ($p = 0,96$ HD frente a controles, $p = 0,64$ PD frente a controles). Este estudio concluyó que la relación entre HbA1c y AG difiere en pacientes diabéticos con enfermedad renal terminal que realizan DP o HD en comparación con aquellos sin nefropatía (39).

También se observó que comparar estas herramientas permite predecir la mortalidad en pacientes diabéticos en hemodiálisis crónica. Un estudio de cohorte prospectivo multicéntrico de 841 pacientes japoneses en HD crónica con diabetes, evaluó los índices de riesgo de la AG y la HbA1c. Después de 3,1 años de seguimiento, hubo 184 casos fallecidos, de los cuales 30 y 154 resultaron de enfermedad cardiovascular

aterosclerótica (ASCV D, según sus siglas en inglés) y no-ASCV D, respectivamente. El índice de riesgo para un aumento del 1 % en la AG fue de 1,033 ($p = 0,017$) para la mortalidad por todas las causas. Este estudio concluyó que la AG fue un predictor significativo de mortalidad relacionada con ASCV D en los tres modelos anteriores, pero no lo fue para la mortalidad no relacionada con ASCV D. Los niveles más altos de HbA1c solo se asociaron con la mortalidad relacionada con ASCV D cuando la HbA1c se trató como una variable dependiente del tiempo. Se sugiere, por tanto, que la AG puede ser útil en comparación con HbA1c para predecir la mortalidad por todas las causas (40).

>>> DISCUSIÓN

La designación de la ND describe el desarrollo de ERC y ND. La patogénesis de este proceso generalmente se conceptualiza como el producto de una exposición prolongada a los efectos tóxicos de la hiperglucemia, pero es probable que este proceso sea representativo de varios procesos patogénicos comparables y competitivos (por ejemplo, daño renal hipertensivo simultáneo), con el deterioro progresivo de la función renal y subsecuente ERC (42, 43). Tradicionalmente, se ha empleado la HbA1C

como el método o marcador de laboratorio para monitorear el control glicémico de los pacientes con ND, utilizando como un mal pronóstico resultados $>7\%$. Sin embargo, la evidencia clínica ha demostrado que este biomarcador no siempre es un índice ideal del control de la glicemia (44).

Delante de este escenario, se ha buscado emplear otros biomarcadores que ayuden a predecir mejor la progresión de las complicaciones renales, en este grupo de moléculas que han contribuido a revelar estos parámetros, se encuentran las fructosaminas, las cuales reflejan mejor los estados de hiperglicemia cuando existen trastornos con metabolismo anormal de la hemoglobina. La fructosamina representa todas las proteínas glucosiladas séricas que se han convertido en cetoaminas estables, siendo una de ellas la AG. La fructosamina no se ve influenciada por la anemia o la variante de hemoglobina. Además, el recambio metabólico de la albúmina sérica, que representa una gran proporción de las proteínas séricas, es más rápido que el de la hemoglobina (45).

En comparación con la HbA1c, la AG tiene una mayor predicción en la estimación de progresión hacia las



μGASES

Analizador de pH y Gases en Sangre

pH pCO₂ pO₂

BAJO CONSUMO DE REACTIVOS

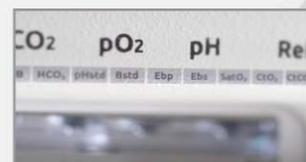
INGRESO DE MUESTRA POR
ASPIRACIÓN DE TUBO O JERINGA,
INYECCIÓN Y MICROMÉTODO.

ELECTRODOS Y REACTIVOS
INDIVIDUALES

FÁCIL MANTENIMIENTO

DATOS DE ALMACENAMIENTO
ILIMITADOS

DISPLAY INTERACTIVO DE 10 "



SERVICIO TÉCNICO ESPECIALIZADO



www.aadee.ar info@aadee.com.ar [company/aadee-s.a.](https://www.linkedin.com/company/aadee-s.a.)

Av. Triunvirato 4135 5º piso - C1431FBD - Buenos Aires - Argentina (54-11) 4523-4848 (Rot.) (54-11) 4523-2291



complicaciones renales, mayor tasa de mortalidad y de otras complicaciones como desnutrición y alteraciones cardiovasculares. La revisión sistemática y el metaanálisis de Gan et al. mostró valores que indicaban que la AG fue superior a la HbA1c para evaluar el control de la glucosa en sangre en pacientes diabéticos con ERC avanzada (46). De hecho, ya se había encontrado una relación significativa de la AG/HbA1c con la mortalidad a tres años, especialmente por origen infeccioso y cardiovascular, en pacientes con DM en diálisis (47).

Por su parte, otra revisión sistemática evidenció que la AG y la HbA1c se asociaban de manera similar con la glucemia y que podían usarse como indicadores del control glucémico. La AG se asoció directamente con el riesgo de mortalidad en pacientes con DM sometidos a diálisis, mostrando una asociación positiva con complicaciones microvasculares en pacientes con diabetes y ERC temprana. Esta revisión sistemática concluyó que la AG puede ser un marcador alternativo de control glucémico cuando están presentes condiciones que afectan la HbA1c y puede ser un biomarcador prometedor para el manejo de pacientes con DM, con y sin ERC (48).

De la misma forma un metaanálisis que incluyó a 25 932 pacientes en HD encontró que los niveles más altos de AG se asociaron con el riesgo de mortalidad por todas las causas en pacientes en diálisis con DM, independientemente del tipo de diálisis, mientras que los niveles más altos de GA no se asociaron con la mortalidad o con eventos cardiovasculares (mortales y no mortales) en pacientes HD con DM. En este sentido, este estudio sugiere que la AG sérica predice el riesgo de mortalidad por todas las causas en pacientes con DM en diálisis, sin embargo, no se alcanzó una significancia estadística debido al tamaño muestral (49).

Al igual que la HbA1c, los niveles de AG también podrían estar influenciados por factores asociados con el recambio de albúmina y podrían no predecir adecuadamente el control glucémico en pacientes con etapas tempranas de ERC sin diálisis. De hecho, se ha demostrado que los individuos con ERC, típicamente con albuminuria manifiesta, tienen valores de AG que son más bajos en relación con los niveles de FPG, debido al aumento del metabolismo de la albúmina (50). Si bien, los niveles de AG no se ven afectados por condiciones como anemia, ERC, embarazo o por variantes de la hemoglobina, pueden encontrarse niveles anormalmente bajos en algunas condiciones como el hipertiroidismo o el síndrome nefrótico, mientras que en la cirrosis hepática pueden producirse niveles altos de AG e hipotiroidismo. También en pacientes obesos o con hiperuricemia y fumadores, los niveles de AG deben compararse y corroborarse previamente con los niveles de glucosa plasmática (51).

Diferentes autores han descrito que el uso de biomarcadores en la DM es sin duda un tema de interés y existe una necesidad apremiante de biomarcadores válidos. Es bien sabido que, en términos de riesgo cardiovascular, la glucosa en sangre posprandial puede ser un factor de riesgo mayor que la glucosa en ayunas. Dado que la albúmina es muy sensible a la glicación, la AG está cobrando las posibilidades de ser un indicador válido de las fluctuaciones de la glucemia posprandial, permitiendo identificar cambios que no son fácilmente detectables con la monitorización puntual de la glucemia, a menos de que se realice de forma continua, o con la HbA1c, que es menos sensible a la glicación generada por picos glucémicos repentinos y de corta duración (52).

Así, para aprovechar las ventajas del uso de la AG sobre la HbA1c en el manejo clínico de pacientes diabéticos con ERC, se deben establecer directrices para el uso de la AG en la monitorización de la glucosa, crear rangos óptimos de la AG en diferentes poblaciones étnicas, las correspondientes concentraciones promedio de glucosa, la estandarización de ensayos, el desempeño en la predicción del riesgo de complicaciones y el análisis de costo-beneficio; sin embargo, no se desestima que en los estudios intervencionistas se podría utilizar la AG como diana terapéutica o marcador para mejorar el pronóstico en pacientes con ERC, con o sin diabetes (53). En virtud de los datos obtenidos y resaltando las ventajas que dejan de manifiesta la importancia clínica de estos marcadores, se concluye que la HbA1c continúa siendo el biomarcador de mayor uso, sin embargo, es necesario promover el uso de la AG como una nueva herramienta de utilidad en el manejo, el seguimiento y la prevención de complicaciones en los pacientes diabéticos nefrópatas.

>>> CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

María Rivadeneira Arévalo: conceptualización, escritura (borrador original), escritura (revisión del borrador y revisión/corrección); Roberto Arnaldo Ponce Pincay: curaduría de datos, escritura (borrador original), escritura (revisión del borrador y revisión/corrección); María Robles Urgilez: curaduría de datos, escritura (borrador original), escritura (revisión del borrador y revisión/corrección); Angela Bracho Mora: : curaduría de datos, análisis formal, escritura (borrador original), escritura (revisión del borrador y revisión/corrección).

>>> DECLARACIÓN DE FUENTES DE FINANCIACIÓN

Los autores declaran que el trabajo no recibió ningún tipo de financiación.

ISO 9001:2015

CERTIFICAMOS GESTIÓN DE CALIDAD



Somos la primera empresa argentina certificada por TÜV en comercialización, desarrollo, implementación y soporte de software para laboratorios.

COYA
SOFTWARE



En COYA Software nos enfocamos en brindar soluciones integrales a los requerimientos de software y transformación digital, con más de 20 años de trayectoria en el mercado de IT.



www.coyalab.com



www.coyasoftware.com



+54 9 342 417 2692



info@coyasoftware.com



Parque Tecnológico del Litoral
Centro, Edificio TIC. Oficina 1.
Santa Fe, Argentina.



>>> CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

>>> IMPLICACIONES ÉTICAS

Los autores no tienen asuntos éticos por declarar en la escritura o publicación de este artículo de revisión.

>>> REFERENCIAS

1 Pletcher MJ, Pignone M. Evaluating the clinical utility of a biomarker: a review of methods for estimating health impact. *Circulation*. 2011;123(10):1116-24. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.110.943860> ↑Ver página 3

2 Bernhardt AM, Tiedt S, Teupser D, Dichgans M, Meyer B, Gempt J, et al. A unified classification approach rating clinical utility of protein biomarkers across neurologic diseases. *EBioMedicine*. 2023; 89:104456. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2023.104456> ↑Ver página 3

3 Dorcely B, Katz K, Jagannathan R, Chiang SS, Oluwadare B, Goldberg JJ, et al. Novel biomarkers for prediabetes, diabetes, and associated complications. *Diabetes, Metab Syndr Obes*. 2017; 10:345-61. <https://doi.org/10.2147/dmso.S100074> ↑Ver página 3

4 Long J, Yang Z, Wang L, Han Y, Peng C, Yan C, et al. Metabolite biomarkers of type 2 diabetes mellitus and pre-diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Endocr Disord*. 2020; 20:174. <https://doi.org/10.1186/s12902-020-00653-x> ↑Ver página 3

5 Min TZ, Stephens MW, Kumar P, Chudleigh RA. Renal complications of diabetes. *Br Med Bull*. 2012; 104(1):113-27. <https://doi.org/10.1093/bmb/lds030> ↑Ver página 3

6 Bonner R, Albajrami O, Hudspeth J, Upadhyay A. Diabetic kidney disease. *Prim Care*. 2020;47(4):645-59. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2020.08.004> ↑Ver página 3

7 ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR, Bannuru RR, Brown FM, Bruemmer D, et al. Classification and diagnosis of diabetes: standards of care in diabetes-2023. *Diabetes Care*. 2023;46(suppl. 1): S19-40. <https://doi.org/10.2337/dc23-S002> ↑Ver página 3

8 Hung CC, Zhen YY, Niu SW, Lin KD, Lin HY, Lee JJ, et al. Predictive value of HbA1c and metabolic syndrome for renal outcome in non-diabetic CKD stage 1-4 patients. *BioMedicine*. 2022; 10(8):1858. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10081858> ↑Ver página 3

9 Kuo IC, Lin HY, Niu SW, Hwang DY, Lee JJ, Tsai JC, et al. Glycated hemoglobin and outcomes in patients with advanced diabetic chronic kidney disease. *Sci Rep*. 2016; 6:20028 <https://doi.org/10.1038/srep20028> ↑Ver página 3

10 Habte-Asres HH, Murrells T, Nitsch D, Wheeler DC, Forbes A. Glycaemic variability and progression of chronic kidney disease in people with diabetes and comorbid kidney disease: retrospective cohort study. *Diabetes Res Clin Pract*. 2022; 193:110117. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2022.110117> ↑Ver página 3

11 Habte-Asres HL, Wheeler D, Forbes R. The association between glycaemic variability and progression of chronic kidney disease: a systematic review. *SN Compr Clin Med*. 2022; 4:102. <https://doi.org/10.1007/s42399-022-01182-5> ↑Ver página 3

12 Pohanka M. Glycated hemoglobin and methods for its point of care testing. *Biosensors*. 2021;11(3):70. <https://doi.org/10.3390/bios11030070> ↑Ver página 3, 4

13 Little R, Roberts WL. A review of variant hemoglobins interfering with hemoglobin A1c measurement. *J Diabetes Sci Technol*. 2009;3(3):446-51. <https://doi.org/10.1177/193229680900300307> ↑Ver página 3

14 Rhea JM, Molinaro R. Pathology consultation on HbA1c methods and interferences. *Am J Clin Pathol*. 2014; 141(1):5-16. <https://doi.org/10.1309/ajcpq23gttmleavl> ↑Ver página 3

15 Zhan Z, Li Y, Zhao Y, Zhang H, Wang Z, Fu B, et al. A review of electrochemical sensors for the detection of glycated hemoglobin. *Biosensors*. 2022;12(4):221. <https://doi.org/10.3390/bios12040221> ↑Ver página 3

16 Rahbar S. The discovery of glycated hemoglobin: a major event in the study of nonenzymatic chemistry in biological systems. *Ann N Y Acad Sci*. 2005; 1043:9-19. <https://doi.org/10.1196/annals.1333.002> ↑Ver página 4

17 Schnell O, Crocker JB, Weng J. Impact of HbA1c testing at point of care on diabetes management. *J Diabetes Sci Technol*. 2017;11(3):611-7. <https://doi.org/10.1177/1932296816678263> ↑Ver página 4, 6

18 Ortiz-Martínez M, González-González M, Martagón AJ, Hlavinka V, Willson RC, Rito-Palmares M. Recent developments in biomarkers for diagnosis and screening of type 2 diabetes mellitus. *Curr Diab Rep*. 2022;22(3):95-115. <https://doi.org/10.1007/s11892-022-01453-4> ↑Ver página 4

19 Ferrario L, Schettini F, Avogaro A, Bellia C, Bertuzzi F, Bonetti G, et al. Glycated albumin for glycemic control in T2DM population: a multi-dimensional evaluation. *Clinicoecon Outcomes Res*. 2021; 13:453-64. <https://doi.org/10.2147/ceor.S304868> ↑Ver página 5

20 Correa Freitas PA, Rozales Ehler L, Lins Camargo J. Glycated albumin: a potential biomarker in diabetes. *Arch Endocrinol Metab*. 2017;61(3):296-304. <https://doi.org/10.1590/2359-399700000272> ↑Ver página 5

21 Furusyo N, Koga T, Ai M, Otokoza S, Kohzuma T, Ikezaki H, et al. Utility of glycated albumin for the diagnosis of diabetes mellitus in a Japanese population study: results from the Kyushu and Okinawa Population Study (KOPS). *Diabetologia*. 2011;54(12):3028-36. <https://doi.org/10.1007/s00125-011-2310-6> ↑Ver página 5

22 Hwang YC, Jung CH, Ahn HY, Jeon WS, Jin SM, Woo JT, et al. Optimal glycated albumin cutoff value to diagnose diabetes in Korean adults: a retrospective study based on the oral glucose tolerance test. *Clinica Chim Acta*. 2014; 437:1-5. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2014.06.027> ↑Ver página 5

23 Ikezaki H, Furusyo N, Ihara T, Hayashi T, Ura K, Hiramane S, et al. Glycated albumin as a diagnostic tool for diabetes in a general Japanese population. *Metabolism*. 2015; 64(6):698-705. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2015.03.003> ↑Ver página 5

24 Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021; 372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71> ↑Ver página 7

25 He R, Xuan Y, Zhu L, Pang S, Qin L, Tian J, et al. Low blood glucose index associated with cardiovascular events in diabetic hemodialysis patients. *Blood Purif*. 2023;52(9):824-34. <https://doi.org/10.1159/000531964> ↑Ver página 8

26 Ikizler TA, Burrowes JD, Byham-Gray LD, Campbell KL, Carrero JJ, Chan W, et al. KDOQI clinical practice guideline for nutrition in CKD: 2020 update. *Am J Kidney Dis*. 2020; 76(suppl. 1):S1-107. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2020.05.006> ↑Ver página 8

27 Kim H, Tang O, Rebholz CM, Grams ME, Coresh J, Christenson RH, et al. Associations of glycated albumin and HbA1c with chronic kidney disease in US adults. *J Appl Lab Med*. 2022; 7(4):842-53. <https://doi.org/10.1093/jalm/jfac006> ↑Ver página 8, 10

28 Little RR, Rohlfing CL, Tennill AL, Hanson SE, Connolly S, Higgins T, et al. Measurement of HbA1C in patients with chronic renal failure. *Clin Chim Acta*. 2013; 418:73-6. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2012.12.022> ↑Ver página 8, 9

29 Rooney MR, Daya N, Tang O, McEvoy JW, Coresh J, Christenson RH, et al. Glycated albumin and risk of mortality in the US adult population, clinical chemistry. 2022;68(3):422-30. <https://doi.org/10.1093/clinchem/hvab232> ↑Ver página 10, 11

30 Kim IY, Kim MJ, Lee DW, Lee SB, Rhee H, Song SH, et al. Glycated albumin is a more accurate glycaemic indicator than haemoglobin A(1c) in diabetic patients with pre-dialysis chronic kidney disease. *Nephrology*. 2015;20(10):715-20. <https://doi.org/10.1111/nep.12508> ↑Ver página 9, 11

31 Inaba M, Okuno S, Kumeda Y, Yamada S, Imanishi Y, Tabata T, et al. Glycated albumin is a better glycemic indicator than glycated hemoglobin values in hemodialysis patients with diabetes: effect of anemia and erythropoietin injection. *J Am Soc Nephrol*. 2007; 18(3):896-903. <https://doi.org/10.1681/asn.2006070772> ↑Ver página 8, 11

32 Yamada S, Inaba M, Shidara K, Okada S, Emoto M, Ishimura E, et al. Association of glycated albumin, but not glycated hemoglobin, with peripheral vascular calcification in hemodialysis patients with type 2 diabetes. *Life Sci*. 2008;83(13-14):516-9. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2008.08.001> ↑Ver página 8, 11

33 Sany D, Elshahawy Y, Anwar W. Glycated albumin versus glycated hemoglobin as glycemic indicator in hemodialysis patients with diabetes mellitus: variables that influence. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2013;24(2):260-73. ↑Ver página 9, 12

34 Hoshino J, Hamano T, Abe MI, Hasegawa T, Wada A, Ubara Y, et al. Glycated albumin versus hemoglobin A1c and mortality in diabetic hemodialysis patients: a cohort study. *Nephrol Dial Transplant*. 2018;33(7):1150-8. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfy014> ↑Ver página 9, 12

35 Peacock TP, Shihabi ZK, Bleyer AJ, Dolbare EL, Byers JR, Knovich MA, et al. Comparison of glycated albumin and hemoglobin A(1c) levels in diabetic subjects on hemodialysis. *Kidney Int*. 2008; 73(9):1062-8. <https://doi.org/10.1038/ki.2008.25> ↑Ver página 8, 12

36 Vos FE, Schollum JB, Coulter CV, Manning PJ, Duffull SB, Walker RJ. Assessment of markers of glycaemic control in diabetic patients with chronic kidney disease using continuous glucose monitoring. *Nephrology*. 2012;17(2):182-8. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1797.2011.01517.x> ↑Ver página 9, 12

37 Kobayashi H, Abe M, Yoshida Y, Suzuki H, Maruyama N, Okada K. Glycated albumin versus glycated hemoglobin as a glycemic indicator in diabetic patients on peritoneal dialysis. *Int J Mol Sci*. 2016; 17(5):619. <https://doi.org/10.3390/ijms17050619> ↑Ver página 9, 13

38 Abe M, Hamano T, Hoshino J, Wada A, Nakai S, Masakane I. Glycemic control and survival in peritoneal dialysis patients with diabetes: A 2-year nationwide cohort study. *Sci Rep*. 2019;9(1):3320. <https://doi.org/10.1038/s41598-019->

39933-5 ↑ Ver página 10, 13

39 Freedman BI, Shenoy RN, Planer JA, Clay KD, Shihabi ZK, Burkart JM, et al. Comparison of glycated albumin and hemoglobin A1c concentrations in diabetic subjects on peritoneal and hemodialysis. *Perit Dial Int.* 2010;30(1):72-9. <https://doi.org/10.3747/pdi.2008.00243> ↑ Ver página 8, 13

40 Hanai K, Akamatsu M, Fujimori A, Higashi H, Horie Y, Itaya Y, et al. Usefulness of glycated albumin as a predictor of mortality in chronic hemodialysis patients with diabetes: a multi-center, prospective cohort study. *Ren Replac Ther.* 2020; 6:17. <https://doi.org/10.1186/s41100-020-00264-1> ↑ Ver página 10, 13

41 Hoshino J, Abe M, Hamano T, Hasegawa T, Wada A, Ubara Y, et al. Glycated albumin and hemoglobin A1c levels and cause-specific mortality by patients' conditions among hemodialysis patients with diabetes: a 3-year nationwide cohort study. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2020;8(1): e001642. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2020-001642> ↑ Ver página 10

42 Phillips J, Chen JH, Ooi E, Prunster J, Lim WH. Global epidemiology, health outcomes, and treatment options for patients with type 2 diabetes and kidney failure. *Front Clin Diabetes Healthc.* 2021; 2:731574. <https://doi.org/10.3389/fcdhc.2021.731574> ↑ Ver página 14

43 Buades JM, Craver L, Del Pino MD, Prieto-Velasco M, Ruiz JC, Salgueira M, et al. Management of kidney failure in patients with diabetes mellitus: what are the best options? *J Clin Med.* 2021; 10(13):2943. <https://doi.org/10.3390/jcm10132943> ↑ Ver página 14

44 Lee MY, Huang JC, Chen SC, Chiou HYC, Wu PY. Association of HbA1C variability and renal progression in patients with type 2 diabetes with chronic kidney disease stages 3-4. *Int J Mol Sci.* 2018;19(12):4116. <https://doi.org/10.3390/ijms19124116> ↑ Ver página 14

45 Koga M, Kasayama S. Clinical impact of glycated albumin as another glycemic control marker. *Endocr J.* 2010;57(9):751-62. <https://doi.org/10.1507/endocrj.k10e-138> ↑ Ver página 14

46 Gan T, Liu X, Xu G. Glycated albumin versus HbA1c in the evaluation of glycemic control in patients with diabetes and Chronic Kidney Disease. *Kidney Int Rep.* 2017;3(3):542-54. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2017.11.009> ↑ Ver página 14

47 Hoshino J, Abe M, Hamano T, Hasegawa T, Wada A, Nakai S, et al. Glycated albumin to glycosylated hemoglobin ratio and mortality in diabetic patients on

dialysis: a new association. *Nephrol Dial Transplant.* 2023;38(5):1309-17. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfac297> ↑ Ver página 14

48 Chume FC, Gazzi Schiavenin L, Correa Freitas PA, Pimentel AL, Lins Camargo J. The usefulness of glycosylated albumin in patients with diabetes and renal disease: a scoping review. *J Lab Precis Med.* 2022; 7:12. <https://doi.org/10.21037/jlpm-22-2> ↑ Ver página 14

49 Copur S, Siroopol D, Afsar B, Comert MC, Uzunkopru G, Sag AA, et al. Serum glycosylated albumin predicts all-cause mortality in dialysis patients with diabetes mellitus: meta-analysis and systematic review of a predictive biomarker. *Acta Diabetol.* 2021;58(1):81-91. <https://doi.org/10.1007/s00592-020-01581-x> ↑ Ver página 15

50 George C, Matsha TE, Korf M, Zemlin AE, Erasmus RT, Kengne AP. The agreement between fasting glucose and markers of chronic glycaemic exposure in individuals with and without chronic kidney disease: a cross-sectional study. *BMC Nephrol.* 2020;21(1):32. <https://doi.org/10.1186/s12882-020-1697-z> ↑ Ver página 15

51 Yazdanpanah S, Rabiee M, Abdolrahim M, Rajab A, Jazayeri HE, et al. Evaluation of glycosylated albumin (GA) and GA/HbA1c ratio for diagnosis of diabetes and glycemic control: a comprehensive review. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2017;54(4):219-32. <https://doi.org/10.1080/10408363.2017.1299684> ↑ Ver página 15

52 Dozio E, Corradi V, Proglia M, Vianello E, Menicanti L, Rigolini R, et al. Usefulness of glycosylated albumin as a biomarker for glucose control and prognostic factor in chronic kidney disease patients on dialysis (CKD-G5D). *Diabetes Res Clin Pract.* 2018; 140:9-17. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2018.03.017> ↑ Ver página 15

53 Zheng CM, Ma WY, Wu CC, Lu KC. Glycosylated albumin in diabetic patients with chronic kidney disease. *Clin Chim Acta.* 2012; 413(19-20):1555-61. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2012.04.025> ↑ Ver página 16



ENFERMEDAD CELIACA Y OTROS DESÓRDENES ASOCIADOS

Diagnóstico de Laboratorio paso a paso

1er Paso: Diagnóstico primario de la enfermedad celiaca
anti-htTG IgA ELISA (TG2)

2do Paso: Diagnóstico de las manifestaciones extraintestinales
anti-heTG IgA ELISA (TG3) Dermatitis herpetiformis
anti-hnTG IgA ELISA (TG6) Neuroceliac disease
anti-hnTG IgG ELISA (TG6) Neuroceliac disease

3er Paso: Testeo genético de situaciones especiales
MutaPLATE® HLA DQ 2+8 (TM) Real-time PCR

4to Paso: Monitoreo de las dietas libres de gluten (GDF)
1DK® Gluten Fecal ELISA

5to Paso: Evaluación de las intolerancias alimentarias relacionadas a las ingestas de gluten

anti-htTG slgA ELISA Seronegativity
anti-Gliadin slgA ELISA Other gluten-related Disorders



PARA MAYOR INFORMACIÓN COMUNICARSE A:

info@diagnosmed.com
promocion2@diagnosmed.com
o al (011)4552-2929 Líneas rotativas
www.diagnosmed.com

