

HEMOGLOBINA GLICOSILADA Y SU IMPORTANCIA EN EL DIAGNÓSTICO DE ALTERACIONES METABÓLICAS EN PACIENTES DIABÉTICOS

GLYCOSYLATED HEMOGLOBIN AND ITS IMPORTANCE IN THE DIAGNOSIS OF METABOLIC ALTERATIONS IN DIABETIC PATIENTS

Valery Dayanara Villacreses Ruiz^{1*}

¹ Carrera Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5701-4695>. Correo: villacresesvalery@gmail.com

Nereida Josefina Valero Cedeño²

² Carrera Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3496-8848>. Correo: nereida.valero@unesum.edu.ec

* Autor para correspondencia: villacresesvalery@gmail.com

Resumen

La hemoglobina glicosilada es una de las pruebas de laboratorio más útiles y relevantes disponibles actualmente, el objetivo de la investigación fue analizar los valores de la hemoglobina glicosilada y su importancia en el diagnóstico de alteraciones metabólicas en pacientes con diabetes mellitus constituye un indicador para evaluar a los pacientes diabéticos siendo este el primer criterio diagnóstico de diabetes en individuos asintomáticos o con una sospecha de esta enfermedad. Se realizó un estudio con diseño documental en las bases de datos como PubMed, Scopus, Biomed Central y SciELO. Se incluyeron artículos publicados en los últimos cinco años, se utilizaron términos MESH relacionados con el tema de la investigación, se aplicaron criterios de selección basados en la relevancia y centradas en la temática. Como resultado dentro de las concentraciones de hemoglobina glicosilada se presentan las principales alteraciones metabólicas en pacientes con diabetes mellitus, reportadas desde el año 2018 al 2021. Las investigaciones plantean que los pacientes con diabetes mellitus tienen riesgo de muerte y eventos cardiovasculares de 2 a 4 veces mayores que los riesgos en la población general. En cuanto a las concentraciones de hemoglobina glicosilada en pacientes con diabetes mellitus, varios estudios reportan concentraciones de más >6,5% se asocian con el desarrollo de alteraciones metabólicas. Los valores de la hemoglobina glicosilada, en pacientes con diabetes mellitus tipo I y II, en estos estudios la HbA1c mayor al rango de referencia se asocia con alteraciones metabólicas como deterioro cognitivo, sobrepeso, descompensación metabólica, complicaciones microvasculares.

Palabras clave: Hemoglobina a1c; diabetes mellitus; hemoglobina glicosilada; diabetes; metabolismo; alteraciones metabólicas.

Abstract

Glycosylated hemoglobin is one of the most useful and relevant laboratory tests currently available, the objective of the research is to analyze the values of glycosylated hemoglobin and its importance in the diagnosis of metabolic alterations in patients with diabetes mellitus constitutes an indicator to evaluate diabetic patients, this being the first diagnostic criterion for diabetes in asymptomatic individuals or with a suspicion of this disease. A study with documentary design was carried out in databases such as PubMed, Scopus, Biomed Central and SciELO. Articles published in the last five years were included, MESH terms related to the research topic were used, selection criteria based on relevance and focused on the theme were applied. As a result, within the concentrations of glycosylated hemoglobin, the main metabolic alterations are presented in patients with diabetes mellitus, reported from 2018 to 2021, Research suggests that patients with diabetes mellitus have a risk of death and cardiovascular events 2 to 4 times higher than the risks in the general population. Regarding the concentrations of glycosylated hemoglobin in patients with diabetes mellitus, several studies report concentrations of more than >6.5% are associated with the development of metabolic alterations. The values of glycosylated hemoglobin, in patients with type I and II diabetes mellitus, in these studies HbA1c greater than the reference range is associated with metabolic alterations such as cognitive impairment, overweight, metabolic decompensation, microvascular complications.

Keywords: Hemoglobin a1c; diabetes mellitus; glycosylated hemoglobin; diabetes; metabolism; metabolic disorders.

Fecha de recibido: 26/06/2022

Fecha de aceptado: 23/08/2022

Fecha de publicado: 24/08/2022

Introducción

La hemoglobina A1c (HbA1c) constituye un indicador para evaluar los pacientes diabéticos siendo este el primer criterio diagnóstico de diabetes en individuos asintomáticos o con una sospecha de esta enfermedad. Malta y col., (Malta C, Duncan B, Schmidt M, Silva G, Bernal T, et al, 2019) publicaron un estudio en el 2019 sobre la prevalencia de diabetes mellitus determinada por hemoglobina glucosilada en población adulta brasileña, con el objetivo de analizar la prevalencia de diabetes mellitus según diferentes criterios diagnósticos, en la población adulta brasileña, según los resultados de laboratorio de la Encuesta Nacional de Salud. Se trató de un estudio descriptivo, utilizando datos de pruebas de laboratorio de la Encuesta Nacional de Salud (PNS) entre los años 2014 y 2015, en el cual se recolectó un total de 8.952 exámenes, 411 no fueron

incluidos en el análisis, debido a problemas en la recolección, como material insuficiente, hemólisis, pérdida de muestra y otros. Así, un total de 8.541 pruebas para el análisis de HbA1c.

Según las categorías de análisis de HbA1c, la presencia de DM, según el criterio de $HbA1c \geq 6,5\%$, se detectó en el 6,6% de los adultos distribuidos de la siguiente manera: 1,9% con HbA1c entre 6,5 y 6,9%; 1,1% con HbA1c entre 7 y 7,4%; 0,8% con HbA1c entre 7,5 y 7,9%; 1,0% con HbA1c entre 8 y 8,9%; y 1,8% con $HbA1c \geq 9\%$. No hubo cambios en el resultado 76,5% de la población total, 16,9% con hiperglucemia intermedia según los criterios de la ADA ($HbA1c$ 5,7 a 6,4%) y 6,8% según los criterios IEC ($HbA1c$ 6 a 6,4%).

El referido estudio encontró que el 6,6% de los adultos tienen hemoglobina glucosilada $\geq 6,5\%$; y la proporción de hiperglucemia intermedia, o prediabetes, fue del 6,8% cuando se definió por los criterios de Comité Internacional de Expertos (IEC) y 16,9% cuando lo definen los criterios de la Asociación Estadounidense de Diabetes (ADA). El estudio encontró hasta una décima parte de la población con DM, según el criterio adoptado. La proporción de personas con prediabetes puede llegar a una sexta parte de la población. La prevalencia fue mayor entre las mujeres, aumentó con la edad y fue mayor en poblaciones con bajo nivel educativo, sobrepeso, obesidad y en el Medio Oeste del país. Llamam la atención las inequidades en salud y la necesidad de ampliar el acceso y la atención a la población más vulnerable.

Casanova López y col., (Casanova L, De la Paz T, Triana, R, Alfonso D, y Escarrás G, 2019) publicaron un estudio en el 2019 sobre el síndrome metabólico en pacientes diabéticos tipo 2. Con el objetivo de valorar las posibles modificaciones del síndrome metabólico en pacientes diabéticos tipo 2 de 30 años y más luego de aplicado un programa de modificación de estilo de vida. Se realizó un estudio de intervención, con una muestra de 142 diabéticos tipo 2 con síndrome metabólico, en Belice, en el período de julio a diciembre de 2016. Se recogieron las variables edad, sexo, uso previo de tratamientos médicos, medición de presión arterial, etc. Se describieron resultados obtenidos mediante estadística descriptiva, frecuencias absolutas y relativas, razón, media y desviación típica. el síndrome metabólico apareció en el 51,07% de los pacientes, predominaron las féminas (59,85%) y las edades entre 60 y 69 años (31,69%), predominó la combinación con otros tres componentes (44,37%): presión arterial $\geq 130/85$ mmHg o tratamiento hipotensor previo, obesidad abdominal y triglicéridos >150 mg/dl con o sin tratamiento. El síndrome metabólico afecta a más de la mitad de los diabéticos tipo 2 del Distrito Toledo, en Belice, en el periodo estudiado, es más frecuente en el sexo femenino y en la quinta y sexta décadas de vida. Los componentes de mayor presencia son las cifras de tensión arterial iguales o mayores a 130/85mmHg o antecedentes de uso de hipotensores y la circunferencia abdominal en mujeres ≥ 88 cm; prevalece en los pacientes diabéticos tipo 2 la combinación con otros tres componentes del SM

La hemoglobina A1c ($HbA1c$) constituye un indicador para evaluar los pacientes diabéticos siendo este el primer criterio diagnóstico de diabetes en individuos asintomáticos o con una sospecha de esta enfermedad. Se define como un término genérico referido a un grupo de sustancias que se forman a partir de reacciones bioquímicas entre la hemoglobina y algunos azúcares reductores presentes en la circulación sanguínea (Yuri A, Domínguez P, Manuel E, Rodríguez E, y Hernández J, 2018). La diabetes un síndrome heterogéneo, con

dos alteraciones básicas: la primera en las células beta del páncreas con déficit insulínico y resistencia periférica y el segundo con efecto insulínico con hiperinsulinismo. Estos pacientes que padecen del primer trastorno pasan a ser insulino dependientes y los factores genéticos, virales e inmunológicos juegan un papel importante en la etiología; en el segundo caso son los no-insulino dependientes, en el cual los factores genéticos y ambientales predomina (Licea M, y Acosta O, 2021).

A nivel mundial existen aproximadamente de 340 a 536 millones de personas con diabetes mellitus (DM) según las estadísticas de la Federación Internacional de Diabetes (IDF, por sus siglas en inglés) y que alrededor del 2040, se espera que las cifras incrementen de 521 a 821 millones (International Diabetes Federation., 2015). Los datos epidemiológicos indican que la diabetes se encuentra en niveles críticos y con tendencia al aumento. Cada siete segundos, muere alguna persona que la padece, representando unos cuatro millones de muertes anualmente (Coello B, Coello J, Sánchez M, 2021). El entorno ecuatoriano no escapa a esa realidad, según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2019 (ENSANUT), la prevalencia de diabetes en esa población con edades comprendidas entre 10 y 59 años es de 1.7%, calculándose que uno de cada diez ecuatorianos padece esa enfermedad, esa proporción va subiendo a partir de los 30 años de edad (Pineda I, Maggi B, Monserrate J y Suárez B, 2021).

El control y monitoreo de la diabetes es muy importante para lograr un buen control metabólico en todos los tipos de diabetes desde la sospecha de padecer esta enfermedad (Mendes N, 2018), el marcador sérico metabólico HbA1c se ha asociado con algunas alteraciones tales como un rendimiento cognitivo deteriorado (Repple J, 2019). Así como también la diabetes mellitus tipo 2 afecta al corazón a través de varios mecanismos la disfunción diastólica del VI se correlaciona con la glucosa en sangre en ayunas, los niveles de HbA1c y el índice de masa corporal (IMC), todos marcadores de resistencia a la insulina (Maack C, 2018), En pacientes diabéticos, los efectos combinados de la glucosa plasmática y los lípidos séricos hacen cambios complejos en la disfunción eréctil, la hemoglobina A1c (HbA1c) es una forma de hemoglobina que comprende aproximadamente un tercio del volumen total de eritrocitos, se han reportado en numerosos estudios, y también se han estudiado las correlaciones entre la HbA1c, la glucosa plasmática, los lípidos séricos, la creatinina y la disfunción eréctil (Q. Li, 2018). Los valores más bajos o entre el rango normal de HbA1c demuestran un mejor control metabólico (Loocke M, 2021).

Materiales y métodos

El objetivo del estudio es analizar evidencias científicas sobre la hemoglobina glicosilada (HbA1c) y su función en el diagnóstico de alteraciones metabólicas en pacientes con diabetes mellitus. Se aplicó el diseño documental para realizar la investigación, con la recopilación y análisis de los artículos científicos relacionados al tema del estudio.

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos en idioma inglés y castellano en revistas indexadas en *PubMed*, *Scopus*, *Biomed Central*, *SciELO* y de páginas oficiales como la OMS. Para la recopilación de información se utilizaron las palabras clave o términos hemoglobina”, alteraciones metabólicas”, “Diabetes mellitus”, “Hemoglobina glicosilada”, “Metabolismo”, “valores óptimos de HbA1c”,

“HbA1c”, “glucosa”. Se empleó el uso de los booleanos “and”, “or” ya que el interés fue examinar las publicaciones sobre HbA1c haciéndose énfasis en las alteraciones metabólicas. Posteriormente se aplicaron criterios de selección basados en la relevancia, vigencia y centradas en la temática.

Resultados y discusión

Se ha propuesto el término diabetes mellitus tipo 3 para dar una visión integradora de los posibles mecanismos patológicos entre la diabetes mellitus y la Enfermedad de Alzheimer. (46) La preeclampsia está relacionada con la intolerancia a la glucosa (44). La hiperglucemia es un factor predictor para COVID-19 grave y se asocia a un incremento de mortalidad (49).

Este estudio se realizó con la finalidad de analizar los valores de la HbA1c y su importancia en el diagnóstico de alteraciones metabólicas en pacientes con DM, en esta investigación se entiende que los pacientes con DM2 tienen un mayor riesgo de muerte y posibles eventos cardiovasculares, además de poder padecer problemas renales y en mujeres embarazadas que padecen DM gestacional podría traer complicaciones en el embarazo como sobrepeso o incluso generar un riesgo mayor de que el infante padezca diabetes infantil, además de la intolerancia a la glucosa durante el embarazo puede ser un factor de riesgo padecer preeclampsia. Teniendo en cuenta que una hiperglucemia prolongada puede generar la absorción de nutrientes en el organismo, favoreciendo la aparición de patologías en los pacientes, incluso deprimiendo el sistema inmune.

En este estudio al analizar las alteraciones metabólicas en pacientes con diabetes mellitus, se entiende que los pacientes con DM2 tienen riesgo de muerte y eventos cardiovasculares estos resultados han sido corroborados por Galindo y col., (Rawshani A, Rawshani A, Franzén S, Sattar N, Eliasson B. et al, 2018). Turton y col., (Guzmán E, y Segura D, 2019) afirmaron en su investigación que en la nefropatía diabética los tipos de células del riñón, incluyendo los podocitos, las células mesangiales, las células endoteliales y el epitelio tubular, se ven afectados por la elevada glucosa intracelular. Zapata y col., (Zapata D, Roque H, Runzer F, Parodi J, 2020) hicieron referencia, la insulina atraviesa la barrera hematoencefálica y su infusión periférica se ha asociado el aumento de marcadores de riesgo para la enfermedad de Alzheimer. Así también García y col., (García D, Sánchez M, Sánchez P, Sánchez F, y Naranjo, 2020) mencionaron que la hiperglucemia sostenida por un largo plazo aumenta el flujo metabólico en las mitocondrias, que dan lugar a estrés oxidativo crónico, el incremento de este puede afectar por sí misma tanto a los carbohidratos, las proteínas, los lípidos y al ADN del organismo. Este proceso favorece la aparición de patologías como cataratas, arteriosclerosis, artritis, enfisema y disminución de la función del sistema inmune.

Para Alejandro y col., (41) en su estudio afirmaron, que la preeclampsia está relacionada con la intolerancia a la glucosa, la hiperglucemia y la obesidad en diabetes mellitus gestacional. En otro estudio Christofides y col., (42) corroboraron que la hiperglucemia es un factor predictor para COVID-19 grave y se asocia a un incremento de mortalidad.

Tabla 1. Alteraciones metabólicas en pacientes con diabetes mellitus

País/Año de estudio	Ref.	Tipo de estudio	Alteraciones Metabólicas	Resultados
Suecia 2018	(Rawshani A, Rawshani A, Franzén S, Sattar N, Eliasson B. et al, 2018)	Estudio de cohorte	Enfermedad Cardiovascular	La presencia de cinco factores de riesgo (nivel elevado de hemoglobina glicosilada, nivel elevado de colesterol de lipoproteínas de baja densidad, albuminuria, tabaquismo y presión arterial elevada). Los pacientes con DM2 tienen riesgo de muerte y eventos cardiovasculares de 2 a 4 veces mayores que los riesgos en la población general.
México 2019	(Guzmán E, y Segura D, 2019)	Revisión	Nefropatía diabética	La patogénesis de la DM 1 y 2 son distintas, pero los cambios que estos trastornos provocan en los glomérulos renales, el intersticio tubular renal y la vasculatura, son prácticamente indistinguibles, parece que todos los tipos de células del riñón, incluyendo los podocitos, las células mesangiales, las células endoteliales y el epitelio tubular, se ven afectados por la elevada glucosa intracelular
Perú 2020	(Zapata D, Roque H, Runzer F, Parodi J, 2020)	Revisión	Trastornos neurocognitivos Enfermedad de Alzheimer	Los factores genéticos como el gen de la apolipoproteína E, para los trastornos mentales neurocognitivo factores cardiovasculares la diabetes mellitus, altos niveles de glucemia y deficiencia o resistencia a la insulina se han asociado a un incremento en el riesgo de esta alteración. Se ha propuesto el término diabetes mellitus tipo 3 para dar una visión integradora de los posibles mecanismos patológicos entre la diabetes mellitus y la Enfermedad de Alzheimer.
Cuba 2020	(García D, Sánchez M, Sánchez P, Sánchez F, y Naranjo, 2020)	Revisión	Estrés oxidativo	La hiperglucemia sostenida por un largo plazo aumenta el flujo metabólico en las mitocondrias, e induce la generación excesiva de especies reactivas de oxígeno (EROs), que dan lugar a estrés oxidativo crónico, el incremento de este puede afectar por sí misma tanto a los carbohidratos, las proteínas, los lípidos y al ADN del organismo. Este proceso favorece la aparición de patologías como

				cataratas, arteriosclerosis, artritis, enfisema y disminución de la función del sistema inmune.
EE. UU 2020	(Alejandro E, Mamerto T, Chung G, Villavieja A, Gaus N, et al, 2020)	Metaanálisis	Diabetes mellitus gestacional (DMG).	Cuando las células β maternas no pueden adaptarse a los cambios metabólicos que acompañan al embarazo, se produce hiperglucemia de la DMG. La preeclampsia está relacionada con la intolerancia a la glucosa, la hiperglucemia y la obesidad. Se sabe que la hiperglucemia aumenta el riesgo de preeclampsia
Ecuador 2020	(Acosta W, Salazar J, Leal G, Jimbo R, Guevara G., 2020)	Revisión	COVID-19	La hiperglucemia es un factor predictor para COVID-19 grave y se asocia a un incremento de mortalidad, así también se describe que un adecuado control glucémico disminuye la mortalidad tanto en pacientes con diabetes previa, como en aquellos que desarrollan hiperglucemia durante la hospitalización por COVID-19.
EE. UU 2021	(Christofides E and Desai N, 2021)	Revisión	La enfermedad renal crónica (ERC)	Los cambios en la albuminuria son pronósticos de progresión o regresión de la enfermedad, la albúmina, cuando está presente en el ultrafiltrado glomerular, se comporta como una proteína proinflamatoria y profibrótica que contribuye activamente a la patogénesis de la ERC.
EE. UU 2021	(Mutter C, Smith T, Menze O, Zakharia M, and Nguyen H, 2021)	Revisión	Diabetes insípida (DI)	La principal hormona de la diabetes insípida es la hormona hipofisaria posterior ADH, que es uno de los principales determinantes con respecto a la homeostasis del agua dentro del cuerpo. La hormona antidiurética (ADH) actúa sobre su órgano diana, el riñón, para aumentar la osmolalidad de la orina, la hipernatremia, mientras que un nivel bajo de sodio apunta hacia la polidipsia primaria, se puede observar disminución del volumen sanguíneo (hipovolemia), disminución del nivel de sodio urinario, hipertensión leve que progresa a hipotensión

Tabla 2. Concentraciones de hemoglobina glicosilada en pacientes con diabetes mellitus y alteraciones metabólicas.

Año	Ref.	País	Tipo de estudio	Valores de la hemoglobina glicosilada	Alteraciones Metabólicas
2018	(Turton J, Raab R, y Rooney K, 2018)	Australia	Revisión	HbA1c \leq 7.0% o 53 mmol / mol DM, aumento del 1% en la HbA1c aumentó el riesgo individual de mortalidad cardiovascular en 52,5%	Obesidad
2018	(Jurado Santibáñez R, Palacios M, Moreno D, Peñaherrera C, et al, 2018)	Ecuador	Observacional, de corte transversal	Los pacientes con DM2, tuvieron una HbA1c promedio 8.83%.	Deterioro cognitivo
2019	(Polanco & Rodríguez, 2019)	México	Meta-análisis	La puntuación de riesgo del perfil lipídico alta y muy alta se asoció con altos niveles de HbA1c, glucosa, insulina y resistencia a la insulina La HbA1c se consideró para el diagnóstico de prediabetes en el rango de 5.7% -6.4%, y para diabetes \geq 6.5%	Aumento de perfil lipídico
2020	(Galindo R, Beck R, Scioscia M, Umpierrez G, and Tuttle K , 2022)	Estados Unidos	Transversal	<6,5% o >11% se asociaron con un mayor riesgo de mortalidad.	Enfermedad renal crónica avanzada.
2020	(Kayali Y, and Ozder A, 2020)	Turquía	Transversal	El riesgo de enfermedad arterial coronaria aumenta significativamente a niveles de HbA1c de 5.6 y superiores, El límite inferior de HbA1c para diagnosticar la prediabetes es de 5,7	Enfermedad arterial coronaria.
2020	(Espinosa M, Quiñones C, Rubio A, Milke	México	Transversal	La HbA1c >5,7% y la glucosa en ayunas >110 mg/dl se asociaron significativamente con el desarrollo de disfunción eréctil.	Hiper glucemia: disfunción eréctil

Hemoglobina glicosilada y su importancia en el diagnóstico de alteraciones metabólicas

	M, y Castillejos R., 2019)				
2020	(Lizama F, Ormeño S, Mourguiart F, FuentesJ, y López F , 2020)	Chile	Revisión sistemática	En este estudio en pacientes con DM1, el 71% de los adolescentes tenía valores HbA1c > 7%, estos resultados, se asocian con un puntaje de módulo diabetes que evalúan la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) más bajos (peor calidad de vida).	Adolescentes presentan una descompensación metabólica de tipo moderada y, en otros casos, severa, niveles más altos de estrés genera mayores niveles de cortisol que interfieren con el metabolismo de la insulina y con ello en el control metabólico.
2020	(Mathis A, Villiger L, Reiner M, Egloff M, Schmid H, et al , 2020)	Suiza	Estudio de cohorte multicéntrico prospectivo	La HbA1c se determinó al inicio del estudio y se dividió en tres categorías (HbA1c < 5,7%, rango normal; 5,7-6,49%, rango prediabético; y >6,5%, rango diabético)	El tromboembolismo venoso (TEV) Los niveles elevados de HbA1c no se asocian con TEV recurrente, sino con un aumento de la mortalidad por todas las causas en una población de edad avanzada con TEV agudo.
2020	(Chen C, Zhu Z, Mao Y, Xu Y, Du J, et al, 2020)	China	Estudio de cohorte observaciones longitudinales	Se confirmó la asociación entre los niveles de HbA1c y la enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD) en pacientes metabólicamente intactos (niveles de HbA1C de 5,6% o menos).	El aumento de los niveles de HbA1c puede contribuir al desarrollo de Enfermedad del hígado graso no alcohólico, los niveles de HbA1c en sujetos ya

Hemoglobina glicosilada y su importancia en el diagnóstico de alteraciones metabólicas

					diagnosticados con NAFLD es mayor que la de aquellos con hígados sanos.
2021	(Kayali Y, and Ozder A, 2020)	Canadá		Hay un aumento de la muerte en la DM y la TB que puede ser secundaria a la TB o debido al exceso de mortalidad inherente de la DM debido a la enfermedad cardiovascular, HbA1c > 7%	Tuberculosis medicamentos afectan al control glucémico.
2021	(Ruiz M, Escobar Y, Ramos M, Duperetl D, 2021)	Cuba	Observacional	La HbA1c con valores por encima de 7 % en el 90 % de los pacientes en los casos y 61,7 % en los controles.	Retinopatía diabética
2021	(Oggiam D, Jorgetto J, Chinini G, Kusahara D, Gamba M, 2021)	Brasil	Transversal	Los pacientes con DM2 durante más de cinco años, el 22,9 % tenía dolor. El dolor neuropático (DN) se relacionó con niveles altos de glucosa en sangre en ayunas (media = 214 ± 65,58 mg/dl; p = 0,0002), la hemoglobina glicosilada (media = 8,8 ± 0,11 %; p < 0,001),	Polineuropatía Neuropatía Diabética

Tabla 3. Relación de los valores de la HbA1c con las alteraciones metabólicas en pacientes con diabetes mellitus.

Año	Referencia	País	Valores de la hemoglobina glicosilada		
			Diabetes mellitus tipo I	Diabetes mellitus Tipo II	Alteraciones Metabólicas asociadas
2018	(Jurado M, Santibáñez R, Palacios M, Moreno D, Peñaherrera C, et al, 2018)	Ecuador		8.83%.	Deterioro Cognitivo
2018	(Guillermo De’Marziani, 2018)	Argentina		7.9%	Enfermedad renal crónica
2020	(Asenjo-Alarcón, 2020)	Perú		7%	Sobrepeso
2020	(Rodríguez M, Soler J, Brizuela O, Santisteban H, Berro A, 2020)	Cuba		iguale o mayores a 10.1%	Retinopatía diabética,
2020	(Clotman K y Twickler M, 2020)	Bélgica		8-9%	COVID-19 estrés cardíaco

2020	(Ruiz M, Escobar Y, Ramos M, Duperetl D, 2021)	Cuba	>7%	Retinopatía diabética
2020	(Lizama F, Ormeño S, Mourguiart F, FuentesJ, y López F , 2020)	Chile	>7%	Descompensación metabólica.
2020	(Mathis A, Villiger L, Reiner M, Egloff M, Schmid H, et al , 2020)	Suiza	< 5,7%,	El tromboembolismo venoso
2020	(Chen C, Zhu Z, Mao Y, Xu Y, Du J, et al, 2020)	China	5,6%	Enfermedad del hígado graso no alcohólico
2021	(IsabelJiménezaConcepciónGarcíaaCar menAyalaa, 2021)	España	>7%	Complicaciones microvasculares

Conclusiones

Dentro de este estudio se lograron identificar a las enfermedades cardiovasculares, nefropatía diabética, trastornos neurocognitivos como la Enfermedad de Alzheimer, COVID-19, estrés oxidativo, enfermedad renal crónica, diabetes gestacional y diabetes insípida como alteraciones metabólicas estrechamente relacionadas con la diabetes mellitus.

Los pacientes con HbA1c entre 5.7% y 6.4% podría padecer prediabetes, lo cual indica que tiene un riesgo elevado de contraer diabetes si no se llevan a cabo medidas de prevención. Una concentración de HbA1c mayor a 7% se asocia con alteraciones metabólicas, complicaciones crónicas en pacientes con diabetes mellitus y también con un mayor riesgo de mortalidad, además de aumentar los padecimientos cardiovasculares, el aumento de HbA1c se asocia también con enfermedades del hígado en pacientes con hígados sanos antes de presentar diabetes mellitus.

La relación de HbA1c con las alteraciones metabólicas se presentan en la diabetes mellitus tipo II ya que esta causa en los pacientes alteraciones metabólicas de mayor relevancia medica tales como el deterioro cognitivo, la retinopatía diabética, el tromboembolismo venoso o enfermedad del hígado graso no alcohólico, siendo así el tipo de diabetes que más alteraciones metabólicas puede llegar a causar, incluso la muerte en pacientes que no consideran hacerse controles o seguir indicaciones médicas.

Referencias

Acosta W, Salazar J, Leal G, Jimbo R, Guevara G. (2020). Consideraciones en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 durante la pandemia por covid-19. *Rev Med Vozandes*, 31(2), 119 - 1241. doi:10.48018/rmv.v31.i2.19

- Alejandro E, Mamerto T, Chung G, Villavieja A, Gaus N, et al. (July de 2020). Gestational Diabetes Mellitus: A Harbinger of the Vicious Cycle of Diabetes. *International journal of molecular sciences*, 21(14), 5003. doi: 10.3390/ijms21145003
- Asenjo-Alarcón, J. A. (Abril/Junio de 2020). Relación entre estilo de vida y control metabólico en pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 2 de Chota, Perú. *Revista Medica Herediana*, 32(2). doi:http://dx.doi.org/10.20453/rmh.v31i2.3771
- Casanova L, De la Paz T, Triana, R, Alfonso D, y Escarrás G. (Julio-Septiembre de 2019). Síndrome metabólico en pacientes diabéticos tipo 2. *Acta Médica del Centro*, 13(3), 284-296. Recuperado el 5 de Enero de 2022, de <https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2019/mec193a.pdf>
- Chen C, Zhu Z, Mao Y, Xu Y, Du J, et al. (31 de January de 2020). HbA1c may contribute to the development of non-alcoholic fatty liver disease even at normal-range levels. *Bioscience reports*, 40(1), BSR20193996. doi:10.1042/BSR20193996
- Christofides E and Desai N. (20 de March de 2021). Optimal Early Diagnosis and Monitoring of Diabetic Kidney Disease in Type 2 Diabetes Mellitus: Addressing the Barriers to Albuminuria Testing. *Journal of primary care & community health*, 12(21501327211003683). doi:10.1177/21501327211003683
- Clotman K y Twickler M. (Jul de 2020). Diabetes or endocrinopathy admitted in the COVID-19 ward. *European journal of clinical investigation*, 50(7), e13262. doi:10.1111/eci.13262
- Coello B, Coello J, Sánchez M. (Enero-Junio de 2021). Calidad de vida relacionada con la salud y Hemoglobina Glicosilada en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2. *Revista Eugenio Espejo*, 15(1). Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2661-67422021000100001
- Espinosa M, Quiñones C, Rubio A, Milke M, y Castillejos R. (19 de Diciembre de 2019). Hyperglycemia: the metabolic syndrome component that aggravates erectile dysfunction in Mexican patients. *Revista mexicana de urología*, 79(6), e07. Recuperado el 01 de Marzo de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40852019000600007&lang=es
- Galindo R, Beck R, Scioscia M, Umpierrez G, and Tuttle K. (October de 2022). Glycemic Monitoring and Management in Advanced Chronic Kidney Disease. *Endocrine reviews*, 41(5), 756-774. doi:10.1210/endrev/bnaa017
- García D, Sánchez M, Sánchez P, Sánchez F, y Naranjo. (13 de Septiembre de 2020). Bases moleculares de la diabetes mellitus y su relación con la glicosilación no enzimática y el estrés oxidativo. *Revista Finlay*, 10(3), 293-303. Recuperado el 15 de Febrero de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2221-24342020000300293&lang=es
- Guillermo De'Marziani, A. E. (2018). Relación de los valores de la HbA1c con las alteraciones metabólicas en pacientes con diabetes mellitus. *Revista de Nefrología, Diálisis y Transplante*, 38(1). Recuperado

el 29 de Junio de 2022, de file:///C:/Users/vadav/Downloads/300-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1138-1-10-20180413%20(1).pdf

- Guzmán E, y Segura D. (03 de Diciembre de 2019). Mecanismos de inducción de la matriz extracelular en la nefropatía diabética. *Rev Cubana Endocrinol*, 26(3). Recuperado el 15 de Febrero de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532015000300008&lang=es
- International Diabetes Federation. (2015). *Atlas IDF. The global pictures*. (Séptima ed.). (IDF, Ed.) Brusela, Bélgica. Recuperado el 25 de Noviembre de 2021, de <https://www.diabetesatlas.org/upload/resources/previous/files/7/IDF%20Diabetes%20Atlas%207th.pdf>
- IsabelJiménezaConcepciónGarcíaaCarmenAyalaa, F. J. (Junio-Julio de 2021). La presencia de complicaciones microvasculares se asocia con un mal control metabólico evolutivo en pacientes con diabetes tipo 1. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, 68(6). doi:<https://doi.org/10.1016/j.endinu.2020.07.009>
- Jurado M, Santibáñez R, Palacios M, Moreno D, Peñaherrera C, et al. (Abril de 2018). Deterioro Cognitivo en pacientes diabéticos entre 55 a 65 años de edad. Reporte final de estudio observacional, transversal en la ciudad de Guayaquil. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 27(1), 41-50. Recuperado el 01 de Marzo de 2022, de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-25812018000100041&lang=es
- Kayali Y, and Ozder A. (09 de October de 2020). Glycosylated hemoglobin A1c predicts coronary artery disease in non-diabetic patients. *Journal of clinical laboratory analysis*, 35(2), e23612. doi:doi:10.1002/jcla.23612
- Licea M, y Acosta O. (2021). Bases generales del tratamiento de la diabetes mellitus. Revisión bibliográfica. *Revista Cubana de Medicina*, 25(4). Recuperado el 25 de Noviembre de 2021, de <http://www.revmedicina.sld.cu/index.php/med/article/view/2346/1920>
- Lizama F, Ormeño S, Mourguiart F, FuentesJ, y López F . (Diciembre de 2020). Impacto en la calidad de vida de los adolescentes con diabetes mellitus tipo 1. *Revista chilena de pediatría*, 91(6), 968 - 981. doi:<https://doi.org/10.32641/rchped.vi91i6.2457>
- Loocke M, B. T. (2021). Lower HbA1c targets are associated with better metabolic control. *European Journal of Pediatrics*, 108(5). Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00431-020-03891-2>
- Maack C, L. M. (diciembre de 2018). Heart failure and diabetes: metabolic alterations and therapeutic interventions: a state-of-the-art review from the Translational Research Committee of the Heart Failure Association–European Society of Cardiology. *European Heart Journal*, 39(48), 4243-4253. doi: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy596>
- Malta C, Duncan B, Schmidt M, Silva G, Bernal T, et al. (07 de Octubre de 2019). Prevalência de diabetes mellitus determinada pela hemoglobina glicada na população adulta brasileira, Pesquisa Nacional de

- Saúde. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 22. doi:<https://doi.org/10.1590/1980-549720190006.supl.2>
- Mathis A, Villiger L, Reiner M, Egloff M, Schmid H, et al. (12 de February de 2020). Elevated HbA1c is not associated with recurrent venous thromboembolism in the elderly, but with all-cause mortality– the SWEETCO 65+ study. *Scientific reports*, 10(1), 2495. doi:10.1038/s41598-020-59173-2
- Mendes N, T. R. (Abril de 2018). Beyond self-monitored plasma glucose and HbA1c: the role of non-traditional glycaemic markers in gestational diabetes mellitus. *Journal of obstetrics and gynaecology*, 38, 762-769. doi:<https://doi.org/10.1080/01443615.2017.1412409>
- Mutter C, Smith T, Menze O, Zakharia M, and Nguyen H. (23 de Feb de 2021). Diabetes insípida: patogénesis, diagnóstico y manejo clínico. *Cureus*, 13(2), e13523. doi:10.7759/cureus.13523
- Oggiam D, Jorgetto J, Chinini G, Kusahara D, Gamba M. (Septiembre de 2021). Dolor por polineuropatía simétrica distal en la diabetes mellitus. *Aquichan*, 21(3), e2137. doi:<https://doi.org/10.5294/aqui.2021.21.3.7>
- Pineda I, Maggi B, Monserrate J y Suárez B. (10 de Abril de 2021). El autocuidado en diabetes mellitus tipo 2: interpretación de la variable sedentarismo. *Comunidad y salud*, 19(1). Recuperado el 2 de Diciembre de 2021, de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/fcs/cysv19n1/art06.pdf>
- Polanco-Flores, N. A., & Rodríguez-Castellanos, F. (2019). Resultados de un programa de detección temprana de nefropatía diabética. *Medicina interna de México*, 35(2), 198-207. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-48662019000200198&script=sci_arttext
- Q. Li, Y. L. (Enero-Marzo de 2018). Hemoglobin A1c level higher than 9.05% causes a significant impairment of erithrocyte deformability in diabetes mellitus. *Acta endocrinologica (Buc)*, 14(1), 66-75. doi:10.4183/aeb.2018.6610
- Rawshani A, Rawshani A, Franzén S, Sattar N, Eliasson B. et al. (August de 2018). Risk Factors, Mortality, and Cardiovascular Outcomes in Patients with Type 2 Diabetes. *The New England journal of medicine*, 379(7), 633–644. doi:10.1056/NEJMoal800256
- Repple J, K. G. (agosto de 2019). Variation of HbA1c affects cognition and white matter microstructure in healthy, young adults. *Molecular Psychiatry*, 26(4). Recuperado el 9 de agosto de 2022, de <https://www.nature.com/articles/s41380-019-0504-3>
- Rodríguez M, Soler J, Brizuela O, Santisteban H, Berro A. (2020). Valor pronóstico de la hemoglobina glicada HbA1c en el padecimiento de retinopatía diabética en pacientes con diabetes mellitus tipo II. *Revista médica Multimed*, 32(1). Obtenido de <http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/1919>
- Ruiz M, Escobar Y, Ramos M, Duperetl D. (15 de Septiembre de 2021). Factores de riesgo para la progresión de la retinopatía diabética. *Revista Cubana de Medicina*, 60(3), e2007. Recuperado el 01 de Marzo de

2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232021000300012&lang=es

Turton J, Raab R, y Rooney K. (29 de March de 2018). Low-carbohydrate diets for type 1 diabetes mellitus: A systematic review. *PLoS One*, 13(3), e0194987. doi:10.1371/journal.pone.0194987

Yuri A, Domínguez P, Manuel E, Rodríguez E, y Hernández J. (Julio-Septiembre de 2018). Algunos apuntes sobre la Epidemiología de la diabetes mellitus tipo 1. *Revista Cubana Salud Pública*, 44(3). Recuperado el 25 de Noviembre de 2021, de <https://www.scielosp.org/article/rcsp/2018.v44n3/e1127/>

Zapata D, Roque H, Runzer F, Parodi J. (20 de Febrero de 2020). Relación entre trastornos neurocognitivos, Diabetes Mellitus Tipo 2 y otros factores en adultos mayores del Centro Médico Naval del Perú, entre los años 2010 a 2015. *Rev Neuropsiquiatr*, 83(2), 87-96. doi:<http://dx.doi.org/10.20453/rnp.v83i2.3751>