Hemoglobina glicosilada y diabetes

¿Cómo determinar los niveles de glucosa en sangre (o plasma)?

La medición de las concentraciones de glucosa en la sangre es fundamental para el diagnóstico y el monitoreo de la diabetes. Esto se hace generalmente usando un glucómetro con tiras reactivas. Se coloca una gota de sangre en la tira de prueba de glucosa y se expone a una cantidad fija de una enzima, glucosa oxidasa, durante un período de tiempo finito. La glucosa oxidasa actúa como un biosensor y oxida la glucosa para generar productos (ácido glucónico y peróxido de hidrógeno).
En modelos más antiguos, la cantidad de hidrógeno producido se medía mediante una reacción de cambio de color para indicar la concentración de glucosa. En los glucómetros modernos, el peróxido de hidrógeno interactúa con un mediador para transferir electrones a un microcircuito incluido en la tira de prueba y así obtener una lectura de la concentración de glucosa en la sangre. Para obtener lecturas consistentes del glucómetro, las tiras reactivas deben almacenarse lejos de la humedad y temperaturas extremas, de modo que la glucosa oxidasa cubierta en la tira reactiva no se desnaturalice y deje de funcionar.

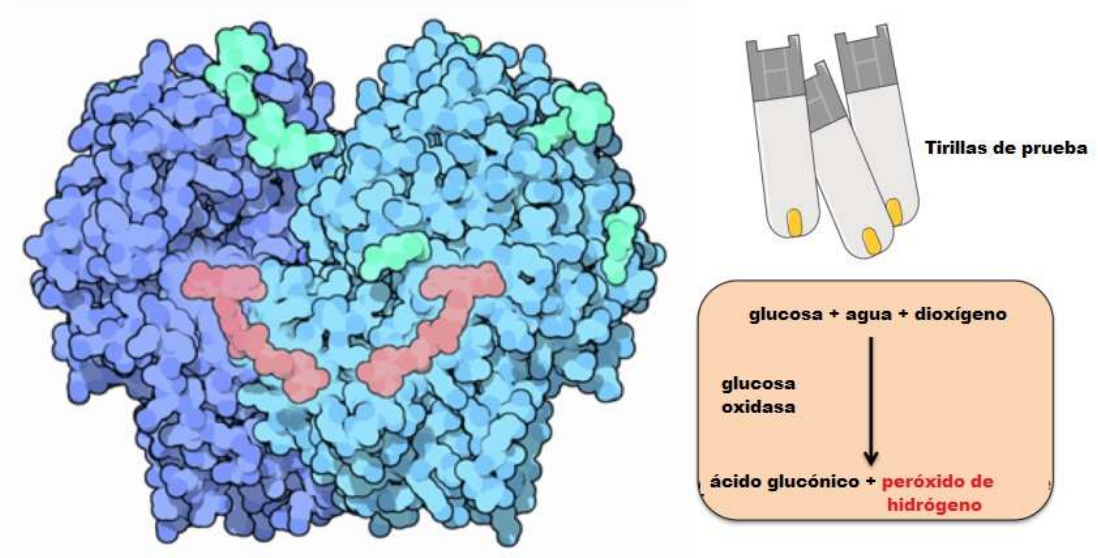


Figura 1: la estructura de la glucosa oxidasa (PDB ID 1gpe) se muestra aquí con dinucléotido flavina adenina (FAD, de color rojo). Imagen adaptada de (desde http://pdb101.rcsb.org/motm/77). También se muestra la reacción química utilizada para detectar los niveles de glucosa utilizando las tiras de prueba de diabetes.

Hemoglobina glicosilada

La hemoglobina A1c (o Hb A1c o A1c) se refiere al porcentaje de hemoglobina glicosilada presente en la sangre. La exposición prolongada a altos niveles de glucosa en la sangre lleva a que la glucosa se adhiera a las proteínas, incluida la hemoglobina. Dado que esto sucede durante un período de tiempo y es irreversible, la prueba de HbA1c no se ve afectada por fluctuaciones aleatorias debido a alteraciones temporales en la dieta, el estilo de vida, el estrés o la enfermedad del sujeto. Mantener una HbA1c por debajo del 5.7 % es indicativo de la salud normal. Un nivel de HbA1c de 5.7-6.4 % indica prediabetes, y cualquier valor mayor que 6.4 % indica una condición diabética que requiere tratamiento.

	HbA1c (%)	Glucosa plasmática en ayunas (mg/dL)	Test oral de tolerancia a la glucosa (mg/dL)
Diabetes	≥ 6.5	≥ 126	≥ 200
Prediabetes	5.7 – 6.4	100 - 125	140 – 199
Normal	~ 5.7	≤ 99	≤ 139

Tabla 1. Cuadro de control de la diabetes; Fuente: adaptado de la American Diabetes Association (2012)

Profundizando en la glicación o glicosilación de la hemoglobina

La hemoglobina es una proteína que se encuentra en los glóbulos rojos que transporta dioxígeno a través del cuerpo. La exposición prolongada a altos niveles de glucosa conduce a la glicación de proteínas que están expuestas a la sangre. Los glóbulos rojos tienen una vida útil de 3-4 meses, por lo que la medición del nivel de glicación de la hemoglobina refleja el control promedio de glucosa en la sangre de la persona durante los últimos 2 a 3 meses. El alto porcentaje de A1c refleja un bajo control de los niveles de glucosa en sangre en los últimos meses.

Las condiciones que cambian la vida media de los glóbulos rojos, como muchas anemias (incluida la resultante de anemia de células falciformes) o talasemias, pueden confundir la prueba.

Un ejemplo de la glicación de la hemoglobina se muestra en la *Figura 2*, en la que la glucosa se une covalentemente a las cadenas laterales de la lisina y experimenta isomerización.

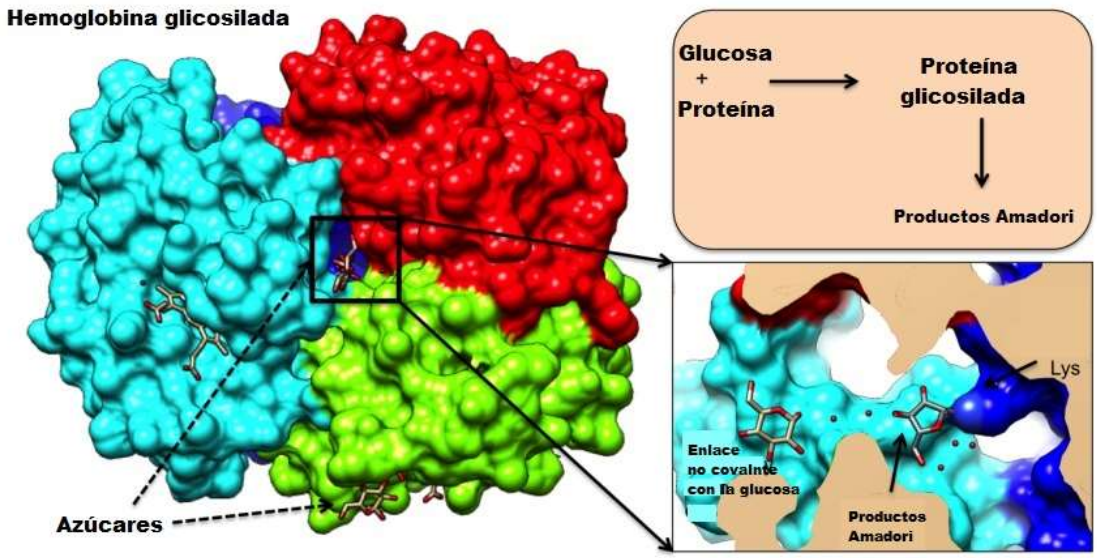


Figura 2: Hemoglobina glicada o glicosilada (PDB ID 3b75) y un primer plano del aminoácido modificado Lisina 99 en una de las cadenas de hemoglobina α

Preguntas guía:

1. ¿Cómo funcionan los glucómetros modernos?

2. ¿Qué cuidados se deben tener al guardar las tirillas de prueba del glucómetro?

3. Escribe la fórmula química de la glucosa, el ácido glucónico y el peróxido de hidrógeno.

4. ¿Qué ventajas presenta la prueba de la hemoglobina glicosilada?

5. Una paciente se realizó tres exámenes de sangre con una diferencia de seis meses cada uno obteniendo los siguientes resultados:

Examen 1 % Hb A1c 5,1
Examen 2 % Hb A1c 5,4
Examen 3 % Hb A1c 5,8

¿Qué interpretas de los resultados?
¿Qué le sugerirías?

6. ¿Cómo se glicosila la hemoglobina?

7. ¿Qué es la lisina? Escribe su fórmula química.

PARA PROFUNDIZAR...

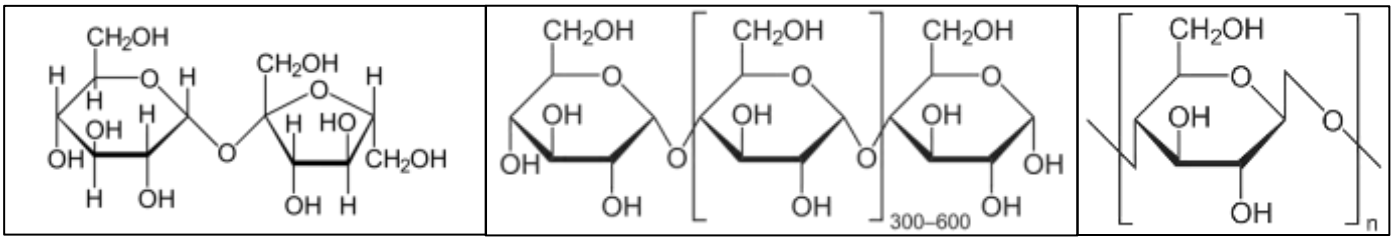
Con el fin de asociar la ingesta de macro y micronutrientes con el control metabólico de pacientes con diabetes tipo 2, académicos de la carrera de Nutrición y Dietética de la Universidad San Sebastián desarrollaron el estudio "Asociación entre nutrientes y hemoglobina glicosilada en diabéticos tipo 2".

Los resultados determinaron que el consumo elevado de CHO (glúcidos) en especial de rápida absorción, altos en sacarosa y bajos en fibra (pan, dulces y bebidas, entre otros) se asocia como factor de riesgo en el incremento de hemoglobina A1c (HbA1c), cuyo monitoreo permite el control de la glucosa de los tres últimos meses del paciente. Sin embargo, no se asoció con ingesta de proteínas o grasas.

"Los diabéticos deben optar por los alimentos de bajo índice glicémico. Es mejor comer una pasta al dente que una pasta recocida o un arroz integral que uno blanco. La cantidad de CHO es la misma, pero la manera en que se comporta en la sangre es distinta. Además se debe aumentar el consumo de leguminosas, frutas y verduras, en la cantidad que recomiende su nutricionista, según la necesidad de cada paciente", finaliza Durán.

El estudio incluyó a 714 diabéticos tipo 2 de ambos sexos entre 27 y 90 años, a quienes se les realizó una encuesta alimentaria de Tendencia de Consumo de Alimentos con frecuencia semanal, la cual proporcionó información detallada sobre el consumo de alimentos de cada persona y se comparó con la HbA1c. Además, se les efectuó una evaluación antropométrica de peso y talla, y el estado nutricional fue determinado con el índice de masa corporal.

a) ¿Qué son los macro y micronutrientes?
b) ¿Qué es el índice glicémico de los alimentos?
c) ¿Cuáles son los glúcidos de rápida absorción? ¿En qué alimentos se consumen mayoritariamente?
d) ¿Cuál es la composición química de la fibra dietética? ¿Por qué es recomendable su ingesta regular, en especial por las personas diabéticas?
e) ¿Cuáles fueron las variables estudiadas en la investigación? ¿Cuál fue la variable independiente, la dependiente y las variables a controlar?
f) ¿Cuál crees que es la *pregunta investigable* que buscaban contestar a través de la investigación?
g) ¿Cómo relacionas las siguientes fórmulas químicas con el texto?



Autores: Anarella Gatto y Andrés Hirigoyen

Créditos:

✓ **Referencias bibliográficas:**

- Jiang, J. y Dutta, S., reviewed Schnieder, S. y Burley, S. (2016, verano). Diabetes Mellitus Diagnosis. PDB-101 Molecular explorations through biology and medicine. Educational Portal of PDB. Recuperado de: https://pdb101.rcsb.org/global-health/diabetes-mellitus/monitoring/diagnosis#hb-a1c
- Noticias de la Ciencia**.** (24 de mayo de 2016). Un estudio confirma la estrecha relación entre diabetes tipo 2 y carbohidratos. Recuperado de: http://noticiasdelaciencia.com/not/19672/un-estudio-confirma-la-estrecha-relacion-entre-diabetes-tipo-2-y-carbohidratos/

✓ **Imágenes:**

- diabetes-la-sangre-dedo-glucosa-777002 | Autor: Tesa Photography | Licencia: CC0
- https://cdn.rcsb.org/pdb101/global-health/diabetes-mellitus/files/Blood-Test-Levels-for-Diagnosing-DM_0.PNG
- https://cdn.rcsb.org/pdb101/global-health/diabetes-mellitus/files/plasma-glucose.png
- https://cdn.rcsb.org/pdb101/global-health/diabetes-mellitus/files/hba1c-fig.png
- Sucrose structure formula | Autor: Bas | Licencia: CC BY-SA 3.0
- Amylose2 | Autor: NEUROtiker | Licencia: CC0
- Cellulose Haworth | Autor: NEUROtiker| Licencia: CC0
- desayuno-café-naranjas-queso-1342299 | Autor: annca | Licencia: CC0

Fecha de publicación: 23 de octubre de 2017

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional.