

Diabetes mellitus:

Nuevas fronteras tecnológicas
en la detección continua de glucosa,
el monitoreo sin dolor y sin pinchazo.

Por Raúl Rosales-Ibáñez*

Introducción

La diabetes *mellitus* es una enfermedad metabólica crónica que en su origen y etiología se caracteriza por alteraciones en la secreción de insulina, en la sensibilidad a la acción de la hormona, o de ambas en algún momento de su historia natural.¹³ El efecto de la diabetes sin control, con el paso del tiempo puede provocar daño en diferentes órganos y sistemas como son cardiovascular, renal, oftálmico, nervioso, puede provocar cicatrización de heridas deficiente y en algunos casos hasta pérdida de órganos dentales, así como alteración en la circulación de extremidades inferiores (generalmente) que puede llevar a la amputación¹.

¿Qué provoca la elevación de los niveles de glucosa en sangre? Cuando los sujetos se alimentan con hidratos de carbono como pan, arroz, pasta, etc., su cuerpo realiza un proceso de digestión o descomposición de esos alimentos los cuales son llevados a su forma más simple que es la glucosa. Al llegar la glucosa a la circulación sanguínea, necesita un transportador (insulina) para ser llevada a su destino final que es la célula. La insulina es una hormona (sustancia química) producida por el páncreas esta al ser liberada, actúa como llave para abrir la puerta de la membrana celular, lo que permite que la glucosa entre en las células de su cuerpo. La glucosa proporciona el combustible o la energía de los tejidos y los órganos necesitan para que funcionen correctamente.²

Al tener alteraciones en la secreción y sensibilidad a la insulina, la glucosa no puede ingresar a las células del cuerpo, por lo tanto, permanece en la circulación sanguínea lo que provoca que los niveles de glucosa en sangre

se mantengan elevados. Si el nivel de glucosa en sangre permanece alto durante un periodo prolongado, los tejidos y órganos del cuerpo pueden sufrir daños graves. Algunas complicaciones pueden poner en peligro la vida con el tiempo².

Diagnóstico y tratamiento

Se puede hacer un diagnóstico temprano con análisis de sangre y son relativamente baratos, con una prueba rápida a través de una punción en el dedo y tiras reactivas, las cuales son pequeños trozos de plástico que disponen en un espacio los elementos reactivos necesarios para que, una vez entre en contacto con la sangre, reaccionen de forma que se puede determinar químicamente la cantidad de glucosa en sangre.³ El tratamiento de la diabetes consiste en llevar una dieta saludable, realizar actividad física, reducir la glucemia y otros factores de riesgo conocidos que dañan los vasos sanguíneos. Además, para evitar las complicaciones, los fumadores deben abandonar el hábito.¹ En cuanto al tratamiento farmacológico, va a depender del tipo de diabetes que se tenga, en ese sentido, para la diabetes tipo 1, debe inyectarse insulina todos los días,² y en los casos de diabetes tipo 2, el tratamiento incluye medicamentos como los hipoglucemiantes.⁴

¿Cuándo controlarse o medir glucosa en sangre?

Para averiguar cómo responde específicamente la glucosa en sangre del plan de tratamiento de cada paciente, se recomienda controlar la glucosa en sangre en diferentes horarios durante el día. Los buenos momentos para

medir la glucosa en sangre incluyen antes y después de las comidas, y cada vez que se sienta “bajo” o sienta que la glucosa en sangre puede estar fuera del objetivo. Los controles o mediciones de la glucosa en sangre también son una buena recomendación cuando está enfermo o durante un cambio de actividad.⁵

Medidores de glucosa

Medidores de glucosa para análisis mediante punción del dedo

Medidores de glucosa existen muchas marcas y modelos, que varían en precio y características. Cada medidor necesita una muestra de sangre que generalmente se obtiene pinchando la yema del dedo con un dispositivo de punción. La misma se coloca sobre una tira reactiva que se inserta para su análisis dentro del medidor, la sangre se puede obtener de sitios alternativos.⁶

Tecnología en el control de la glucosa en sangre

Actualmente la tecnología para el control de glucosa está bien establecida. Esta práctica ha dado beneficios económicos y desde el punto de vista clínico para que los pacientes puedan conocer sus niveles de glucosa en sangre. El panorama de las tecnologías de control de glucosa se está expandiendo y cambiando rápidamente. En el presente artículo se describen algunos dispositivos médicos de avanzada tecnología para el control o monitoreo de glucosa⁵.

Método mínimamente invasivo

La prevalencia de la diabetes ha aumentado exponencialmente, las auto-mediciones de

la glucosa en sangre, basada en muestras obtenidas por punción en el dedo y tiras reactivas, ha sido un factor crítico para el manejo y monitoreo de la diabetes por más de tres décadas, en ese sentido ha aumentado la necesidad de métodos no invasivos confiables para la vigilancia de la glucosa, recientemente se están explorado diferentes tipos de biofluidos como saliva, lágrimas, sudor o líquido intersticial, que son métodos indoloros.⁶

Método en saliva

La saliva es un biofluido fácilmente disponible rica en varios biomarcadores, pero su complejidad, incluida la alta viscosidad y posible contaminación con alimentos y bacterias, plantea importantes desafíos reproducibles para el monitoreo de la glucosa.⁶ El biosensor de glucosa en saliva comprende la unidad de biosensor de glucosa y una aplicación o application (*App* por sus siglas en inglés). La unidad de biosensor de glucosa es una pequeña tira desechable que, cuando se expone a la saliva de un sujeto, proporciona instantáneamente una medición de glucosa, la cual se presentará en tiempo real, a través de una *App* digital en el dispositivo telefónico.⁷

Método en lágrimas (Sensor NovioSense®)

El sensor de glucosa NovioSense®, con este método se obtienen lágrimas debajo del párpado inferior (fondo de saco conjuntival inferior) (Figura 1), estudios en animales han mostrado una clara viabilidad clínica en animales, también existe el reporte de un ensayo clínico fase II en seis pacientes con diabetes *mellitus* tipo 1, los resultados del estudio demuestran claramente que el líquido lagrimal puede ser un marcador valioso para las mediciones de glucosa con el dispositivo NovioSense®.⁸



Figura 1. La fotografía en el ojo del sujeto muestra la posición del sensor en el fondo de saco conjuntival inferior. Tomada del artículo de la referencia número 6 de los autores: Kownacka AE y cols (2018).

Método líquido intersticial

Respecto a este método, se caracteriza por forzar de alguna manera el paso de líquido intersticial a través de la piel, emplea microagujas (demasiado pequeñas para verlas) a base de enzimas se insertan debajo de la piel para medir los niveles de glucosa en el líquido intersticial (líquido que rodea las células) de la piel. El método se basa en la correlación entre los niveles de glucosa en el líquido intersticial y la sangre.^{9,10}

Sudor de la yema del dedo (Sistema Biolinq®)

Un nuevo, rápido y confiable método que combina el sudor de la yema del dedo y un hidrogel de alcohol polivinílico que se encuentra adherido a un sensor electroquímico simple táctil (Figura 2). La membrana absorbe el sudor, el sensor realiza una rápida lectura del sudor por medio de un algoritmo personalizado que proporciona una estimación de los niveles de glucosa en sangre.¹¹

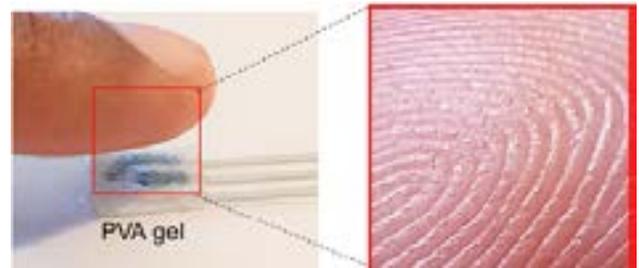


Figura 2. Sistema Biolinq®, es método de monitoreo confiable de glucosa sin sangre, es un sistema que tiene un hidro gel de alcohol polivinílico o polyvinyl alcohol (PVA por sus siglas en inglés) sobre un sensor, absorbe el sudor obtenido de la yema del dedo. Imagen tomada de <https://www.biolinq.com>

Método no invasivo de detección de glucosa en sangre

Este método emplea la primera pulsera de medición de glucosa en sangre o *the first glucose measuring wristband®* en inglés (Figura 3), este método es indoloro y puede realizar mediciones las 24 horas del día y los siete días de la semana. La tecnología de detección patentada por la compañía Quantum Operation Inc., permite que el sensor de monitoreo mida con precisión la glucosa en el torrente sanguíneo de una persona a través de la piel.¹²



Figura 3. La imagen muestra la primera pulsera de medición de glucosa en sangre o *the first glucose measuring wristband®* en inglés, este método es no invasivo e indoloro. Galardonado como el premio Best of Consumer Electronic Show (CES) Android Authority, y mejor innovación portátil PHANDROID. Tomado de <https://quantum-op.co.jp/en>

Conclusiones

Los nuevos hallazgos de la tecnología son muy innovadores para fomentar el auto cuidado sobre todo en los sujetos que cursan con un problema de salud, como la diabetes *mellitus*, ya que es recomendable un monitoreo constante para tener un control de los niveles de glucosa en sangre.

En los últimos años se observa un incremento considerable de nuevas terapias contra problemas de salud, esos avances en ocasiones no son suficientes, es deseable que los pacientes modifiquen sus hábitos alimenticios, hacer ejercicio entre otras recomendaciones para poder tener una mejor calidad de vida.

Referencias

1. *Diabetes*. (2021, 13 abril). Organización Mundial de la Salud. Recuperado 18 de noviembre de 2021, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
2. *Diabetes: An Overview*. (2021, 28 marzo). Clevelandclinic.org. Recuperado el 18 de noviembre de 2021, de <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/7104-diabetes-mellitus-an-overview>
3. Fachetti, L. A. (2020b, junio 17). *Everything You Need To Know About Diabetes Test Strips*. TheDiabetesCouncil. Com. Recuperado el 24 de noviembre de 2021, de <https://www.thediabetescouncil.com/everything-you-need-to-know-about-diabetes-test-strip-s/>
4. Padhi, S., Nayak, A. K., & Behera, A. (2020). Type II diabetes mellitus: a review on recent drug based therapeutics. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 131, 110708. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110708>
5. *Análisis de azúcar en sangre. Por qué, cuándo, y cómo*. (2020, enero 21). Mayoclinic.org. Recuperado el 18 de noviembre de 2021, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/diabetes/in-depth/blood-sugar/art-20046628>
6. Teymourian, H., Barfidokht, A., & Wang, J. (2020). Electrochemical glucose sensors in diabetes management: an updated review (2010–2020). *Chemical Society Reviews*, 49(21), 7671–7709. <https://doi.org/10.1039/d0cs00304b>.
7. *The iQ Group Global introduces the saliva glucose biosensor* - GBS inc. (2019, 26 febrero). Gbs.Inc. Recuperado el 18 de noviembre de 2021, de <https://gbs.inc/the-iq-group-global-introduces-the-saliva-glucose-biosensor/>
8. Kownacka, A. E., Vegelyte, D., Joosse, M., Anton, N., Toebes, B. J., Lauko, J., Buzzacchera, I., Lipinska, K., Wilson, D. A., Geelhoed-Duijvestijn, N., & Wilson, C. J. (2018). Clinical Evidence for Use of a Noninvasive Biosensor for Tear Glucose as an Alternative to Painful Finger-Prick for Diabetes Management Utilizing a Biopolymer Coating. *Biomacromolecules*, 19(11), 4504–4511. <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.8b01429>.
9. Bhandodkar, A. J., Jia, W., Yardimci, C., Wang, X., Ramirez, J., & Wang, J. (2014). Tattoo-Based Noninvasive Glucose Monitoring: A Proof-of-Concept Study. *Analytical Chemistry*, 87(1), 394–398. <https://doi.org/10.1021/ac504300n>
10. Sempionatto, J. R., Moon, J. M., & Wang, J. (2021). Touch-Based Fingertip Blood-Free Reliable Glucose Monitoring: Personalized Data Processing for Predicting Blood Glucose Concentrations. *ACS Sensors*, 6(5), 1875–1883. <https://doi.org/10.1021/acssensors.1c00139>.
11. *Home*. (2021, 2 noviembre). Biolinq. Recuperado el 18 de noviembre de 2021, de <https://www.biolinq.com>
12. *Quantum Operation Inc.* (2021). Quantum Operation Inc. Recuperado 18 de noviembre de 2021, de <https://quantum-op.co.jp/en>
13. Conget, I. (2002). Diagnóstico, clasificación y patogenia de la diabetes mellitus. *Revista Española de Cardiología*, 55(5), 528–535. [https://doi.org/10.1016/s0300-8932\(02\)76646-3](https://doi.org/10.1016/s0300-8932(02)76646-3).

AUTORES

1 Dr. Raúl Rosales-Ibáñez

Responsable del Laboratorio de Ingeniería Tisular y Medicina Traslacional, Facultad de Estudios Superiores, UNAM.

Líneas de investigación: Ingeniería Tisular, cultivo y control de calidad de células troncales, ensayos in vitro y in vivo.

Cirujano Dentista, Especialista en Ortodoncia, Doctor en Ciencias en Ingeniería Tisular Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT: Nivel I

rosales_ibanez@unam.mx

Teléfono: 53 69 75 74

2 Dr. Manuel Piña Jaen

Servicio de Geriátrica, Hospital Regional Primero de Octubre ISSSTE Líneas de investigación: Envejecimiento, alteraciones del metabolismo, nutrición. Médico Cirujano, Especialista en Geriátrica, Especialista en Nutrición Clínica y Geriátrica.

medicina.geriatica@yahoo.com

Teléfono 5579589700

1 M en C Arely M. González González

Cirujano dentista por la FES Iztacala, UNAM

Estudiante de doctorado en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN

Profesor Asignatura de Biología Bucal en FES Iztacala UNAM

Líneas de investigación: Cultivo de células troncales de tejidos e Ingeniería tisular de cartílago articular

3 Dr. Alvaro Edgar González Aragón Pineda

Laboratorio de Salud Pública Bucal, Facultad de Estudios Superiores, UNAM. Líneas de investigación: Salud bucal de niños y adolescentes, epidemiología del desgaste dental erosivo, Salud del adulto mayor.

Cirujano Dentista, Especialista en Ortodoncia, Maestro en Ciencias, Doctor en Ciencias. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores del CONACYT: Nivel C

alvaroedgar@unam.mx

Teléfono: 55 29 54 6769

1 M en C Rosario Morales-de la Luz

Laboratorio de Ingeniería Tisular y Medicina Traslacional, Facultad de Estudios Superiores, UNAM.

Líneas de investigación: Ingeniería Tisular, cultivo y control de calidad de células troncales, ensayos en in vitro y en in vivo.

Cirujano Dentista, Especialista en Patología Bucal, Maestra en Ciencias en Patología Bucal

rosario.morales@iztacala.unam.mx

Teléfono: 55 32 53 79 72

4 M en C Rogelio González Correa

Profesor Asignatura, Facultad de Estomatología, UASLP

Líneas de investigación: Odontología Integral

Cirujano Dentista, Maestro en Ciencias de Odontología Integral

r_gonzalez_correa@yahoo.com

Teléfono: 444 826 2300

Raúl Rosales-Ibáñez^{*1}, Manuel Piña-Jaén², Arely Monserrat González-González¹, Alvaro Edgar González-Aragón Pineda³, Rosario Morales-de-la-Luz¹, Rogelio González-Correa⁴

*Autor para correspondencia: Raúl Rosales-Ibáñez
rosales_ibanez@unam.mx