

# Todo lo que usted quiso saber sobre la monitorización de la glucosa y nunca se atrevió a preguntar

José Miguel Borrachero Guijarro

Médico de familia del Centro de Salud Barrio Peral, Cartagena (Murcia)

Ana María Cebrián Cuenca

Médico de familia del Centro de Salud Cartagena Casco Antiguo, Cartagena (Murcia)

## RESUMEN

Existen hoy en día dos maneras muy fiables de medir los niveles de glucosa circulante en nuestro organismo: el autocontrol de la glucemia capilar (SMBG), consistente en un mecanismo directo de obtención puntual de sangre (generalmente en el pulpejo de los dedos) y los sistemas de medición continua de la glucosa (SMCG), que miden la glucosa del líquido intersticial, correlacionándose esta adecuadamente con la glucosa plasmática, y permitiendo, además, medir los niveles de esta glucosa de forma continua. Los SMCG proporcionan información detallada y muy rápida al paciente sobre los niveles de glucosa, el tiempo en rango glucémico, la variabilidad glucémica y las tendencias. Esta tecnología sanitaria facilita la toma de decisiones terapéuticas a partir de datos en tiempo real, optimizando la insulinización y mejorando el cuidado y la calidad de vida del paciente con diabetes mellitus (DM). Actualmente el sistema de SMCG está financiado en el Servicio Nacional de Salud (SNS) en pacientes con diabetes mellitus tipo 1 (DM1). En determinados pacientes con diabetes mellitus tipo 2 (DM2) la financiación del sistema de SMCG ya está aceptada en algunas comunidades y a la espera de aceptación en el resto comunidades.

**Palabras clave:** tecnología de diabetes, monitorización de glucosa en sangre, monitorización continua de glucosa.

**Keywords:** diabetes technology, blood glucose monitoring, continuous glucose monitoring.

## AUTOANÁLISIS DE GLUCEMIA

Se conoce con este nombre general la obtención de los niveles de glucosa en sangre capilar/líquido intersticial, por el propio paciente, a través de medidores portátiles/percutáneos.

El autoanálisis de la glucemia forma parte del autocontrol de la DM, uno de los pilares básicos en la educación diabetológica que debe recibir toda persona con diabetes mellitus desde el inicio de la enfermedad, como parte del tratamiento y del seguimiento posterior<sup>1</sup>. Sin educación diabetológica el autoanálisis (AA) de glucemia no es útil nunca, salvo para la detección de hipoglucemias<sup>2</sup>.

A todos los pacientes que reciben insulina o antidiabéticos orales (ADO) secretagogos se les recomienda realizar AA; por el contrario, no es necesario en quienes no toman este tipo de fármacos, aunque diversas revisiones demuestran que, a mayor frecuencia de AA, mejor control de la hemoglobina

glicada (HbA1c) a corto ( $\leq 6$  meses) y largo plazo ( $\geq 12$  meses) en pacientes con DM2 que no usaban insulina<sup>3</sup> (no sin cierta controversia al respecto, según Cochrane<sup>4</sup>), así como en pacientes con tratamientos insulínicos no intensivos<sup>5</sup>.

Las pautas de AA deben ser individualizadas, en función de las características del paciente, teniendo en cuenta<sup>6</sup>:

- Tipo de DM.
- Tipo de tratamiento de la DM.
- Grado de control necesario de la enfermedad: el objetivo preestablecido juntamente con el paciente.
- Situaciones especiales: enfermedades intercurrentes, periodos de inestabilidad, cambios de tratamiento de la DM y/o de otras patologías, embarazo, cambios de actividad...
- Desempeño de ciertas profesiones (conductores, por ejemplo).

Dentro de la clasificación de tipos de AA de glucosa podemos distinguir dos tipos:

1. El más clásico, llamado **autocontrol de la glucemia capilar**, o *Self-Monitoring of Blood Glucose* en inglés (SMBG), que consiste en la determinación del nivel de glucosa en sangre capilar como prueba para facilitar la autogestión de la diabetes mellitus por parte del paciente. Este análisis, realizado de forma sencilla a través del uso de un glucómetro y su tira reactiva correspondiente sobre la que se recoge una gota de sangre del paciente, permite conocer en pocos segundos y de forma muy fiable el nivel de glucemia que presenta una persona en ese momento. El lugar de punción habitual suele ser el pulpejo de alguno de los dedos de las manos; el AA en otro lugar del cuerpo diferente al pulpejo (por ejemplo, el antebrazo) no es más útil o exacto, aunque sí algo menos doloroso. Un estudio realizado en un pequeño número de pacientes tratados con insulina evidencia que cuando hay cambios rápidos de la glucemia, los lugares alternativos pueden dar resultados retrasados en comparación con los obtenidos en los dedos<sup>7</sup>.

La historia de los diferentes tipos de glucómetros, que se remonta a 1957, y la invención de otros sistemas de medición posteriores merece un artículo aparte y no lo abordaremos aquí por no considerarlo el tema central de esta revisión.

Recientemente, la American Diabetes Association (ADA) ha reemplazado el término autocontrol de la glucosa en sangre (SMBG) por el de *control de glucosa en sangre* (CGS)<sup>8</sup>. En cualquier caso, llámese SMBG o CGS, tradicionalmente este tipo de AA se ha considerado una herramienta clave para el manejo de las personas con diabetes mellitus tratadas con insulina<sup>9,10</sup>.

2. Los **sistemas de medición continua de la glucosa (SMCG)**, ya imprescindibles en la telemedicina, son herramientas que permiten medir la glucosa de forma continua, dando lecturas cada 5 minutos. Se componen de un sensor que posee un filamento flexible que se inserta debajo de la piel y que tiene una vida de 6-14 días (según el modelo en cuestión) y un transmisor que envía la señal a un dispositivo receptor (monitor) para informarnos de la lectura. Por ello, la glucosa que miden es la del líquido intersticial.

¿Qué **tipos de SMCG** existen? Se condensan en dos modalidades de medición continua a tiempo real:

- Los sistemas de monitorización continua propiamente dichos que dan una lectura directa a un transmisor con trazados de perfil en tiempo real y de 24 horas y permiten la existencia de alarmas de límite de glucosa alta o baja

(entre otras). Entre estos sistemas se encuentran el sensor Enlite de Medtronic® y el sensor Dexcom®, con su versión de lectura en monitor y en pantalla de bomba de insulina. Estos sistemas requieren calibración mediante controles de glucemia capilar.

- Los sistemas de monitorización flash que dan una lectura continua en tiempo real y el trazado de las últimas 8 horas de glucosa siempre y cuando la persona acerque el receptor al sensor. No cuentan con la posibilidad de alarmas. Como ejemplo disponemos del sistema Freestyle Libre®, que viene calibrado de fábrica y, por tanto, no requiere calibración con glucemias capilares.

Ambos tipos de sistema permiten, además, una lectura retrospectiva de días, semanas y meses al descargar dichos dispositivos en un ordenador, que puede ser de mucha utilidad para la persona que los utiliza, así como para el equipo de diabetes que le atiende. Estos mecanismos informan de tendencias hacia arriba o hacia abajo de la glucemia. Este último hecho no es baladí, ya que las flechas de tendencia aportan una información excepcional para el manejo de la diabetes mellitus y facilitan mucho la toma de decisiones con la consecuente mejora de la calidad de vida. Las personas que reciben una variedad de regímenes de insulina pueden beneficiarse claramente de la monitorización continua de la glucosa por su mejor control, la disminución de hipoglucemias, las molestias por las punzadas que exigen las tiras reactivas y por una mayor autoeficacia<sup>1</sup>.

Por otro lado, el control glucémico no solo se evalúa mediante el SMBG y el SMCG, sino también a través de la medición de la HbA1c y de dos conceptos más novedosos relacionados con el SMCG: el tiempo en rango (TIR, *Time in Range*, en inglés) y el indicador de control de la glucosa (GMI, *Glucose Management Indicator*, en inglés). La HbA1c es la métrica utilizada hasta la fecha en ensayos clínicos que demuestra los beneficios de un mejor control glucémico<sup>1</sup>. Aún así, la monitorización continua de la glucosa durante 14 días de los valores TIR y GMI se está abriendo camino como posible sustituta de la HbA1c en el manejo clínico del paciente con DM<sup>11,12</sup>.

Siguiendo la estela de los SMCG, el ensayo internacional ADAG<sup>13</sup> evaluó la correlación entre la HbA1c, los valores de monitorización de glucosa capilar y la monitorización continua de glucosa en 507 adultos (83 % de raza blanca no hispana) con diabetes mellitus tipo 1, tipo 2 y sin diabetes. Del estudio, la ADA y la Asociación Estadounidense de Química Clínica determinaron que la correlación en el ensayo ADAG ( $r = 0,92$ ) era lo suficientemente fuerte para los tres

valores como para justificar informar tanto del resultado de la HbA1c como del resultado de glucosa promedio estimado (eAG, según sus siglas en inglés) cuando un médico ordene la prueba de la hemoglobina glicada. En otro informe reciente, la glucosa media medida con SMCG versus la HbA1c analizada en un laboratorio central en 387 participantes de tres ensayos aleatorios demostró que la HbA1c puede subestimar o sobrestimar la glucosa media en los individuos<sup>14</sup>. Por lo tanto, como se desprende del estudio, el perfil de SMBG o el SMCG de un paciente tiene un potencial considerable para optimizar su control glucémico<sup>15</sup>.

La ADA publicó en enero de 2022 su revisión anual de *Standards of Medical Care of Diabetes*, haciendo hincapié en los objetivos de control de la glucosa con los nuevos sistemas<sup>1</sup> y algunos cambios en el apartado dedicado a las tecnologías en DM<sup>8</sup> respecto al 2021. En su introducción aclara que *tecnología en diabetes* es el término utilizado para describir el *hardware*, los dispositivos y el *software* que utilizan las personas con diabetes mellitus para ayudar a controlar su afección, desde el estilo de vida hasta los niveles de glucosa en sangre. Históricamente, la tecnología para la diabetes se ha dividido en dos categorías principales: insulina administrada con jeringa, pluma o bomba (también llamada infusión subcutánea continua de insulina) y glucosa en sangre evaluada mediante monitorización de glucosa en sangre y/o monitorización continua de glucosa. Más recientemente, la tecnología de la diabetes mellitus se ha ampliado para incluir dispositivos híbridos que controlan la glucosa y administran insulina, algunos automáticamente, así como *software* que sirve como dispositivo médico y brinda apoyo para el autocontrol de la diabetes. La tecnología, junto con la educación y el seguimiento, puede mejorar la vida y la salud de las personas con diabetes mellitus; sin embargo, su complejidad y el cambio rápido del panorama tecnológico también pueden ser una barrera para la implementación por parte de pacientes y proveedores. Los clínicos debemos estar preparados para afrontar este reto en nuestras consultas diarias.

### RECOMENDACIONES DE LA MONITORIZACIÓN DE LA GLUCOSA EN SANGRE Y USO DE LOS SISTEMAS DE CGS SEGÚN LA ADA 2021<sup>16</sup>-2022<sup>8</sup>

Aquí destacamos algunas de las recomendaciones de la ADA para el uso de la monitorización de la glucosa. En estas subrayan, por un lado, la necesidad de que todo paciente en tratamiento con insulina debe saber utilizar la monitorización de glucosa en sangre dentro de su plan terapéutico. Además, insiste en la importancia de elegir sistemas de CGS (glucómetros)

lo más exactos posibles, que cumplan la normativa vigente en la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, en inglés) 15197:2013 o en las guías de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA).

1. A las personas con diabetes mellitus se les debe proporcionar dispositivos de monitorización de glucosa en sangre según lo indiquen sus circunstancias, preferencias y tratamiento. Las personas que usan dispositivos de monitorización continua de glucosa deben tener acceso a la monitorización de glucosa en sangre en todo momento (nivel de evidencia A).
2. Se debe animar a las personas que reciben insulina y utilizan el autocontrol de la glucosa en sangre a que se hagan la prueba cuando sea apropiado en función de su régimen de insulina. Esto puede incluir la realización de pruebas en ayunas, antes de las comidas y los tentempiés, a la hora de acostarse, antes de hacer ejercicio, cuando se sospeche que el nivel de glucosa en sangre es bajo, después de tratar la glucosa en el caso de una hipoglucemia hasta que su nivel sea normoglucémico, y antes y durante la realización de tareas críticas como la conducción (nivel de evidencia B).
3. Los proveedores deben ser conscientes de las diferencias de precisión de los medidores de glucosa; solo se deben recomendar los aprobados por la FDA con una precisión demostrada, con tiras no caducadas y adquiridos en una farmacia (o centro de salud) por un distribuidor autorizado (nivel de evidencia E). En la guía de 2022 aconsejan encarecidamente que estas tiras no se adquieran a través de proveedores no conocidos o de segunda mano.
4. Cuando se prescribe como parte de un programa de educación para el autocontrol de la diabetes mellitus y un programa de apoyo, la automonitorización de la glucosa en sangre puede ayudar a orientar las decisiones de tratamiento y/o el autocontrol de los pacientes que se inyectan insulina haciendo que lo hagan con menos frecuencia (nivel de evidencia B).
5. El uso de la tecnología debe individualizarse en función de las necesidades, los deseos, el nivel de habilidad y la disponibilidad de dispositivos del paciente (nivel de evidencia E).
6. Aunque el autocontrol de la glucosa en sangre en pacientes con terapias no insulínicas no ha mostrado de forma consistente reducciones clínicamente significativas en la HbA1c, puede ser útil cuando se modifica la dieta, la actividad física y/o los medicamentos (en particular medicamentos que pueden causar hipoglucemia) junto con un programa de ajuste del tratamiento (nivel de evidencia E).

7. Cuando prescriba autocontrol de glucosa en sangre, asegúrese de que los pacientes reciban instrucciones continuas y una evaluación periódica de la técnica, los resultados y su capacidad para utilizar los datos, incluida la compartición de datos (si procede), para ajustar la terapia (nivel de evidencia E).
8. Los proveedores de atención médica deben ser conscientes de los medicamentos y otros factores, como la vitamina C en dosis altas y la hipoxemia, que pueden interferir con la precisión del medidor de glucosa y proporcionar un tratamiento médico pertinente (nivel de evidencia E).

En relación al SMBG, debido a glucómetros con baja exactitud o a una mala técnica a la hora de realizar la glucemia capilar, se puede llegar a errores en los resultados, dando valores más altos o bajos de lo real<sup>17</sup>. La necesidad de tener que realizar una punción en el dedo cada vez que se quiere tener un resultado, supone además de la posibilidad de errores en la técnica, una falta de adherencia por parte de los pacientes.

Existen factores que pueden influir en las lecturas de los glucómetros como son la saturación de oxígeno, la temperatura y algunos fármacos<sup>18</sup>.

La limitación principal de SMBG es la imposibilidad de predecir la tendencia de la glucemia. Si la técnica y la calidad del dispositivo son altas, el nivel de precisión del resultado también lo serán, coincidiendo casi por completo con el nivel de glucemia real en ese momento. Pero no podremos predecir hacia dónde se dirige la glucemia (tendencia). No es lo mismo tener una glucemia de 80 mg/dl con tendencia a la baja que ese mismo valor con tendencia ascendente.

A pesar de la integración de *software* cada vez mejor asociado a los diferentes dispositivos para medir la glucemia capilar y predecir patrones, se hace difícil un registro preciso de la tendencia si no hay datos previamente recogidos, procesados y analizados. Solo así se pueden generar algoritmos que puedan automatizar este proceso y funcionar después sin la realización de tantas glucemias capilares por parte del paciente. Algunos dispositivos más avanzados permiten la integración de dichos algoritmos en las aplicaciones móviles que, con los datos de glucemia existentes, hacen una estimación de posibles patrones glucémicos, variabilidad y niveles de HbA1c. Pero todo dependerá del número de autocontroles que se realice el paciente para que la validez de estos resultados sea buena.

De momento, el SMBG no permite la interacción con bombas de insulina.

En la Tabla 1 podemos ver algunas de las características principales de SMBG. En la Tabla 2 sus principales ventajas e inconvenientes, así como un resumen de las recomendaciones generales dictaminadas por la ADA.

Los principales ensayos clínicos de pacientes tratados con insulina han incluido el CGS como parte de las intervenciones multifactoriales para demostrar el beneficio del control intensivo de la glucemia en las complicaciones de la diabetes mellitus<sup>19</sup>. El CGS es, por lo tanto, un componente integral de la terapia eficaz de los pacientes que toman insulina. El control de glucosa permite a los pacientes evaluar su respuesta individual a la terapia y evaluar si los objetivos glucémicos se están alcanzando de forma segura. La integración de los resultados en el control de la diabetes mellitus puede ser una herramienta útil para guiar la terapia de nutrición médica y la actividad física, prevenir la hipoglucemia o ajustar los medicamentos (en particular, las dosis de insulina prandial). Como ya se ha dicho anteriormente, las necesidades y los objetivos específicos del paciente deben dictar la frecuencia y el momento del CGS o la consideración del uso de los SMCG. Según lo recomendado por los fabricantes de dispositivos y la FDA, los pacientes que usan los SMCG deben tener acceso a las pruebas de CGS por múltiples razones, incluso cuando existe la sospecha de que el SMCG es inexacto, mientras esperan la calibración (en el caso de algunos sensores) o si aparece un mensaje de advertencia, y en cualquier entorno clínico donde los niveles de glucosa cambien rápidamente (>2 mg/dl/min), lo que podría causar una discrepancia entre los SMCG y la glucosa en sangre.

Podemos afirmar con rotundidad que con la aparición de los sistemas de monitorización continua de la glucosa hemos conseguido determinar mejor los patrones glucémicos, las tendencias, la variabilidad, etc. Sin duda **es el gran avance del control de la diabetes mellitus de este siglo**, sobre todo para personas en tratamiento con insulina.

### MONITORIZACIÓN CONTINUA DE GLUCOSA (MCG)

Todos los aparatos usados para la MCG son capaces de captar continuamente la glucosa del líquido intersticial. Al no obtener la glucosa directamente del torrente sanguíneo, existen diferencias con el SMBG. Ya comentamos que, al tener datos de forma continua, estos pueden ser almacenados y procesados permitiendo obtener tendencias de glucosa y cálculos de su variabilidad, patrones de excursiones glucémicas, tiempos en hipoglucemia, tiempos en rango, etc. En la Tabla 3 se recogen las principales diferencias entre la MCG y el SMBG.

**Tabla 1.** Características del autocontrol de la glucemia capilar (SMBG).

<b>Muestra</b>	Sangre capilar
<b>Retardo datos</b>	Casi inexistente.
<b>Afectación fluctuaciones grandes en resultado</b>	Casi inexistente.
<b>Actuación para conocer el resultado</b>	Punción dedo
<b>Número de datos glucemia/día</b>	Depende del usuario.
<b>Necesidad de llevar dispositivo externo pegado cuerpo</b>	No
<b>Predicción de tendencias</b>	No
<b>Cálculo de variabilidad</b>	No
<b>Alertas / Alarmas</b>	No
<b>Detección de patrones glucémicos</b>	No
<b>Interacción de sistemas ISCI</b>	No

ISCI: infusión subcutánea continua de insulina.

Elaboración propia a partir de diferentes fuentes<sup>8,16</sup>.

**Tabla 2.** Ventajas, inconvenientes y recomendaciones del autocontrol de la glucemia capilar (SMBG).

VENTAJAS
Método de medición de glucemia muy implantado en la sociedad.
No necesita llevar ningún transmisor pegado al cuerpo.
Suele ser muy exacto, da la glucemia en tiempo real.
Pocos errores en momentos de alta fluctuación glucémica.
INCONVENIENTES
Precisa de una técnica no compleja, aunque sí se debe conocer.
Precisa de la punción cada vez que se quiere obtener un resultado (baja la adherencia).
No permite conocer tendencias.
Es difícil obtener patrones fiables de glucemia.
No mide variabilidad.
No avisa de hipoglucemias nocturnas.
No tiene alertas.
RECOMENDACIONES
Utilización como único sistema de autoanálisis de glucemia cuando el usuario no quiera utilizar los sistemas de monitorización continua de la glucosa (SMCG).
Si utiliza SMCG, el SMBG se debería utilizar para:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibrar si es necesario el SMCG.</li> <li>• Determinar el valor de la glucemia en momentos de alta fluctuación glucémica.</li> <li>• Comprobar la glucemia si los datos del SMCG no coinciden con la clínica.</li> <li>• Utilizar como método de control glucémico en determinados momentos donde el usuario no utilice el SMCG.</li> </ul>

Elaboración propia a partir de diferentes fuentes<sup>8,16</sup>.

## Todo lo que usted quiso saber sobre la monitorización de la glucosa y nunca se atrevió a preguntar

Existen diferentes dispositivos de MCG. Todos ellos tienen unas características comunes y otras que los diferencian entre sí. Los profesionales sanitarios debemos conocerlas para poder ayudar a las personas con diabetes mellitus a elegir aquel que mejor se adapte a cada uno (véase la Tabla 4).

### RECOMENDACIONES DE USO DE MCG SEGÚN LA ADA 2021<sup>16</sup>-2022<sup>8</sup>

Todos los aparatos usados para la MCG son capaces de captar continuamente la glucosa del líquido intersticial. Al no obtener

**Tabla 3.** Diferencias entre la monitorización continua de la glucosa (MCG) y el autocontrol de la glucosa capilar (SMBG).

	MCG	SMBG
<b>Muestra</b>	Líquido intersticial	Sangre capilar
<b>Retardo datos</b>	Un mínimo 5 minutos	Ninguno
<b>Afectación de fluctuaciones grandes en el resultado</b>	Aumenta la diferencia de resultado con glucemia en sangre	No varía apenas
<b>Actuación para conocer resultado</b>	Ninguno o escaneo	Precisa punción digital
<b>Número de datos glucosa/día</b>	Más de 1400 registros	Limitado a pruebas realizadas
<b>Necesidad de llevar dispositivo externo pegado cuerpo</b>	Sí	No
<b>Predicción de tendencias</b>	Sí	No
<b>Cálculo de variabilidad</b>	Sí	No
<b>Alertas/alarmas</b>	Sí	No
<b>Detección de patrones glucémicos</b>	Sí	Difícil
<b>Interacción con sistemas de infusión subcutánea continua de insulina (ISCI)</b>	Algunos	No

Elaboración propia a partir de diferentes fuentes<sup>8,16,20</sup>.

**Tabla 4.** Clasificación de medidores continuos de glucemia (MCG).

<b>De uso PROFESIONAL</b>	Son dispositivos que implantan los profesionales y dan información normalmente de 7 a 14 días, para ver tendencias y patrones iPro®2
<b>De uso por PACIENTES:</b>	
<b>MCG EN TIEMPO REAL (MCG-tR):</b>	Miden y muestran los niveles continuamente
No implantable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guardian Connect®</li> <li>Enlite®</li> <li>Dexcom®</li> <li>GlucoMen MCG®</li> </ul>
Implantable	Eversense®
<b>A DEMANDA, FLASH O USO INTERMITENTE (MFG)</b>	Miden los niveles de glucosa continuamente pero solo los muestran cuando se hace el barrido Free Style Libre®

Elaboración propia a partir de diferentes fuentes<sup>8,16</sup>.



la glucosa directamente del torrente sanguíneo, ya comentamos que existen diferencias con el SMBG. Sin embargo, al tener datos de forma continua, estos pueden ser almacenados y procesados permitiendo obtener tendencias de glucosa y cálculos de su variabilidad, patrones de excursiones glucémicas, tiempos en hipoglucemia, tiempos en rango, etc.

1. La monitorización continua de la glucosa en tiempo real (nivel de evidencia A) o la monitorización continua de la glucosa con barrido intermitente (nivel de evidencia C) se pueden utilizar para el control de la diabetes mellitus en adultos con diabetes que reciben insulina basal y que son capaces de utilizar los dispositivos de forma segura (ya sea solos o con un cuidador). La elección del dispositivo debe hacerse en función de las circunstancias, los deseos y las necesidades del paciente.
2. Al prescribir dispositivos de MCG se requiere una sólida educación, formación y apoyo para la implementación óptima del dispositivo MCG y un conocimiento práctico para su correcto uso continuado. Las personas que utilizan dispositivos de MCG deben tener la capacidad de realizar autocontroles de la glucosa en sangre para calibrar su monitor y/o verificar las lecturas si son discordantes con sus síntomas (nivel de evidencia B).
3. Cuando se utiliza la MCG en tiempo real correctamente, en el caso de aplicar múltiples inyecciones diarias de insulina o infusión subcutánea continua de insulina (nivel de evidencia A), así como en otras formas de tratamiento con insulina (nivel de evidencia C), es una herramienta útil para reducir y/o mantener los niveles de HbA1c y/o reducir hipoglucemia en adultos y jóvenes con diabetes mellitus.
4. Cuando se utiliza la MCG a demanda correctamente, en el caso de aplicar múltiples inyecciones diarias de insulina o infusión subcutánea continua de insulina (nivel de evidencia B), así como con otras formas de tratamiento con insulina (nivel de evidencia C), esta constituye una herramienta útil para reducir o mantener los niveles de HbA1c y/o reducir hipoglucemia en adultos y jóvenes con diabetes mellitus.
5. Los dispositivos de monitorización continua de glucosa de tipo flash/intermitentemente deben escanearse con frecuencia, como mínimo una vez cada 8 h (nivel de evidencia A).
6. Cuando se utiliza como complemento del autocontrol pre y posprandial, la MCG puede ayudar a alcanzar los objetivos de HbA1c en la diabetes gestacional (nivel de evidencia B).

**Tabla 5.** Ventajas, inconvenientes y recomendaciones del uso de la monitorización continua de la glucosa (MCG).

VENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite conocer la estimación de la glucemia en todo momento.</li> <li>• Permite conocer la tendencia de la glucosa, dato muy importante para poder tomar decisiones correctas.</li> <li>• Permite tener una base de datos glucémicos muy amplia. Existe <i>software</i> cada vez más complejo y eficaz que procesa todos estos datos de glucosa, actividad física, cantidad de carbohidratos tomados, etc. Todo esto permite estimar patrones de respuesta y, con ellos, se obtienen diferentes perfiles de variabilidad glucémica.</li> <li>• Permite conocer parámetros de control de glucosa más exactos que la HbA1c o el SMBG, como son el tiempo en rango, tiempo en hipoglucemia, tiempo en hiperglucemia, variabilidad glucémica. Son variables clínicas imprescindibles para conocer el manejo diario de personas con diabetes mellitus tipo 1 (DM1) y tipo 2 (DM2) en tratamiento con insulina.</li> <li>• Mejora todos los parámetros clínicos en los estudios realizados en DM1 y DM2 en tratamiento con insulina.</li> <li>• Disminuye la aparición de complicaciones en personas con DM1 y DM2 en tratamiento con insulina que utilizan MCG.</li> <li>• Detecta, incluso antes de que se produzcan, hipoglucemias. Gran relevancia en hipoglucemias asintomáticas y/o nocturnas.</li> <li>• Permite la integración con bombas de insulina, siendo elemento fundamental de los sistemas de bucle cerrado de liberación de insulina.</li> <li>• Mejora el control glucémico en embarazadas con mejora en parámetros neonatales con monitorización continua de la glucosa en tiempo real (MCG-tR).</li> <li>• Gran nivel de satisfacción de los usuarios que los utilizan. Especial importancia en los cuidadores de los niños pequeños. También corroborada su utilidad en otros ensayos clínicos para pacientes con DM2.</li> <li>• Permite que la persona con diabetes mellitus pueda tomar decisiones de forma autónoma con mayor posibilidad de acierto, disminuyendo la carga que de por sí supone vivir con diabetes mellitus.</li> </ul>

*(Continúa)*

### INCONVENIENTES

- Necesita llevar un dispositivo externo al cuerpo pegado con adhesivo (transmisor) y un sensor en líquido intersticial. Son cada vez más pequeños y su uso está cada vez más normalizado en la sociedad, pero supone una barrera a la hora de decidirse por estos dispositivos (sobre todo en la adolescencia).
- Necesita de un plan de educación diabetológica para saber interpretar los datos.
- En ocasiones, sobre todo en casos de fluctuaciones rápidas de glucemia o valores extremos, existe una falta de correlación entre el dato de glucosa intersticial y el de la glucosa capilar. Por eso, en tales ocasiones se aconseja contrastar la glucosa intersticial con el control capilar utilizando tiras reactivas lo más precisas posibles.
- Como toda tecnología puede estar sujeta a fallos o sufrir de períodos de abandono por parte de las personas con diabetes mellitus, es importante que los usuarios que usen la MCG tengan un sistema complementario de SMBG lo más preciso posible siempre disponible.
- Con todos los dispositivos de MCG se han encontrado situaciones de alergia al adhesivo del transmisor. Una solución para las personas que puedan padecer esta reacción adversa es valorar la posibilidad del MCG implantable, acercando el transmisor con una banda opaca en lugar de utilizar el adhesivo.
- El precio de algunos dispositivos.
- Estos sistemas, para conseguir ser efectivos, necesitan ir acompañados de un plan estructurado de educación diabetológica y otro de formación del personal sanitario que lo utiliza.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda como método para control glucémico en:

- Todas las personas con DM1.
- Las personas con DM2 en tratamiento con insulina o fármacos orales hipoglucemiantes.
- Prediabetes.
- Personas con diabetes con hipoglucemias asintomáticas.
- Personas con diabetes con hipoglucemias frecuentes.
- Personas con diabetes gestacional o en personas con diabetes que quedan embarazadas.
- Control parental de niños con diabetes.
- Personas con DM1 y DM2 que no cumplen o no llegan a objetivos de glucemia.
- Todos los portadores de bomba de insulina; incluso se debería usar previamente al comienzo de la terapia con bomba.
- El control glucémico, además de la MCG, se debe complementar con tiras de SMBG muy precisas, ya que es necesario calibrar o comprobar niveles de glucosa en sangre capilar en situaciones extremas de glucemia o cuando hay fluctuaciones importantes de la misma.

Elaboración propia a partir de diferentes fuentes<sup>8,16</sup>.

7. El uso profesional de la MCG en tiempo real o a demanda puede ser útil para identificar y corregir patrones de hiper e hipoglucemia y mejorar los niveles de HbA1c en personas con diabetes mellitus que precisen de regímenes de insulina, especialmente si requieren de insulina basal (nivel de evidencia C).
8. Las reacciones cutáneas, ya sean por irritación o alergia, deben ser evaluadas y tratadas para facilitar el uso de los dispositivos (nivel de evidencia E).
9. Las personas que utilicen MCG deberían tener un acceso continuado y financiado de los dispositivos (nivel de evidencia E).

Basándonos en toda la evidencia científica existente, en la Tabla 5 se describen las ventajas, inconvenientes y recomendaciones de estos sistemas de medición en el control de la glucemia.

#### ¿Cuál puede ser el mejor dispositivo para lograr una adecuada MCG?

No existe ningún dispositivo mejor que otro, si no que la elección dependerá fundamentalmente del perfil de paciente y las características de su diabetes basal. En la Tabla 6 recogemos las recomendaciones generales que ofrece la ADA al respecto<sup>8,16</sup>.



**Tabla 6.** Consejos para la elección de un dispositivo para la MCG en tiempo real (MCG-tR) vs. MCG tipo flash.

MCG-tR	MCG flash
Todos los pacientes con riesgo de padecer hipoglucemias	Personas con DM2 en tratamiento con insulina basal o agentes orales hipoglucemiantes
Hipoglucemias nocturnas	No cumplen objetivos de HbA1c con SMBG
Hipoglucemias asintomáticas	Pacientes con DM2 y nivel adecuado de control de la HbA1c, pero con hipoglucemias frecuentes
Diabetes y embarazo	
Actividad física elevada	
Mal control glucémico HbA1c	
Portadores de bomba insulina	
Se benefician de intercambio de información con cuidadores (niños, personas que viajan con frecuencia o que vivan solas...)	

Elaboración propia tomada de diferentes fuentes<sup>8,16</sup>.

¿Cuál es la situación actual de financiación de estos sistemas de MCG en España?

Nuestro Sistema Nacional de Salud (SNS), en agosto de 2021, amplió la financiación de los sistemas de monitorización continua de glucosa en tiempo real (MCG-tR) para todos los pacientes adultos con DM1 y riesgo de hipoglucemias graves (al menos un episodio de hipoglucemia grave durante el año previo o por hipoglucemias inadvertidas), que realicen terapia intensiva con insulina (múltiples dosis diarias o con bomba de insulina), que requieran realizar al menos seis punciones digitales al día para la automonitorización de la glucosa en sangre y que muestren motivación para mantener una buena adherencia al dispositivo. El 30 de junio de 2022 fue la fecha límite acordada para la incorporación por las comunidades autónomas de la financiación de los sistemas de MCG-tR en aquellos pacientes que reúnan los requisitos indicados. Además, se ha llegado a un nuevo acuerdo por el cual a los pacientes con DM2 que cumplan los mismos criterios descritos anteriormente para quienes padecen DM1 se les podrá prescribir estos dispositivos de MCG, como alternativa a las tiras reactivas de glucemia. Esta nueva implementación se está realizando de forma progresiva entre 2022 y 2024 y atenderá a los criterios acordados por la Comisión de Prestaciones, Aseguramiento Financiación (CPAF) del Ministerio de Sanidad, a propuesta del grupo de expertos; esto supone que todos los pacientes que cumplan los requisitos podrán acceder a estos dispositivos antes del 31 de diciembre de 2024.

Los usuarios afectados deberán recibir una formación estandarizada antes de comenzar a usar el dispositivo.

## CONCLUSIONES

La tecnología en la diabetes mellitus está cambiando a un ritmo vertiginoso; tanto es así que muchas veces la evidencia científica va por detrás de la práctica clínica habitual. Todos estos avances los objetivamos a través de la aparición de nuevas bombas de insulina, nuevos dispositivos de bolígrafos de insulina con sistemas bluetooth incorporados, *software* de interpretación de datos de glucemia para autogestión de cada diabetes, todo ello encaminado para ayudar al clínico a tomar decisiones. Además, los sistemas de asa cerrada están consiguiendo metas terapéuticas hasta ahora imposibles de pensar.

Esta mejora en el control glucémico se traduce en una mejor calidad de vida para las personas con diabetes mellitus, en una menor incidencia de complicaciones y en una mejor evolución de las que ya se han manifestado. Como resultado se produce un menor coste para el sistema sanitario<sup>10</sup>.

Para que funcione la tecnología asociada a la diabetes mellitus es fundamental que los datos que tengamos sean fiables y lo más precisos posibles. Los dispositivos de MCG tienen cada vez un menor porcentaje de fallos y una menor variabilidad

en situaciones de estabilidad glucémica. La dificultad estriba en situaciones de glucemia inestable o cuando esta se encuentra en extremos elevados o disminuidos. En estos casos todas las guías recomiendan la realización de SMBG con el uso de tiras reactivas que cumplan todos los requisitos especificados en normativa ISO 15197:2013.

También se recomendará el uso de SMBG cuando la clínica del paciente no coincida con el valor indicado por la MCG.

Debemos tener en cuenta que todos los medidores de glucemia no son iguales; ya hemos revisado las diferencias entre la MCG-tR y la medición intermitente.

El proveedor de salud debería poder ofertar la posibilidad de uso de MCG, ya sea en tiempo real o flash, además de un sistema de SMBG, a toda persona tratada con insulina.

La tecnología puede ayudar a mejorar la vida de nuestros pacientes con diabetes mellitus y supone, a medio y largo plazo, un ahorro para el sistema sanitario. Para lograr que esta eficiencia sea posible, debemos tener a nuestro alcance como profesionales todas las herramientas que han demostrado su eficacia en individualizar el plan terapéutico de cada paciente.

### BIBLIOGRAFÍA

1. American Diabetes Association Professional Practice Committee; 6. Glycemic Targets: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. *Diabetes Care* 1 January 2022;45 (Supplement\_1):S83-S96.
2. Grant RW, Huang ES, Wexler DJ, et al. Patients who self-monitor blood glucose and their unused testing results. *Am J Manag Care* 2015;21:e119-e129.
3. Zhu H, Zhu Y, Leung S-W. Is Self-monitoring of blood glucose effective in improving glycaemic control in type 2 diabetes without insulin treatment: a meta-analysis of randomised controlled trials et al. *BMJ Open* 2016;6:e010524.
4. Malanda UL, Welschen LMC, Riphagen II, Dekker JM, Nijpels G, Bor SD. Self-monitoring of blood glucose in patients with type 2 diabetes mellitus who are not using insulin. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;(1):CD005060.
5. Elgart JF, González L, Prestes M, Rucci E, Gagliardino JJ. Frequency of self-monitoring blood glucose and attainment of HbA1c target values. *Acta Diabetol* 2016;53:57-62.
6. Schnell O, Alawi H, Battelino T, Ceriello A, Diem P, Felton A, et al. Addressing schemes of self-monitoring of blood glucose in type 2 diabetes: a European perspective and expert recommendation. *Diabetes Technol Ther*. 2011;13:959-65.
7. Jungheim K, Koschinsky T. Glucose monitoring at the arm: risky delays of hypoglycemia and hyperglycemia detection. *Diabetes Care* 2002;25(6):956-6025.
8. American Diabetes Association Professional Practice Committee; 7. Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes-2022. *Diabetes Care* 1 January 2022;45 (Supplement\_1):S97-S112.
9. Nathan DM, Genuth S, Lachin J, et al. Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med*. 1993;329:977-986.
10. Edelman S, Argento NB, Pettus J, Hirsch I. Clinical Implications of Real-time and Intermittently Scanned Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Care* 2018 Nov;41(11):2265-2274.
11. Valenzano M, Cibrario Bertolotti I, Valenzano A, Grassi G. Time in range-A1c hemoglobin relationship in continuous glucose monitoring of type 1 diabetes: a real-world study. *BMJ Open Diabetes Res Care* 2021;9:e001045.
12. Šoupal J, Petruželková L, Grunberger G, et al. Glycemic outcomes in adults with T1D are impacted more by continuous glucose monitoring than by insulin delivery method: 3 years of follow-up from the COMISAIR study. *Diabetes Care* 2020;43:37-43.
13. Wei N, Zheng H, Nathan DM. Empirically establishing blood glucose targets to achieve HbA1c goals. *Diabetes Care* 2014;37:1048-1051.
14. Beck RW, Connor CG, Mulle DM, Wesley DM, Bergenstal RM. The fallacy of average: how using HbA1c alone to assess glycemic control can be misleading. *Diabetes Care* 2017;40:994-999.
15. Nathan DM, Kuenen J, Borg R, Zheng H, Schoenfeld D; A1c-Derived Average Glucose Study Group. Translating the A1C assay into estimated average glucose values. *Diabetes Care* 2008;31:1473-1478.
16. American Diabetes Association; 7. Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes-2021. *Diabetes Care* 1 January 2021;44(Supplement\_1):S85-S99.
17. Ginsberg BH. Factors affecting blood glucose monitoring: sources of errors in measurement. *J Diabetes Sci Technol*. 2009;3:903-913.
18. Tecnología de la Diabetes: Estándares de Atención Médica en Diabetes 2020 American Diabetes Association *Diabetes Care* 2020 Jan;43(Suppl1):S66-S76.
19. Nathan DM, Genuth S, Lachin J, et al.; Diabetes Control and Complications Trial Research Group. The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* 1993;329:977-986.
20. <https://www.redgdps.org/abordaje-integral-del-paciente-con-dm2/tecnologias-en-diabetes-20210921>