





Consensos, recomendaciones, guías y perspectivas

Interpretación del monitoreo continuo de glucosa: una visión práctica

Nicolás Coronel–Restrepo  ^{1,2,3}, Alex Ramírez–Rincón ^{1,3}, Andres Palacio ^{1,3},
Maria Rocío Delgado ^{3, 4}, Jose Fernando Botero ^{1,3}

¹Medicina Interna y Endocrinología, División de Endocrinología, Diabetes y Metabolismo,
Clínica Integral de Diabetes (CLID), Medellín, Colombia

²Medicina Interna y Endocrinología, División de Endocrinología, Diabetes y Metabolismo,
Clínica Medellín, Grupo Quirón Salud. Medellín, Colombia

³Departamento de Endocrinología, Diabetes y Metabolismo, Universidad Pontificia Bolivariana (UPB),
Medellín, Colombia

⁴Pediatría, División de Endocrinología, Diabetes y Metabolismo, Clínica Integral de Diabetes (CLID),
Medellín, Colombia

Cómo citar: Coronel–Restrepo N, Ramírez–Rincón A, Palacio A, Delgado MR, Botero JF. Interpretación del monitoreo continuo de glucosa: una visión práctica. Rev Colomb Endocrinol Diabet Metab. 2023;10(1):e764. <https://doi.org/10.53853/encr.10.1.764>

Recibido: 20/Julio/2022

Aceptado: 12/Enero/2023

Publicado: 02/Marzo/2023

Resumen

Contexto: las herramientas para el monitoreo de glucosa a nivel capilar, como intersticial, han evolucionado en precisión y exactitud. Puntualmente, los sistemas de monitoreo continuo de glucosa han permitido alcanzar las metas de control en pacientes con diabetes de una manera más fácil. Aunque la literatura médica recomienda que la información obtenida de estos dispositivos debe estar organizada y resumida, el proceso estructurado de interpretación no está estandarizado.

Objetivo: describir desde una perspectiva práctica, sencilla e intuitiva, la interpretación de los datos del sistema de monitoreo continuo de glucosa.

Metodología: se realizó una búsqueda descriptiva de la literatura en la base de datos PubMed y se seleccionaron artículos pertinentes a los objetivos propuestos. A través de reuniones periódicas presenciales y virtuales, se diseñó un esquema de interpretación de los registros de monitorización continua de glucosa, teniendo en cuenta las recomendaciones de la literatura y la experiencia personal de los autores para llegar a un consenso práctico.

Resultados: los objetivos de interpretación se resumieron en 4 pasos: 1) Determinar si el estudio es confiable; 2) Definir el problema; 3) Determinar dónde está el problema; 4) identificar la etiología del problema.

Destacados

- Las herramientas para el monitoreo de la glucosa, tanto a nivel capilar como intersticial, han evolucionado en precisión y exactitud.
- La información y la interpretación de los datos obtenidos a través de los sistemas de monitoreo continuo de glucosa debe ser estructurada y organizada.
- Desde una perspectiva práctica presentamos un abordaje de interpretación basado en 4 pasos sencillos e intuitivos.

 **Correspondencia:** Nicolas Coronel Restrepo, Clínica Medellín, Grupo Quirón Salud, Carrera 65B # 30 – 95, Medellín, Colombia. Correo–e: ncoronel.restrepo@gmail.com

Conclusiones: la interpretación de la información de los sistemas de monitoreo continuo de glucosa debe de ser sencillas, intuitivas y prácticas.

Palabras clave: monitoreo continuo de glucosa, tecnología en diabetes, sensor de glucosa, manejo de diabetes, perfil ambulatorio de glucosa, control glucémico, variabilidad glucémica, estabilidad glucémica, hipoglucemia.

Interpretation of continuous glucose monitoring: A practical view

Abstract

Context: Tools for glucose monitoring at both, capillary and interstitial levels, have evolved in precision and accuracy. Specifically, continuous glucose monitoring systems have made it easier to achieve control goals in patients with diabetes. Although the medical literature recommends that the information obtained from these devices should be organized and summarized, the structured process of interpretation is not standardized.

Objective: To describe from a practical, simple, and intuitive perspective, the interpretation of continuous glucose monitoring system data.

Methodology: A descriptive literature search was performed in the PubMed database and articles relevant to the proposed objectives were selected. Through periodic face-to-face and virtual meetings, a scheme for the interpretation of continuous glucose monitoring records was designed, considering the recommendations of the literature and the personal experience of the authors, to reach a practical consensus.

Results: The interpretation objectives were summarized in 4 steps: 1) Determine if the study is reliable; 2) Define the problem; 3) Determine where the problem is; 4) Identify the etiology of the problem.

Conclusions: Interpretation of data from continuous glucose monitoring systems should be simple, intuitive, and practical.

Keywords: continuous glucose monitoring, diabetes technology, glucose sensors, diabetes self-management, ambulatory glucose profile, CGM, rtCGM, isCGM, glycemic control, glycemic variability, glycemic stability, hypoglycemia

Highlights

- Tools for glucose monitoring at both capillary and interstitial levels, have evolved in precision and accuracy.
- The information and interpretation of data obtained from continuous glucose monitoring systems must be structured and organized.
- From a practical perspective, we present an interpretation approach based on 4 simple and intuitive steps.

Introducción

Con el uso del monitoreo continuo de glucosa (MCG) (1), el concepto de la glucosa como una variable estática cambió a una variable dinámica (figura 1). La obtención de datos a lo largo del día ha permitido evaluar las fluctuaciones (variabilidad) de la glucosa en amplitud/tiempo y su correlación con la hipoglucemia (2). A su vez, ha permitido resumir los datos en porcentajes por encima o debajo del rango deseado y estimar el

promedio de glucosa. Se ha posicionado como una tecnología efectiva en el cuidado de los pacientes que viven con diabetes, permitiéndoles alcanzar un control metabólico de calidad (3, 13); siendo una herramienta complementaria a la hemoglobina glicosilada (HbA1c) (4). El uso de MCG se ha asociado con reducciones de HbA1c en niños y adultos, sin incrementar los episodios de hipoglucemia y sin un impacto estadísticamente significativo en la reducción de eventos de cetosis (5, 6). El uso de MCG en pacientes con

diabetes tipo 1 y tipo 2, ha demostrado ser una herramienta fundamental para la educación del paciente y la adherencia a los cambios en estilo de vida (7,8). En mujeres embarazadas, ha mejorado

los desenlaces maternos y neonatales (9). Las guías de manejo recomiendan al MCG como el estándar de cuidado para aquellos con regímenes intensivos de insulina (10 - 13).

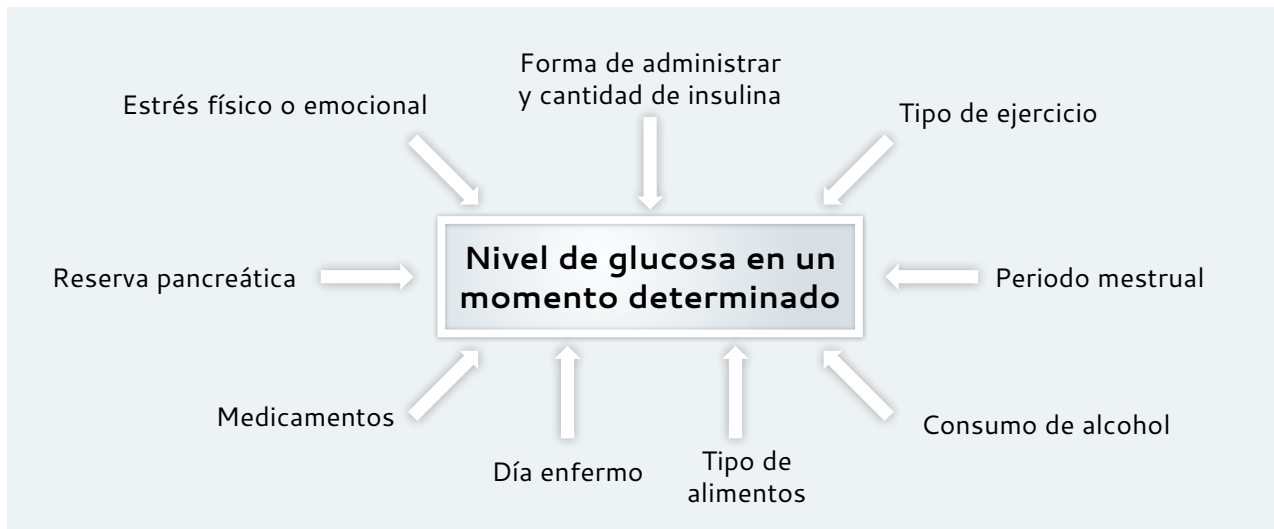


Figura 1. Variables independientes que afectan los valores de glucosa

Fuente: elaboración propia.

El MCG tiene como principio operativo medir la glucosa en el espacio intersticial cada 5 minutos. Estos datos son resumidos a través de los reportes de manejo de glucosa ambulatorio (AGP). En ellos se incluye el tiempo en rango (TIR), tiempo por debajo del rango (TBR) y por encima de este (TAR), así como el cálculo de las métricas para variabilidad glucémica, usando el coeficiente de variación (CV) y la exposición global a glucosa durante el tiempo evaluado, usando el promedio por sensor y el indicador de manejo de glucosa (GMI) (10, 11).

Recientemente, Bergenstal y colaboradores (14) publicaron un enfoque interpretativo del AGP basándose en la codificación del color del TIR (evitar hipoglucemias, "menos rojo", y mantener el tiempo en rango la mayoría del tiempo, "más verde"), sin embargo, este no proporciona un enfoque etiológico y resolutivo de los problemas del comportamiento glucémico.

En esta opinión de expertos, presentamos una visión práctica para la interpretación del AGP

basada en 4 pasos. Este no es, ni pretende ser, un estudio de validación científica para score o escalas estructurado metodológicamente.

Individualización y empoderamiento

Entre los objetivos del cuidado del paciente con diabetes, se incluye la individualización de metas basado en las comorbilidades, complicaciones y las decisiones compartidas con el paciente. La implementación de la tecnología en la medicina ha emergido como una herramienta complementaria para alcanzar estas metas, a través del uso de aplicaciones móviles, sistemas de infusión continua de insulina, lapiceros de insulina inteligentes y el uso de MCG, entre otros. Con estos se han instaurado los cimientos de ecosistemas digitales donde se puede hacer trazabilidad, monitoreo clínico y recomendaciones puntuales a los pacientes según sus condiciones particulares (15).

El primer paso en el abordaje del paciente usuario de tecnología, es enseñarle la finalidad

clínica y objetivos de la herramienta a usar, a través de un programa de educación continua. Basados en las características de cada uno, se ofrece la tecnología y el sistema de monitoreo específico (13, 16). El paciente debe brindar información respecto al tiempo de alimentación, cantidad de ingesta de carbohidratos, actividad diaria, ejercicio, dosis de insulina y medicamentos antidiabéticos, e inclusive, circunstancias extenuantes como estrés, viajes, ciclo menstrual, cambios en los parámetros de los sistemas de infusión continua (si este aplica), uso de esteroides y posición al dormir. Si bien se puede capturar esta información en el dispositivo, es importante que el paciente pudiese llevar un diario y que registre en él todas estas variables con fecha y hora (17).

Análisis estructurado del monitoreo continuo de glucosa

La HbA1C sigue siendo el parámetro con que se determina el riesgo individual de que un paciente desarrolle complicaciones macro o microvasculares (18, 19), sin embargo, otras métricas aportadas por el MCG, como el TIR, están siendo usadas como referencia, no solo por su asociación con complicaciones a largo plazo (21, 22), si no por su facilidad en la interpretación de una forma mucho más intuitiva (23). No obstante, esta evidencia clínica no ha sido validada completamente en estudios prospectivos aleatorizados en donde se evalúe como objetivo principal el TIR.

Con el AGP, se busca resumir de forma estandarizada la información obtenida en el MCG (10). Existen 14 parámetros estadísticos que se deberían incluir en la interpretación de MCG (10), proceso que fue simplificado a 10 variables métricas y al cual, se adicionó el uso del TIR como estrategia de optimización en el manejo (11) (figura 2). En el consenso internacional de uso MCG (11); se definieron una serie de objetivos terapéuticos para el TIR dependiendo si es diabetes tipo 1 o tipo 2, haciendo énfasis en individualizar mujeres embarazadas diabéticas tipo 1 y pacientes con un riesgo incrementado de hipoglucemia (ejemplo: ancianos frágiles, hipoglucemias inadvertidas, enfermedad renal crónica, entre otros). Aún falta evidencia

clínica sólida para dar recomendaciones de TIR en mujeres embarazadas diabéticas tipo 2 (tabla 1).

El arte de la interpretación de esta información está en lograr identificar la causa de dichas excursiones, tal y como se realiza un diagnóstico diferencial con un síntoma clínico; el análisis de estos datos debe de estar encaminado a identificar las posibles etiologías que expliquen el comportamiento glucémico, situación que en algunas ocasiones sólo se logrará revisando en conjunto con el paciente los diferentes eventos del día a día (24).

A continuación, describimos 4 sencillos pasos para interpretar los datos del MCG de forma retrospectiva (figura 3).

Paso 1: determine si el estudio es confiable

Determine primero el tiempo de uso del dispositivo y luego la exactitud de los datos capturados. Se espera que el uso del sensor sea idealmente > 70% en un periodo mínimo de 7 días. El uso de MCG por 14 días se correlaciona fuertemente con el promedio de glucosa en los últimos 3 meses, TIR y métrica de hiperglucemia (25, 26, 27). El análisis de días adicionales no aumenta sustancialmente esta correlación (26). La exactitud de los datos se logra mediante un adecuado número de calibraciones pareadas con el sensor (idealmente 3 a 4 en el día), sin embargo, este requisito no es aplicable a todos los dispositivos de MCG disponibles, por ejemplo, el sistema de monitoreo intermitente Flash FreeStyle® no requiere de calibraciones (28). En resumen, podríamos concluir que la confiabilidad de los datos obtenidos por el MCG estaría determinada por la adherencia del uso del sensor por parte del paciente y de los requerimientos específicos para cada tipo de MCG disponible en el mercado (tabla 2).

Si no se cumple con los requisitos de adherencia y/o exactitud, los datos no son confiables y no se debería de proseguir en el análisis de la información. En este punto, es importante evaluar las causas de las fallas en la adherencia, por ejemplo, la falta de educación en el uso del dispositivo, la disminución en la frecuencia de escaneos en caso de uso de MCG intermitentes

como FreeStyle®, viajes, estrés, alergias a los adhesivos, actividad física inusual, enfermedad o uso de esteroides, entre otros (29). En este orden de ideas, analizando la situación clínica con el

paciente, determinaremos la necesidad de repetir el estudio si es necesario, o la búsqueda de apoyo de forma multidisciplinaria (psicología, educador en diabetes, etc.) (29).

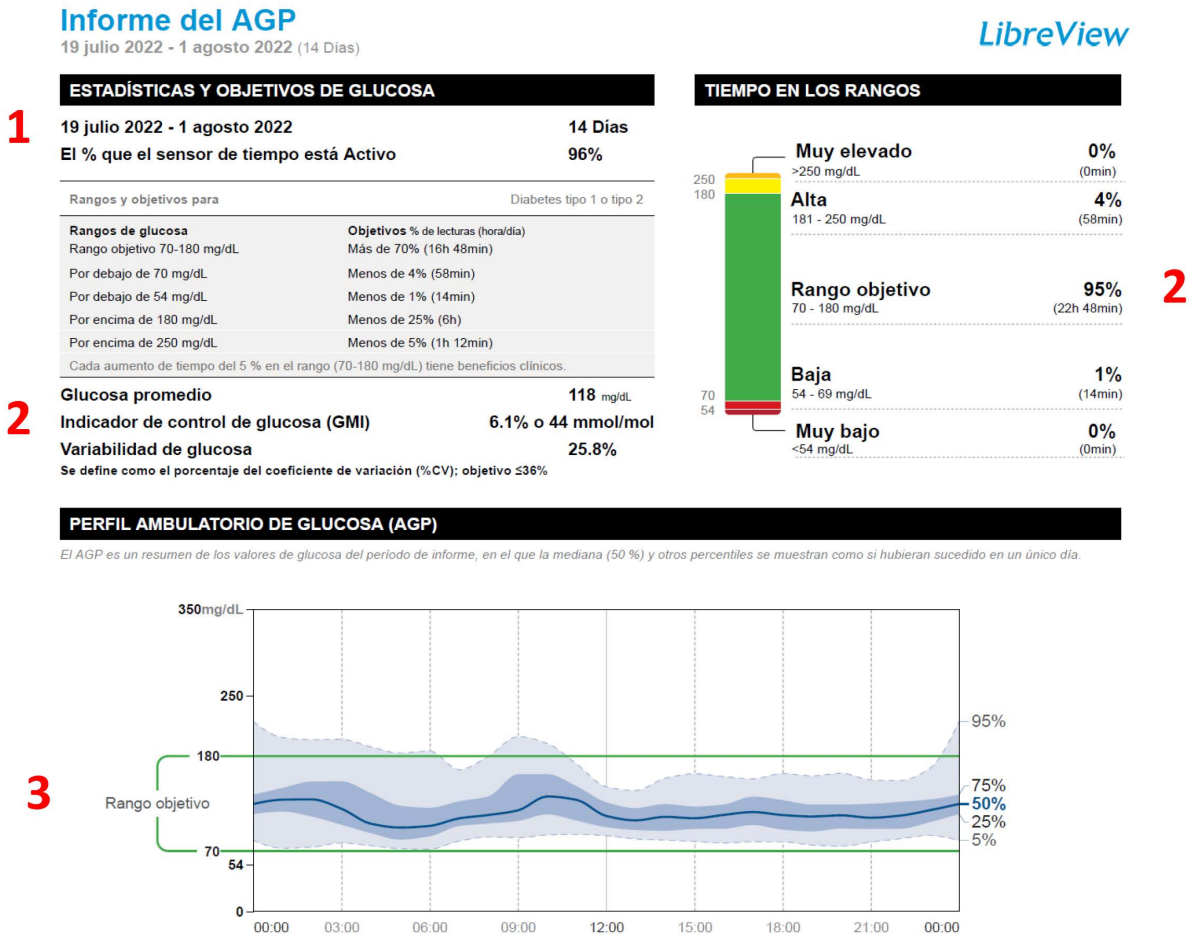


Figura 2. Ejemplo de resumen estandarizados de los datos obtenidos con MCG con el dispositivo FreeStyle Libre

Notas aclaratorias: 1. Ayuda a identificar el tiempo en que se hizo el registro y el porcentaje de tiempo que se uso el sensor

2. Ayuda a identificar las metas integradas e individuales de control glucémico (indicador de glucosa, coeficiente de variación y tiempos en rango)

3. Ayuda a identificar hiper p hipoglucemias a través de graficas de superposición del registro de glucosa a lo largo del tiempo evaluado

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Objetivos recomendados de TIR en diferentes grupos poblaciones

Grupo	TIR*	TBR*			TAR*	
	%/día	Meta (mg/dl)	%/día	< Meta (mg/dl)	%/día	> Meta (mg/dl)
DM1/DM2	> 70% (>16h, 48 min)	70 - 180	< 4% (< 1h) < 1% (< 15 min)	< 70 < 54	<25% (<6h) <5% (< 1h, 12 min)	> 180 > 250
Ancianos, frágiles	> 50% (>12h)	70 - 180	< 1% (< 15min)	< 70	< 10% (< 2h. 24 min)	> 250
DM1 y embarazo	> 70% (>16h, 48 min)	63 - 140	< 4% (< 1h) < 1% (< 15 min)	< 63 < 54	< 25% (< 6h)	> 140
DM2 y embarazo / DMG [†]	--	63 - 140	--	< 63 < 54	--	> 140

Nota aclaratoria: *TIR: tiempo en rango; *TBR: tiempo por debajo del rango; *TAR: tiempo por encima del rango; † No hay evidencia clínica suficiente para recomendar TIR específicos.

Fuente: adaptado de Danne *et al.* (10).

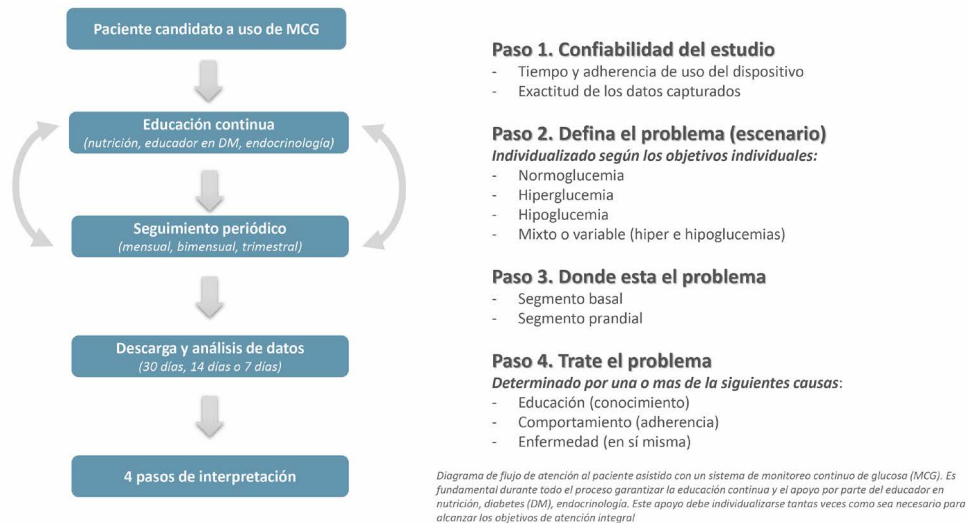


Figura 3. Flujograma para la interpretación secuencial del MCG

Nota aclaratoria: Diagrama de flujo de atención al paciente asistido con un sistema de monitoreo continuo de glucosa (MCG). Es fundamental durante todo el proceso garantizar la educación continua y el apoyo por parte del educador en nutrición, diabetes (DM), endocrinología. Este apoyo debe individualizarse tantas veces como sea necesario para alcanzar los objetivos de atención integral.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Requerimientos específicos para cada uno de los MCG disponibles en Colombia

Dispositivo	Edad aprobada por la FDA para su uso (años)	MARD* (%)	Calibraciones	Vida media del sensor (días)	Alarmas	Localización del sensor	"Calentamiento" del sensor	Interferencia	Requerimiento de glucometría capilar	Flechas y gráficos de tendencia
Abbott FreeStyle Libre	> 18	9,4	No requiere	10 – 14	Ninguna, tiene que realizar escaneos para conocer el estado de glucosa	Brazo	1 hora	Vitamina C Aspirina	Si, durante cambios rápidos en los niveles de glucosa o episodios de hipoglucemia.	Si
DexCom G6	> 2	9	No requiere. Versiones previas dos veces al día	7	Programables, baja – alta – tendencias altas o bajas.	Abdomen (> 2 años), región lumbar baja (2 to 17 años)	2 horas	Acetaminofén con dosis > 4gr/day	No	Si
Medtronic Guardian Sensor 3	14 a 75	8,7	Si, por lo menos dos veces al día, idealmente 3 a 4 veces al día	7	Baja – Alta. Alta o baja predictiva	Abdomen	2 horas	Acetaminofén	Si, para calibrar el sistema	Si

Nota aclaratoria: * MARD (Mean Absolute Relative Difference), diferencia de medias entre las tomas de glucometría capilar y el MCG; † Varían de acuerdo con el dispositivo utilizado. No hay convenciones estandarizadas en los dispositivos disponibles. Se recomienda consultar las recomendaciones para cada dispositivo para una adecuada interpretación.

Fuente: elaboración propia.

Paso 2: defina el problema o escenario

A través del GMI, expresado en porcentaje (%), se determina el control glucémico a corto plazo. Su asociación con HbA1c en sangre será más fuerte cuando los datos del MCG sean como mínimo de 14 días e inmediatamente precedan al momento en que se analizó en sangre la HbA1C (26). El GMI, es calculado a partir de la media de glucosa del MCG y se puede comparar con la HbA1C, sin embargo, estas dos mediciones no son idénticas y pueden llegar a diferir hasta en el 81% de los casos analizados (31). El GMI tendrá una importancia relevante en la práctica clínica para conocer el control glucémico a corto plazo o cuando el proceso de glicación se ve afectado por factores no glucémicos (anemia, ferropenia, etnia, disfunción renal, etc.). Este no debe de usarse aisladamente, pues un valor cercano a la meta o por encima de este, no descarta la posibilidad de eventos de hipoglucemias (4, 32).

Para la identificación del problema o escenario se deben de tener claros los objetivos individuales de cada paciente (tabla 1) (10,11). Estos umbrales, se han definido como el TIR, codificado con colores para ilustrar el porcentaje del tiempo en que el paciente permanece dentro y fuera del rango objetivo general (70 – 180mg/dL). Este rango no debería ser menor del 70% – 75% del tiempo, porcentaje que se ha asociado con un valor de HbA1c de 6,7% (27) y con menor riesgo de complicaciones (21,22). Otras métricas como el GMI, el promedio de glucosa y el coeficiente de variación (CV), ayudarán en conjunto a determinar con mayor claridad el tipo de problema del paciente. Esta triple meta, es la más cercana en la práctica clínica convencional a la medicina de precisión (33, 34). Tendremos entonces los siguientes problemas o escenarios metabólicos a través del MCG, que orientarán a tomar una medida correctiva:

- 1) **Normo glucemia (tiempo en rango) – “Más verde”:** es muy difícil que un paciente en tratamiento con insulina logre un TIR del 100 %, dada las múltiples variables que intervienen en el control glucémico.
- 2) **Hipoglucemia (Tiempo debajo del rango) – “Más rojo”:** la hipoglucemia

es la principal barrera para alcanzar el adecuado control glucémico, además del riesgo inherente de complicaciones y alteración en la calidad de vida (35). Según el consenso internacional de MCG, si la hipoglucemia dura menos de 15 minutos por debajo del umbral definido como < 54mg/dl, se considera un evento; cuando dura 120 minutos o más, se considera hipoglucemia prolongada (11). Esta definición estandarizada tiene importancia al momento de evaluar su asociación con desenlaces clínicos. Se recomienda clasificar la hipoglucemia basándose en los niveles de presentación:

- **Nivel I:** es un nivel de alerta. La glucemia esta entre 70–54mg/dL, con o sin síntomas asociados. El paciente está en riesgo de desarrollar hipoglucemia grave. Por ende, se debería de tomar una pronta acción correctiva para de esta manera, minimizar el tiempo que permanezca en este rango.
- **Nivel II:** es un nivel de glucemia menor de 54mg/dL con o sin síntomas. Es un rango de significancia clínica y requiere atención inmediata.
- **Nivel III:** hipoglucemia grave que se manifiesta requiriendo asistencia de un tercero. No hay un valor específico que la determine.

- 3) **Hiperglucemia (tiempo encima del rango) – “Más amarillo”:** las repercusiones clínicas de este patrón no solo están representadas por magnitud de la excursión, sino también por su durabilidad en el tiempo (36, 37). Se definen dos niveles de hiperglucemia (tabla 1) (11).
- 4) **Mixto (o variable):** al tener datos continuos de una variable dinámica en el tiempo, es posible obtener la desviación estándar (SD) y rangos intercuartílicos (IQR). Esta dispersión se conoce como variabilidad. Estas fluctuaciones estarán determinadas por la amplitud, frecuencia y duración (38). Es importante señalar

que la variabilidad puede ser diferente según el marco de tiempo analizado y se puede obtener durante el día o durante diferentes segmentos de este (mañana, desayuno, almuerzo o cena). Se define un registro o segmento variable a través del coeficiente de variación (CV), el cual se estima a partir de la desviación estándar de glucosa sobre la media de glucosa multiplicado por 100 (10). Valores por

debajo del 36%, se consideran de baja variabilidad y posiblemente, con menor riesgo de complicaciones relacionadas con estrés oxidativo e hipoglucemias recurrentes (35, 38, 39).

Es importante tener presente que estos escenarios no son mutuamente excluyentes y que la mayoría de las veces se pueden presentar más de uno en el mismo paciente (figura 4).

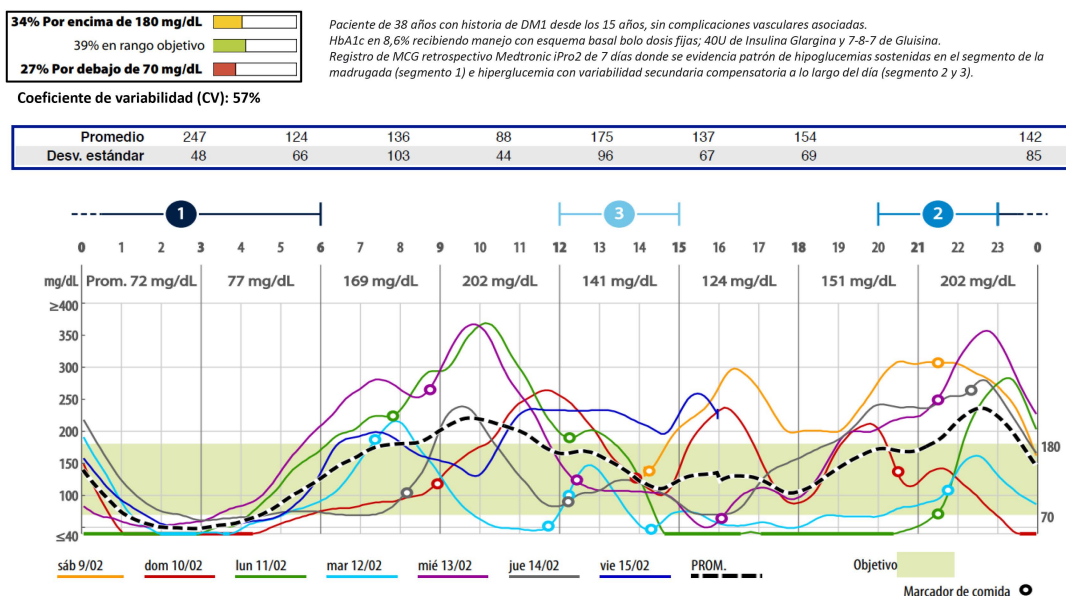


Figura 4. Identificación de patrones

Nota aclaratoria: Paciente de 38 años con historia de DM1 desde los 15 años, sin complicaciones vasculares asociadas. HbA1c en 8,6% recibiendo manejo con esquema basal bolo dosis fijas; 40U de Insulina Glargina y 7-8-7 de Glusina. Registro de MCG retrospectivo Medtronic iPro2 de 7 días donde se evidencia patrón de hipoglucemias sostenidas en el segmento de la ma–drugada (segmento 1) e hiperglucemia con variabilidad secundaria compensatoria a lo largo del día (segmento 2 y 3).

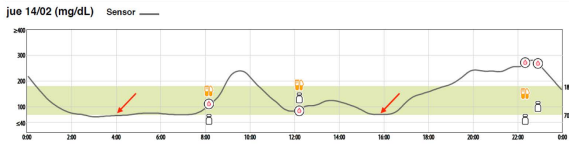
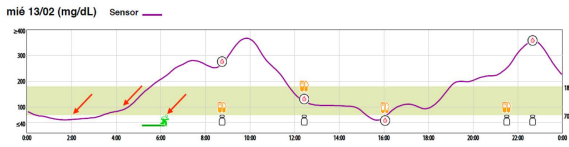
Fuente: elaboración propia.

Paso 3: determine donde está el problema

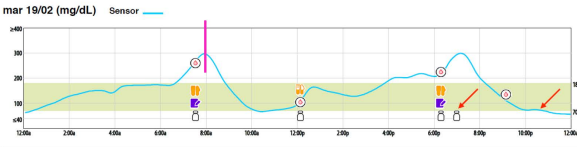
El siguiente paso será determinar en qué horario se está presentando el problema. Aquí, la gráfica de superposición o AGP será determinante. A través del AGP, se logra tener una visión resumida de patrones y tendencias del control glucémico (40). Es fundamental identificar la hipoglucemia (figura 5), sobre todo en aquellas ocasiones donde exista más de un

escenario metabólico (ejemplo: hiperglucemia con hipoglucemia y variabilidad asociada) (figura 4). Siempre que se identifique una hipoglucemia, debe de caracterizarse según la frecuencia del evento (patrón en el tiempo del registro), el horario (momento del día), la profundidad y duración (severidades determinadas por niveles) y posteriormente, evaluar la presencia de hiperglucemias (figura 6) o situaciones de comportamiento mixto (variable) (figura 4).

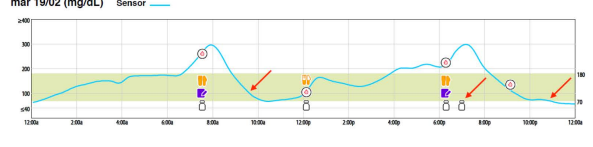
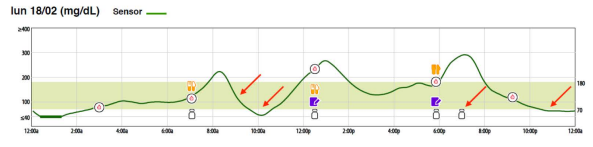
A. Patrón de hipoglucemia en el segmento basal (madrugada) y en el día relacionado con el ejercicio (señalado con las flechas)



D. Patrón de hipoglucemia en el segmento basal y post prandial. Se señala bisectriz (línea purpura) identificando descenso agudos (hipoglucemia relacionada a bolo) y ángulo obtuso (hipoglucemia tardía o basal)



B. Patrón de hipoglucemia en el segmento post prandial del desayuno y cena (señalado con las flechas)



D. Patrón de hipoglucemia en el segmento post prandial del desayuno y cena relacionado a bolos tardios (inmediatamente con la comida). Se señala bisectriz (línea purpura) indicando ángulo agudo del descenso del registro glucémico

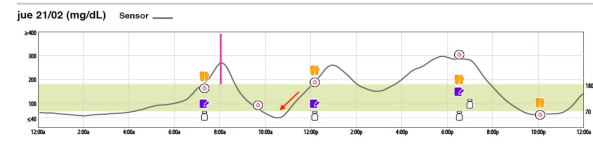
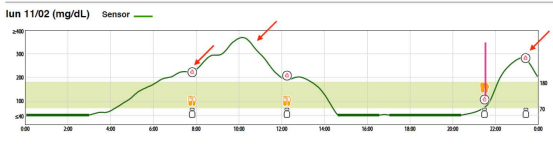


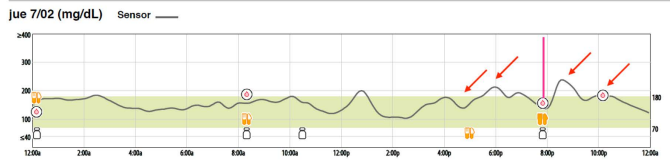
Figura 5. Ejemplos de hipoglucemia en diferentes segmentos del día

Fuente: elaboración propia.

A. Patrón de hiperglucemia en el segmento post prandial (señalado con las flechas) y ángulo agudo temprano (señalado con línea purpura)



B. Patrón de hiperglucemia basal (no hay ángulo en la excursión glucémica) durante todo el día y post prandial reflejo de omisión de bolo y posiblemente falta de insulina en su administración (señalado con flechas rojas y línea purpura)



C. Patrón de hiperglucemia reflejo de omisión de bolo, además de conteo de carbohidratos errado - dosis insuficiente de insulina - (señalado con flechas rojas)

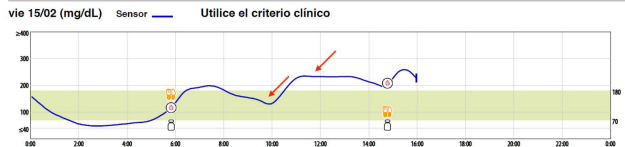


Figura 6. Ejemplos de hiperglucemia en diferentes segmentos del día

Fuente: elaboración propia.

Paso 4: identifique la etiología del problema y trátela

Tras la identificación adecuada del problema y su localización en el segmento del día, el último paso es la identificación de la causa. Deben evaluarse siempre aquellos problemas con patrón; es decir, que se repitan en el tiempo. Sin embargo, ante la presencia de un solo evento que por definición sea clínicamente significativo, amerita una acción correctiva inmediata; ejemplo hipoglucemia nivel II y III (figura 4). Siempre se recomienda evaluar el segmento previo al evento clínicamente significativo, idealmente 4 a 6 horas antes.

Un gran obstáculo que tenemos con la interpretación de los registros, es capturar todos los factores de exposición que generaran cambios en la glucosa; como por ejemplo comidas, momento del ejercicio, medicamentos ingeridos o aplicados como la insulina y su temporalidad con la comida, correcciones, etc. Sería fundamental que hubiera una automatización en los registros de estos factores de exposición (15).

Son tres esferas principales en cada paciente, que serán limitantes para lograr tratar adecuadamente el problema metabólico identificado (figura 7):

- Educación (conocimiento): un componente educativo deficitario respecto al empoderamiento de la enfermedad, asociado a mala adherencia a las recomendaciones dietarias, conductuales o terapéuticas, hace difícil el control metabólico.
- Comportamiento (autocuidado): se debe alentar a cada paciente al automonitoreo, auto control y empoderamiento de la enfermedad (manejo de hipo e hiper glucemias, correcciones en los días de enfermedad y durante viajes, etc.). Todos los pacientes deben de cumplir con un régimen nutricional, de actividad y adherencia a la toma de medicamentos.
- Enfermedad (progresión): determinado principalmente por el tiempo en evolución de la enfermedad, el daño de célula beta, el agotamiento en la célula alfa y la asociación con complicaciones micro y macrovasculares. Son quizá los casos más difíciles de tratar, pues muchos de ellos requerirán basales diferenciales y manejos específicos con infusores continuos de insulina.

AGP	Interpretación	Acción correctiva
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja variabilidad en IDR e IQR ▪ Baja variabilidad glucémica ▪ Individuo metabólicamente sano 	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja variabilidad en IDR ▪ Alta variabilidad IQR ▪ Problemas en el tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dosis de insulina ▪ Factor de corrección e índices ▪ Cambios constante de patrones
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja variabilidad en IQR ▪ Alta variabilidad IDR ▪ Problemas conductuales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Omisión de bolos ▪ Bolos tardíos ▪ Diferentes horas de comida ▪ Ejercicio ▪ Alcohol ▪ Factor de corrección e índices
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta variabilidad en IDR e IQR ▪ Problemas de tratamiento y conductuales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Omisión de insulina ▪ Factor de corrección e índices ▪ Omisión de bolos ▪ Bolos tardíos ▪ Diferentes horas de comida ▪ Ejercicio ▪ Alcohol

Figura 7. Rangos IQR (intercuartílicos) e IDR (interdecil) con su respectiva interpretación y acción correctiva

Fuente: Adaptado de Kröger J, Reichel A, Siegmund T, Ziegler R. Clinical Recommendations for the Use of the Ambulatory Glucose Profile in Diabetes Care. J Diabetes Sci Technol. 2020 May;14(3):586–594

Situaciones y acciones correctivas según el tipo de problema

1. **Hipoglucemia:** suele observarse en pacientes con sobredosificación de insulina o medicamentos antidiabéticos con importante efecto hipoglucemiante. La sobredosificación de insulina puede ser dependiente de insulina basal o prandial (figura 5). La mejor forma para evaluar un segmento de la insulina basal es durante la madrugada, durante el día podría plantearse omitir la ingesta de alimentos por un periodo determinado (6 a 8 horas) y así, no “contaminar” el registro con insulina prandial activa. La diferencia entre la glucosa al acostarse y la glucosa en ayunas a primera hora de la mañana, puede ayudar a identificar sobre insulinización. Es importante caracterizar el tipo de ejercicio realizado y el horario de este para lograr determinar el riesgo que pueda tener en el desarrollo de hipoglucemia.

Las hipoglucemias relacionadas con el bolo prandial pueden ser fácilmente identificadas si al momento de aplicarse la insulina (idealmente 10 a 15 minutos antes de cada comida principal) se generara una marca en la curva del monitoreo. De esta manera, objetivamente pueden determinarse las variaciones de glucosa, durante la primera y segunda hora postabsorción. Una vez identificado los periodos de comida en cada segmento, es importante enfocarse en las curvas postprandiales, tratando de identificar la tendencia y los ángulos de inclinación. Cuando evaluamos la curva de descenso de la glucosa, hay que identificar la bisectriz de un ángulo, entendiendo esta como la semirrecta con origen en el vértice del ángulo que lo divide en dos ángulos de igual medida (figura 5). Al trazar esta bisectriz, si el ángulo es agudo, lo más probable es que la causa de hipoglucemia sea por un gran diferencial en el índice (o ratio) o con la sensibilidad; por el contrario,

si el ángulo es recto u obtuso (sería lo usual), podría representar, según el comportamiento glucémico, un fenómeno de hipoglucemia tardía. En la tabla 3 se resumen las principales causas de hipoglucemia temprana (3 a 4 horas) y tardías (4 a 6 horas) y en la figura 7, se representa con ejemplos cómo la dispersión de la glucosa, a partir de la mediana con sus respectivos IQR, ayuda a identificar si el problema es inherente a la conducta (adherencia del paciente) o a la enfermedad y sus potenciales estrategias terapéuticas que se podrían implementar.

2. **Hiperoglucemia:** estas excursiones usualmente son explicadas, o por exceso de comida o por falta de insulina. Al igual como se analizó en la hipoglucemia, debe diferenciarse si el problema es dependiente del segmento basal o prandial. A diferencia de la hiperoglucemia basal, los picos de excursión post-prandial suelen ser de ángulo más agudo (figura 7). Las curvas prandiales de glucosa durante las siguientes 3-4 horas posterior a un bolo de insulina, serán los momentos ideales para determinar la exactitud de la dosis, además de determinar el tiempo de acción de esta (17). Es de anotar que las dosis altas de insulina suelen tener una curva de acción más larga que las dosis pequeñas, esto varía de persona a persona, dependiente de su tasa metabólica y del patrón de absorción subcutáneo de la insulina. Al analizar las hiperoglucemias postprandiales, las potenciales etiologías son dosis insuficientes de insulina prandial (por índice de carbohidratos o mal conteo de estos), bolo de administración tardía en relación con el inicio de la comida o la no administración de éste. En estos casos, en los gráficos de monitoreo se manifiestan los episodios de hiperoglucemia con una curva en forma de cúpula acompañado de variabilidad, usualmente con amplios rangos interdecílicos (figura 6 y 7), explicado por factores inherentes al paciente. En la tabla 3 resumimos las principales causas de hiperoglucemia

postprandial temprana (3 a 4 horas) y tardía (4 a 6 horas), con las potenciales estrategias terapéuticas que se podrían implementar.

- 3 **Mixto o variable:** la alta oscilación o variabilidad glucémica en el segmento basal suele estar en relación con un diferencial de los requerimientos de insulina en un segmento determinado, el ejemplo típico de este hallazgo es el fenómeno del Alba. La alta variabilidad postprandial, usualmente está determinada por factores inherentes al paciente (conducta o adherencia) o la misma enfermedad (tiempo de evolución y disfunción de célula beta). Podríamos encontrar entonces pacientes con hiperglucemias o hipoglucemias

variables, reflejo de omisión u olvidos de bolos, marcada disfunción de célula beta con compromiso total o parcial de hormonas contrarreguladoras como el glucagón, alimentos con bajo contenido de carbohidratos o alto contenido lipídico, mal conteo de carbohidratos (en los pacientes que lo realicen), dosis variables prandiales, entre otros (figura 8). Una forma práctica de identificar este problema es cotejando los registros con el diario de alimentos y conductas que el paciente haya realizado durante el estudio. En la tabla 3 y en la figura 7, se presenta un resumen de las principales causas etiológicas de alta oscilación postprandial.

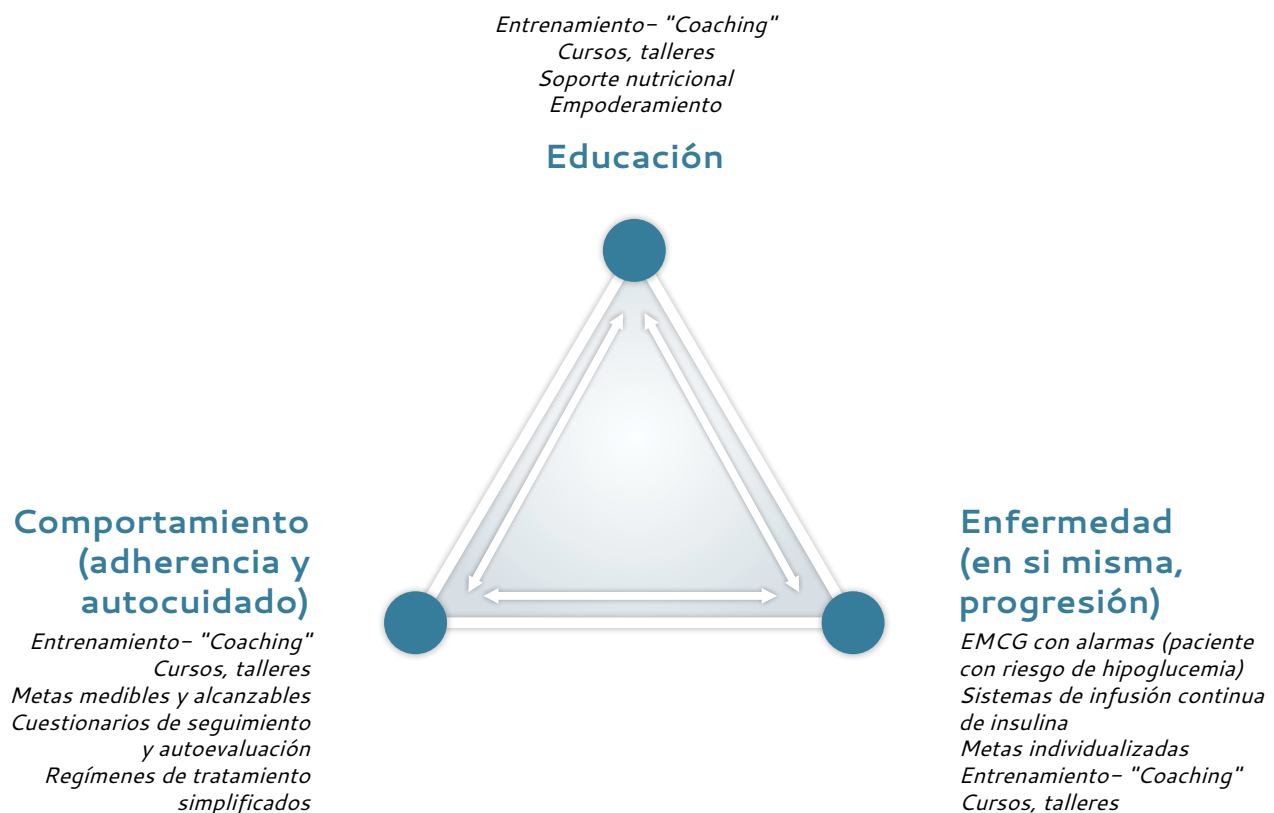


Figura 8. Estrategias de intervención según la esfera comprometida

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Causas de diferentes patrones glucométricos

Hiperglucemia post prandial		Hiperglucemia post prandial		Variabilidad
Temprana (3 a 4 horas)	Tardía (4 a 6 horas)	Temprana (3 a 4 horas)	Tardía (4 a 6 horas)	Temprana (3 a 4 horas)
1. Omisión de bolos	1. Enfermedad renal crónica	1. Altas dosis de insulina (bolos agresivos)	1. Doble bolo en un periodo corto de tiempo ("stacking")	1. Omisión de bolos
2. Bolos Tardíos	2. Alimento con alto contenido de grasa	2. Bolos tempranos	2. Alimentos con bajo índice glucémico	2. Bolos agresivos
3. Dosis insuficiente	3. Dietas complejas	3. Doble bolo	3. Ejercicio	3. No adherencia
4. Conteo de carbohidratos	4. Gastroparesia	4. Conteo de carbohidratos	4. Sobre insulinización	4. Pobre conteo de carbohidratos
5. Índice (ratio)	5. Bolos insuficientes	5. Índice (ratio)	5. Variación intraindividual	5. Requerimientos basales diferenciales
6. Sensibilidad	6. Índice (ratio)	6. Sensibilidad		6. Sobre correcciones
	7. Bolos tardíos			

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La información disponible con los dispositivos de monitoreo es muy amplia. El objetivo de esta perspectiva práctica es simplificar la interpretación y la aplicabilidad de los datos basados en 4 pasos. El primer paso es identificar si el estudio es confiable, seguido de la identificación del problema o escenario metabólico (normoglucemia, hipoglucemia, hiperglucemia o variable); el tercer paso es identificar en cual momento del día se presenta el problema y finalmente, identificar la etiología de este, para poder ofrecer un tratamiento dirigido.

Declaración de fuentes de financiación

Se declara que los autores no recibieron ningún tipo de financiación para la realización del manuscrito.

Conflictos de interés

Ninguno de los autores tiene conflicto de interés en relación con la realización del manuscrito

Referencias

- [1] Clarke SF, Foster JR. A history of blood glucose meters and their role in self-monitoring of diabetes mellitus. *Br J Biomed Sci.* 2012;69(2):83-93. <https://doi.org/10.1080/09674845.2012.12002443>
- [2] Ajjan R, Slattery D, Wright E. Continuous Glucose Monitoring: A Brief Review for Primary Care Practitioners. *Adv Ther.* 2019;36(3):579-96. <https://doi.org/10.1007/s12325-019-0870-x>
- [3] Maiorino MI, Signoriello S, Maio A, Chiodini P, Bellastella G, Scappaticcio L, *et al.* Effects of Continuous Glucose

- Monitoring on Metrics of Glycemic Control in Diabetes: A Systematic Review With Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Diabetes Care* 2020; 43 (5): 1146–56. <https://doi.org/10.2337/dc19-1459>
- [4] Ajjan RA. Diabetes Technol Ther. How Can We Realize the Clinical Benefits of Continuous Glucose Monitoring? *Diabetes Technol Ther*. 2017 May;19(S2): S27–S36. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0021>
- [5] Wang Y, Zou C, Na H, Zeng W, Li X. Effect of Different Glucose Monitoring Methods on Bold Glucose Control: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Comput Math Methods Med*. 2022 Jun 18; 2022:2851572. <https://doi.org/10.1155/2022/2851572>
- [6] Teo E, Hassan N, Tam W, Koh S. Effectiveness of continuous glucose monitoring in maintaining glycaemic control among people with type 1 diabetes mellitus: a systematic review of randomised controlled trials and meta-analysis. *Diabetologia*. 2022 Apr;65(4):604–619. <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05648-4>
- [7] Farhan HA, Bukhari K, Grewal N, Devarasetty S. Use of continuous glucose monitor as a motivational device for lifestyle modifications to improve glycaemic control in patients with type 2 diabetes treated with non-insulin therapies. *BMJ Case Rep*. 2022 Jun 7;15(6):e248579. <https://doi.org/10.1136/bcr-2021-248579>
- [8] Duarte DB, Fonseca L, Santos T, Silva VB, Marques-Puga F, Saraiva M, *et al.* Impact of intermittently scanned continuous glucose monitoring on quality of life and glycaemic control in persons with type 1 diabetes: A 12-month follow-up study in real life. *Diabetes Metab Syndr*. 2022 Jun;16(6):102509. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2022.102509>
- [9] Xiu-Chang VY, Ling-Tan Y, Darryl-Ang WH, Lau Y. Effects of continuous glucose monitoring on maternal and neonatal outcomes in perinatal women with diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract*. 2022 Feb; 184:109192. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2022.109192>
- [10] Danne T, Nimri R, Battelino T, Bergenstal RM, Close KL, DeVries JH, *et al.* International Consensus on Use of Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Care*. 2017;40(12):1631–40. <https://doi.org/10.2337/dc17-1600>
- [11] Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, Amiel SA, Beck R, Biester T, *et al.* Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations from the International Consensus on Time in Range. *Diabetes Care*. 2019;42(8):1593–603. <https://doi.org/10.2337/dci19-0028>
- [12] Grunberger G, Sherr J, Allende M, Blevins T, Bode B, Handelsman Y, *et al.* American Association of Clinical Endocrinology Clinical Practice Guideline: The Use of Advanced Technology in the Management of Persons with Diabetes Mellitus. *Endocr Pract*. 2021 Jun;27(6):505–537. <https://doi.org/10.1016/j.eprac.2021.04.008>
- [13] ElSayed N, Aleppo G, Aroda VR, Bannuru RR, Brown FM, Bruemmer D, *et al.* Diabetes Technology: Standards of Medical Care in Diabetes—2023. *Diabetes Care* 2023 Jan 1;46(Supplement_1):S111–S127. <https://doi.org/10.2337/dc23-S007>
- [14] Bergenstal RM, Simonson GD, Heinemann L. More Green, Less Red: How Color Standardization May Facilitate Effective Use of CGM Data. *J Diabetes Sci Technol*. 2022 Jan;16(1):3–6. <https://doi.org/10.1177/19322968211053341>
- [15] Ramírez-Rincón A, Tovar-Cortés H, Builes-Montaña CE, Gómez Medina AM, Marín-Sánchez A, Henao-Carrillo DC, *et al.* Technology in Endocrinology: Stages, Concepts and Implementation. *Rev. Colomb Endocrinol Diabet Metab*. 2021 Nov. 15;8(1):1–120. <https://doi.org/10.53853/encr.8.1.702>
- [16] Botero JF, Vasquez LM, Blanco VM, Cuesta DP, Ramírez-Rincon A, Bedoya J,

- et al.* The effectiveness of a comprehensive diabetes program for glycemic control and adherence, and the selection of candidates for sensor-augmented insulin pump therapy. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed)*. 2021 Mar 31; S2530-0164(21)00073-2. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2020.11.006>
- [17] Scheiner G. CGM Retrospective Data Analysis. *Diabetes Technol Ther*. 2016;18(S2): S2-14-S2-22. <https://doi.org/10.1089/dia.2015.0281>
- [18] UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) Group. Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet Lond Engl*. 1998;352(9131):837-53. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)07019-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)07019-6)
- [19] The Diabetes Control and Complications Trial (DCCT)/Epidemiology of Diabetes Interventions and Complications (EDIC) Study Research Group. Intensive Diabetes Treatment and Cardiovascular Outcomes in Type 1 Diabetes: The DCCT/EDIC Study 30-Year Follow-up. *Diabetes Care*. 2016;39(5):686-93. <https://doi.org/10.2337/dc15-1990>
- [20] Beck RW, Bergenstal RM, Riddlesworth TD, Kollman C, Li Z, Brown A, *et al.* Validation of Time in Range as an Outcome Measure for Diabetes Clinical Trials. *Diabetes Care*. 2019 Mar;42(3):400-405. <https://doi.org/10.2337/dc18-1444>
- [21] Lu J, Ma X, Zhou J, Zhang L, Mo Y, Ying L, *et al.* Association of Time in Range, as Assessed by Continuous Glucose Monitoring, With Diabetic Retinopathy in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2018 Nov;41(11):2370-2376. <https://doi.org/10.2337/dc18-1131>
- [22] Lu J, Wang C, Shen Y, Chen L, Zhang L, Cai J, *et al.* Time in Range in Relation to All-Cause and Cardiovascular Mortality in Patients with Type 2 Diabetes: A Prospective Cohort Study. *Diabetes Care*. 2021 Feb;44(2):549-555. <https://doi.org/10.2337/dc20-1862>
- [23] Runge SA, Kennedy L, Brown AS, Dove AE, Levine BJ, Koontz *et al.* Does Time-in-Range Matter? Perspectives From People with Diabetes on the Success of Current Therapies and the Drivers of Improved Outcomes. *Clin Diabetes*. 2018 Apr;36(2):112-119. <https://doi.org/10.2337/cd17-0094>
- [24] Ajjan R, Slattery D, Wright E. Continuous Glucose Monitoring: A Brief Review for Primary Care Practitioners. *Adv Ther*. 2019;36(3):579-96. <https://doi.org/10.1007/s12325-019-0870-x>
- [25] Xing D, Kollman C, Beck RW, Tamborlane WV, Laffel L, Buckingham BA, *et al.* Optimal Sampling Intervals to Assess Long-Term Glycemic Control Using Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Technol Ther*. 2011;13(3):351-8. <https://doi.org/10.1089/dia.2010.0156>
- [26] Riddlesworth TD, Beck RW, Gal RL, Connor CG, Bergenstal RM, Lee S, *et al.* Optimal Sampling Duration for Continuous Glucose Monitoring to Determine Long-Term Glycemic Control. *Diabetes Technol Ther*. 2018;20(4):314-6. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0455>
- [27] Vigersky RA, McMahon C. The Relationship of Hemoglobin A1C to Time-in-Range in Patients with Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2019;21(2):81-5. <https://doi.org/10.1089/dia.2018.0310>
- [28] Gómez AM, Henao Carrillo DC, Tapoada L, Rebolledo del Toro M. Relevance of continuous glucose monitoring in clinical practice: review of the evidence. *Rev.ACE [Internet]*. 2018 Aug. 17 ;5(3):33-42. <https://doi.org/10.53853/encr.5.3.432>
- [29] Borot S, Benhamou PY, Atlan C, Bismuth E, Bonnemaïson E, Catargi B, *et al.* Practical implementation, education, and interpretation guidelines for continuous glucose monitoring: A French position statement. *Diabetes*

- Metab. 2017;44(1):61–72. <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2017.10.009>
- [30] Chan Juliana CN, Gagliardino JJ, Baik SH, Chantelot JM, Ferreira Sandra RG, Hancu, N, *et al.* Multifaceted Determinants for Achieving Glycemic Control. The International Diabetes Management Practice Study (IDMPS). *Diabetes Care*. 2009; 32(2): 227–233. <https://doi.org/10.2337/dc08-0435>
- [31] Bergenstal RM, Beck RW, Close KL, Grunberger G, Sacks D, Kowalski A, *et al.* Glucose Management Indicator (GMI): A New Term for Estimating A1C From Continuous Glucose Monitoring. *Diabetes Care* 2018; 41 (11): 2275 – 80. <https://doi.org/10.2337/dc18-1581>
- [32] Lipska KJ, Warton EM, Huang ES, Moffet HH, Inzucchi SE, Krumholz H, *et al.* HbA1c and risk of severe hypoglycemia in type 2 diabetes: the Diabetes and Aging Study. *Diabetes Care*. 2013 Nov;36(11):3535–42. <https://doi.org/10.2337/dc13-0610>
- [33] Monnier L, Colette C, Owens D. Glucose variability and diabetes complications: Risk factor or biomarker? Can we disentangle the "Gordian Knot"? *Diabetes Metab*. 2021 May;47(3):101225. <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2021.101225>
- [34] Monnier L, Colette C, Wojtuszczyzn A, Dejager S, Renard E, Molinari N, *et al.* Toward Defining the Threshold Between Low and High Glucose Variability in Diabetes. *Diabetes Care*. 2017 Jul;40(7):832–838. <https://doi.org/10.2337/dc16-1769>
- [35] International Hypoglycaemia Study Group. Hypoglycaemia, cardiovascular disease, and mortality in diabetes: epidemiology, pathogenesis, and management. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019 May;7(5):385–396. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(18\)30315-2](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(18)30315-2)
- [36] Ceriello A. Targeting one-hour postmeal glucose: is it time for a paradigm switch in diabetes management? *Diabetes Technol Ther* 2017; 19(9):493–97. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0135>
- [37] Ceriello A, Colagiuri S, Gerich J, Tuomilehto J. Guideline for management of postmeal glucose. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2008; 18(4): S17–33. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2008.01.012>
- [38] Ceriello A, Monnier L, Owens D. Glycaemic variability in diabetes: clinical and therapeutic implications. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019 Mar;7(3):221–230. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(18\)30136-0](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(18)30136-0)
- [39] Saisho Y. Glycemic Variability and Oxidative Stress: A Link between Diabetes and Cardiovascular Disease? *Int J Mol Sci*. 2014 Oct; 15(10): 18381–18406. <https://doi.org/10.3390/ijms151018381>
- [40] Kröger J, Reichel A, Siegmund T, Ziegler R. Clinical Recommendations for the Use of the Ambulatory Glucose Profile in Diabetes Care. *J Diabetes Sci Technol*. 2020 May;14(3):586–594. <https://doi.org/10.1177/1932296819883032>