

Artículo original

## Variabilidad glucémica por medio de automonitoreo glicémico escalonado en sujetos con diabetes tipo 2

Clara Eugenia Pérez Gualdrón <sup>1</sup>, Juan Sebastián Frías-Ordoñez  <sup>2, 3</sup>, Nicolas Bravo-Bernal <sup>3</sup>,  
Andrés Felipe Pacheco Pacheco <sup>3</sup>, Nicole Johana Manrique Chaparro <sup>3</sup>, Juan Diego Cabra Cadena <sup>3</sup>

<sup>1</sup>División de Bioquímica, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia.

<sup>2</sup>Unidad de Gastroenterología y Endoscopia Digestiva, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia.

<sup>3</sup>Semillero de investigación "Metabolismo de lípidos y diabetes III", División de Bioquímica, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia.

**Cómo citar:** Pérez Gualdrón CE, Frías-Ordoñez JS, Bravo-Bernal N, Pacheco Pacheco AF, Manrique Chaparro NJ, Cabra Cadena JD. Variabilidad glucémica por medio de automonitoreo glicémico escalonado en sujetos con diabetes tipo 2. Rev Colomb Endocrinol Diabet Metab. 2023;10(2):e793. <https://doi.org/10.53853/encr.10.2.793>

Recibido: 06/Diciembre/2022

Aceptado: 10/Abril/2023

Publicado: 30/Mayo/2023

### Resumen

**Contexto:** en diabetes tipo 2, más allá del estado de hiperglucemia crónica, se han encontrado otros índices de disglucemia como variabilidad glicémica y episodios recurrentes de hipoglucemia como contribuyentes a desenlaces adversos.

**Objetivo:** comparar las glucometrías bajo modalidad de automonitoreo glicémico escalonado en pacientes con diabetes tipo 2, con el fin de identificar un factor pronóstico que permita optimizar el control glicémico a partir del análisis de variabilidad glicémica.

**Metodología:** serie de casos con muestra de estudio y datos de glucometrías de automonitoreo glicémico escalonado en tres sujetos durante cinco años, con 3400 datos observados en promedio. Se empleó un modelo lineal multivariable y pruebas de comparaciones múltiples post hoc y también se evaluó la variabilidad glicémica mediante media de glucemia, desviación estándar y coeficiente de variación por cada tiempo de comidas.

**Resultados:** el total de muestras analizadas tuvo el coeficiente de variación menor a 36%, además, los tres individuos presentaron tendencias diferentes a lo largo del periodo de estudio y los datos recopilados se inclinaron hacia la hipoglucemia. No hubo diferencias significativas en los seis tiempos de comida.

**Conclusiones:** en la práctica actual, el objetivo es disminuir la variabilidad glicémica con bajo riesgo de hipoglucemia, donde el automonitoreo glicémico es de utilidad para disminuir el riesgo de hipoglucemia y mejorar el control glicémico.

**Palabras clave:** control glicémico, diabetes *mellitus* tipo 2, automonitorización de la glucosa sanguínea, monitoreo ambulatorio, hipoglucemia, empoderamiento, educación en salud.

### Destacados

- Las fluctuaciones en glucemia pueden ocurrir en cualquier estadio de la diabetes.
- La variabilidad glicémica es una herramienta fundamental en el manejo y el entendimiento de la diabetes.
- El automonitoreo glicémico escalonado permite evaluar la variabilidad glicémica en lugares con recursos limitados.
- El objetivo es buscar disminuir el riesgo de hipoglucemia y mejorar el control glicémico.

 **Correspondencia:** Juan Sebastián Frías-Ordoñez, Unidad de Gastroenterología y Endoscopia Digestiva, Hospital Universitario Nacional de Colombia, calle 44 #59-75, Bogotá D. C., Colombia. Correo-e: jsfrias@unal.edu.co

## Glycaemic variability by stepwise glycaemic self-monitoring in subjects with type 2 diabetes

### Abstract

**Background:** In type 2 diabetes beyond the state of chronic hyperglycemia, other indices of dysglycemia such as glycemic variability and recurrent episodes of hypoglycemia have been found to contribute to adverse outcomes.

**Purpose:** to compare glycometry under a stepped glycaemic self-monitoring modality in patients with type 2 diabetes, in order to identify a prognostic factor to optimize glycaemic control, based on the analysis of glycaemic variability.

**Methodology:** case series, with a study sample of glycometric data of stepped self-monitoring in three subjects, during 5 years, with an average of 3,400 observed data. A multivariate linear model and post-hoc multiple comparisons tests were used. Glycaemic variability was evaluated using mean blood glucose, standard deviation and coefficient of variation for each meal time.

**Results:** The total number of samples analyzed had a coefficient of variation lower than 36%. The three individuals presented different trends throughout the study period. The data collected leaned towards hypoglycemia. There were no significant differences in the 6 meal times.

**Conclusions:** In current practice the goal is to decrease glycaemic variability, with low risk of hypoglycemia. Self-monitoring of blood glucose is useful to reduce the risk of hypoglycemia and improve glycaemic control.

**Keywords:** Glycaemic Control, Diabetes Mellitus, Type 2, Blood Glucose Self-Monitoring, Monitoring, Ambulatory, Hypoglycemia, Empowerment, Health Education.

### Highlights

- Fluctuations in glycaemia can occur at any stage of diabetes.
- Glycaemic variability is a fundamental tool in the management and understanding of diabetes.
- Stepwise glycaemic self-monitoring allows assessment of glycaemic variability in resource-limited settings.
- The objective is to reduce the risk of hypoglycemia and improve glycaemic control.

## Introducción

La diabetes tipo 2 representa un desafío en su manejo y sus riesgos de complicaciones agudas y crónicas (1). Con el aumento de incidencia y prevalencia en las últimas décadas, los sistemas y los prestadores de salud se han visto enfrentados a un mayor número de pacientes con distintas severidades y complejidad en su manejo. Por esta razón, se han desarrollado nuevas tecnologías para la optimización terapéutica, como el monitoreo continuo de glucosa (MCG) y el automonitoreo glicémico (AG), lo que permite un mejor control y expectativa de vida en pacientes diabéticos con alto grado de complejidad (2).

Los objetivos claves de control, prevención de complicaciones y tratamientos intensivos en diabetes consisten en lograr normogluemia y evitar hipogluemias (3). En la evaluación del control glicémico en diabetes se han encontrado índices como la variabilidad glicémica (VG) y

los episodios recurrentes de hipoglicemia como contribuyentes a complicaciones de la diabetes micro y macrovasculares, y otros resultados clínicos adversos (4) (la VG es la medición de fluctuaciones glucémicas u otros parámetros relacionados con la homeostasis de glucosa sobre un intervalo de tiempo).

La VG, a corto y largo plazo, puede ser estimada tanto por AG así como por MCG, siendo por este último considerado como el estándar de oro para la evaluación de VG (5). A partir del análisis de Monnier *et al.*, se ha propuesto el coeficiente de variación (definido como porcentaje de CV = desviación estándar, dividido por el promedio de glucosa y multiplicado por 100) como el índice más apropiado para evaluar la media diaria de VG, independientemente de la concentración media glucémica, con un valor umbral de corte del 36% para distinguir el control glicémico estable del inestable en diabetes, y donde se considera que al encontrarse sobre este límite aumenta la frecuencia

de hipoglicemia (6). De modo más reciente, fue recomendada por Lavallo *et al.* para integrarse a resultados directos de cualquier sistema de MCG (7) y en los últimos años se ha descrito más su sobre correlación con mortalidad, complicaciones crónicas y riesgo cardiovascular, sin embargo, hay observaciones divergentes (8–10).

En Latinoamérica, la atención primaria se encuentra en sobrecarga y con pocos recursos, desconocimiento del impacto y carga de la enfermedad, así como un impacto negativo por control glucémico inadecuado, por lo que el AG es una herramienta asequible en este contexto, lo que permite identificar, tratar hipoglucemia y ajustar el plan nutricional y de actividad física (11). El objetivo de este estudio es comparar las glucometrías bajo modalidad de AG en escalera registradas por pacientes con diabetes tipo 2 durante un periodo de cinco años consecutivos, con el fin de identificar un factor pronóstico que permita optimizar el control glicémico a partir del análisis de VG.

## Materiales y métodos

### Diseño del estudio y extracción de los datos

Se realizó un estudio observacional de tipo serie de casos mediante un muestreo por conveniencia en pacientes de la consulta de Diabetología, departamento de Ciencias Fisiológicas, de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia en Bogotá D. C., Colombia. Se tomaron como muestra de estudio los datos de glucometrías de AG escalonado en tres sujetos durante cinco años.

Los criterios de inclusión fueron: pacientes con diabetes tipo 2 expuestos a un programa estructurado de educación en diabetes, con disponibilidad de glucómetro, tiras reactivas e insumos para glucometrías, y que hubiesen registrado los datos de AG en ese periodo de tiempo. Se excluyó a pacientes que abandonaron el registro de glucometrías durante el periodo de seguimiento.

### Recolección de datos

Las muestras de este estudio consistieron en recolectar un promedio de 3840 datos de

glucometrías provenientes del AG en modalidad diario escalonado, mediante glucometría convencional, registrado por tres pacientes con diabetes tipo 2, entre los años 2007 y 2011. Se recolectaron variables sociodemográficas y AG, discriminando el momento del día (antes o después del desayuno, almuerzo o cena) en que fueron tomadas.

### Análisis estadístico

En el presente estudio se pretende comprobar si existe una diferencia significativa entre la glicemia presente en un organismo, dependiendo el momento del día (antes o después del desayuno, almuerzo u otra comida) en el que esta es tomada. En caso de que exista diferencia, se quiere saber en qué hora del día difiere del resto. Así, se almacenaron los datos en un formato específico: los valores de la variable continua se almacenaron en una matriz, donde cada columna representa un nivel distinto (grupo) de la variable cualitativa.

Se creó un modelo lineal multivariable mediante análisis de varianza (también denominado Anova), consistente en calcular la media de cada uno de los grupos, para después comparar la varianza de estas medias frente a la varianza promedio dentro de los grupos y como condición para este método estadístico, debía cumplirse la esfericidad, esta implica que la varianza de las diferencias entre todos los pares de variables a comparar sea igual y, luego, se procedió a comparación dos a dos por *t*-student con corrección de significancia Holm.

Posteriormente, se procedió a un diseño de medidas repetidas, evaluándose el efecto de un factor sobre una variable independiente, medida en dos o más ocasiones para un mismo individuo o para varios individuos pertenecientes a un mismo grupo; se realizaron pruebas de comparaciones múltiples post hoc que permitieran evaluar entre qué grupos sí existen diferencias significativas; se completaron los datos faltantes con nuevas revisiones de las fuentes de información y se realizaron, al final, solo análisis de datos completos. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico R (R Development Core Team versión 3.4.0) y todas las *p* se calcularon a dos colas y se consideraron estadísticamente significativas si eran menores a 0,05.

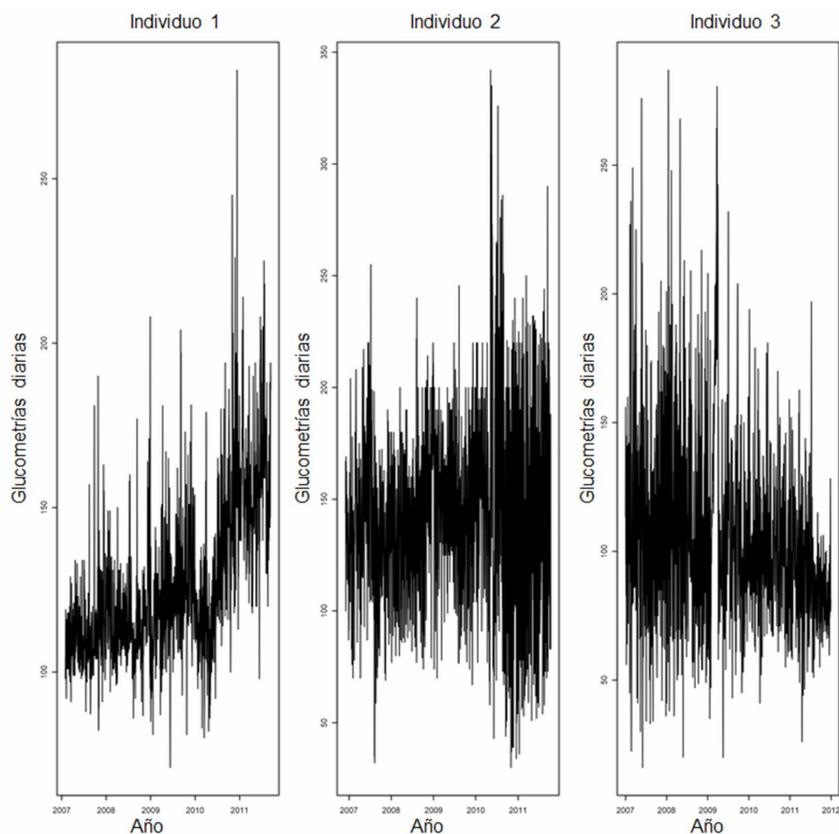
## Resultados

### Características basales

Se incluyó a tres sujetos con diabetes tipo 2, no-usuarios de insulina, en manejo con medidas no farmacológicas y expuestos a un programa estructurado de educación en diabetes y sin otras comorbilidades. Los tres sujetos tenían un promedio de edad de 61,3 (rango 52–67 y desviación estándar de 8,14) años y fueron identificados como sujeto 1 (52 años), sujeto 2 (67 años) y sujeto 3 (65 años). Los tres sujetos tenían un promedio de diagnóstico de la enfermedad de 2,06 años (rango 1,8–2,3 y una desviación estándar de 0,25) años, siendo en el sujeto 1 de 1,8 años, en el sujeto 2 de 2,1 años y en el sujeto 3 de 2,3 años. En cuanto al control metabólico, el sujeto 1 tenía HbA1c de 6,6%, el sujeto 2 de 6,8% y el sujeto 3 de 6,77%.

### Comportamiento glucométrico

Los datos obtenidos fueron graficados. En los individuos 2 y 3 se encontró que había menos datos disponibles (menos del 10%) debido al manejo y el control de los pacientes en su momento, así como por adherencia por parte del paciente, por lo que se realizó una predicción rigurosa de los datos faltantes por medio de imputación por la media, con sustitución de los datos faltantes por el promedio de los datos previos, imputando valores faltantes descompuestos estacionalmente y valores nulos seguidos, y permitiendo mantener la estacionalidad al eliminar el componente estacional de la serie temporal, realizando imputación sobre la serie desestacionalizada y luego volviendo a añadir el componente estacional (figura 1A, 1B). Al observar el comportamiento glicémico en los tres sujetos, se encontró una tendencia al alza al final de cada año.



**Figura 1.** (1A) Comportamiento de glucometrías en registros obtenidos en los tres individuos y (1B) ajustes realizados por predicción

**Fuente:** elaboración propia.

### Dispersión respecto a la media de acuerdo con el momento del día

En el individuo 1 no se presentó variabilidad considerable (figura 2), la media de glucemia antes del desayuno (AD) es donde se presentó una mayor variabilidad con desviación estándar (DE) de 27,8 (tabla 1), además, presentó el caso de mayor hiperglucemia durante el seguimiento. El momento después de cenar (DC) fue el menos

variable, registrando una desviación estándar de 20,9, donde representó la media más elevada (129,3mg/dl) de los distintos momentos del día y menores casos de hiperglucemia. En relación con el porcentaje de CV, la mayoría de los momentos evaluados se presentaron por debajo del punto de corte (36%) planteado por Monnier *et al.* (6) y con estos hallazgos se presentó una relación de control adecuado con pocos episodios de hipoglucemia (tabla 1).

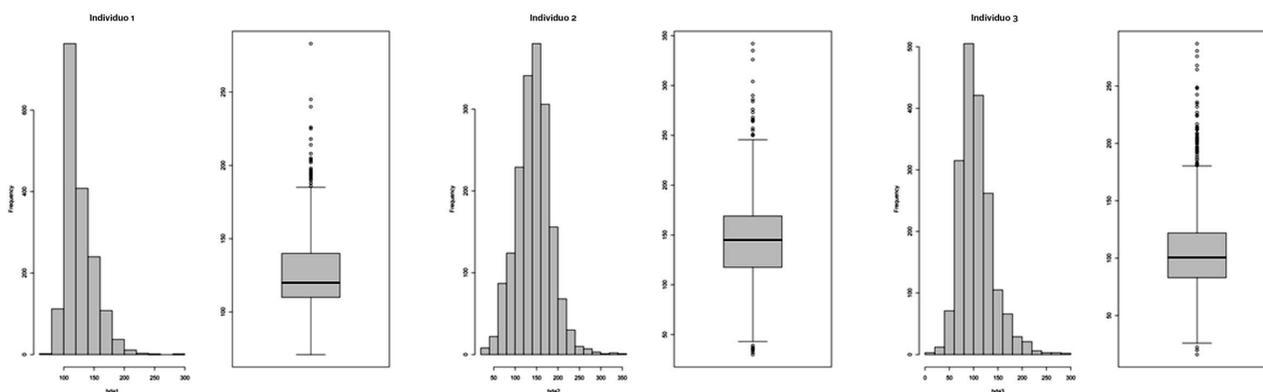


Figura 2. Dispersión respecto a la media de acuerdo con el momento del día

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Media de glucemia, desviación estándar y coeficiente de variación por cada tiempo de comidas

Momento del día	Individuo 1			Individuo 2			Individuo 3		
	Media	DE	CV	Media	DE	CV	Media	DE	CV
AD	125,98	27,84	18,80	121,19	40,03	35,20	105,52	19,58	33,45
AA	125,39	23,58	18,34	137,25	48,32	34,08	94,44	31,59	33,53
AC	125,59	23,03	22,09	151,28	51,56	33,03	106,79	35,81	18,56
DD	127,9	23,88	18,383	163,98	34,19	19,185	98,95	39,20	35,03
DA	128,54	23,638	16,20	165,21	31,69	12,33	107,50	37,66	29,55
DC	129,26	20,943	19	166,62	20,54	20,85	130,53	38,57	39,62

Notas aclaratorias: DE: desviación estándar, CV: coeficiente variación, AA: antes del almuerzo, AC: antes de la cena, AD: antes del desayuno, DA: después del almuerzo, DC: después de la cena y DD: después del desayuno.

Fuente: elaboración propia.

El individuo 2 presentó una mayor variabilidad (40–52 DE) en los momentos anteriores a la ingesta de alimentos y una variabilidad más reducida (21–32 DE) en los momentos después de la ingesta de alimentos (tabla 1), algo que no presentó el individuo 1; además, las medias de los momentos antes de la ingesta de alimentos fueron menores, comparándolas con las medias de los momentos después de la ingesta de alimento

(figura 2 y tabla 2). Otro aspecto relevante es que los estados de hiperglucemia presentados en DC y DA e hipoglucemia presentados en AD y AC, solo se vieron en los momentos después de la ingesta de alimento (figura 2 y tabla 2). De modo integral, hubo una mayor desviación estándar y, por ende, más VG en el tiempo AC, con valores cercanos al punto de corte del porcentaje de CV (tabla 1).

**Tabla 2.** Estimación de las glucometrías por cada tiempo de comida

Momento del día	Individuo 1	Individuo 2	Individuo 3
AD	128,65	170,35	65,64
AA	131,50	156,94	75,54
AC	113,21	174,92	74,27
DD	140,78	183,01	76,25
DA	144,8	201,74	101,41
DC	137	179,04	67,70

Notas aclaratorias: AA: antes del almuerzo, AC: antes de la cena, AD: antes del desayuno, DA: después del almuerzo, DC: después de la cena y DD: después del desayuno.

**Fuente:** elaboración propia.

En el individuo 3, la media de glucemia en la mayoría de momentos del día fue similar (94–106 mg/dL), pero el momento después de la cena (DC) presentó una media mayor a 130 mg/dL (figura 2). Este paciente presentó momentos de hiperglucemia en la mayoría de los estados alimentarios con excepción de después de la cena (DC) y los casos de hipoglucemia solo se presentaron antes del desayuno (AD). Un dato relevante es que en el momento antes del desayuno (AD) fue el único donde presentó hiperglucemia e hipoglucemia, con menor variabilidad (19 DE). También se encontró un porcentaje de CV mayor

al punto corte en el momento DD, en posible relación con el mayor valor de desviación estándar (tabla 1).

Mediante Anova y el concepto de esfericidad ligado a la misma, los datos intragrupos, según el momento del día, mostraron que no hay diferencias significativas en los seis tiempos de comida ( $F(2, 10) = 22,86$ ,  $p = 0,0002$ ), es decir que las glucometrías no difirieron entre los tiempos de medición, corroborado mediante las pruebas de comparación múltiple post hoc (tabla 3), dado que los valores fueron mayores a 0,05, donde no hubo diferencias entre los seis grupos.

**Tabla 3.** Análisis post hoc de los tiempos de comida

	AC	AD	DA	DC	
AC	0,18				
AD	0,87	0,41			
DA	0,18	0,29	0,37		
DC	0,15	0,14	0,17	0,39	
DD	0,28	0,73	0,49	0,26	0,36

Notas aclaratorias: AA: antes del almuerzo, AC: antes de la cena, AD: antes del desayuno, DA: después del almuerzo, DC: después de la cena y DD: después del desayuno.

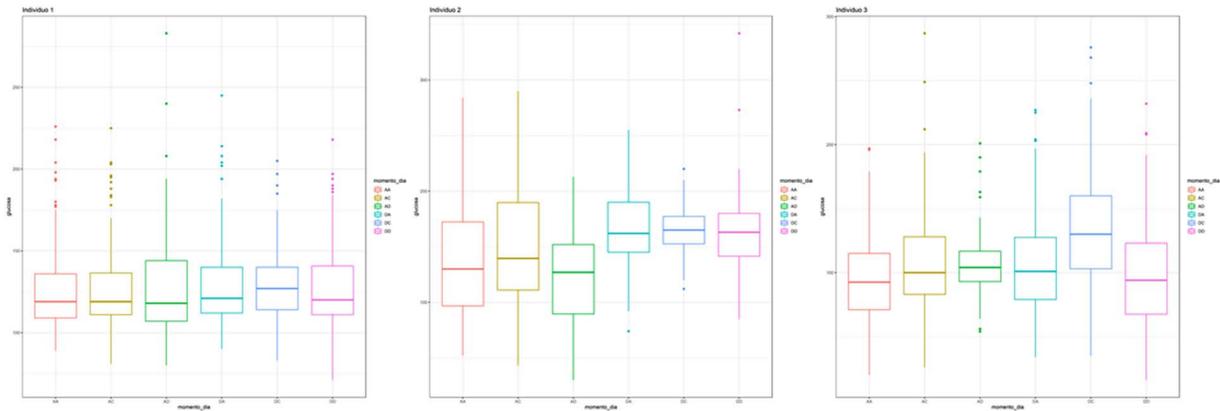
**Fuente:** elaboración propia.

## Media glucométrica y dispersión

Los tres individuos presentaron tendencias diferentes a lo largo del periodo de estudio. El individuo 1 presentó una media glucométrica entre 100–125 mg/dL, indicando un buen control durante el periodo de estudio, en la gráfica de boxplot no presentó estados de hipoglucemia, pero sí varios casos de hiperglucemia (entre 200–300 mg/dL), aunque estos resultados son mínimos al compararlos en el histograma donde se denota que fueron las series de datos con menor frecuencia en el paciente (figura 3). En el individuo 2, la media glucométrica fue de 150–200mg/dL, indicando un control subóptimo y, en este caso, la gráfica de boxplot mostró que durante el periodo de seguimiento el individuo 2 presentó varios episodios de hiperglucemia (250–350mg/dL) y también de hipoglucemia, menores de 50 mg/dL, similar al individuo 1, donde el histograma demostró que las series de datos nombradas fueron una cantidad mínima respecto a otros valores (figura 3). Por último, en el individuo 3 la media glucométrica fue de 100mg/dL, con un buen control glucométrico en los años de seguimiento; en este caso, al igual que con el individuo 2, se presentaron casos de hiperglucemia que oscilaron de 200 a 300 mg/dL e hipoglucemias menores a 50 mg/dL, donde se destaca que hubo un mayor número de estados de hiperglucemia (figura 3).

## Discusión

Con el uso cada vez mayor de dispositivos de AG, ha incrementado la comprensión de cómo cambian los niveles de glucosa a lo largo del día y se sabe que su fluctuación puede llegar a ser común (12). Algunas medidas de variabilidad glucémica, como desviación estándar alrededor de la media y porcentaje de CV, son estimadas por dispositivos de AG de forma rutinaria (13). Como antecedente directo, Monnier *et al.*, a partir de un reporte de 376 pacientes con diabetes, demostraron la utilidad y la simplicidad del porcentaje de CV para discernir entre diabetes estable de lábil, a partir del punto de corte de 36% (6). En la diabetes tipo 2, aún no es claro que se pueda utilizar el 36% como punto de corte e igualmente, recordar que este es el límite superior y los objetivos deben ser individualizados. En el presente estudio, a pesar de que se trató un número reducido de sujetos y que solamente se limitó a individuos con diabetes tipo 2 no usuarios de insulina y que no es comparable con el estudio de Monnier *et al.* (6), se demostró la practicidad y la reproducibilidad del porcentaje de CV, lo cual es concordante con las recomendaciones por Lavalle *et al.* (7) de utilizar este instrumento para estimar la VG y la integración para monitoreo glicémico.



**Figura 3.** Media glucométrica y dispersión de valores glucométricos por gráfica boxplot e histograma comparativo de glucometrías por frecuencia en los tres individuos

**Fuente:** elaboración propia.

En este estudio también se encontró que los pacientes con porcentaje de CV alto tuvieron un promedio de glucosa más bajo, un mayor porcentaje de tiempo en hipoglucemia y un tiempo en rango normal superior. Se han propuesto y estudiado muchas otras medidas de la variabilidad de la glucosa, pero estas no se informan ni se utilizan de forma rutinaria (14). El porcentaje de CV y la DE son las medidas más populares para VG para clínicos, investigadores y pacientes, debido a su simplicidad, familiaridad y falta de ambigüedad. La relación del porcentaje de CV con hipoglucemia no es de proporcionalidad directa: si el porcentaje de CV es menor al 25%, el riesgo de hipoglucemia es bajo; sin embargo, si el porcentaje de CV es mayor al 25%, hay relación lineal tanto teórica como empírica con hipoglucemia (15). La correlación del porcentaje de CV con la media de glicemia es débil (16), la media de glucosa está relacionada inversamente al riesgo de hipoglucemia (17) y la DE está moderadamente correlacionada con la media de glicemia, pero con correlación débil al riesgo de hipoglucemia (17). Estas relaciones descritas en la literatura pueden observarse en los resultados encontrados en los sujetos del estudio, también el porcentaje de CV es un indicador adecuado para evaluar la VG media diaria en diabetes tipo 2, al hacerlo de modo independiente a la concentración media de glucosa.

Cada vez se ha ido obteniendo mayor evidencia científica respecto al rol de la VG

en las complicaciones crónicas y la mortalidad (5, 18, 19), este es un concepto novedoso, pero con ciertas limitaciones en situaciones técnicas y disponibilidad (14), sin embargo, hay información suficiente para vincular la VG con la predicción de hipoglucemia (5), incluso, algunos autores la han propuesto como explicación de complicaciones presentes en pacientes que alcanzan metas de HbA1c (20) y, paulatinamente, se ha ido presentando un consenso, donde actualmente es recomendada la evaluación combinada de los resultados en AG o MCG en conjunto con HbA1c para metas de control glicémico en diabetes tipo 2 (21). Como se observa, la VG es una herramienta fundamental para el manejo y el entendimiento de la diabetes. La incorporación de parámetros para evaluar la VG sigue evolucionando (22, 23) y en el presente estudio se observó la relación de la glicemia media y el porcentaje de CV con hipoglucemia, por lo que son elementos que deben integrarse de manera directa al monitoreo de glucosa.

Entre las limitaciones de este estudio se incluye que fue realizado en un solo centro, lo que podría limitar su generalización y se incluyeron sujetos con diabetes tipo 2, con características clínicas heterogéneas, lo que limita la validez externa y su aplicabilidad en otros tipos de diabetes, no obstante, la población incluida en el estudio se considera representativa; al ser un estudio retrospectivo, la calidad de la información

puede verse afectada por el diligenciamiento del control glucométrico, también, debe mencionarse que en dos de tres sujetos hubo pérdida de datos (menor al 10%), requiriéndose ajustes mediante un modelo matemático, donde la verificación fue realizada por, al menos, dos investigadores del estudio que verificaron la obtención de los datos de los registros glucométricos, lo cual pudo disminuir el sesgo de transcripción.

También se debe considerar que no se incluyeron otras medidas de VG, como el promedio de amplitud de excursiones glucémicas (MAGE), el promedio de diferencias diarias (MODD), el rango de riesgo diario promedio (ADRR), la distancia recorrida (DT), el rango intercuartílico (IQR), la desviación absoluta media (MAD) y el cambio de glucosa absoluta media por unidad de tiempo (MAG), además, no se realizaron comparaciones de HbA1c a lo largo del periodo de estudio. Tampoco se consideraron factores como el contenido de la dieta, el ejercicio, el uso de insulina y de antidiabéticos orales, que permitieran ajustar las recomendaciones de manera individualizada, por lo que se requieren estudios prospectivos para corroborar el desempeño de las todas medidas de VG en diabetes tipo 2 y que se consideren los factores influyentes.

## Conclusión

La determinación de hipoglicemia es importante como factor pronóstico en el control glucémico de diabetes tipo 2, además, la relación entre VG y riesgo de hipoglicemia es directamente proporcional. En la práctica actual, el objetivo a buscar es disminuir la VG, con un bajo riesgo de hipoglucemia y, finalmente, este estudio corrobora la utilidad de la tecnología en diabetes para disminuir el riesgo de hipoglicemia y mejorar el control glicémico.

## Contribución de autores

CEPG y NBB participaron en el desarrollo del anteproyecto, la revisión de la literatura, la recolección de los datos, el análisis de los datos y su composición; AFPP, NJMC y JCCC contribuyeron en la recopilación de los datos, el análisis de los datos y su composición; JSFO y

CEPG contribuyeron en la revisión de la literatura, el análisis de los datos y su composición y CEPG contribuyó en la composición, la supervisión y la orientación de la investigación.

El presente trabajo corresponde a un esfuerzo por hacer investigación de bajo costo y aporta resultados de interés para el contexto local.

## Consideraciones éticas

Este estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Medicina Universidad Nacional de Colombia en Bogotá D. C., Colombia. En su diseño fueron tenidos en cuenta los requerimientos establecidos en la Declaración de Helsinki, en Fortaleza, Brasil, y de acuerdo con la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio Nacional de Salud de Colombia, de manera que se consideró una investigación sin riesgo y se garantizó confidencialidad y reserva de la información recolectada. Todos los pacientes fueron informados y firmaron el consentimiento informado. Ningún registro contenía información sensible sobre identidad de pacientes.

## Financiación

Los autores no recibieron financiación para la escritura o publicación de este artículo.

## Conflictos de interés

Los autores no tienen conflictos de intereses por declarar en la escritura o publicación de este artículo.

## Referencias

- [1] Daly A, Hovorka R. Technology in the management of type 2 diabetes: Present status and future prospects. *Diabetes Obes Metab.* 2021;23(8):1722–32. <https://doi.org/10.1111/dom.14418>
- [2] Bode B, King A, Russell–Jones D, Billings LK. Leveraging advances in diabetes technologies in primary care: a narrative review. *Ann Med.* 2021;53(1):805–16. <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.1931427>

<http://revistaendocrino.org/index.php/rcedm>

- [3] Crasto W, Patel V, Davies MJ, Khunti K. Prevention of Microvascular Complications of Diabetes. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2021;50(3):431–55. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2021.05.005>
- [4] Kusunoki Y, Konishi K, Tsunoda T, Koyama H. Significance of Glycemic Variability in Diabetes *Mellitus*. *Intern Med.* 2022;61(3):281–90. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.8424-21>
- [5] Zhou Z, Sun B, Huang S, Zhu C, Bian M. Glycemic variability: adverse clinical outcomes and how to improve it? *Cardiovasc Diabetol.* 2020;19:1–14. <https://doi.org/10.1186/s12933-020-01085-6>
- [6] Monnier L, Colette C, Wojtuszczyńska A, Dejager S, Renard E, Molinari N, *et al.* Toward defining the threshold between low and high glucose variability in diabetes. *Diabetes Care.* 2017;40:832–8. <https://doi.org/10.2337/dc16-1769>
- [7] Lavallo-González FJ, Antillón-Ferreira C, Flores-Caloca O, Márquez-Rodríguez E, Yépez-Rodríguez AE, De Garza-Hernández N, *et al.* Recomendaciones del uso de monitoreo continuo y evaluación de la variabilidad glucémica en diabetes. *Med Int Mex.* 2020;36:185–98.
- [8] Ceriello A, Prattichizzo F, Phillip M, Hirsch IB, Mathieu C, Battelino T. Glycaemic management in diabetes: old and new approaches. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2022;10(1):75–84. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(21\)00245-X](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(21)00245-X)
- [9] Almutairi N, Hosseinzadeh H, Gopaldasani V. The effectiveness of patient activation intervention on type 2 diabetes *mellitus* glycemic control and self-management behaviors: A systematic review of RCTs. *Prim Care Diabetes.* 2020;14(1):12–20. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2019.08.009>
- [10] Martínez M, Santamarina J, Pavesi A, Musso C, Umpierrez GE. Glycemic variability and cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2021;9(1):33762313. <https://doi.org/10.1136/bmjdr-2020-002032>
- [11] Gallardo-Rincón H, Cantoral A, Arrieta A, Espinal C, Magnus MH, Palacios C, *et al.* Review: Type 2 diabetes in Latin America and the Caribbean: Regional and country comparison on prevalence, trends, costs and expanded prevention. *Prim Care Diabetes.* 2021;15(2):352–9. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2020.10.001>
- [12] Wang C, Lv L, Yang Y, Chen D, Liu G, Chen L, *et al.* Glucose fluctuations in subjects with normal glucose tolerance, impaired glucose regulation and newly diagnosed type 2 diabetes *mellitus*. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2012;76:810–5. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.2011.04205.x>
- [13] Bergenstal RM, Ahmann AJ, Bailey T, Beck RW, Bissen J, Buckingham B, *et al.* Recommendations for Standardizing Glucose Reporting and Analysis to Optimize Clinical Decision Making in Diabetes: The Ambulatory Glucose Profile (AGP). *Diabetes Technol Ther.* 2013;15:198–211. <https://doi.org/10.1089/dia.2013.0051>
- [14] Rodbard D. Glucose Variability: A review of clinical applications and Research Developments. *Diabetes Technol Ther.* 2018;20:S2–5. <https://doi.org/10.1089/dia.2018.0092>
- [15] Rodbard D. Hypo- and Hyperglycemia in Relation to the Mean, Standard Deviation, Coefficient of Variation, and Nature of the Glucose Distribution. *Diabetes Technol Ther.* 2012;14:868–76. <https://doi.org/10.1089/dia.2012.0062>
- [16] Rodbard D. Clinical interpretation of indices of quality of glycemic control and glycemic Variability. *Postgrad Med.* 2015;123:107–18. <https://doi.org/10.3810/pgm.2011.07.2310>
- [17] Jacober SJ, Zhang Q, Ph D, Wolka LL. Rate of Hypoglycemia in Insulin-Treated Patients with Type 2 Diabetes Can Be Predicted from Glycemic Variability Data. *Diabetes Technol Ther.* 2012;14:1008–12. <https://doi.org/10.1089/dia.2012.0099>

- [18] Ohara M, Kohata Y, Nagaike H, Koshiibu M, Gima H, Hiromura M. Association of glucose and blood pressure variability on oxidative stress in patients with type 2 diabetes *mellitus* and hypertension: a cross-sectional study. *Diabetol Metab Syndr.* 2019;1-10. <https://doi.org/10.1186/s13098-019-0425-y>
- [19] Caprnda M, Mesarosova D, Ortega PF, Krahulec B, Egom E, Rodrigo L, *et al.* Glycemic Variability and Vascular Complications in Patients with Type 2 Diabetes *Mellitus*. *Folia Med (Plovdiv).* 2017;59:270-8. <https://doi.org/10.1515/folmed-2017-0048>
- [20] Hirsch IB, Brownlee M. Should minimal blood glucose variability become the gold standard of glycemic control? *J Diabetes Complications.* 2005;19(3):178-81. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2004.10.001>
- [21] American Association of Diabetes. 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2021. *Diabetes Care.* 2021;44(supl. 1):S15-33. <https://doi.org/10.2337/dc21-s002>
- [22] 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;14(3):586-94. <https://doi.org/10.1177/1932296819883032>
- [23] Grant AK, Golden L. Technological Advancements in the Management of Type 2 Diabetes. *Curr Diab Rep.* 2019;19:163. <https://doi.org/10.1007/s11892-019-1278-3>