

Artículo original

## Impacto del ejercicio en la glucosa en pacientes con diabetes tipo 1: usuarios de sistema híbrido de asa cerrada con uso de objetivo temporal

Ana María Gómez <sup>1,2</sup>, Diana Cristina Henao <sup>1,2</sup>, Sofía Robledo <sup>2</sup>, Richard Buendía <sup>3</sup>,  
Pablo Jaramillo <sup>1,2</sup>, Oscar Mauricio Muñoz Velandia <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia

<sup>2</sup>Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

<sup>3</sup>Colsubsidio, Bogotá, Colombia

**Cómo citar:** Gómez AM, Henao DC, Robledo S, Buendía R, Jaramillo P, Muñoz-Velandia OM. Impacto del ejercicio en la glucosa en pacientes con diabetes tipo 1, usuarios de sistema híbrido de asa cerrada con uso de objetivo temporal. Rev Colomb Endocrinol Diabet Metab. 2022;9(3):e721. <https://doi.org/10.53853/encr.9.3.721>

Recibido: 28/Enero/2022

Aceptado: 12/Junio/2022

Publicado: 09/Agosto/2022

### Resumen

**Contexto:** el consenso sobre el manejo del ejercicio para los pacientes con diabetes tipo 1 (DM1) no incluye recomendaciones para pacientes usuarios de sistemas híbridos de asa cerrada (SHAC).

**Objetivo:** describir en pacientes con DM1, usuarios de SHAC con uso de objetivo temporal, el comportamiento de la glucosa intersticial durante ejercicio aeróbico (EA) y de resistencia (ER).

**Metodología:** estudio piloto descriptivo en el cual se incluyeron pacientes mayores de 18 años tratados con SHAC. Se registraron datos demográficos basales y se programaron sesiones de actividad física de EA de intensidad moderada y ER de acuerdo con las recomendaciones del consenso. En ambas sesiones se indicó uso del objetivo temporal 60 minutos antes y medir la glucosa capilar durante la actividad física (basal, 15, 30, 45 y 60 minutos). Al finalizar las sesiones de ejercicio se descargaron los datos del dispositivo.

**Resultados:** se incluyeron 10 pacientes (80% mujeres, edad promedio  $41,1 \pm 11,8$  años) con TIR entre 70–180 mg/dl > 90%. Durante el EA, el promedio de glucosa basal, 15, 30, 45 y 60 minutos fue de  $147,1 \pm 24,1$  mg/dl,  $131,4 \pm 15,5$  mg/dl,  $131,4 \pm 15,5$  mg/dl,  $107,9 \pm 17$  mg/dl y  $101,3 \pm 19,5$  mg/dl,  $p < 0,05$ , respectivamente. Durante el ER no se observaron cambios significativos con respecto a la glucosa basal y 36 horas posterior a la actividad física se presentaron 2,75 eventos de hipoglucemia nivel 1, sin hipoglucemia severa.

### Destacados

- La actividad física (AF) en pacientes con diabetes *mellitus* tipo 1 (DM1) favorece la variabilidad glucémica e incrementa el riesgo de hipoglucemia severa.
- En usuarios de sistema híbrido de asa cerrada (SHAC) se recomienda el uso de un objetivo temporal (OT) durante la AF, sin embargo, no ha sido evaluada en estudios clínicos.
- El ejercicio aeróbico (EA) disminuye los niveles de glucosa de forma significativa, mientras que con el ejercicio de resistencia los niveles de glucosa permanecen estables.
- El uso de OT fue seguro, durante el EA se presentaron 2,75 eventos de hipoglucemia nivel 1, sin hipoglucemias severas.

 **Correspondencia:** Ana María Gómez, calle 41 #13-06, tercer piso, unidad de Endocrinología, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia. Correo-e: [anagomez@javeriana.edu.co](mailto:anagomez@javeriana.edu.co)

**Conclusiones:** el EA disminuye los niveles de glucosa de forma temprana y significativa, mientras que en el ER los niveles de glucosa permanecen estables. Los datos reportados en este estudio sugieren que el uso de SCHA es seguro si se siguen las pautas del consenso y se programa el objetivo temporal.

**Palabras clave:** ejercicio aeróbico, ejercicio de resistencia, administración automática de insulina, sistema híbrido de asa cerrada, tiempo en rango, hipoglucemia.

## Impact of exercise on glucose in patients with type 1 diabetes who use a hybrid closed-loop system with the use of a temporary objective

### Abstract

**Background:** The consensus on exercise management for patients with type 1 diabetes (T1D) does not include recommendations for patients using hybrid closed loop (HCL) systems.

**Purpose:** to describe the behavior of interstitial glucose during aerobic exercise (AE) and resistance exercise (RE) in patients with T1D users of HCL systems.

**Methodology:** Observational pilot study. Patients >18 years of age treated with HCL system were included. Baseline demographic data was recorded and moderate intensity AE and RE physical activity sessions were scheduled according to the consensus recommendations. In both sessions, it was indicated to use a temporary goal 60 minutes before and to measure capillary glucose during physical activity (baseline, 15, 30, 45 and 60 minutes). At the end of the exercise sessions, the data was downloaded from the device.

**Results:** 10 patients were included (80% women, mean age 41.1±11.8 years) with an TIR between 70–180 mg/dl >90%. During EA the mean basal glucose, 15,13,45 and 60 minutes were 147.1±24.1mg/dl, 131.4±15.5mg/dl, 131.4±15.5mg/dl, 107.9±17mg/dl and 101.3±19.5mg/dl,  $p < 0.05$ , respectively. During the ER no significant changes were observed with respect to basal glucose. 36 hours after physical activity, there were 2.75 level 1 hypoglycemic events, without severe hypoglycemia.

**Conclusions:** EA lowers glucose levels early and significantly, while ER glucose levels remain stable. The data reported in this study suggest that the use of SCHA following the consensus guidelines and programming the time goal is safe.

**Keywords:** Aerobic exercise, resistance exercise, Automated Insulin Delivery, Hybrid Closed loop system, time in range, hypoglycemia.

### Highlights

- Physical activity (PA) in patients with type 1 diabetes mellitus (DM1) favors glycemic variability and increases the risk of severe hypoglycemia.
- In hybrid closed-loop systems (HCLs) users, the use of a temp target (TT) during PA is recommended; however, it has not been evaluated in clinical studies.
- Aerobic exercise (AE) decreases glucose levels significantly, whereas with endurance exercise glucose levels remain stable.
- The use of TT was safe, during AE there were 2.75 level 1 hypoglycemia events, with no severe hypoglycemia.

## Introducción

La mayoría de los pacientes con diagnóstico de diabetes tipo 1 (DM1) no realizan actividad física (1). La Asociación Americana de Diabetes recomienda realizar ejercicio aeróbico o de resistencia al menos tres sesiones por semana de 60 minutos de duración (2), sin embargo, el

comportamiento de los niveles de glucosa varía de acuerdo al tipo de actividad física, intensidad, duración del ejercicio y el momento del día en el que se realiza (1, 3). Adicionalmente, la actividad física puede incrementar el riesgo de hipoglucemia (4).

El consenso sobre el manejo del ejercicio para las personas con diagnóstico de DM1 incluye objetivos de glucosa, ajustes nutricionales y de

la dosis de insulina para reducir las excursiones de glucosa relacionadas con el ejercicio (1), sin embargo, el consenso del 2017 (1) fue publicado antes de que el sistema híbrido de asa cerrada (SHAC) se encontrara disponible para uso ambulatorio y las recomendaciones publicadas en 2020 (5) no incluyeron recomendaciones específicas para usuarios de este dispositivo; por lo tanto, la información acerca del perfil glucémico de los usuarios de este dispositivo durante actividad física aeróbica y de resistencia, siguiendo estas recomendaciones, es limitada, por lo cual es importante realizar un estudio piloto para evaluar el impacto del uso de esta tecnología en la glucosa durante la actividad física, que permita generar recomendaciones en la práctica clínica.

La recomendación actual en usuarios de bomba de insulina no integrada a monitoreo continuo de glucosa es suspender la infusión y, a pesar de esto, se puede presentar hipoglucemia posterior a la actividad física. El SHAC cuenta con función de objetivo temporal diseñado para la actividad física y no ha sido evaluado.

El SHAC, a diferencia de otros dispositivos de administración automatizada de insulina, utiliza un algoritmo que modifica la insulina basal cada cinco minutos a partir de los datos del sensor de glucosa en tiempo real (niveles de glucosa intersticial, tasa de cambio, cantidad de insulina activa) y requerimientos de insulina de los últimos dos a seis días (6, 7). Recientemente, nuestro grupo publicó un estudio descriptivo mostrando mejoría del TER, disminución del tiempo en hipoglucemia y variabilidad glucémica independiente de la terapia inicial (múltiples dosis de insulina o terapia integrada a sistema de monitoreo continuo) en un programa educativo y seguimiento 100% virtual (8). El uso de esta tecnología ha demostrado mejoría de parámetros de control glucémico como incremento del tiempo en rango (TER), disminución de la hemoglobina glicosilada (HbA1c) y reducción de la variabilidad glucémica en pacientes con diagnóstico de DM1 (9).

El objetivo de este estudio, es demostrar el efecto del ejercicio sobre la glucosa intersticial en un grupo de pacientes con diagnóstico de DM1, usuarios de SHAC, utilizando el objetivo temporal en un centro de excelencia de diabetes.

## Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo y se incluyeron pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de DM1 en terapia con SHAC (MiniMed G70G, Medtronic Diabetes) en seguimiento en la unidad de Endocrinología del Hospital Universitario San Ignacio, en Bogotá, Colombia, entre marzo y julio del 2021. Los criterios de inclusión fueron: la realización de actividad física de forma regular y el uso del sensor (GUARDIAN 3, Medtronic Diabetes) mayor del 80% del tiempo, por lo menos tres meses antes al reclutamiento.

Se excluyeron pacientes en embarazo, historia de enfermedad coronaria o enfermedad vascular periférica, retinopatía diabética proliferativa o no proliferativa severa, antecedente de cetoacidosis diabética o hipoglucemia severa tres meses antes del reclutamiento, uso de beta-bloqueadores o glucocorticoides e insuficiencia renal estadio 5. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Hospital Universitario San Ignacio.

La primera valoración fue realizada de forma remota a través de Zoom Enterprise, versión de la aplicación de videoconferencia Zoom (Zoom Video Communications) siguiendo los lineamientos del programa educativo y de seguimiento de la unidad de Endocrinología (8). En esta valoración se registraron los datos demográficos, la actividad física y los parámetros de control glucémico basal. A los sujetos que cumplieron los criterios de inclusión, se les envió por correo electrónico el consentimiento informado para participar en el estudio.

Las sesiones de actividad física se programaron en la mañana en ayuno para reducir el riesgo de hipoglucemia, de acuerdo con las recomendaciones del consenso (1, 3). Se indicó uso de objetivo temporal que permite establecer transitoriamente el objetivo de corrección a 150 mg/dL en lugar de 120 mg/dL, una hora antes de comenzar la actividad física en las dos sesiones de ejercicio y se verificó que la concentración de glucosa capilar se encontrara entre 120 a 180 mg/dL antes de iniciar el ejercicio (1). Si el valor de glucosa estaba por debajo de 120 mg/dl, el educador en diabetes indicaba corrección con una tableta de glucosa y confirmación con glucometría capilar 15 minutos después (1). En el caso de niveles de glucosa  $\geq$

250 mg/dL, el educador en diabetes indicaba la administración de dosis correctiva de insulina, usando la calculadora de bolo y la confirmación del nivel de glucosa 30 minutos después (1).

Para la sesión de ejercicio aeróbico de intensidad moderada, se utilizó una bicicleta estática durante 60 minutos, dividida en 4 ciclos de 15 minutos cada uno, separados por tres descansos de 5 minutos. Después de tres días, los individuos fueron programados para un ejercicio anaeróbico haciendo una rutina de peso y resistencia. Se les indicó realizar tres sesiones con 20, luego 15 y luego 10 repeticiones de lagartijas, estocadas, *twist squats* y burpees para completar 60 minutos de ejercicio. En ambas sesiones se les indicó a los pacientes medir la concentración de glucosa cada 15 minutos durante la actividad física (basal, 15, 30, 45 y 60 minutos). Al finalizar cada una de las sesiones de ejercicio se realizó la descarga de los datos del dispositivo y tanto la sesión de ejercicio anaeróbico como la de aeróbico fueron monitoreadas por un educador en diabetes y todos los pacientes tuvieron la misma secuencia. Se realizó un seguimiento durante las 36 horas posteriores a la finalización de la actividad física.

El tiempo en rango se definió como el porcentaje de mediciones entre 70 y 180 mg/dL en las 24 horas del día en el cual se programó la actividad física, de igual forma se midió el tiempo sobre el rango > 180 mg/dL y el tiempo bajo el rango < 70 mg/dL registrado en el MCG (10). Un evento de hipoglicemia nivel 1 se definió como niveles de glucosa < 70 mg/dL, nivel 2 < 54 mg/dL durante al menos 15 minutos registrado en MCG en las 24 horas del día en el cual se programó la actividad física e hipoglicemia severa como la alteración del estado neurológico o estado físico que requiere asistencia para tratar la hipoglicemia (10). El coeficiente de variación (% CV) se calculó con la desviación estándar dividida por el promedio de glucosa multiplicado por 100 y se definió la alta variabilidad glicémica en un % CV mayor a 36% (10).

Las variables demográficas se analizaron mediante medidas de tendencia central y dispersión. Una prueba de Shapiro-Wilk se utilizó para evaluar el supuesto de normalidad

y se realizó una comparación entre los niveles de glucosa basal y de glucosa durante cada intervalo de tiempo por medio de un t-pareado. Adicionalmente, se realizó t-test para comparar los datos obtenidos de cada una de las mediciones durante los ejercicios aeróbico y de resistencia.

## Resultados

Se incluyó a 10 pacientes para el análisis y sus características demográficas, clínicas y parámetros de control glucémico se resumen en la tabla 1. La edad promedio fue de  $41,1 \pm 11,8$  años con adecuado control metabólico, con tiempo en rango mayor del 90%. La principal indicación de tratamiento con SHAC fue hipoglicemia y todos los pacientes tenían adherencia mayor al 80% al sensor y al modo automático, además, aproximadamente un tercio de los pacientes tenían una percepción alterada de los síntomas de hipoglicemia al momento de la valoración.

El nivel de glucosa promedio para el inicio del ejercicio en las dos sesiones fue de  $142,2 \pm 7,4$  mg/dl. Durante el ejercicio aeróbico el promedio de glucosa disminuyó a 45,8 mg/dl a los 60 minutos de forma progresiva y estadísticamente significativa ( $p = 0,04$ ) al comparar con los niveles de glucosa iniciales (tabla 2); sin embargo, durante el ejercicio de resistencia no se observaron cambios significativos con respecto a la glucosa basal (tabla 2).

En la figura 1 se muestra el comportamiento de los niveles de glucosa promedio durante el ejercicio aeróbico y de resistencia. Al realizar el análisis comparativo entre las mediciones de glucosa obtenidas entre el ejercicio aeróbico y anaeróbico se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los valores de la glucosa promedio después de los 30 minutos de iniciar el ejercicio (tabla 3).

Durante el seguimiento, a las 36 horas después de la actividad física, se presentaron en promedio 2,75 eventos de hipoglicemia nivel 1 por paciente. No se reportaron eventos de seguridad clínica como hipoglicemia de niveles 2 o 3, ni cetoacidosis diabética durante la sesión de ejercicio o posterior.

**Tabla 1.** Características basales

Características	n = 10	
	Edad en años, promedio (DE)	41,1
Sexo femenino, n (%)	8	(80)
Tiempo de duración de diabetes en años, promedio (DE)	19,1	(8,6)
Tiempo de uso de SHAC en meses, promedio (DE)	6,7	(4,2)
Datos antropométricos		
Peso en kilos, promedio (DE)	61,4	(8,0)
Talla en metros, promedio (DE)	1,66	(0,1)
IMC (kilos/m <sup>2</sup> ), promedio (DE)	22,2	(1,9)
Parámetros de control metabólico		
HbA1c %, promedio (DE)	6,7	(0,6)
Porcentaje de tiempo en rango, mediana (RIC)	92,5	(88,2 – 97,2)
Porcentaje de tiempo encima del rango, mediana (RIC)	5	(0 – 9)
Porcentaje de tiempo debajo del rango, mediana (RIC)	1	(0 – 3,5)
Coeficiente de variación, promedio (DE)	31,5	(5,1)
Parámetros de adherencia a la terapia		
Porcentaje de uso del sensor, promedio (DE)	93,7	(3,3)
Porcentaje de uso de modo automático, promedio (DE)	92,7	(9,6)

**Notas aclaratorias:** DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; HbA1c: Hemoglobina glicosilada; SHAC: sistema híbrido de asa cerrada; RIC: rango intercuartílico.

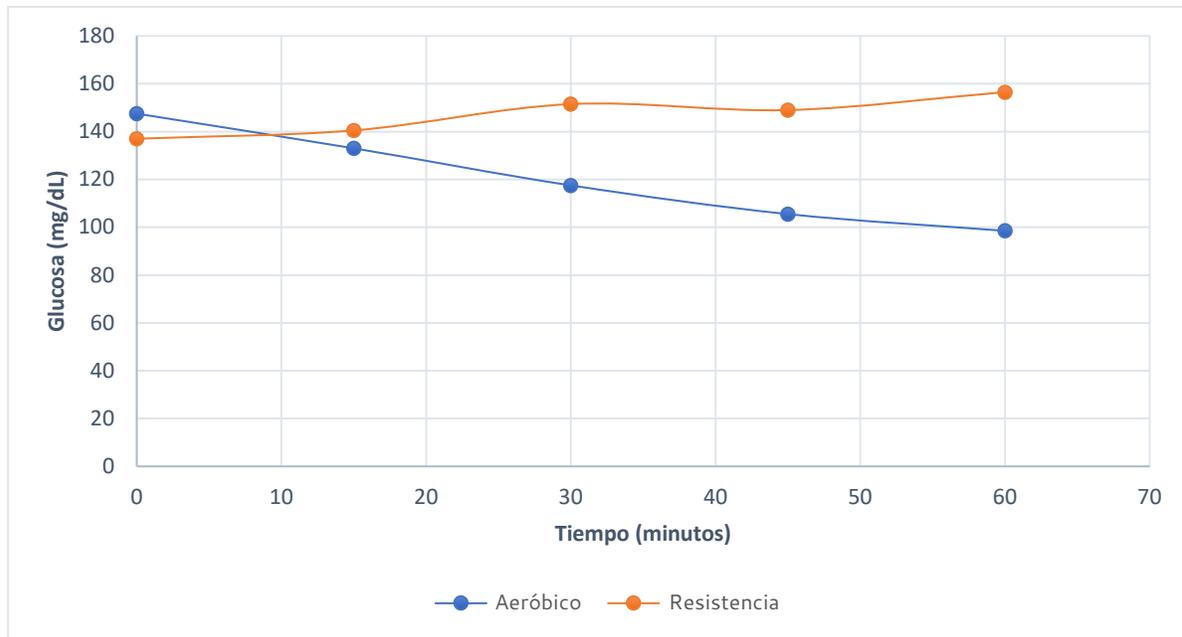
**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 2.** Comparación entre los niveles de glucosa (mg/dl) basal, 15, 30, 45 y 60 minutos en ejercicio aeróbico y de resistencia

Tipo de ejercicio	Aeróbico				Resistencia		
	Glucosa (mg/dL), promedio (DE)	Diferencia promedio	P	Glucosa (mg/dL), promedio (DE)	Diferencia promedio	P	
Basal	147,1 (24,1)			142,3 (12)			
15	131,4 (15,5)	15,7	0,01	144,4 (18)	2,1	0,42	
30	117,9 (16,9)	13,5	0,01	152,1 (12,4)	7,7	0,15	
45	107,9 (17)	10	0,02	155,2 (18,8)	3,1	0,54	
60	101,3 (19,5)	6,6	0,04	158,9 (27,9)	3,7	0,42	

**Notas aclaratorias:** DE: desviación estándar y a Comparación consecutiva entre los niveles de glucosa basal, 15, 30, 45 y 60 minutos.

**Fuente:** elaboración propia.



**Figura 1.** Comparación de los niveles de glucosa promedio durante el ejercicio aeróbico vs. ejercicio de resistencia

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 3.** Comparación entre los niveles de glucosa (mg/dl) entre el ejercicio aeróbico y de resistencia

Tiempo (minutos)	Aeróbico		Resistencia		Diferencia promedio	P
	Glucosa (mg/dL), promedio (DE)		Glucosa (mg/dL), promedio (DE)			
Basal	147,1	(24,2)	142,3	(21,0)	4,8	0,64
15	131,4	(15,5)	144,4	(18,0)	13	0,10
30	117,9	(16,9)	152,1	(12,4)	34,2	< 0,001
45	107,9	(17,1)	155,2	(18,8)	47,3	< 0,001
60	101,3	(19,5)	158,9	(27,9)	57,6	< 0,001

**Nota aclaratoria:** DE: desviación estándar.

**Fuente:** elaboración propia.

## Discusión

Mantener los niveles de glucosa en rango seguro durante la actividad física en el paciente con DM1 es un reto (1). El ejercicio favorece cambios rápidos y significativos en los niveles de glucosa e incrementa el riesgo de hipoglucemia (1). Actualmente, el uso de dispositivos de administración automatizada de insulina para el tratamiento de la DM1 favorece lograr metas de control glucémico con muy bajo riesgo de hipoglucemia, sin embargo, hay pocos datos acerca de los cambios en el perfil glucémico en pacientes usuario de SHAC que realizan actividad física. En este estudio, al seguir estas recomendaciones en pacientes usuarios de SHAC, se observó un descenso significativo de los niveles de glucosa sin documentar eventos de hipoglucemia durante el ejercicio aeróbico, a diferencia del ejercicio de resistencia donde los niveles de glucosa se mantuvieron estables durante la actividad física.

En el ejercicio aeróbico las concentraciones de glucosa en suero disminuyen en la mayoría de los pacientes con diagnóstico de DM1, a pesar de la ingesta previa de carbohidratos, ello asociado a la persistencia de concentraciones anormalmente elevadas de insulina, retrasando la lipólisis ante una mayor disponibilidad de glucosa para ser utilizada por el músculo (1), favoreciendo el desarrollo de hipoglucemia dentro de los primeros 45 minutos de inicio del ejercicio aeróbico (1). Un estudio clínico controlado cruzado realizado en pacientes usuarios de SHAC, con alto riesgo para hipoglucemia severa, que realizaron ejercicio aeróbico de alta y moderada intensidad de forma intermitente, mostró estabilidad en los niveles de glucosa (11); a diferencia de este estudio, donde se encontró una disminución significativa de los niveles de glucosa a los 15 minutos del comienzo del ejercicio aeróbico, posiblemente debido a que la actividad física se realizó de forma sostenida, sin embargo, al igual que en el estudio previamente mencionado, no se presentaron eventos de hipoglucemia, por lo que estos hallazgos sugieren que el uso de objetivo temporal, siguiendo las recomendaciones del consenso, es una práctica segura, sin embargo, se requieren estudios clínicos para sustentar estos hallazgos a futuro.

El perfil de glucosa durante el ejercicio de resistencia mostró una estabilidad de los niveles de glucosa durante la actividad física y bajo riesgo de hipoglucemia durante las 36 horas después del ejercicio, a diferencia de otros estudios con pocos pacientes donde se ha utilizado monitoreo continuo de glucosa no integrado, donde el ejercicio de resistencia condujo a niveles más bajos de glucosa intersticial en la cuarta y quinta hora después del ejercicio (12). Nuestros hallazgos pueden estar relacionados con el buen control metabólico de los pacientes al inicio del estudio, el uso de un dispositivo de última generación y el uso del modo automático posterior al terminar el ejercicio.

A pesar de los cambios en el perfil glucémico durante la actividad física, el tiempo en hipoglucemia posterior a las dos sesiones de ejercicio fue bajo en este estudio. Estos hallazgos pueden estar asociados a la exclusión de pacientes con factores de riesgo para hipoglucemia severa y la inclusión de sujetos con un buen control metabólico basal con un TIR mayor al 90% y alta adherencia a la terapia. Esto se correlaciona muy bien con las recomendaciones expuestas por el último "consenso para el control glucémico durante el ejercicio de pacientes con diabetes tipo 1 usuarios de monitoreo continuo de glucosa", en el cual se resalta la importancia de clasificar al paciente como de alto, moderado o bajo riesgo de hipoglucemia según la cantidad de ejercicio que realicen de forma habitual y su historia de falla autonómica e hipoglucemias severas; por lo tanto, la evaluación de la actividad física que realiza el paciente de forma habitual debería ser el primer paso en el abordaje (5).

Una medida adicional es programar las dos sesiones de ejercicio en la mañana, lo cual, reduce el riesgo de hipoglucemia tardía (3). Otros factores que podrían favorecer la baja tasa de hipoglucemia fueron el uso del objetivo temporal previo a la actividad física y, finalmente, la continuación del modo automático posterior a la actividad física. Hallazgos similares se han descrito en usuarios de tecnología similar expuestos a actividad física prolongada (13), lo cual está en contraste con el consenso antes mencionado, el cual sigue recomendando apagar la infusión de insulina basal 60 minutos antes de la actividad, argumentando la

falta de evidencia fuerte para la utilización de otras herramientas (5). Es por esto que se requieren estudios adicionales para evaluar el impacto del uso del modo automático en la reducción de hipoglucemia asociada a ejercicio.

Este es el primer estudio que evalúa el perfil glucémico de pacientes expuestos a actividad física aeróbica y de resistencia, usuarios de SHAC, siguiendo las recomendaciones del consenso y el uso del objetivo temporal. Este estudio es la base para el diseño de experimentos clínicos controlados para comprobar estos hallazgos y establecer la recomendación del uso del objetivo temporal vs. la práctica clínica actual.

Adicionalmente, todos los pacientes realizaron las dos sesiones de actividad física en condiciones similares, vigilados por el grupo investigador y garantizando el cumplimiento del protocolo. Son limitaciones del estudio: el bajo número de pacientes incluidos, sin embargo, se analizaron 8640 mediciones aproximadamente y se realizó la descarga de los datos de forma inmediata para evitar la pérdida de estos. La población reclutada tenía bajo riesgo de hipoglucemia en seguimiento en un centro especializado, por lo cual, no se pueden generalizar los datos obtenidos en esta población. Adicionalmente, la ausencia de un grupo control limita la evaluación de los diferentes componentes de esta terapia y su impacto en los eventos de hipoglucemia.

## Conclusión

Realizar ejercicio es todo un reto para los pacientes con DM1. La implementación de la tecnología ha permitido a los pacientes realizar ejercicio de forma segura, con reducción de la hipoglucemia (12). En los usuarios de SHAC, el ejercicio aeróbico disminuye los niveles de glucosa de forma temprana y significativa, mientras que en el ejercicio de resistencia los niveles de glucosa permanecen estables. Los datos reportados en este estudio sugieren que el uso de esta tecnología, siguiendo las pautas del consenso y programando un objetivo temporal de 60 minutos antes de la actividad física, es seguro y con bajo riesgo de eventos de seguridad clínica, incluyendo hipoglucemia vs. práctica usual, sin

embargo, se requieren estudios adicionales para evaluar el impacto del uso del modo automático en estos resultados.

## Declaración de fuentes de financiación

Los autores de la presente investigación declaran que no existen fuentes de financiación.

## Conflictos de interés

AMG reporta honorarios como conferencista para Medtronic, Novonordisk, Sanofi, Abbott Diabetes y Boheringer Ingelheim y DCH reporta honorarios como conferencista para Medtronic, Novonordisk, Sanofi, Abbott Diabetes.

## Referencias

- [1] Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, Taplin CE, Adolfsson P, Lumb AN, *et al.* Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2017 *my.*;5(5):377–90. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30014-1](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30014-1)
- [2] Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, *et al.* Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care.* 2016 *nov.*;39(11):2065–79. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>
- [3] Gómez AM, Gómez C, Aschner P, Veloza A, Muñoz O, Rubio C, *et al.* Effects of performing morning versus afternoon exercise on glycemic control and hypoglycemia frequency in type 1 diabetes patients on sensor-augmented insulin pump therapy. *J Diabetes Sci Technol.* 2015 *my.*;9(3):619–24. <https://doi.org/10.1177/1932296814566233>
- [4] Camacho RC, Galassetti P, Davis SN, Wasserman DH. Glucoregulation during and after exercise in health and insulin-dependent diabetes. *Exerc Sport Sci Rev.* 2005 *en.*;33(1):17–23.

- [5] Moser O, Riddell MC, Eckstein ML, Adolfsson P, Rabasa-Lhoret R, van den Boom L, *et al.* Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) endorsed by JDRF and supported by the American Diabetes Association (ADA). *Pediatr Diabetes*. 2020 dic.;21(8):1375–93. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05263-9>
- [6] Cohen O, Vigersky RA, Lee SW, Cordero TL, Kaufman FR. Automated Insulin Delivery System Nomenclature. *Diabetes Technol Ther*. 2017 jun.;19(6):379–80. <https://doi.org/10.1089/dia.2017.0073>
- [7] Aleppo G, Webb KM. Integrated Insulin Pump and Continuous Glucose Monitoring Technology in Diabetes Care Today: A Perspective of Real-Life Experience with the Minimed(Tm) 670g Hybrid Closed-Loop System. *Endocr Pract*. 2018 jul.;24(7):684–92. <https://doi.org/10.4158/EP-2018-0097>
- [8] Gómez AM, Henao D, Parra D, Kerguelen A, Pinilla MV, Muñoz OM, *et al.* Virtual training on the hybrid close loop system in people with type 1 diabetes (T1D) during the COVID-19 pandemic. *Diabetes Metab Syndr*. 2021 en.;15(1):243–7. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.12.041>
- [9] Garg SK, Weinzimer SA, Tamborlane WV, Buckingham BA, Bode BW, Bailey TS, *et al.* Glucose Outcomes with the In-Home Use of a Hybrid Closed-Loop Insulin Delivery System in Adolescents and Adults with Type 1 Diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2017 mzo.;19(3):155–63. <https://doi.org/10.1089/dia.2016.0421>
- [10] 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 ag.;42(8):1593–603.
- [11] Lee MH, Vogrin S, Paldus B, Jayawardene D, Jones HM, McAuley SA, *et al.* Glucose and Counterregulatory Responses to Exercise in Adults with Type 1 Diabetes and Impaired Awareness of Hypoglycemia Using Closed-Loop Insulin Delivery: A Randomized Crossover Study. *Diabetes Care*. 2020 febr.;43(2):480–3. <https://doi.org/10.2337/dc19-1433>
- [12] Houlder SK, Yardley JE. Continuous Glucose Monitoring and Exercise in Type 1 Diabetes: Past, Present and Future. *Biosensors*. 2018 ag.;8(3). <https://doi.org/10.3390/bios8030073>
- [13] Petruzelkova L, Soupal J, Plasova V, Jiranova P, Neuman V, Plachy L, *et al.* Excellent Glycemic Control Maintained by Open-Source Hybrid Closed-Loop AndroidAPS During and After Sustained Physical Activity. *Diabetes Technol Ther*. 2018 nov.;20(11):744–50. <https://doi.org/10.1089/dia.2018.0214>