

**Montserrat Arévalo Gómez.**

Enfermera educadora de la Unidad de Diabetes del hospital Universitario de la Paz.



Importancia de la insulina activa

Su valoración ante el ejercicio, bolos preingesta y bolos correctores

El deporte y el ejercicio físico aportan muchos beneficios a las personas con diabetes tipo 1 (DM1). No obstante, mantener un nivel glucémico adecuado alrededor de la actividad física (AF) sigue siendo un reto para muchas personas que viven con diabe-

tes debido a la dificultad de controlar adecuadamente los niveles de insulina circulante alrededor de la realización del ejercicio (1). La barrera más común, es el aumento de las hipoglucemias durante y después del mismo, aunque también otra consecuencia puede ser la hiperglucemia.

Hoy en día, disponemos de sistemas automatizados de administración de insulina (Automated Insulin Delivery-AID), conocidos como: sistemas integrados, sistemas híbridos o de asa cerrada. Todos ellos, a pesar de su automatismo, requieren todavía la intervención del usuario y su planificación; por ejemplo, en el ejercicio. Estos, actúan combinando el uso de un sensor, del que obtienen la monitorización continua de glucosa, con una bomba de insulina, y a través de un algoritmo de control ajustan automáticamente la administración de insulina en función de los niveles de glucosa en sangre en tiempo real que aporta el sensor. Su finalidad, es llevar la glucosa al objetivo que esté programado y mejorar así el control glucémico, aumentando el tiempo en rango (TIR, niveles de glucosa entre 70-180 mg/dl) y reduciendo la hipoglucemia (glucosa <70 mg/dl) (2). Gestionar la actividad física con estos sistemas es diferente al de las bombas tradicionales, ya que todos tienen una modalidad diseñada para la realización del ejercicio, estableciendo un objetivo de glucosa más alto para realizarlo con seguridad.

Durante el ejercicio, en las personas que no tienen diabetes, la secreción de insulina disminuye rápidamente y el hígado empieza a liberar la glucosa almacenada en forma de glucógeno, a la vez que comienza a fabricar más glucosa a partir de otras sustancias del organismo, (gluconeogénesis) que es captada por los músculos (3). En la persona con diabetes, se debe imitar este proceso, reduciendo la dosis de insulina. Sin embargo, cuando se realiza el ejercicio, la concentración de insulina en el plasma no disminuye rápidamente si hay insulina activa, incluso puede estar alta si existe un bolo previo de ingesta o corrector (4). Esto, limita la capacidad de los sistemas AID para abordar los cambios tan rápidos que se producen durante el ejercicio, ya que las reducciones de insulina proporcionadas por los algoritmos en respuesta a la disminución de los niveles de glucosa en sangre no corresponden con cambios igualmente rápidos en los niveles de insulina libre circulante (5).

Esta barrera, principalmente, se debe a la farmacocinética en la administración subcutánea de la insulina de acción rápida, caracterizada por un inicio y un final de actuación más retardado que la insulina fisiológica. La insulina Aspart de acción más rápida (Fiasp), aprobada recientemente para su uso en al-

gunos sistemas híbridos, tiene un inicio de acción más rápido y una duración más corta que la insulina Aspart (6). Sin embargo, esta diferencia no es de una magnitud suficiente para afectar significativamente la acción de la insulina residual durante el ejercicio. Hoy por hoy, no existe una insulina que se asemeje a la insulina fisiológica, para ello debería tener una acción más rápida y una duración más corta cuando se administra por vía subcutánea.

En el momento de la AF, es muy importante tener en cuenta los datos de glucosa del MCG, pero también otras variables como los hidratos de carbono (HC) consumidos; el tipo, intensidad y duración del ejercicio; así como la insulina activa.

La **insulina activa**, también llamada insulina a bordo (IOB) juega un papel muy importante y es aquella que está presente en el momento de realizar la actividad física. Actualmente, las estrategias recomendadas para usar los sistemas AID y minimizar la hipoglucemia durante y después del ejercicio se centran básicamente en la necesidad de disminuir la insulina activa, o IOB en los momentos de mayor sensibilidad a la misma (7). Pero en aquellas situaciones en las que no podemos reducir la IOB antes, durante o después del ejercicio, es necesario realizar una suplementación de carbohidratos para conseguir compensar ese aumento del uso de glucosa en los tejidos periféricos.

Conocer muy bien cómo funcionan los sistemas AID y los factores claves implicados en las fluctuaciones de la glucosa asociados a la AF permiten realizar el ejercicio de manera segura empleando diferentes estrategias (8).

En el caso de una AF planificada, el usuario deberá:

- Establecer un objetivo de ejercicio antes de iniciar la actividad. Se recomienda hacerlo entre 60-120 minutos antes y mantenerlo durante y después según la tendencia glucémica.
- Reducir la insulina del bolo de la ingesta, cuando esta se produzca entre 1 y 3 horas antes de realizar el ejercicio. Es importante entender que esta reducción del bolo puede aumentar, posteriormente, la infusión de insulina de manera automática como respuesta al aumento de la glucosa »

DURANTE EL EJERCICIO, EN LAS PERSONAS QUE NO TIENEN DIABETES, LA SECRECIÓN DE INSULINA DISMINUYE RÁPIDAMENTE Y EL HÍGADO EMPIEZA A LIBERAR LA GLUCOSA ALMACENADA EN FORMA DE GLUCÓGENO, A LA VEZ QUE COMIENZA A FABRICAR MÁS GLUCOSA A PARTIR DE OTRAS SUSTANCIAS DEL ORGANISMO, QUE ES CAPTADA POR LOS MÚSCULOS

ACTUALMENTE,
LAS ESTRATEGIAS
RECOMENDADAS
PARA USAR
LOS SISTEMAS AID
Y MINIMIZAR
LA HIPOGLUCEMIA
DURANTE Y DESPUÉS
DEL EJERCICIO
SE CENTRAN
BÁSICAMENTE
EN LA NECESIDAD
DE DISMINUIR
LA INSULINA ACTIVA,
O IOB EN LOS
MOMENTOS DE
MAYOR SENSIBILIDAD
A LA MISMA

ESTRATEGIAS	EJERCICIO	
	Planificado	No Planificado
	Establecer un objetivo más alto 60-120 min antes y mantenerlo durante la AF.	Revisar insulina activa y suplementar HC.
	Reducir insulina de la ingesta (1-3 h. previas)	Suspender la bomba si es necesario suplementar con HC
	Combinar ambas estrategias.	
	Salir a modo manual y configurar basal temporal si ejercicio es muy intenso.	
	Comprobar glucosa del sensor. Revisar insulina activa antes del ejercicio.	

TABLA1: estrategias antes y durante el ejercicio en AID

- » y por tanto incrementar la IOB durante el mismo.
- Combinar ambas estrategias
- Si el ejercicio es muy intenso, a veces no es suficiente con estas estrategias. En estos casos, es necesario salir a modo manual y configurar una basal temporal, teniendo en cuenta que este ejercicio aumenta la sensibilidad a la insulina que puede durar hasta 24 h. después de realizarlo

Si el ejercicio no es planificado las estrategias serían otras:

- Revisar la **insulina activa** que hay en ese momento, teniendo en cuenta la duración de la insulina activa (que dependiendo de la programación de los sistemas puede ser inferior a la duración real) y suplementar con HC.
- A veces, es necesario suspender la bomba, ya que, si hacemos una ingesta importante de HC de absorción rápida para empezar con seguridad el ejercicio y sube la glucosa, estos sistemas pueden infundir una insulina extra (basal automática, bolos correctores o extendidos) que no es necesaria y que repercutirá posteriormente aumentando el riesgo de hipoglucemia.

Es recomendable, antes de comenzar cualquier AF planificada o no planificada, comprobar la glucosa del sensor y revisar la insulina activa. *Tabla1*

Los sistemas AID o híbridos o de asa cerrada comercializados en España, buscan el

mismo objetivo, aunque con modalidades diferentes. La recomendación general, es activar el **"modo ejercicio"** para disminuir la insulina activa en el momento de realizar la actividad. Otra estrategia, ya comentada anteriormente, es evitar los bolos de ingesta y bolos auto correctores 3 horas previas a la realización de este, y si los hubiera, limitar la ingesta de HC para disminuir la IOB o insulina activa.

Características de los diferentes sistemas (9):

MEDTRONIC: MINIMED 780G



- El objetivo de ejercicio, se llama **objetivo temporal (OT)**. Reduce la administración de insulina, desactiva la función del bolo auto corrector y eleva el objetivo de glucosa a 150 mg/dl. Este OT se puede man-»

- » tener hasta 24h, y los bolos auto correctores no se activarán hasta que no se des programe este objetivo.

NOVALAB: TANDEM T-SLIM X2 CON CONTROL-IQ



- La función para realizar una actividad se denomina **modo ejercicio**. Utiliza un rango de objetivo de glucosa entre 140-160 mg/dl. Esto significa que el sistema Control IQ disminuirá la insulina basal cuando se pronostique que en 30 minutos la glucosa será menor a 140 mg/dl y aumentará la insulina basal cuando prevea que en 30 minutos la glucosa aumenta por encima de 160 mg/dl.
- Aumenta a 80 mg/dl el valor de predicción para la suspensión.

YPSOMED: YPSOPUMP - CAMAPS FX

- La función que se adapta al ejercicio se



llama **ease-off**, este eleva el objetivo de glucosa preestablecido en 45 mg/dl, aumenta también la sensibilidad de la insulina en un 50% y detiene la administración de insulina si glucosa <138 mg/dl.

- Este algoritmo es programable y se puede mantener hasta 23h.

ROCHE: INSIGHT-DIABELOOP



- La opción para ejercicio, se llama

actividad física. Aumenta el objetivo de glucosa en 70 mg/dl y recomienda HC de emergencia cuando lo considere necesario. Se aconseja establecerlo 60-90 minutos antes del ejercicio.

- Puede instaurarse durante 24 h. del día.
- Es programable, se indica hora de inicio y duración, se establece la intensidad del ejercicio y se cancela automáticamente.

Sabemos que tanto la tecnología, como la farmacocinética de la insulina, tienen que mejorar significativamente para evitar los efectos desfavorables que las personas con diabetes aún experimentan al realizar la AF. Pero podemos afirmar, que analizando de forma global la situación previa a realizar un ejercicio y utilizando las diferentes estrategias que nos ofrecen los sistemas AID, se aumenta la seguridad y se disminuyen en gran medida tanto las hipoglucemias como las hiperglucemias.

Es innegable que estos sistemas AID han mejorado notablemente la calidad de vida de las personas con diabetes. No obstante, la tecnología sigue avanzando y es muy probable que, en un futuro no muy lejano, podamos disponer de sistemas AID con hormonas duales, como insulina y glucagón, que aporten más seguridad en este ámbito. Mientras tanto, no cabe duda de que la herramienta más potente para gestionar el ejercicio con seguridad sigue siendo la educación terapéutica. **D**

BIBLIOGRAFÍA:

- Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Ridell 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
- Eckstein ML, Weilguni B, Tauschmann M, et al. Time in range for closed-loop systems versus standard of care during physical exercise in people with type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med*. 2021; 10: 2445
- Murillo, S. "Diabetes tipo 1 y deporte" https://diabetesmadeid.org/wp-content/uploads/2018/04/Diab_deporte-2-edición01.pdf
- Mallad A, Hinshaw L, Schiavon METRO, et al. Exercise effects on postprandial glucose metabolism in type 1 diabetes: a triple-tracer approach. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2015; 308:E1106-E1115.
- Paldus B, Morrison D, Zaharieva DP, et al. A randomized crossover trial comparing glucose control during moderate-intensity, high-intensity, and resistance exercise with hybrid closed-loop insulin delivery while profiling potential additional signals in adults with type 1. *Diabetes Care* 2022;45:194-203
- Heise T, Zijlstra E, Nosek L, Rikte T, Haahr H. Pharmacological properties of faster-acting insulin aspart vs insulin aspart in patients with type 1 diabetes receiving continuous subcutaneous insulin infusion: a randomized, double-blind, crossover trial. *Diabetes Obes Metab*. 2017;19: 208-215.
- Zaharieva DP, Messer LH, Paldus B, et al. Glucose Control During Physical Activity and Exercise Using Closed Loop Technology in Adults and Adolescents with Type 1 Diabetes. *Can J Diabetes* 44 (2020) 740-749
- Zaharieva DP, Morrison D, Paldus B, Lal RA, Buckingham BA, O'Neal DN. Practical Aspect and Exercise safety benefits of Automated Insulin Delivery Systems type 1 Diabetes. *Diabetes Spectr*. 2023; 36(2): 127-136.
- Guía de uso de sistemas de asa cerrada. Grupo de tecnologías aplicadas a la diabetes Sociedad Española de Diabetes 2021. https://d-medical.com/wp-content/uploads/Guia_Asa_Cerrada_GTD-SED_2021_compressed.pdf.