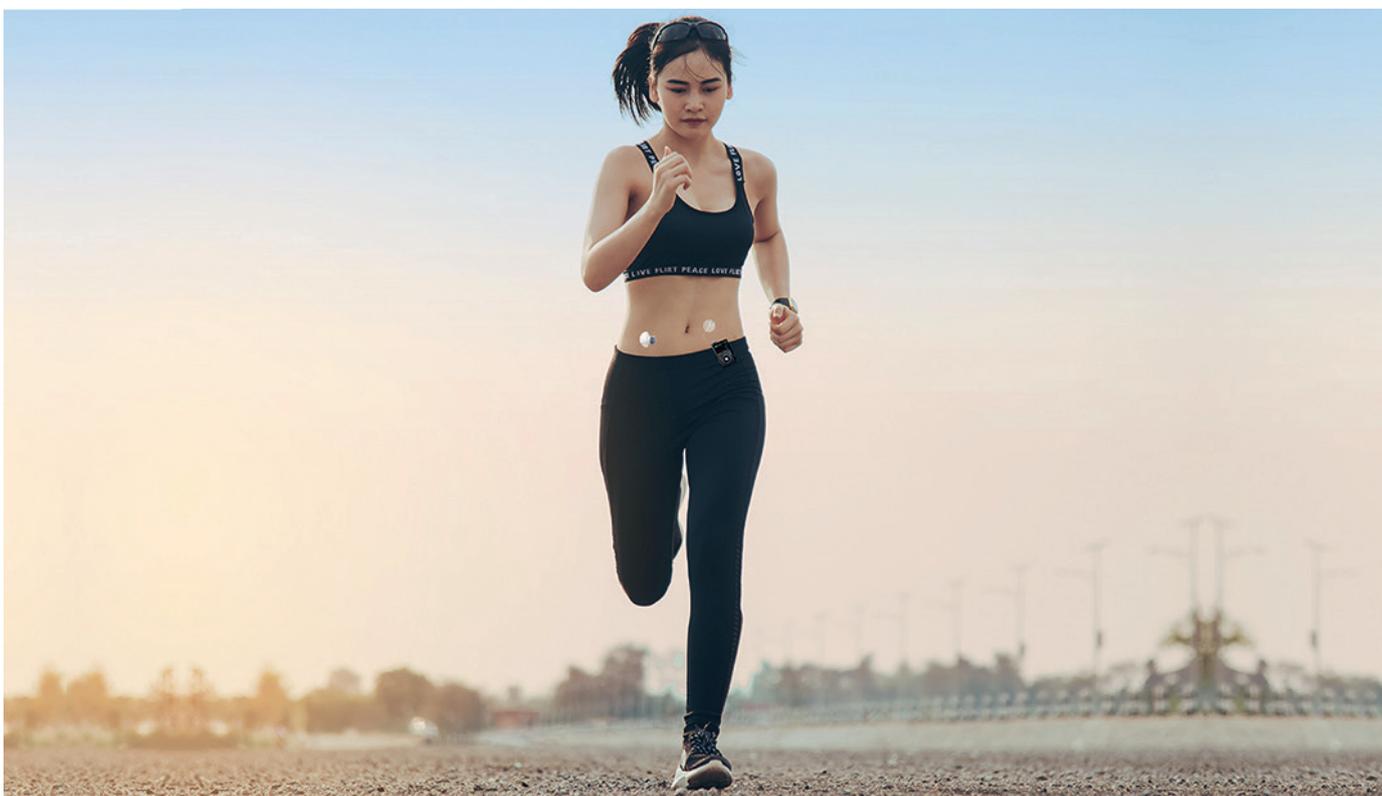


**Serafín Murillo García**

Dietista-nutricionista, Servicio de Endocrinología del Hospital Sant Joan de Déu, profesor asociado Universitat de Barcelona, miembro GT Estilos de Vida SED.



Utilización de los sistemas de asa cerrada comerciales para diabetes durante el deporte

Es cada vez más claro que el futuro de la diabetes pasa por la utilización de las tecnologías más actuales junto con la educación terapéutica en diabetes. Solamente de esta forma será posible adaptar cada avance tecnológico a las necesidades de cada persona.

Los sistemas de asa cerrada constituyen, en la actualidad, la punta de lanza en el tratamiento de la diabetes tipo 1 (DM1). La conexión de una bomba de insulina y un sensor continuo de glucosa mediante un algoritmo de control da lugar a un sistema de asa cerrada, habitualmente denominado “páncreas artificial” (Bondia 2020). Estos sistemas se basan en las órdenes de »

TABLA 1. Sistemas de asa cerrada comerciales

	MODO AUTOMÁTICO	OBJETIVO GLUCÉMICO ESTÁNDAR	OBJETIVO GLUCÉMICO EJERCICIO	OTRAS ADAPTACIONES
MINIMED 670G MEDTRONIC	SmartGuard	120 mg/dl	Objetivo temporal; 150 mg/dl	
MINIMED 780 MEDTRONIC	SmartGuard	100, 110 o 120 mg/dl	Objetivo temporal; 150 mg/dl	
TANDEM T:SLIM X2	Control-IQ	112,5-160 mg/dl	Modo ejercicio; 140-160 mg/dl	
ACCU-XCHECK INSIGHT ROCHE	Diabeloop (DBLG1)	Predeterminado 110 mg/dl (rango 100-130 mg/dl)	Actividad	Indicar hora de inicio de actividad, duración prevista e intensidad (baja, moderada o alta)

» un algoritmo controlador, el cual modifica la dosis de insulina de forma automática en función de los valores de glucosa y su previsión en los siguientes 20 a 30 minutos, que obtiene desde el sensor de glucosa. Los resultados conseguidos en nuestro medio con estos sistemas de asa cerrada muestran una espectacular mejoría del control glucémico, con un notable aumento del tiempo en rango y un mantenimiento del tiempo en hipoglucemia dentro de los límites recomendados (Beato 2021).

A pesar del progreso en las prestaciones de los sensores de glucosa y del trabajo realizado en los algoritmos de control, la adaptación al ejercicio físico sigue siendo uno de los puntos débiles de estos sistemas (Riddell 2015). Los cambios rápidos de los niveles de glucosa en sangre (denominadas perturbaciones) que se producen en respuesta al ejercicio físico, no pueden ser evitados en su totalidad por este tipo de sistemas. Es por ello, que sigue siendo necesaria la intervención del usuario para evitar oscilaciones glucémicas, advirtiendo al sistema de la práctica de ejercicio en los siguientes minutos o tomando alimentos ricos en hidratos de carbono para prevenir o tratar las hipoglucemias durante la actividad. Sin embargo, estos sistemas son capaces de reducir drásticamente las hipoglucemias nocturnas, asociadas a días de una mayor actividad física (Paldus 2021).

ADAPTACIÓN DEL SISTEMA AL EJERCICIO O DEPORTE

Los sistemas de asa cerrada tienen soluciones específicas para la adaptación al ejercicio

o deporte. En las bombas de insulina tradicionales, la adaptación al ejercicio se realiza modificando el patrón basal, mediante la programación de una infusión basal temporal reducida desde 60-90 minutos antes y hasta la finalización del ejercicio. En cambio, los sistemas de asa cerrada utilizan un sistema totalmente diferente. La dosis de insulina infundida por la bomba no se modifica en una proporción fija, sino que depende de los valores de glucosa en sangre que proporciona el sensor en cada momento. Es decir, infunde más o menos insulina para conseguir que la glucosa en sangre se mantenga cercana al objetivo marcado, en general, para el ejercicio de 150 o de 140 a 160 mg/dl. En la tabla se recoge el objetivo de glucosa del sistema y el objetivo para el ejercicio.

Antes de empezar y hasta acabar el ejercicio o deporte, se deberá activar el modo denominado actividad o ejercicio. Al hacerlo, el controlador modifica el objetivo de glucemia marcado, aumentándolo desde el valor estándar de 100-130 mg/dl hasta los 150 y 160 mg/dl, según cada modelo. De este modo, se reduce la dosificación de insulina y se pretende mantener la glucemia algo más alejada de los niveles de hipoglucemia.

LA PUESTA EN MARCHA PARA CADA TIPO DE ACTIVIDAD

La actuación ante el ejercicio físico debe tener en cuenta que cada tipo de ejercicio físico puede dar lugar a una respuesta glucémica (Riddell 2017).

■ Por un lado, **los ejercicios aeróbicos** aumentan el consumo muscular de glucosa »

LOS RESULTADOS CONSEGUIDOS EN NUESTRO MEDIO CON ESTOS SISTEMAS DE ASA CERRADA MUESTRAN UNA ESPECTACULAR MEJORÍA DEL CONTROL GLUCÉMICO, CON UN NOTABLE AUMENTO DEL TIEMPO EN RANGO Y UN MANTENIMIENTO DEL TIEMPO EN HIPOGLUCEMIA DENTRO DE LOS LÍMITES RECOMENDADOS (BEATO 2021).



» de forma muy importante, por lo que se relacionan con un mayor riesgo de hipoglucemia, especialmente cuando se trata de ejercicios de larga duración. Por ello, se suelen catalogar como **ejercicios hipoglucemiantes**. Como ejemplos de este tipo de ejercicio encontramos ciclismo, natación de larga distancia, maratón o media maratón, triatlón, montañismo.

Las recomendaciones para mantener un buen control de la glucemia se basan en la experiencia previa en sistemas de bomba sensor con parada automática (Colberg 2016) y en algunos estudios recientes:

- Es recomendable que la comida previa al ejercicio se realice unas 3 horas antes. Si se realizara en los 60-90 mi-

nutos previos al ejercicio, considerar una reducción importante del bolo de insulina, para evitar empezar el ejercicio con niveles altos de insulina (insulina activa elevada).

- Activar el modo ejercicio entre 60 y 120 minutos antes del inicio de la actividad y mantenerlo hasta la finalización del ejercicio.
- Ingerir un suplemento de hidratos de carbono (variable según la edad del paciente) antes del inicio de la actividad si los niveles de glucosa son cercanos a 100 mg/dl.
- En ejercicios de moderada-alta intensidad y larga duración, puede ser necesario aportar alimentos ricos en

hidratos de carbono durante el ejercicio para evitar la hipoglucemia.

- Si se produce hiperglucemia después del ejercicio, considerar reducir la dosis de corrección a solamente el 50% de la dosis calculada, así como reducir ligeramente 10-20% la dosis del bolo de insulina en la comida posterior al ejercicio.

En casos de ejercicios de un consumo de glucosa muy elevado, como en carreras de montaña o triatlón de larga distancia, puede ser necesario salir del modo automático de estos sistemas para programar reducciones de insulina más intensas, que eviten la aparición de hipoglucemias durante o en las horas posteriores a la actividad.

» En cambio, **los ejercicios anaeróbicos o de muy alta intensidad**, pueden conducir al efecto contrario, la hiperglucemia. Esto es debido a que la alta intensidad activa un proceso denominado glucogenolisis, mediante el cual el hígado libera rápidamente glucosa a la sangre. Se suelen etiquetar como **ejercicios hiperglucemiantes**. Este es el caso de deportes de combate, entrenamientos de fuerza o halterofilia, crossfit o competiciones atléticas de corta duración como 100 m. lisos o lanzamientos de peso.

Ante este tipo de ejercicio, las adaptaciones son mínimas pues su tendencia hiperglucemiantes no aconseja, de inicio, activar el modo ejercicio ni aportar hidratos de carbono, a menos que los niveles de glucemia iniciales sean menores de 90 mg/dl (Colberg 2016).

Sin embargo, queda un numeroso grupo de **ejercicios que pueden tener un efecto poco previsible**. Se trata de la mayoría de deportes de equipo o de raqueta. Estos ejercicios suelen tener una cierta tendencia hipoglucemiantes en los entrenamientos, mientras que pueden ser hiperglucemiantes en las competiciones. En estos casos, se debe evaluar de forma individualizada el efecto glucémico de cada tipo de entrenamiento o competición y, según sean los resultados obtenidos, aplicar una u otra estrategia educativa.

La aparición de los sistemas de asa cerrada comerciales está suponiendo una revolución en el control de la diabetes tipo 1. Sin embargo, todavía necesitan una gran intervención, especialmente en el caso de los deportes aeróbicos de larga distancia. Es de esperar que los avances de los próximos años faciliten aún más esta difícil tarea. **D**



REFERENCIAS

- Bondia J. Páncreas artificial. Rev Esp Endocrinol Pediatr 2020; 11 (Suppl 1); 8-13.
- Beato-Víbora PI, Gallego-Gamero F, Ambrojo-López A, Gil-Poch E, Martín-Romo I, Arroyo-Díez FJ. Amelioration of user experiences and glycaemic outcomes with an Advanced Hybrid Closed Loop System in a real-world clinical setting. Diabetes Res Clin Pract. 2021 Aug;178:108986.
- Riddell MC, Zaharieva DP, Yavelberg L, Cinar A, Jamnik VK. Exercise and the Development of the Artificial Pancreas: One of the More Difficult Series of Hurdles. J Diabetes Sci Technol. 2015 Oct 1;9(6):1217-26.
- Paldus B, Morrison D, Zaharieva DP, Lee MH, Jones H, Obeyesekere V, 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. Diabetes Care. 2021 Nov 17:dc211593.
- 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 May;5(5):377-390. doi: 10.1016/S2213-8587(17)30014-1.
- 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):2065-2079.