



Dra. Carmen Quirós

Endocrinóloga Hospital Universitari Mútua de Terrassa

# Abordaje del ejercicio con los sistemas automáticos de liberación de insulina “páncreas artificial híbrido”



La dificultad del manejo de la glucemia durante y tras la realización de ejercicio físico en las personas con diabetes tipo 1 radica fundamentalmente en que los niveles de glucemia se van a ver afectados por múltiples factores:

- **Tipo de ejercicio realizado:** en general el ejercicio aeróbico de larga duración (correr, natación, ciclismo...) tendrá un efecto hipoglucemiante desde el inicio de este. En cambio, el ejercicio anaeróbico (ejercicios de fuerza) conllevará un aumento inicial de la glucemia con posterior efecto hipoglucemiante a más largo plazo. Además, gran parte de las actividades físicas realizadas son de tipo mixto aeróbico/anaeróbico (deportes de equipo, deportes de raqueta...) por lo que su efecto sobre la glucemia puede ser variable.

- **Intensidad y duración del ejercicio:** mayor efecto a mayor intensidad y duración.

- **Estado físico del individuo:** personas con más capacidad aeróbica tendrán mayor descenso de glucosa durante la realización de ejercicio aeróbico pero menor riesgo de hipoglucemia posterior.

- **Cantidad de insulina activa en el momento de la realización del ejercicio:** el efecto hipoglucemiante será más intenso a mayor cantidad de insulina activa, pero a su vez, no disponer de insulina activa durante la realización de ejercicio de alta intensidad puede conllevar hiperglucemia franca incluso cetosis.

- **Momento del día en el que se realiza el ejercicio:** se ha asociado la realización de ejercicio durante la tarde a mayor riesgo de hipoglucemia nocturna. »

La realización de ejercicio físico regular mejora la salud y bienestar de las personas, y puede ayudarlas a alcanzar sus objetivos de perfil lipídico, composición corporal, condición física y glucemia. Sin embargo, una gran mayoría de personas, tanto en la población general como en aquellas que viven con diabetes tipo 1, no cumple la recomendación de realizar al menos 150 minutos de ejercicio a la semana sin más de dos días consecutivos sin actividad física. Además de las barreras conocidas para la realización de actividad física en la población general, en las personas con diabetes tipo 1 se añaden otras como el miedo a la hipoglucemia, la dificultad para conseguir un adecuado control glucémico asociado al ejercicio y el insuficiente conocimiento para su manejo

» Los sistemas semiautomáticos de liberación de insulina o sistemas de páncreas artificial híbrido son la opción de tratamiento más avanzada actualmente para las personas con diabetes tipo 1. Están compuestos de: un sensor de glucosa que mide los niveles de glucosa de forma continua, una bomba de insulina y un algoritmo matemático que integra la información de ambos dispositivos y decide, parcialmente, la cantidad de insulina que debe administrarse en cada momento. Los sistemas de páncreas artificial comercializados hasta la fecha se denominan híbridos dado que, aunque son capaces de decidir de forma autónoma la dosis de insulina basal y modularla según los niveles de glucosa, e incluso de administrar bolos correctores automáticos, el usuario debe anunciar al sistema la ingesta para administrar los bolos prandiales.

Existen actualmente 4 sistemas comercializados en nuestro país:

- **Medtronic 780G:** bomba Medtronic conectada a sensor Guardian 3 o 4 y con algoritmo incorporado en la bomba.
- **Tandem Control IQ:** bomba Tandem conectada a sensor Dexcom G6 y algoritmo incorporado en la bomba.
- **Diabeloop:** bomba Insight (Roche), sensor Dexcom G6 y algoritmo alojado en un dispositivo externo (llamado gestor).
- **CamAPS FX:** bomba Ypsopump, sensor Dexcom G6 y algoritmo alojado en una aplicación móvil (mylife CamAPS FX).

Además de las diferencias en los dispositivos que los componen, los sistemas híbridos uti-

lizan distintos algoritmos matemáticos y los parámetros que pueden ser ajustados por parte del usuario/profesional sanitario son también diferentes y, esto será clave en las estrategias utilizadas para abordar el ejercicio físico con cada sistema (*Tabla 1*).

Se han publicado múltiples guías en los últimos años para orientar a las personas con diabetes y a los profesionales que las asesoran en el manejo del ejercicio físico, pero fundamentalmente proporcionan estrategias para el manejo en personas en tratamiento con múltiples dosis de insulina o con bomba de insulina. Menos información existe respecto a cómo manejarlo mediante sistemas híbridos de asa cerrada.

No obstante, con la información que disponemos acerca del manejo del ejercicio con bomba de insulina convencional y de cómo funcionan los sistemas híbridos podríamos establecer algunas recomendaciones para los sistemas híbridos en general y algunas específicas según el dispositivo que utilicemos. Además, estas recomendaciones serán diferentes si vamos a realizar un ejercicio aeróbico o anaeróbico.

### RECOMENDACIONES PARA LA REALIZACIÓN DEL EJERCICIO AERÓBICO

1. Realizar la última ingesta previa al ejercicio al menos 3 h. antes de su inicio. Si ésta se hace 60-90 min antes de su inicio reducir considerablemente la cantidad de insulina administrada en el bolo de la ingesta para iniciar el ejercicio con poca cantidad de insulina activa. »

ADEMÁS DE LAS BARRERAS CONOCIDAS PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDAD FÍSICA EN LA POBLACIÓN GENERAL, EN LAS PERSONAS CON DIABETES TIPO 1 SE AÑADEN OTRAS COMO EL MIEDO A LA HIPOGLUCEMIA, LA DIFICULTAD PARA CONSEGUIR UN ADECUADO CONTROL GLUCÉMICO ASOCIADO AL EJERCICIO Y EL INSUFICIENTE CONOCIMIENTO PARA SU MANEJO

TABLA 1

	OBJETIVO MODO AUTOMÁTICO (MG/DL)	FUNCIÓN ACTIVIDAD FÍSICA	MODIFICACIONES FUNCIÓN ACTIVIDAD FÍSICA
MEDTRONIC 780G	100, 110, 120	Objetivo temporal	↑ objetivo a 150 mg/dl No bolos correctores
TANDEM CONTROL IQ	112,5-160	Modo ejercicio	Objetivo 140 – 160 mg/dl
DIABELOOP	100-130	Actividad física	Menor agresividad Mayor recomendación de HC de rescate
CAMAPS FX	Predeterminado 104 (ajustable 80-200)	Ease-off	↑ objetivo ↓ insulina ≈ 35%



» **2.** Activar el objetivo glucémico de ejercicio entre 60 y 120 minutos antes y mantenerlo al menos hasta su finalización (aunque en muchos casos es aconsejable no desactivarlo hasta un tiempo después).

**3.** Ingerir un suplemento de hidratos de carbono antes del inicio de la actividad, si los niveles de glucosa son cercanos a 100 mg/dl (debemos priorizar cantidades pequeñas y de absorción lenta para evitar bolos correctores automáticos por parte del sistema en respuesta a un aumento de glucosa que serían contraproducentes).

**4.** Aportar alimentos ricos en hidratos de carbono durante el ejercicio para evitar la hipoglucemia en el caso de ejercicios de moderada-alta intensidad y larga duración (teniendo en cuenta la misma consideración que en el punto anterior).

**5.** Si se produce hiperglucemia después del ejercicio, reducir la dosis de corrección al 50% de la dosis calculada, así como reducir ligeramente (en un 10-20%) la dosis del bolo de insulina en la comida posterior al ejercicio.

### RECOMENDACIONES PARA LA REALIZACIÓN DEL EJERCICIO ANAERÓBICO

**1.** Debido a su efecto inicial hiperglucemiante no se suele recomendar la utilización del objetivo glucémico de ejercicio ni la ingesta de carbohidratos previa. En todo caso, no tener grandes cantidades de insulina activa previo al inicio hará que la respuesta sea más predecible.

**2.** Se podrían ingerir cantidades escasas de carbohidratos si la glucemia antes de iniciar el ejercicio es inferior a 90 mg/dl.

**3.** Si se termina el ejercicio en hiperglucemia, se pueden administrar bolos correctores, pero manteniendo la recomendación de reducir la dosis de corrección al 50% de la dosis calculada, así como reducir ligeramente (en un 10-20%) la dosis del bolo de insulina en la comida posterior al ejercicio.

### RECOMENDACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE EJERCICIO MIXTO

En este tipo de ejercicio el efecto de la

glucemia es mucho más imprevisible y por tanto en este caso es especialmente necesario evaluar el efecto que suele generar en cada persona y adaptar la actuación en base a ello. Asimismo, cabe tener en cuenta que habitualmente en contexto de competición siempre va a haber una mayor tendencia a la hiperglucemia.

### RECOMENDACIONES PARA EJERCICIOS QUE IMPLIQUEN DESCONEXIONES (natación, deportes de contacto...)

- Si la desconexión es inferior a 1 hora: activar objetivo glucémico de ejercicio antes de la desconexión para evitar exceso de insulina activa circulante durante el ejercicio.

- Si la desconexión es superior a 1 hora: en este tipo de desconexiones será preciso valorar la estrategia de administrar un bolo previo a la desconexión (con el riesgo que puede suponer si se trata de un ejercicio hipoglucemiante) o de hacer una re-conexión puntual en mitad del ejercicio para administrar un bolo corrector.

# EL MANEJO DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN LAS PERSONAS CON DIABETES TIPO 1 DEBE SER TOTALMENTE INDIVIDUALIZADO Y EL ANÁLISIS DE LA RESPUESTA GLUCÉMICA DE LOS EPISODIOS PREVIOS VA A SER LA ESTRATEGIA MÁS EFICAZ PARA MANEJAR CON ÉXITO LA PRÓXIMA ACTIVIDAD DEPORTIVA

## » RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS SEGÚN EL SISTEMA UTILIZADO

### ● *Medtronic 780G*

No se puede corregir el bolo propuesto por el sistema por lo que la única forma de reducir el bolo de la ingesta previa o posterior es anunciar una cantidad de hidratos superior o inferior a la real según convenga. Si necesito administrar un bolo corrector sin ingesta en relación con un ejercicio hiperglucemiante no se recomienda anunciar hidratos para que lo haga sino salir a modo manual y administrarlo manualmente. Como ventaja saber que cuando el objetivo temporal (objetivo 150 mg/dl) está activado no se administran bolos correctores.

### ● *Tandem Control IQ*

Permite modificar el bolo sugerido por el sistema para reducirlo o aumentarlo según nuestras necesidades. Incluso con modo ejercicio el sistema administra bolos automáticos si persiste la hiperglucemia, esto puede ser contraprodu-

cente en contexto de ejercicio. Podemos aprovechar el hecho de que el sistema no administra un segundo bolo corrector si hace menos de una hora del último bolo para administrar un microbolo (0,05 unidades) antes del inicio del ejercicio y por tanto evitar bolos correctores durante el mismo. Dado que el algoritmo calcula la insulina a administrar en base a la tasa basal programada si las recomendaciones previas no evitan la hipoglucemia se puede programar una tasa basal concreta para el ejercicio con unas dosis de insulina inferiores y activarla en el mismo momento en que se activa el modo ejercicio. De esta manera se reducirán las cantidades de insulina que el sistema administra.

### ● *Diabeloop*

En este sistema para indicar ejercicio físico deberemos anunciar actividad física (recomendado igualmente al menos 1 hora antes) introduciendo la intensidad de la misma y la duración. El sistema será menos agresivo y recomendará más carbohidratos de rescate.

### ● *CampAPS FX*

Podemos programar la función Ease-off previamente para que se inicie de forma automática a una hora determinada.

Además de todas las recomendaciones específicas según tipo de ejercicio y dispositivo, cabe añadir dos recomendaciones aplicables en todos los casos: tener disponibles hidratos de carbono de rescate durante todo el período de realización de actividad física y configurar la alarma de hipoglucemia a valores superiores a los habituales para poder compensar con anterioridad el descenso rápido de glucosa que se puede producir durante el ejercicio.

**Por último:** recordar que, independientemente del tipo de terapia utilizada, el manejo de la actividad física en las personas con diabetes tipo 1 debe ser totalmente individualizado y el análisis de la respuesta glucémica de los episodios previos va a ser la estrategia más eficaz para manejar con éxito la próxima actividad deportiva. **D**

## REFERENCIAS

- Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, et al. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2017 May;5(5):377-390.
- Moser O, Riddell MC, Eckstein ML, et al. Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (is-CGM) 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 Dec;21(8):1375-1393.
- Gargallo-Fernández M, Escalada-San Martín J, Chico-Ballesteros A, et al. Executive summary of the consensus statement of: Clinical recommendations for sport practice in people with diabetes (RECORD Guide). Update 2021. *Diabetes Mellitus Area of the Spanish Society of Endocrinology and Nutrition (SEEN).* *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed).* 2021 Sep 3:S2530-0164(21)00187-7.
- Nwokolo M, Hovorka R. The Artificial Pancreas and Type 1 Diabetes. *J Clin Endocrinol Metab.* 2023 Jun 16;108(7):1614-1623.
- Paldus B, Morrison D, Lee M, Zaharieva DP, Riddell MC, O'Neal DN. J Diabetes Strengths and Challenges of Closed-Loop Insulin Delivery During Exercise in People With Type 1 Diabetes: Potential Future Directions. *Sci Technol.* 2023 Jul;17(4):1077-1084. doi: 10.1177/19322968221088327. Epub 2022 Apr 24. PMID: 35466723
- 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. *Canadian Journal of Diabetes.* 2020;44(8):740-749.