

Diabetes tipo 1 y deporte



**PARA NIÑOS,
ADOLESCENTES y
ADULTOS JÓVENES**

ACTUALIZADO 2023

Serafín Murillo

Créditos

© 2023 Serafín Murillo y Pulso ediciones, S.L.
Rambla del Celler, 117-119
08172 Sant Cugat del Vallès (Barcelona)

ISBN: 978-84-127119-2-9
Depósito legal: B 13068-2023

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del *copyright*, la reproducción parcial o total de esta obra. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a Pulso ediciones, S.L. o a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar, escanear o hacer copias digitales de algún fragmento de esta obra.

Diabetes tipo 1 y deporte

PARA NIÑOS, ADOLESCENTES y ADULTOS JÓVENES



Serafín Murillo

CIBERDEM-IDIBAPS · Hospital Clínic de Barcelona

Profesor Asociado Grado Enfermería · Universitat de Barcelona

Índice

INTRODUCCIÓN	pág. 05
---------------------	---------

¿SE DEBE RECOMENDAR HACER EJERCICIO A LAS PERSONAS CON DIABETES?	pág. 07
---	---------

- ¿Hacer ejercicio físico regularmente mejora los valores de glucosa en sangre?

¿CÓMO SE REGULA LA GLUCEMIA AL REALIZAR EJERCICIO FÍSICO?	pág. 09
--	---------

- Deportista sin diabetes
- Deportista con diabetes
- La importancia de la insulina
- Cuerpos cetónicos elevados y ejercicio
- ¿Qué sucede con la glucemia después de la práctica de ejercicio físico?
- ¿El ejercicio físico puede incrementar la glucemia?
- ¿Qué se debe saber sobre el ejercicio físico?
- Tipo de ejercicio físico
- Intensidad
- Duración
- Frecuencia
- Estado de forma

LA INSULINA	pág. 22
--------------------	---------

- Ejemplo, entrenamiento de fútbol a las 18 horas o partido el sábado a las 16 horas
- Reducción de la dosis de insulina de acción rápida según el ejercicio
- Problemas con el ejercicio de larga duración
- Basal temporal reducida, desconexión o tomar más hidratos de carbono. ¿Qué opción elegir?
- Zonas de inyección de insulina y ejercicio

¿QUÉ SE DEBE HACER ANTES DEL EJERCICIO?	pág. 29
--	---------

LA ALIMENTACIÓN	pág. 30
------------------------	---------

- ¿Y si no se tenía previsto realizar ejercicio?
- Tipos de hidratos de carbono
- ¿Puedo tomar algún suplemento para mejorar el rendimiento?

LA HIPOGLUCEMIA DESPUÉS DEL EJERCICIO	pág. 35
--	---------

- Estrategias para prevenir la hipoglucemia después del ejercicio

TECNOLOGÍA Y DEPORTE	pág. 36
-----------------------------	---------

CASOS PRÁCTICOS RESUELTOS	pág. 37
----------------------------------	---------

- Caso práctico número 1
- Caso práctico número 2
- Caso práctico número 3

BIBLIOGRAFÍA	pág. 45
---------------------	---------

Introducción

Desde el momento en que aparece la diabetes, una de las actividades que supone una mayor dificultad tanto para las personas con diabetes como para los profesionales sanitarios es la adaptación a la práctica de ejercicio físico o deporte. Desafortunadamente, **algunas personas con diabetes se ven obligadas incluso a abandonar su deporte favorito porque se sienten incapaces de controlar su diabetes los días en los que hacen ejercicio.** Por ejemplo, **suele ocurrir que en los días de práctica de ejercicio físico se produzca un incremento de la frecuencia de hipoglucemias, especialmente las que aparecen durante la noche.** Posiblemente esto ocurre al no aplicar las medidas oportunas, como modificar las dosis de insulina o aumentar la ingesta de hidratos de carbono.

Pero **¿cómo aconsejar a las personas con diabetes tipo 1 que hacen ejercicio o deporte?** Es posible que en la práctica asistencial ya hayan tratado algunos casos, descubriendo la dificultad del manejo de cada situación. Un aspecto básico para poder adaptar correctamente los tratamientos de la diabetes al ejercicio es conocer más sobre cada tipo de actividad física, ejercicio o deporte. Las características de cada ejercicio, según sea su intensidad o su duración, pueden dar lugar a un resultado muy diferente en el nivel de glucemia de cada persona.

En esta guía se pretende aportar toda la información necesaria para que los profesionales sanitarios puedan abordar el tratamiento de las personas con diabetes que realizan actividad física, ejercicio físico o deporte, en cualquiera de sus niveles. El objetivo es aumentar el conocimiento sobre el ejercicio físico y establecer las adaptaciones necesarias de los tratamientos propios de la diabetes. Con ello se logrará permitir a las personas con diabetes practicarlo con tranquilidad, disfrutando, a la vez, de un buen control de la enfermedad.

En esta edición de la guía, también se han desarrollado de forma algo más extensa algunos contenidos que **se relacionan con la tecnología aplicada al tratamiento de la diabetes, como es el caso de los infusores continuos de insulina y los sistemas de monitorización continua de la glucosa.** Sin duda alguna, este futuro tecnológico será uno de los mejores aliados para lograr un buen control glucémico ante la práctica de ejercicio físico o deporte, y los profesionales de la salud deben estar familiarizados con ello.

En definitiva, esta guía tiene como propósito final **fomentar la práctica de ejercicio físico y deporte especialmente entre aquellas personas que encuentran dificultades en el control de la diabetes cuando hacen ejercicio.** Para ello se aporta información clara y sencilla que ayude a los profesionales sanitarios a explicar a las personas con diabetes lo que sucede cuando practican su ejercicio o deporte favorito. Sin duda alguna, **es imprescindible que la adaptación al ejercicio físico y el deporte figuren, como parte fundamental, en los programas de educación terapéutica dirigidos a personas con diabetes tipo 1 y sus familias.**





¿SE DEBE RECOMENDAR HACER EJERCICIO A LAS PERSONAS CON DIABETES?

El ejercicio físico es una actividad recomendable para todo el mundo, pues hoy día sabemos que las personas sedentarias tienen peor salud y peor calidad de vida que las que practican habitualmente algún tipo de ejercicio físico o deporte; por supuesto, esto también es aplicable a las personas con diabetes. En estudios recientes^{1,2} se ha relacionado que las personas con diabetes tipo 1 que practican ejercicio físico habitual y de intensidad moderada o alta muestran un menor riesgo de aparición de complicaciones de la diabetes como nefropatía o retinopatía. Como cualquier otro tratamiento, el ejercicio físico también puede dar lugar a algunos riesgos, como la hipoglucemia. Sin embargo, los beneficios cardiometabólicos asociados superan con creces los riesgos a corto plazo, si se toman las medidas necesarias.

La práctica regular de ejercicio físico se asocia a mejoras en la composición corporal, estado de forma, función endotelial y perfil lipídico en niños y jóvenes con diabetes tipo 1³. No se debe olvidar el impacto positivo de la práctica de ejercicio físico sobre el estado de ánimo y la calidad de vida de niños y jóvenes con diabetes, trascendental para el desarrollo normal y el mantenimiento de óptimos parámetros de salud en el futuro⁴.

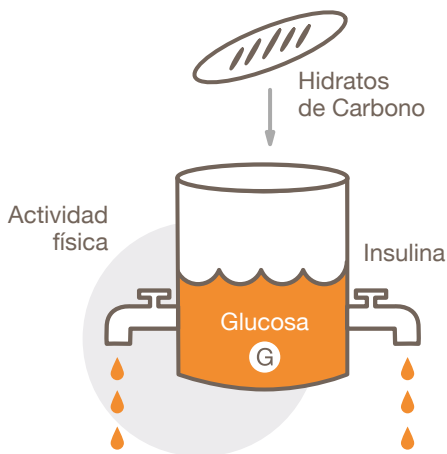
Por tanto, si la persona ya era deportista antes del diagnóstico de la diabetes, se debería conseguir que siga realizando su ejercicio o deporte preferido, consiguiendo la mayor normalidad posible de su enfermedad. Si se trata de una persona sedentaria, se debería animarle a empezar a hacer algún tipo de actividad. En este caso, el inicio deberá ser gradual, de forma progresiva, para que a medida

que se mejora el estado físico por efecto del ejercicio, se puedan ir adaptando también los otros tratamientos de la diabetes. Esta será la forma de evitar alteraciones glucémicas importantes durante ese periodo inicial.

¿HACER EJERCICIO FÍSICO REGULARMENTE MEJORA LOS VALORES DE GLUCOSA EN SANGRE?

A pesar de que se tiende a pensar que el ejercicio mejora la diabetes, en el caso de la diabetes tipo 1, no siempre es así. Los estudios realizados no nos dan una respuesta clara. Mientras que algunas revisiones de estudios muestran una reducción de hemoglobina glucosilada (HbA1c) de aproximadamente 0,5 puntos tras un programa con intervención mediante ejercicio físico^{5,6}, otras revisiones no encuentran homogeneidad en el efecto del ejercicio en los diferentes grupos de personas con diabetes tipo 1 o diferentes tipos de ejercicios practicados⁴. De estos estudios se obtienen dos conclusiones. La primera es que queda claro que la práctica de ejercicio regular se asocia a una reducción de las necesidades de insulina. La segunda conclusión es que la disminución de los niveles de HbA1c si se produce en aquellas personas que practican ejercicio físico de forma muy frecuente. Es decir, a más sesiones de ejercicio semanales, mejor control de la glucemia.

En cualquier caso, siempre se debe tener en cuenta que en la diabetes tipo 1 un buen control glucémico se consigue mediante la armonización de los muchos factores que afectan al control glucémico. Por tanto, no se trata de consumir más o menos cantidad de glucosa, sino de armonizar el efecto del ejercicio físico con la ingesta de hidratos de carbono o modificación de las dosis de insulina.



En la regulación de la glucemia, los hidratos de carbono, la insulina y el ejercicio físico son los protagonistas principales. Mientras que los hidratos de carbono incrementan la glucemia, en condiciones normales la insulina y el ejercicio físico la reducen.

Por todo ello, la mejora del control glucémico tiene lugar en aquellas personas con diabetes que adaptan de forma correcta sus dosis de insulina y/o ingesta de hidratos de carbono según sean las características del ejercicio que realizan.

¿CÓMO SE REGULA LA GLUCEMIA AL REALIZAR EJERCICIO FÍSICO?



Para facilitar la comprensión del efecto del ejercicio sobre el metabolismo de la glucosa, partimos de la regulación que se produce de forma normal en la persona que no tiene diabetes.

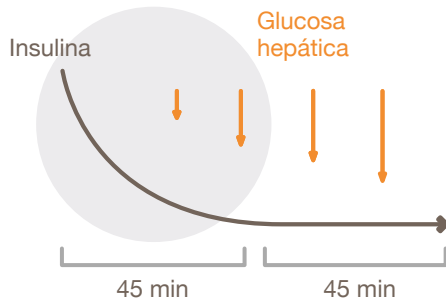
DEPORTISTA SIN DIABETES

Al practicar ejercicio, la actividad muscular necesita utilizar una mayor cantidad de glucosa como combustible. En el interior de las células musculares existe una reserva de glucosa, denominada glucógeno muscular. Esta se gasta al cabo de solamente unos pocos minutos de actividad, por lo que para seguir con el trabajo muscular, se debe recurrir a la glucosa que circula por la sangre, captándola y transportándola al interior de las células. En ausencia de ejercicio físico, el paso de la glucosa al interior de las células del organismo necesita de la intervención de la insulina. Pues bien, por una serie de mecanismos intracelulares

no del todo documentados, el ejercicio también permite que una parte de la glucosa de la sangre pueda entrar en las células musculares con el objetivo de proveerlos de glucosa para la actividad; de este modo, el ejercicio incrementa el consumo de glucosa, tanto del interior celular (glucógeno) como de la glucosa plasmática, haciendo descender de forma rápida los niveles de glucemia -lo que incluso podría llegar a producir hipoglucemia-.

Sin embargo, en el deportista sin diabetes, esta hipoglucemia raramente ocurre. Al comenzar a hacer ejercicio, el organismo reacciona de forma rápida disminuyendo la liberación de insulina. Hay que recordar que, en este caso, tanto el ejercicio como la insulina actúan de forma similar, permitiendo que la glucosa pase de la sangre al interior de las células.

Además, también ocurre otro fenómeno muy interesante. El trabajo muscular que supone cualquier ejercicio físico activa al hígado en su proceso de producción y liberación de glucosa a la sangre. Este órgano tiene dos funciones muy importantes: por un lado, es capaz de producir glucosa a partir de otras sustancias del organismo (gluconeogénesis); por otro, es una reserva natural de glucosa (glucógeno hepático), que utiliza cuando se necesita para abastecer a los músculos durante el ejercicio.



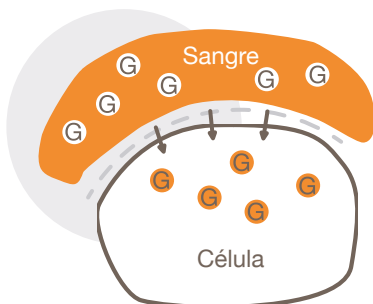
Tomemos como ejemplo un partido de fútbol. Al cabo de unos minutos de empezar el partido, los niveles de insulina disminuyen de forma considerable para compensar el alto consumo de glucosa que produce el ejercicio. Posteriormente, a partir de los primeros 45 minutos, los músculos han gastado ya parte de la glucosa almacenada en su interior y empiezan a consumir la glucosa de la sangre. Para evitar la hipoglucemia, el hígado libera a la sangre gran cantidad de la glucosa almacenada (glucógeno hepático), a la vez que comienza a fabricar más glucosa (gluconeogénesis).

Se establece un equilibrio casi perfecto: por un lado los músculos consumen glucosa, pero por el otro, el hígado produce glucosa que libera a la sangre, y a través de la sangre llega a los músculos.

DEPORTISTA CON DIABETES

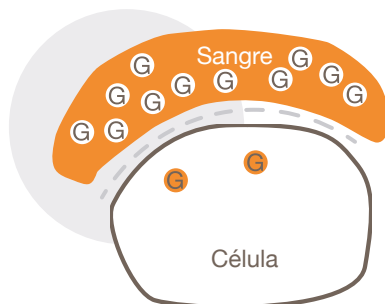
En este caso, para conseguir un buen control glucémico durante el ejercicio, se debe imitar el funcionamiento del organismo sin diabetes, modificando las dosis de insulina (tanto la de acción prolongada como la de acción rápida) que actuarán en el momento en que se realiza la actividad. El nivel de insulina es uno de los factores más importantes que se debe tener en cuenta, pues marcará de forma decisiva la tendencia glucémica durante el ejercicio.

Ejercicio con exceso de insulina en sangre



- No se ha reducido suficientemente la insulina.
- Se sumará el efecto hipoglucemiante del ejercicio al efecto de la insulina.
- Aumenta el paso de glucosa al interior de las células, disminuyendo el nivel en la sangre (posible hipoglucemia).

Ejercicio con déficit de insulina en sangre



- Se ha reducido demasiado la insulina.
- El organismo siempre necesita una dosis mínima de insulina, incluso cuando se hace ejercicio. Si no la hay, la glucosa tiene más dificultad para entrar en las células.
- Además, cuanto mayor sea la reducción de insulina más se activa la liberación de glucosa en el hígado.
- Estos dos factores pueden ser causa de hiperglucemia después del ejercicio.

Nota: otra factor muy importante es que el nivel de insulina en sangre regula también la capacidad del hígado para producir glucosa. El exceso de insulina disminuye la producción de glucosa (mayor tendencia a la hipoglucemia) mientras que el déficit de insulina aumenta la producción de glucosa (mayor tendencia a la hiperglucemia).

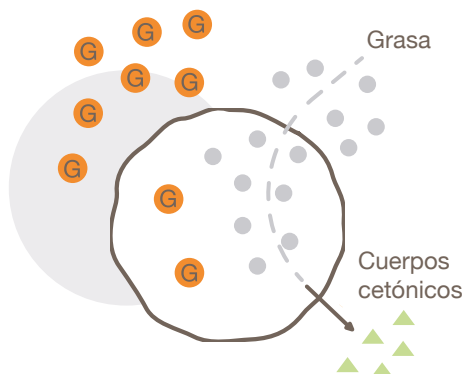
LA IMPORTANCIA DE LA INSULINA

En algunas ocasiones, incluso sin tomar alimentos, la glucemia puede elevarse de forma brusca. Como se detallará más adelante, esto podría ser debido al propio ejercicio físico pero también a una excesiva reducción de la cantidad de insulina.

Es necesario insistir en la educación de las personas con diabetes que el ejercicio físico no sustituye en ningún caso a la insulina. Para evitar la hipoglucemia durante el ejercicio puede ser necesario reducir la dosis de insulina e incluso eliminar alguna inyección de insulina rápida, pero nunca se puede eliminar la insulina completamente.

ATENCIÓN

A pesar de la acción del ejercicio, la falta de insulina en sangre impide que la glucosa sea captada de forma suficiente por los tejidos. Las células, al no poder obtener energía de la glucosa, deben utilizar más grasas de lo habitual. En este proceso, el hígado produce cuerpos cetónicos, dando lugar a la cetosis. Cuando los niveles de cuerpos cetónicos en sangre son muy elevados, cambian el pH de la sangre y pueden ser la causa de una de las complicaciones agudas más graves de la diabetes, la cetoacidosis.



Verificar los niveles de cetonas en sangre es fácil: existen algunos glucómetros preparados para ello mediante tiras reactivas similares a las de glucosa. Si no se dispone de este tipo de aparato, se pueden utilizar tiras que miden los cuerpos cetónicos en orina. La medición en este caso no tiene tanta precisión, pero en cualquier caso aportará información de utilidad.

Niveles de cuerpos cetónicos en sangre y orina.		
Sangre	Orina	Comentario
<0,6 mmol/l	Negativo / Trazas	Nivel correcto para realizar ejercicio físico
0,6 – 0,9 mmol/l	Trazas / Bajo (+)	
1 – 1,4 mmol/l	Bajo (+) / Moderado (++)	Cetosis
1,5 – 2,9 mmol/l	Moderado (++) / Alto (+++)	
>3 mmol/l	Alto (+++)	Alto riesgo de cetoacidosis

Adaptado de Laffel IM, et al. 2018⁷.

CUERPOS CETÓNICOS ELEVADOS Y EJERCICIO

¿Pueden elevarse los niveles de cuerpos cetónicos a causa del ejercicio?

Efectivamente. Cuando se practica ejercicio (especialmente de muy larga duración) se incrementa el gasto energético de forma considerable, por lo que el organismo debe utilizar más cantidad de grasa como combustible. Este es un proceso normal, en el que como resultado de la utilización de la grasa a nivel hepático se produce también más cantidad de cuerpos cetónicos. Por ejemplo, al analizar los niveles de cuerpos cetónicos hallados en atletas sin diabetes después de una prueba de larga distancia como una maratón, se suelen encontrar por encima de la normalidad.

No obstante, cuando los cuerpos cetónicos se elevan por causa del ejercicio físico, se podrá comprobar cómo, una vez finalizada la actividad, los valores vuelven a la normalidad en muy poco tiempo. Esto no ocurre cuando la causa es una falta notable de insulina.

¿Y si existe hiperglucemia pero sin cuerpos cetónicos? ¿Puede ser peligroso hacer ejercicio?

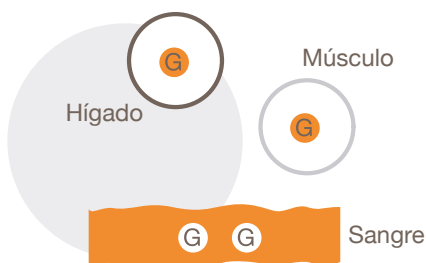
Normalmente, estos episodios de hiperglucemia suelen denominarse hiperglucemia simple. Pueden estar causados por un error en la administración de insulina de acción rápida antes de una comida o por el exceso en la ingesta de hidratos de carbono, pero los niveles basales de insulina son normales. Por ejemplo, tomar más galletas de lo habitual en la merienda puede causar hiperglucemia por la tarde, pero en este caso no habría presencia de cuerpos cetónicos, por lo que se podría realizar el ejercicio con normalidad.

No obstante, es de gran importancia insistir en la realización de pruebas para la medición de cuerpos cetónicos (en sangre u orina) ante la presencia de hiperglucemia mantenida o sin explicación antes de la práctica de ejercicio físico.

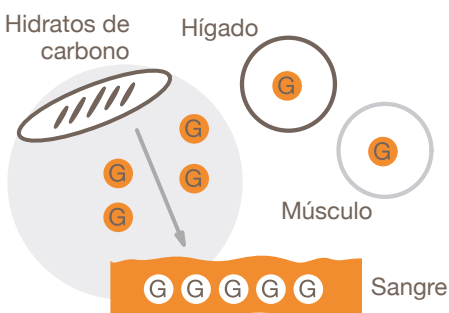
¿QUÉ SUCEDE CON LA GLUCEMIA DESPUÉS DE LA PRÁCTICA DE EJERCICIO FÍSICO?

Durante el ejercicio físico, las células musculares son capaces de captar una alta cantidad de glucosa de la sangre sin ayuda de la insulina, y este efecto se mantiene durante hasta incluso 24 horas después de la actividad. Se podría decir

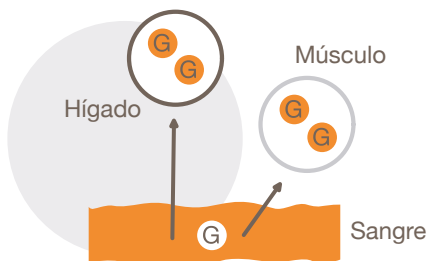
que el ejercicio aumenta de forma notable la sensibilidad a la insulina, aunque la actividad ya se haya concluido. La duración y magnitud de este efecto depende del tipo de ejercicio realizado.



Una vez acabado el ejercicio físico, los niveles de glucosa en sangre son variables (dependen de la ingesta de alimentos o el tipo de ejercicio). Sin embargo, las reservas de glucosa en forma de glucógeno muscular y hepático están disminuidas.



En las siguientes comidas, los hidratos de carbono ingeridos pasan a la sangre aumentando puntualmente los niveles de glucosa en sangre.



Pero esta glucemia no se mantendrá elevada por mucho tiempo, pues parte de la glucosa de la sangre viajará hasta el hígado y los músculos para volver a ser almacenada en forma de glucógeno. Esta es la razón por la que se incrementa el riesgo de hipoglucemia en las horas posteriores al ejercicio.

Este efecto tiene lugar principalmente por un aumento de la estimulación de los transportadores de glucosa (GLUT4) a nivel muscular, que permanece algunas horas después de acabar el ejercicio. Además, se debe sumar otro efecto fisiológico. Durante un ejercicio prolongado se consume parte de la glucosa almacenada en los músculos, en forma de glucógeno muscular (hasta 3 g por cada kg de peso corporal), y en el hígado, en forma de glucógeno hepático (hasta 1 g por cada kg de peso corporal). Por ejemplo, un niño de 30 kg de peso corporal puede almacenar unos 90 g de glucosa en los músculos y unos 30 g de glucosa en el hígado. Este glucógeno gastado por la actividad se debe reponer en las

horas siguientes al ejercicio. Por lo tanto, parte de los hidratos de carbono que se tomen en las horas posteriores al ejercicio no se mantendrán en la sangre, sino que viajarán hasta los músculos y el hígado para reponer las reservas gastadas previamente.

Por todo ello, el riesgo de aparición de hipoglucemias aumenta en las horas posteriores a la actividad y se puede combatir incrementando el consumo de hidratos de carbono en las horas posteriores al ejercicio o bien reduciendo las dosis de insulina que actúan durante esas horas.

ATENCIÓN

Cuando al acabar un ejercicio o entrenamiento existe hiperglucemia, se acostumbra a decir que puede ser una hiperglucemia transitoria. El efecto hipoglucemiante (por captación muscular de glucosa) del ejercicio puede normalizar esa hiperglucemia en muy pocos minutos.

Si la glucemia es muy elevada, se puede decidir realizar una corrección con insulina de acción rápida para normalizar la glucemia. En este caso, se debe tener en cuenta que en las horas posteriores al ejercicio físico la sensibilidad es mayor y, por tanto, el efecto de esa insulina será superior al habitual. Para evitar pasar de hiperglucemia a hipoglucemia por exceso de corrección, se recomienda realizar correcciones con, como máximo, el 50 % de la dosis habitual de corrección.

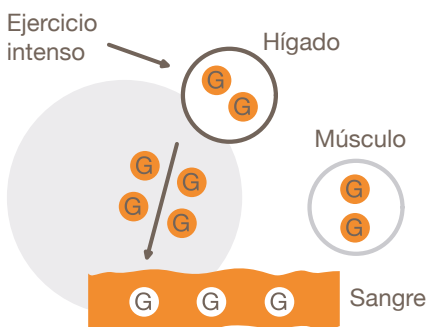
Por ejemplo, si para corregir un valor de 250 mg/dl se necesitan normalmente 4 unidades de insulina rápida, después del ejercicio es posible que sea suficiente utilizando 2 unidades.

¿EL EJERCICIO FÍSICO PUEDE INCREMENTAR LA GLUCEMIA?

Puede ocurrir, aunque no sea el efecto más habitual. Sucede cuando el ejercicio es de muy alta intensidad y de muy corta duración (llamados ejercicios hiperglucemiantes); por ejemplo, después de un combate de taekwondo o una carrera de 200 metros lisos. También sucede típicamente en los ejercicios en los que se trabaja la fuerza muscular, como halterofilia, entrenamiento con pesas o algunos ejercicios de gimnasia o en algunos entrenamientos de *crossfit*.

El mecanismo es el siguiente: en cualquier momento del día, el hígado libera una pequeña cantidad de glucosa al torrente circulatorio. Así se asegura que las células del organismo tengan disponibilidad de energía. Durante el ejercicio físico de alta intensidad, las necesidades de energía aumentan de forma muy importante, por lo que el organismo necesitará una mayor cantidad de energía, también en forma de glucosa. Para conseguirlo, se activa la producción de una serie de hormonas, denominadas «contrarreguladoras» (catecolaminas, glucagón y cortisol, principalmente), que actúan sobre el hígado haciendo que este libere la glucosa que tiene contenida en su interior (glucogenólisis) e inicie la producción de más cantidad de glucosa (gluconeogénesis). Denominamos a estos ejercicios como hiperglucemiantes pues son de muy alta intensidad y corta duración. De este modo, la alta intensidad activa el aumento de gluco-

sa en sangre a partir de la liberación hepática y, además, al ser de muy corta duración, los músculos no acaban consumiendo toda esta glucosa liberada.



A menudo se puede encontrar que la glucemia ha aumentado de forma importante después de realizar cualquier tipo de ejercicio, especialmente en el caso de competiciones donde el nivel de estrés es muy alto. El mecanismo es muy similar a lo que se ha explicado anteriormente, pues el estrés, tanto físico como psicológico, activa esas hormonas contrarreguladoras que hacen incrementar la glucemia por la estimulación de la producción de glucosa hepática.

¿QUÉ SE DEBE SABER SOBRE EL EJERCICIO FÍSICO?

No todos los ejercicios físicos producen el mismo impacto sobre los niveles de glucemia. Para conocer cuál puede ser el efecto de un determinado ejercicio o deporte sobre los valores de glucemia deben tenerse en cuenta los siguientes factores:



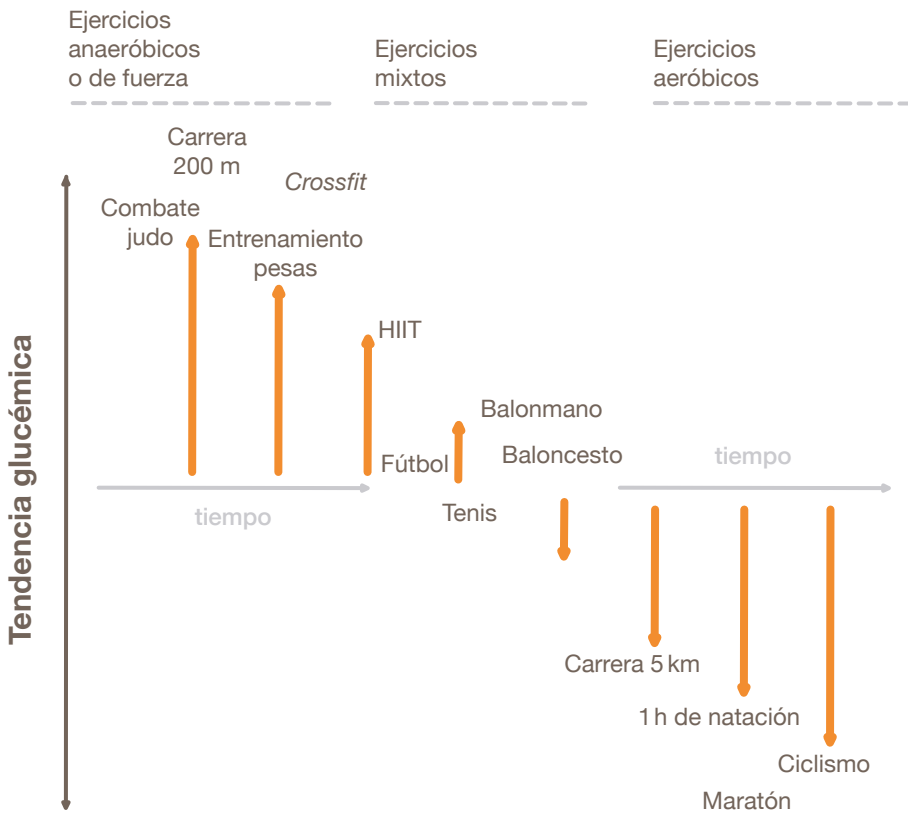
TIPO DE EJERCICIO FÍSICO

¿Se gasta la misma cantidad de glucosa en un partido de fútbol que practicando escalada? Naturalmente, la respuesta es no. Cada tipo de ejercicio tiene un consumo de glucosa diferente, pues implica una mayor o menor cantidad de grupos musculares y con una forma de trabajo diferente. Para entenderlo mejor, podríamos diferenciar dos grandes grupos de ejercicios:

- **Ejercicios de resistencia aeróbica o cardiovascular**, como caminar, correr, nadar, montar en bicicleta, remar o ejercicios tipo clases de *spinning* o aeróbic. Son los que dan lugar a un mayor consumo de glucosa y, por tanto, de los que se puede esperar que se produzca una mayor disminución de la glucemia. Este efecto ocurre tanto durante el ejercicio como hasta en las 12-24 horas posteriores. **Podemos denominar a este tipo de ejercicios como hipoglucemiantes.**

- **Ejercicios anaeróbicos o de fuerza muscular**, como levantar pesas o ejercicios utilizando el propio cuerpo como peso (trabajo con pesas, hacer abdominales, flexiones, etc.). También están en este grupo deportes como el judo, la lucha o la gimnasia deportiva, pues se realizan trabajos de fuerza muscular importante. Estos tipos de ejercicios tienen menor impacto hipoglucemiante e incluso pueden llegar a incrementar la glucemia cuando son de muy alta intensidad y corta duración. **Podemos denominar a este tipo de ejercicios como hiperglucemiantes.**

No obstante, en la práctica, cada tipo de ejercicio o deporte puede tener un impacto diferente sobre los niveles de glucosa en sangre, pues cada actividad puede tener características específicas. En el siguiente esquema se refleja el previsible efecto glucémico para cada tipo de ejercicio.



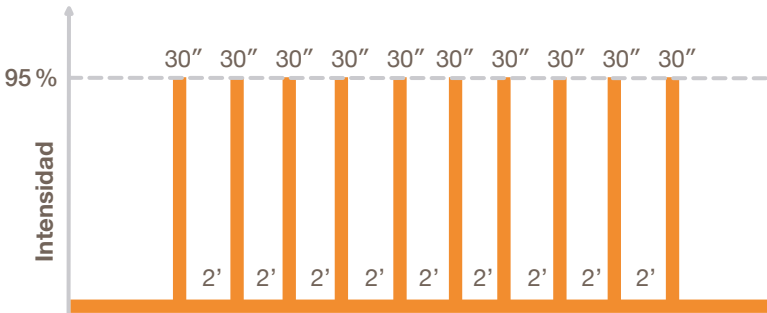
HIIT: entrenamiento de intervalos de alta intensidad (del inglés, High Intensity Interval Training).

Se puede resumir que los ejercicios anaeróbicos o de fuerza tienden a incrementar (en mayor o menor medida) la glucemia, especialmente cuando la intensidad es muy alta y son de corta duración. Por otro lado, los ejercicios aeróbicos como correr o practicar ciclismo tienden a producir una disminución de la glucemia. Igualmente, a mayor duración del ejercicio, mayor tendencia hipoglucemiante del mismo. Finalmente,

los ejercicios de carácter mixto como los deportes de equipo o de raqueta tienen una mayor variabilidad en la respuesta glucémica, pues combinan diferentes tipos de ejercicio. Por ejemplo, el efecto puede ser diferente entre una jugadora de fútbol, que corre o trota durante los 90 minutos de partido, y una jugadora de baloncesto, donde los esfuerzos son mucho más cortos y se producen más interrupciones del juego.

Recientemente se han popularizado los entrenamientos de tipo interválico (como el HIIT), en el que se combinan series cortas de alta intensidad con periodos de recuperación. Uno de los protocolos más estudiados en diabetes consiste en realizar de 5 a 10 series de 30 segundos a 1 minuto de duración de ejercicio a muy alta intensidad seguido de periodos de recuperación de 1-5 minutos. Este

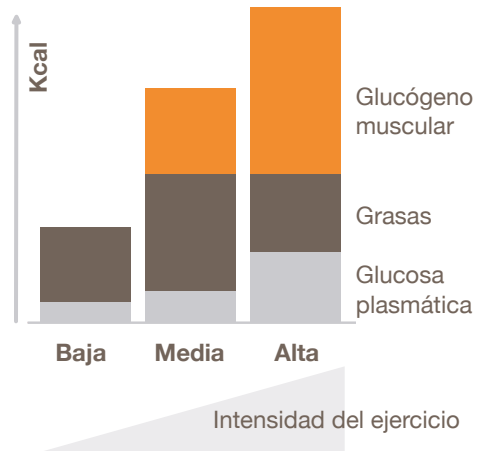
tipo de entrenamiento tiene un mínimo efecto sobre los niveles de glucosa en sangre, por lo que no suelen necesitar suplementos con hidratos de carbono ni reducciones de la dosis de insulina antes de realizarse. Sin embargo, cuando los intervalos de ejercicio a alta intensidad son muy cortos (de 10 a 30 segundos) pueden dar lugar a hiperglucemia.



INTENSIDAD

La intensidad con la que se practica un ejercicio es uno de los factores que más claramente afecta al consumo de glucosa.

Como se puede observar en la figura, cuando se practica ejercicio a intensidad baja el organismo utiliza básicamente grasa y una pequeña cantidad de glucosa plasmática como combustible; por ello, los ejercicios de baja intensidad, como pasear, caminar o nadar a ritmo suave no suelen afectar demasiado a los niveles de glucemia.



A medida que se incrementa la intensidad de una misma actividad aumenta también la cantidad de glucosa consumida, tanto la que obtiene de la sangre como de la pequeña reserva que cada célula muscular almacena en forma de glucógeno. Por tanto, un ejercicio realizado a intensidad moderada-alta tendrá una elevada capacidad hipoglucemian-te, tanto durante el ejercicio como en las horas posteriores.

Sin embargo, cabe recordar que los ejercicios practicados a muy alta intensidad y de corta duración (como por ejemplo levantamiento de pesas, carreras de velocidad o artes marciales) provocan una alta estimulación de las hormonas contrarreguladoras, las cuales dan lugar a un aumento de la producción hepática de glucosa. Por tanto, a pesar de que estos ejercicios de alta intensidad consumen mucha glucosa, al tener una corta duración, el resultado final puede ser la hiperglucemia, pues la producción propia de glucosa es mayor que el consumo muscular.

DURACIÓN

A medida que aumenta la duración del ejercicio, se incrementa también la cantidad total de glucosa consumida. Pero además, con el paso de los minutos se van agotando (deplecionando) las reservas de glucógeno tanto en los músculos como en el hígado; esto sucede normal-

mente a partir de los 60 minutos de una actividad a moderada o alta intensidad, si bien depende de las condiciones de cada individuo. El glucógeno acumulado en el hígado ayuda a mantener la glucemia durante el ejercicio físico, por lo que al agotarse existe una mayor probabilidad de que aparezca la hipoglucemia.

FRECUENCIA

Es conocido que el efecto hipoglucemiante del ejercicio sobre las células puede mantenerse incluso después de 12-24 horas de su práctica. Si el ejercicio ha sido de media o larga duración se pueden llegar a gastar las reservas de glucógeno hepático; precisamente esta glucosa almacenada en el hígado será la que ayude a prevenir las posibles hipoglucemias, al liberar glucosa a la sangre. Algunas investigaciones indican que estas reservas del hígado no se pueden reponer totalmente de un día para otro, por lo que, si se realiza ejercicio en días seguidos, la reserva de glucógeno hepático disminuirá progresivamente, con lo cual la frecuencia de hipoglucemias puede incrementarse día a día. Para compensarlo, además de cuidar la alimentación, es probable que se necesite disminuir las dosis de insulina (tanto de acción rápida como la de acción retardada) de forma progresiva, según se vayan acumulando días consecutivos de ejercicio físico.

ESTADO DE FORMA

La mejora del estado de forma de una persona supone la adaptación del organismo a ese tipo de actividad. Esto se traduce en una mayor utilización de grasa y menor utilización de glucosa como combustible energético para una misma actividad. Así, con el paso de las semanas o meses de entrenamiento es posible que se necesite una menor suplementación con hidratos de carbono o una menor reducción de las dosis de insulina, antes y después del ejercicio, para mantener un buen control glucémico.

Esto explicaría lo que ocurre cuando se practica un ejercicio totalmente diferente al que se realiza habitualmente. Por ejemplo, un adolescente que juega al tenis desde hace años, solamente necesi-

ta reducir un 20% la insulina previa a un partido y tomar una pieza de fruta extra. Un día hace una pequeña salida en bicicleta de montaña y, realizando las mismas adaptaciones del tratamiento, sufre una hipoglucemia al final del recorrido. A pesar de que hizo el ejercicio a la misma hora y tenía la misma duración que el tenis, el tipo de ejercicio era diferente. Sus músculos están adaptados al esfuerzo que requiere el tenis, pero no tanto a las necesidades que implica la bicicleta.

Todos estos factores son necesarios para conocer el previsible efecto glucémico del ejercicio físico. Sin embargo, la respuesta glucémica al ejercicio también depende de otros muchos factores que se deben tener en cuenta. Algunos de los más importantes son:

Glucemia previa

Es importante en ejercicios de corta duración, pues una glucemia previa elevada suele condicionar la hiperglucemia post-ejercicio.

Niveles de insulina

El nivel de insulina en sangre condiciona la respuesta glucémica tanto como el tipo de ejercicio. Por ejemplo, un ejercicio hiperglucemiante como entrenamiento de pesas puede no aumentar la glucemia si los niveles de insulina en ese momento son elevados.

Suplementos de hidratos de carbono

El aporte de hidratos de carbono modifica la respuesta glucémica. Por ejemplo, una persona que corre una maratón podría tener hiperglucemia si toma una cantidad de hidratos de carbono mucho mayor de sus necesidades reales.



La glucemia a lo largo y después del ejercicio será el resultado final de la combinación de todos estos factores relacionados con el ejercicio y el control de la diabetes.

LA INSULINA

Una vez se conoce un poco más sobre el ejercicio físico y sobre cómo afecta a la regulación de la glucosa en sangre, queda por conocer cómo actúa cada tipo de insulina utilizada.

Actualmente se suelen seguir dos tipos de tratamiento, bien sea utilizando insulina en múltiples inyecciones diarias o bien mediante una bomba de infusión de insulina.



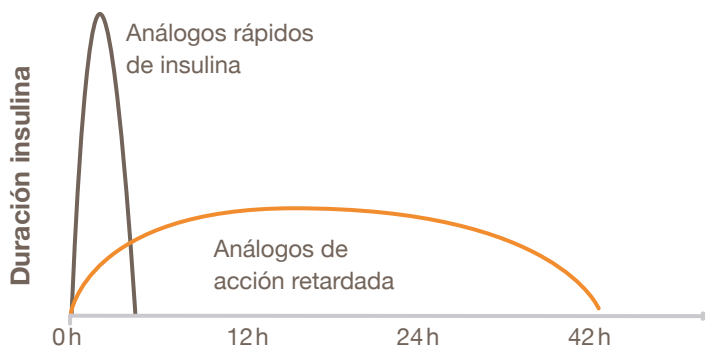
- **Múltiples inyecciones diarias de insulina (MDI).** La insulina se administra mediante plumas o jeringas en forma de insulina retardada e insulina de acción rápida antes de cada comida que contenga hidratos de carbono.

Análogos rápidos de insulina

Tiempo de inicio de la acción: 5-15 minutos

Pico de acción: 45-90 minutos

Duración máxima: 2-4 horas



Análogos de acción retardada

Tiempo de inicio de la acción: 1-2 horas

Pico de acción: no tienen o es escaso

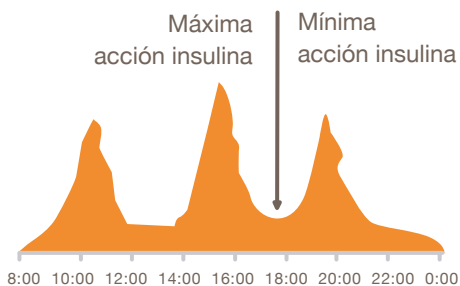
Duración máxima: de 20 a 42 horas

Para realizar cualquier tipo de ejercicio físico o deporte es de gran importancia que las personas con diabetes conozcan qué tipo de insulina está actuando en cada momento del día. De este modo podrán prever el posible efecto que el ejercicio tendrá sobre sus niveles de glucemia.

En relación con el ejercicio, se debe tener especial atención al efecto de las insulinas de acción rápida, pues presentan un pico de acción más marcado que incrementa el riesgo de hipoglucemia

cuando se combina con la realización de ejercicios aeróbicos de moderada o larga duración.

Las insulinas de acción retardada no suelen tener este efecto tan señalado, pero también se puede considerar su reducción en relación a los ejercicios de larga duración. Por lo tanto, si se realiza ejercicio aeróbico en las horas de máxima acción de una insulina rápida, la tendencia a la hipoglucemia será mucho mayor que si se realiza en horas de menor acción insulínica.



En el gráfico se representan los niveles de insulina en sangre al seguir tratamiento con un análogo de acción retardada y 3 dosis de análogo rápido antes de las comidas. Este esquema sería similar si se sigue tratamiento mediante bomba de insulina.

En las horas antes de las comidas es cuando existe una menor acción de la insulina y, por tanto, un menor riesgo de hipoglucemia asociada al ejercicio.

El tratamiento que se debe seguir será diferente según sea el tipo de ejercicio y la acción prevista de la insulina que actúa en cada momento.

- **Horas de máxima acción:** reducción de insulina rápida previa + aumento del consumo de hidratos de carbono.
- **Horas de mínima acción:** solamente

aumento del consumo de hidratos de carbono.

Por ejemplo, si se sigue tratamiento mediante múltiples inyecciones diarias de insulina, realizar ejercicio a las 16 horas, justo después de comer, producirá una mayor reducción de la glucemia que si se realiza a las 19 horas (en caso de no poner insulina rápida en la merienda).

EJEMPLO, ENTRENAMIENTO DE FÚTBOL A LAS 18 HORAS O PARTIDO EL SÁBADO A LAS 16 HORAS

Juan tiene 12 años y diabetes tipo 1 desde los 6; actualmente se trata con una inyección diaria de insulina del tipo análogo de acción retardada y 3 inyecciones de análogo rápido, una antes de cada comida. Juega al fútbol en el equipo del colegio, por lo que entrena los martes y jueves por la tarde y suele tener partido los sábados a primera hora de la mañana.

Para los entrenamientos (de 18 a 20 horas), a mediodía toma su comida habitual y se inyecta la dosis de insulina normal (no hace ninguna reducción, porque, cuando lo ha hecho, ha llegado con hi-

perglucemia al entrenamiento). Su estrategia es fácil: unos 30 minutos antes del entrenamiento controla su nivel de glucemia y toma una fruta o un zumo si está a menos de 150 mg/dl.

Para los partidos (de 9 a 11 horas) añade unas 4-5 galletas a su desayuno habitual y entonces sí que reduce la insulina rápida del desayuno (más o menos un 30 %).

Como se puede comprobar, la estrategia de tratamiento varía según sea la hora del día, a pesar de que el ejercicio sea muy similar.

REDUCCIÓN DE LA DOSIS DE INSULINA DE ACCIÓN RÁPIDA SEGÚN EL EJERCICIO

Cuando el ejercicio se realiza después de las comidas, se sumaría el efecto hipoglucemiante de la insulina con el del ejercicio, por lo que el riesgo de hipoglucemia será muy elevado. Para evitarlo, cuando el ejercicio se realiza en los 90 minutos posteriores a la administración de insulina de acción rápida, es recomendable reducir previamente la dosis.

INTENSIDAD	30 minutos	60 minutos
SUAVE	-25 %	-50 %
MODERADA	-50 %	-75 %
ALTA	-75 %	-
MUY ALTA / EJERCICIO ANAERÓBICO	No se recomienda reducción	-

Adaptado de Riddel MC, et al. 2017³. Estas recomendaciones son orientativas, según la duración e intensidad aproximada del ejercicio. No existe una recomendación para ejercicio de alta o muy alta intensidad y 60 minutos de actividad, pues por definición, un ejercicio a alta o muy alta intensidad no se puede mantener durante 60 minutos. Estas pautas también son aplicables al tratamiento con bomba de insulina.

PROBLEMAS CON EL EJERCICIO DE LARGA DURACIÓN

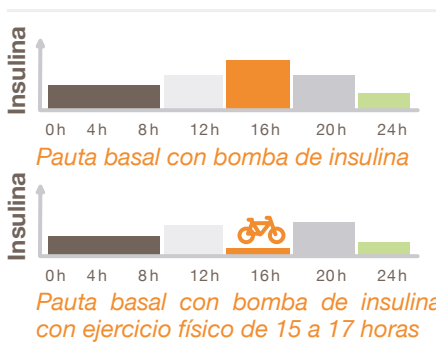
Un caso aparte es la práctica de ejercicios de muy larga duración, especialmente cuando se sobrepasan los 90-120 minutos de duración. Para estos ejercicios, puede ser necesario realizar una pequeña reducción de las dosis de insulina de acción retardada el día previo al ejercicio (cuando la insulina retardada se administra por la noche). Esta reducción sería del orden del 5-20 % sobre la dosis de insulina retardada. No obstante, al realizar esta reducción, por ejemplo reducir un 20 % la dosis en la noche anterior a una carrera de maratón, es posible que la glucemia en ayunas sea más alta de lo habitual, asociada a una descompensación metabólica y deshidratación. Para estos casos se pueden probar algunas alternativas:

1. Menor reducción o no reducir el análogo de insulina de acción retardada de la noche anterior a cambio de una mayor reducción del análogo rápido de la comida previa al ejercicio; en este caso se deberá tomar más hidratos de carbono antes, durante y después del ejercicio.
2. Repartir la dosis de análogo retardado en 2 inyecciones, una nocturna y otra diurna. Al disminuir la dosis se acorta también la duración del efecto de la insulina, por lo que será posible disminuir solamente la dosis diurna, que es la que afecta directamente en el momento en que se realiza el ejercicio, sin modificar la dosis nocturna.

3. Modificar el horario de la insulina basal. Por ejemplo, si el ejercicio se realiza habitualmente por la mañana, administrar esta insulina a mediodía. Esta opción obligaría a administrar esta insulina siempre a esa misma hora durante todos los días de la semana.

Sin embargo, cuando se utilizan insulinas de duración superior a las 24 h (Toujeo o Tresiba) solamente es aconsejable la primera opción, aumentando el consumo de hidratos de carbono antes, durante y después del ejercicio para combatir la hipoglucemia.

- **Bomba de infusión insulina.** Este tipo de dispositivos administran pequeñas cantidades de insulina de forma continua a lo largo de todo el día (línea basal) y mayores cantidades antes de cada comida (bolos). Estas pequeñas cantidades de insulina que conforman la línea basal se pueden modificar hora a hora, por lo que se pueden adaptar a las necesidades de cada tipo de ejercicio físico.



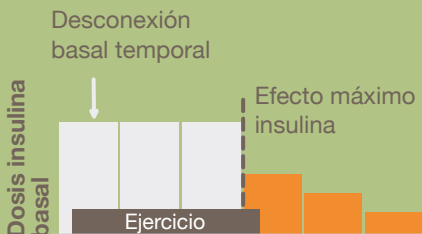
ATENCIÓN

La mayoría de usuarios de bombas utilizan análogos rápidos como insulina. Como se ha descrito anteriormente, este tipo de insulina tiene un pico de acción a los 45-90 minutos de ser administrada. Al aplicar reducciones de insulina basal en la bomba de insulina (basal temporal reducida) esta se deberá iniciar unos 45-90 minutos antes del comienzo de la actividad. Así, se realizará el ejercicio con unos niveles de insulina en sangre más bajos. Algunos deportistas con diabetes no tienen en cuenta esta información y suelen reducir la línea basal justo antes de comenzar el ejercicio, por lo que esta reducción de insulina comenzará a hacer efecto realmente cuando ya lleve unos 45-90 minutos de actividad. Esto quiere decir que están realizando el ejercicio como si no se hubiera reducido la insulina basal.

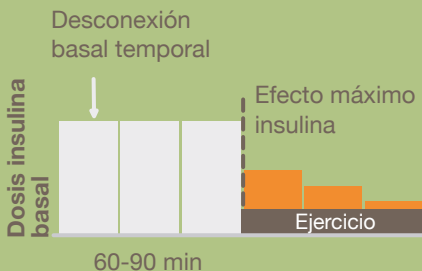
Esto lo podemos observar en el siguiente ejemplo. Laura de 13 años va a jugar un partido de baloncesto, con una duración total de unos 90 minutos. Para evitar golpes o molestias con la bomba de insulina decide desconectarla y dejarla en el vestuario.

En este caso, Laura desconecta la bomba justo antes de empezar el ejercicio. Tal como se puede observar, la reducción de insulina no es efectiva hasta pasados más de 60

minutos, por lo que se ha realizado prácticamente todo el ejercicio con niveles de insulina en sangre muy elevados.



En cambio, en esta ocasión Laura ha desconectado la bomba de insulina unos 60 minutos antes de iniciar el partido, por lo que en el momento de empezar la actividad, los niveles de insulina en sangre ya han empezado a descender.



BASAL TEMPORAL REDUCIDA, DESCONEXIÓN O TOMAR MÁS HIDRATOS DE CARBONO. ¿QUÉ OPCIÓN ELEGIR?

La bomba de insulina permite muchas alternativas para adaptarse al ejercicio. Cada persona y cada situación pueden requerir un tratamiento diferente, combinando la reducción de insulina basal o la desconexión de la bomba o el aporte de hidratos de carbono.

- **Basal temporal reducida:** esta es la forma más recomendable, pues es la que más se asemeja al comportamiento de la persona sin diabetes cuando realiza ejercicio. El objetivo es reducir los niveles de insulina en sangre, en función de la intensidad y duración de cada actividad. Se recomienda una reducción de la dosis basal de entre un 50 y un 80 %, recordando que la basal temporal siempre se debe iniciar unos 60-90 minutos antes de empezar la actividad para que sea eficaz. Habitualmente, esta reducción de la dosis basal debe complementarse con la ingesta de unos 10-15 g de hidratos de carbono justo al inicio del ejercicio.

- **Desconexión:** algunas personas prefieren realizar el ejercicio con bomba desconectada pues les resulta mucho más cómodo. En otros casos, el propio ejercicio o deporte obliga a desconectar la bomba para protegerla de caídas o en el caso de deportes acuáticos. Además, desconectar la bomba ofrece a algunas personas la sensación de un menor

riesgo de hipoglucemia, pues se corta de forma radical el suministro de insulina.

Sin embargo, desconectar la bomba de insulina justo antes del ejercicio aumenta el riesgo de hipoglucemias en la primera hora de ejercicio, pues como se observa en la figura anterior, en ese periodo el nivel de insulina en sangre continuará siendo elevado. Para evitarlo, se debería combinar una basal temporal reducida 60-90 minutos antes del ejercicio (por ejemplo un 50 %) junto con la desconexión de la bomba de insulina justo antes de empezar la actividad. Una vez acabado el ejercicio, puede ser necesario administrar parte de la insulina perdida (insulina que ha dejado de administrar la bomba durante el tiempo que ha estado desconectada) para evitar la tendencia a la hiperglucemia por el déficit de insulina causado por la desconexión.

En este sentido, la desconexión de la bomba de insulina solamente se aconsejará para los deportes que tengan una duración inferior a las 2-3 horas. La razón es que si se desconecta la bomba por más tiempo, se produce un importante déficit de insulina, el cual puede iniciar un incremento brusco de la producción hepática de glucosa e incluso la formación de cuerpos cetónicos. Para ejercicios de más de 2 horas de duración, una solución puede ser conectar

ZONAS DE INYECCIÓN DE INSULINA Y EJERCICIO

periódicamente la bomba de insulina (más o menos cada hora de duración extra del ejercicio) y aplicar un pequeño bolo, equivalente al 20-50 % de la dosis de insulina basal que se utiliza habitualmente en esa hora del día.

- **Tomar más hidratos de carbono:** esta es la opción más recomendable para ejercicios de corta duración (menos de 45-60 minutos). En estos ejercicios el gasto muscular de glucosa no es demasiado elevado, y se puede compensar fácilmente tomando un aporte extra de hidratos de carbono justo antes de empezar la actividad. Además, el efecto de los hidratos de carbono es mucho más rápido, pues en 5-10 minutos ya empiezan a incrementar los niveles de glucemia, mientras que las reducciones de insulina se deben programar con antelación de 60-90 minutos. Por ello, esta es la opción más recomendable cuando el ejercicio físico no está previsto.

En todos los casos, aunque se utilice bomba de insulina, si el ejercicio se hace durante los 90 minutos siguientes a las comidas también se deberá reducir la dosis de insulina (bolos) previos a la comida.

Durante mucho tiempo se ha recomendado no inyectar la insulina en los músculos que vayan a tener mayor actividad por el ejercicio. Por ejemplo, se trataría de no inyectarla en el muslo si se va a jugar a fútbol o no hacerlo en los brazos si se va a jugar al tenis. La razón de este consejo es que la actividad muscular activa la absorción de la insulina, haciendo que esta actúe más rápidamente e incrementando el riesgo de hipoglucemias durante el ejercicio.

A pesar de ello, los estudios no han conseguido demostrar que inyectar la insulina en una u otra zona disminuya la frecuencia de hipoglucemias durante el ejercicio. Una razón podría ser el hecho de que en la mayoría de los deportes intervienen casi todos los grupos musculares del organismo; por ejemplo, aunque en el tenis se utilizan mucho los brazos, el trabajo de piernas o abdominales es también considerable. Además, con el empleo de insulinas actuales (análogos) se consigue una absorción más homogénea, menos afectada por el posible efecto del ejercicio sobre la velocidad de absorción. Por tanto, el consejo más eficaz debe ser en cualquier caso reducir las dosis de insulina.

Parece ser que más importante que la zona de inyección es evitar inyectar la insulina de forma intramuscular. La co-

recta administración de la insulina es de forma subcutánea, pues en el otro caso se aumenta el riesgo de hipoglucemia, especialmente si después se practica ejercicio físico. Debe tenerse especial

precaución cuando se trata de niños o adolescentes muy delgados, pues la falta de una capa de grasa corporal suficiente puede hacer que la aguja llegue directamente al tejido muscular.

¿QUÉ SE DEBE HACER ANTES DEL EJERCICIO?



Antes de iniciar cualquier tipo de ejercicio físico o deporte es necesario conocer el valor de glucemia, pues ello determinará algunas acciones posteriores. En cualquier caso, la actuación deberá tener en cuenta el valor de glucemia, pero también el tipo de ejercicio que se va a realizar.

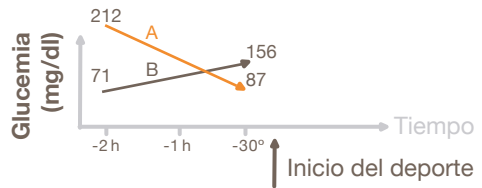
Glucemia previa	Estrategia en niños y adolescentes	Estrategia en adultos
<90 mg/dl	Suplemento de unos 10-20 g de hidratos de carbono y esperar hasta que la glucemia supere los 90 mg/dl. + Suplemento de unos 10-20 g de hidratos de carbono si se van a realizar ejercicios de tipo aeróbico o mixtos.	Suplemento de unos 20-30 g de hidratos de carbono y esperar hasta que la glucemia supere los 90 mg/dl. + Suplemento de unos 20-30 g de hidratos de carbono si se van a realizar ejercicios de tipo aeróbico o mixtos.
90-150 mg/dl	Suplemento de hidratos de carbono (según la intensidad) si se van a realizar ejercicios de tipo aeróbico o mixtos.	Suplemento de hidratos de carbono (según la intensidad) si se van a realizar ejercicios de tipo aeróbico o mixtos.
151-250 mg/dl	Empezar el ejercicio y retrasar la toma de hidratos de carbono hasta que la glucemia sea inferior a 150 mg/dl.	Empezar el ejercicio y retrasar la toma de hidratos de carbono hasta que la glucemia sea inferior a 150 mg/dl.
>250 mg/dl	Valorar los cuerpos cetónicos si la hiperglucemia es mantenida y no tiene explicación. Si es superior a 0,6mmol/l, retrasar el ejercicio y corregir la cetosis.	Valorar los cuerpos cetónicos. Si es superior a 0,6mmol/l, retrasar el ejercicio y corregir la cetosis. Se puede realizar ejercicio aeróbico de moderada o baja intensidad, evitando ejercicios de muy alta intensidad (hiperglucemiantes) hasta que la glucemia sea inferior a 250 mg/dl.
>350 mg/dl		Valorar los cuerpos cetónicos. Si es superior a 0,6 mmol/l, retrasar el ejercicio y corregir la cetosis. Si es negativo o hay trazas, considerar una corrección conservadora de la hiperglucemia, con un 50 % de la dosis de corrección habitual. También se puede realizar ejercicio aeróbico de moderada o baja intensidad, evitando ejercicios de muy alta intensidad (hiperglucemiantes).
Para ejercicios de tipo aeróbico o mixto, considerar seguir aportando hidratos de carbono a medida que aumenta el tiempo de actividad.		

Adaptado de Adolffson P, et al. 2018⁹ y Colberg SR, et al. 2016⁹.

Algunos deportes en los que no es posible realizar avituallamiento mientras se practican, pueden requerir empezar el ejercicio con niveles algo superiores a lo recomendado, alrededor de 150-180 mg/dl. Es el caso de un partido de fútbol o una carrera de atletismo. En cualquier caso, se debe evitar la tendencia habitual de muchos deportistas de empezar el ejercicio en valores superiores a 200 mg/dl como método para evitar la hipoglucemia. Conviene evitar tomar una excesiva cantidad de hidratos de carbono antes del ejercicio (da lugar a hiperglucemia), siendo más aconsejable ir aportando hidratos de carbono a medida que se realiza la actividad.

En competiciones importantes, puede ser buena idea hacer algún control de glucemia extra u observar la tendencia

del sensor de glucosa en las horas anteriores. Si la tendencia es a la baja (posiblemente por el efecto de dosis previas de insulina rápida o bolo), se deberá incrementar la cantidad de hidratos de carbono consumida antes del ejercicio o deporte.



En el caso A, la tendencia glucémica es a la baja, por lo que será necesaria una dosis de hidratos de carbono mayor de lo previsto. En cambio, en el caso B la tendencia a la hiperglucemia aconseja reducir un poco la cantidad de hidratos de carbono antes del inicio del ejercicio.



LA ALIMENTACIÓN

Suele ser habitual que, ante la práctica de ejercicios, se deba contrarrestar el efecto del ejercicio con la ingesta de algunos hidratos de carbono extra. La cantidad dependerá de cada deportista y de las condiciones del ejercicio, especialmente de su tipo, su duración y su intensidad. Por supuesto, este aporte de hidratos de carbono es aplicable a la

práctica de ejercicios aeróbicos y mixtos, mientras que no suele ser necesario para ejercicios anaeróbicos o de fuerza (hiperglucemiantes). A continuación se puede consultar una tabla resumen de la cantidad de hidratos de carbono recomendada según sea la duración y la intensidad de cada actividad.

	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ALTA
Por cada hora de ejercicio	10-20 g o 0,2-0,3 g HC por kg peso	30 g o 0,4 g HC por kg peso	50 g o 0,7 g HC por kg peso

HC: hidratos de carbono

Se trata de una recomendación general, pues depende de otros factores, como por ejemplo, si se trata de un niño o de un adolescente deportista. Es necesario que se valore la cantidad extra de hidratos de carbono que se necesita para cada tipo de ejercicio.

¿Y SI NO SE TENÍA PREVISTO REALIZAR EJERCICIO?

A veces no se puede planificar la práctica de un ejercicio y, por tanto, ya no se está a tiempo de reducir las dosis de insulina. En este caso, la suplementación con hidratos de carbono será la única solución. En primer lugar, se deberá valorar si se está o no en un momento de máximo efecto de la insulina. Si el ejercicio se realiza más allá de 2-3 horas después de haber inyectado el análogo rápido de insulina (zona de mínimo efecto), se podrá hacer el ejercicio teniendo en cuenta solamente la suplementación con hidratos de carbono de la tabla anterior. En cambio, si se realiza el ejercicio en una zona de máximo efecto de insulina (hasta esas 2-3 horas después de la inyección), se deberá tomar más cantidad de hidratos de carbono para conseguir evitar la hipoglucemia.

Por ejemplo, a una persona con diabetes le acaban de avisar para jugar un partido de vóley-playa (de unos 45 minutos),

pero hace solamente 1 hora que ha comido y, por supuesto, ya se ha inyectado la dosis habitual de la insulina de acción rápida. En este caso, ya no es posible reducir la dosis de insulina, por lo que la suplementación con hidratos de carbono deberá ser algo mayor de los 30-50 g recomendados en la tabla anterior, llegando incluso hasta los 70 g o 1-1,5g de hidratos de carbono por kg de peso corporal. En estos casos, siempre que sea posible, se recomienda esperar a que hayan pasado por lo menos 2 horas desde que se inyectó la insulina rápida para poder realizar el ejercicio con más tranquilidad y menos riesgo de hipoglucemias.

TIPOS DE HIDRATOS DE CARBONO

El tipo de hidrato de carbono utilizado puede tener importancia en el momento de la práctica de ejercicio físico. De forma habitual, se utilizarán alimentos

de moderado o bajo índice glucémico (incremento lento o moderado de la glucemia). No obstante, los hidratos de carbono de alto índice glucémico (incremento rápido de la glucemia) pueden ser interesantes en algunas situaciones:

- **Antes de un entrenamiento o competición**, si la glucemia es inferior a 90-130 mg/dl.
- **Durante el ejercicio de tipo aeróbico o mixto**, ya que se necesita aportar glucosa con rapidez para que esta pueda llegar a la sangre y a los músculos.
- **Después del ejercicio**, si los valores de glucemia se sitúan por debajo de los 100-130 mg/dl. De este modo se evita la hipoglucemia en los minutos posteriores a la actividad, pues los transportadores de glucosa siguen especialmente activados hasta 1 hora después de un ejercicio.

Estos hidratos de carbono deben tomarse de forma gradual, distribuidos a lo largo de un entrenamiento o competición. No es recomendable tomar grandes cantidades de hidratos de carbono en una sola toma, por ejemplo, antes de un partido de fútbol. Esto puede dar lugar a una importante hiperglucemia al inicio del partido, normalmente con mayor sensación cansancio, sed y deshidratación.

Los hidratos de carbono se pueden tomar en forma sólida o líquida, según sea la preferencia de cada deportista. Existe una gran variedad de alimentos que pueden ser utilizados durante la práctica de ejercicio físico. Al elegir un alimento es importante tener muy clara la cantidad de hidratos de carbono que aporta, según sea la porción consumida, y la velocidad con la que incrementa la glucemia, para saber en qué momento se debe tomar.

Momento	Antes del ejercicio	Durante el ejercicio	Después del ejercicio
Índice glucémico	Moderado - bajo	Moderado-alto	<ul style="list-style-type: none"> · Glucemia normal o baja: moderado - alto · Glucemia elevada: moderado - bajo

A continuación se muestran algunos de los alimentos habitualmente utilizados por deportistas con diabetes en relación a la práctica de ejercicio físico.



BEBIDAS ISOTÓNICAS

Contienen azúcares, en una proporción del 5 al 8% (entre 5 y 8 g por cada 100 ml de bebida), pues esta es la concentración más adecuada para que la digestión sea más sencilla y la bebida se tolere mejor durante la práctica deportiva. Además, aportan sodio, potasio o cloro y electrólitos que ayudan a reponer las pérdidas de minerales, por lo que se recomiendan para las actividades de más de 1 hora de duración.

Contenido en hidratos de carbono			
Vaso (200 ml) 12 g de HC	Lata (330 ml) 20 g de HC	Botella (500 ml) 33 g de HC	Índice glucémico alto

HC: hidratos de carbono



BEBIDAS REFRESCANTES

En este grupo encontramos los refrescos de cola o naranja, la tónica o gaseosas con azúcar. Su contenido en azúcares es de alrededor del 10%, lo cual dificulta su digestión cuando el ejercicio es de alta intensidad.

Contenido en hidratos de carbono

Vaso (200 ml) 20 g	Lata (330 ml) 33 g	Botella (500 ml) 50 g	Índice glucémico alto
-----------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------



BEBIDAS ENERGÉTICAS

Bebidas de alto contenido en azúcares (superior al 10%) que además contienen sustancias a las que se atribuyen efectos contra la fatiga mental o física, como la taurina o el ginseng. Este alto contenido en azúcares y sustancias estimulantes hace que no sean recomendables como suplemento durante la práctica de ejercicio físico.

Contenido en hidratos de carbono

Vaso (200 ml) 24 g	Lata (250 ml) 30 g	Botella (500 ml) 60 g	Índice glucémico alto
-----------------------	-----------------------	--------------------------	-----------------------



ZUMOS DE FRUTAS

Los zumos de frutas suelen tener un contenido en hidratos de carbono de entre el 5 y el 10%. Se debe consultar el etiquetado nutricional de cada producto, pues existen grandes diferencias entre diferentes marcas comerciales. Esto también sería aplicable a los zumos naturales, pues su contenido en hidratos de carbono también depende del tipo de fruta utilizado.

Contenido en hidratos de carbono

ZUMO DE FRUTAS	Vaso o brick (200 ml) 10-20 g	Botellín (330 ml) 15-30 g	Índice glucémico moderado
ZUMO COMERCIAL	Vaso o brick (200 ml) 20 g	Botellín (330 ml) 33 g	Índice glucémico alto



GLUCOSA EN TABLETAS

La glucosa pura es el alimento que eleva la glucemia con mayor rapidez. En ocasiones puede ocasionar alguna molestia digestiva, como dolor abdominal o diarrea, provocada por la llegada de grandes cantidades de glucosa al intestino. Se recomienda tomarla poco a poco y siempre acompañada de líquido para facilitar su absorción.

Contenido en hidratos de carbono

Tableta pequeña 2,5 g	Tableta mediana 5 g	Índice glucémico alto
--------------------------	------------------------	-----------------------



GELES DE GLUCOSA

Se trata de una mezcla de glucosa (u otros azúcares) con agua y aromas de frutas que forman una emulsión de textura similar a la de la miel o la mermelada, más agradable que las pastillas o tabletas de glucosa. No obstante, en algunas personas también ocasionan molestias digestivas, por lo que se deben administrar en pequeñas tomas y siempre acompañados de líquido abundante.

Contenido en hidratos de carbono

Gel de hipoglucemia 5-15 g	Gel deportista Hasta 45 g	Índice glucémico alto
-------------------------------	------------------------------	-----------------------



BARRITAS ENERGÉTICAS

Suelen estar elaboradas a base de cereales o harinas, a las que se añade una cierta cantidad de azúcares o proteínas. Cumplen una doble función durante el ejercicio, pues, además de mantener los niveles de glucemia, ayudan a combatir el apetito en ejercicios de larga duración. Son de gran utilidad por su facilidad para transportar y conservar, y de fácil digestión, por lo que no suelen ocasionar molestias digestivas. En cuanto a su efecto sobre los niveles de glucemia, encontramos diferencias según sean los ingredientes con las que están elaboradas. Así, las barras de cereales incrementan la glucemia con mayor rapidez que las que tienen un mayor contenido proteico. También existen barras elaboradas a base de fruta deshidratada como alternativa a la tradicional barra de cereales.

Contenido en hidratos de carbono

Barrita de cereales 15-25 g	Barrita proteica 10-15 g	Barrita de frutas 10-15 g	Índice glucémico medio
--------------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------

¿PUEDO TOMAR ALGÚN SUPLEMENTO PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO?

En realidad, son pocas las sustancias autorizadas que ayuden a mejorar el rendimiento deportivo. En general, no existen diferencias en la suplementación deportiva de atletas con o sin diabetes, pues la mayoría de suplementos nutricionales no tienen efectos significativos sobre los niveles de glucemia.

Con frecuencia, algunos deportistas con diabetes consultan sobre la posibilidad de tomar suplementos de proteínas, aminoácidos o creatina, con el objetivo de incrementar su masa muscular. En estos casos, antes de empezar es necesario valorar la necesidad de dicha suplementación; en ocasiones, el depor-

tista ya toma suficiente cantidad de proteínas en sus comidas habituales y este tipo de suplemento solamente conseguiría incrementar el peso corporal, ya que el exceso de proteínas es transformado en grasas; además, una parte de estas proteínas puede transformarse en glucosa, elevando la glucemia al cabo de 3-4

horas de haber tomado el suplemento. En cualquier caso, se recomienda revisar que la dosis se ajuste a las recomendaciones de unos 20-25 g (o bien 0,2-0,3 g/kg de peso corporal). Dosis más elevadas en una sola toma sí pueden tener efectos hiperglucemiantes.



ESTRATEGIAS PARA PREVENIR LA HIPOGLUCEMIA DESPUÉS DEL EJERCICIO

- **Reducir las dosis de insulina en las horas posteriores a la actividad.** La disminución de insulina rápida en la comida posterior al ejercicio programada será de entre un 10 y un 30 %, según haya sido la intensidad y la duración del ejercicio. También se valorará la reducción de la siguiente dosis de

LA HIPOGLUCEMIA DESPUÉS DEL EJERCICIO

Una vez acabado el ejercicio, sigue siendo necesario hacer algunos cambios en los tratamientos. Muchas hipoglucemias se producen incluso varias horas después de haber finalizado la actividad; normalmente hay una mayor preocupación por mantener la glucemia estable durante el ejercicio que no en las horas posteriores. Como ya se ha insistido anteriormente, el ejercicio provoca numerosos efectos metabólicos que aumentan el riesgo de hipoglucemia especialmente después de la actividad.

insulina retardada en ejercicios de larga duración (excepto para insulinas de acción superior a las 24 h). En el caso de usar bomba de insulina, bastará con programar una línea basal temporal reducida entre un 5-20 % durante un periodo de entre 2 y 12 horas después del ejercicio.

- **Incrementar el consumo de hidratos de carbono.** Debe tomarse una dosis extra de hidratos de carbono cuando la glucemia después del ejercicio sea inferior a 100-130 mg/dl. Además, suele ser necesario incrementar la cantidad de hidratos de carbono en la comida posterior al ejercicio y, cuando se realizan ejercicios de larga duración, suele ser preciso tomar un suplemento de unos 5-15 g de hidratos de carbono antes de ir a dormir, para evitar la hipoglucemia nocturna.

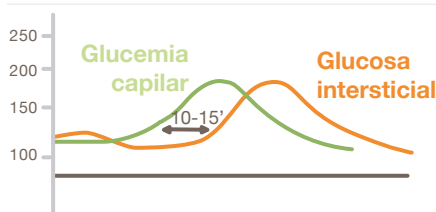
- **Incrementar la frecuencia de autoanálisis de glucemia** si no se dispone de monitorización continua de glucosa. Por ejemplo, hacer un control de glucemia unas 2 horas después del ejercicio o antes de ir a dormir puede ayudar a prevenir alguna hipoglucemia después de la actividad.

TECNOLOGÍA Y DEPORTE

En los últimos años se ha generalizado el uso de sistemas de monitorización continua de la glucosa en sustitución y/o complemento de los análisis de glucemia capilar. Por supuesto, este tipo de sistemas ha demostrado una gran utilidad especialmente en la adaptación y control de la diabetes en el ejercicio físico o deporte. La accesibilidad a un mayor número de datos permite un mayor aprendizaje y conocimiento de la respuesta glucémica particular a cada ejercicio físico o deporte. Además, reduce el miedo a la hipoglucemia asociada al ejercicio, especialmente en el caso de las hipoglucemias nocturnas, donde este tipo de sistemas ha demostrado su eficacia.



Sin embargo, se debe tener en cuenta que, de forma general, la medida de la glucosa intersticial de estos sistemas no siempre coincide con el valor de glucemia capilar. Se produce un retraso entre el valor de glucemia capilar y de glucosa intersticial.



Durante la práctica de ejercicio físico esta diferencia es mayor y, además, se produce un mayor tiempo de retardo entre la medición capilar e intersticial (de unos 10-15 minutos). Por ello, se recomienda no descartar la realización de alguna medida de la glucemia capilar durante la práctica de ejercicio físico, siempre y cuando existan dudas sobre los valores reflejados por el sensor continuo de glucosa.

Por otro lado, la aparición de sistemas que conectan la información de los sensores continuos de glucosa con los infusores de insulina están ayudando a facilitar el control glucémico en personas con diabetes. No obstante, uno de los puntos débiles de estos sistemas suele ser la adaptación a la práctica de ejercicio físico o deporte, donde todavía

no son capaces de mantener un control glucémico dentro de los valores objetivo. Por ello, en el momento actual, especialmente ante la práctica de ejercicio aeróbicos o mixtos sigue siendo necesario la actuación previa con una reducción de la línea de insulina basal unos 60-90 minutos antes de la actividad junto con la suplementación con pequeñas cantidades de hidratos de carbono. Del mismo modo, en los sistemas configurados en forma de línea basal automatizada u otros sistemas híbridos (tipo DIY) suele ser necesario también el anuncio de la práctica de ejercicio con un mínimo de 30-60 minutos antes del inicio de la actividad, junto con el aporte de pequeñas cantidades de hidratos de carbono para prevenir la hipoglucemia durante los primeros minutos de ejercicio.



CASOS PRÁCTICOS RESUELTOS

CASO PRÁCTICO NÚMERO 1

Juan va a participar en su primera carrera de media maratón. Hasta ahora ha competido en carreras de distancias inferiores, de hasta 10 km, que suele completar en un tiempo inferior a los 60 minutos. Acude a la consulta pues tiene algunas dudas sobre cómo

manejar la diabetes ante este tipo de ejercicio. ¿Cómo adaptar la insulina? ¿Qué debe comer antes y durante la carrera? ¿Qué valor de glucemia es el adecuado para empezar la carrera?

A pesar de ser deportistas, muchas veces se plantean dudas básicas sobre la gestión de la diabetes en relación a un

ejercicio que todavía no han realizado previamente.

En primer lugar es necesario recopilar toda la información importante para poder estudiar el caso, establecer una línea de trabajo y las pautas o recomendaciones. Se necesitan datos sobre diferentes aspectos:

1. Datos personales y control de la diabetes

Edad	27 años	Frecuencia hipoglucemias	4 por semana
Peso	78 kg	Tiempo en rango	67 %
IMC	24,3 kg/m ²	Tiempo en hipoglucemia	5 %
Evolución diabetes	16 años	Insulina basal	Degludec 22u noche
Hemoglobina glucosilada	7,1 %	Insulina rápida	Glulisina 4u-4u-4u

2. Alimentación

Cantidad de hidratos de carbono		Ratio insulina /hidratos de carbono	
- Desayuno	165 g	- Desayuno	1
- Comida	40 g	- Comida	1
- Merienda	60 g	- Merienda	1,5
- Cena	15 g	- Cena	2
	50 g		

3. Entrenamientos

Lunes	Descanso
Martes	A las 19 h, 50 minutos de entrenamiento de fuerza en el gimnasio.
Miércoles	Descanso
Jueves	A las 20 h, 50-60 minutos de carrera continua
Viernes	A las 20 h, 50-60 minutos de natación o carrera continua
Sábado	Descanso
Domingo	A las 9 h, 1 h o 1 h y 15 minutos de carrera continua

Una vez se conoce toda esta información, se procede a analizar el tipo de ejercicio que pretende realizar. Se trata de una carrera de media maratón (21 km) que, según la referencia de las carreras de 10 km que ha realizado previamente, la puede completar en un tiempo inferior a las 2 horas. Además, se podría catalogar este tipo de ejercicio como:

 hipoglucemiante

 hiperglucemiante

Esta definición entre hipoglucemiante o hiperglucemiante se debe llevar a cabo mediante el análisis del tipo de ejercicio (ejercicio aeróbico de larga duración) junto con la valiosa información de la experiencia previa de cada deportista.

Al ser catalogado como hipoglucemiante, las pautas tendrán como objetivo la reducción de la dosis de insulina activa durante el ejercicio así como el mantenimiento de los niveles de glucosa estable mediante el aporte de hidratos de carbono (para evitar hipoglucemias).

En este punto, cobran una gran importancia los horarios, para así poder adecuar la dosis de insulina y los suplementos con hidratos de carbono a su situación específica.

Preguntas importantes que realizar a la persona con diabetes. ¿A qué hora comienza la carrera? ¿Cuánto tardarás en realizarla?

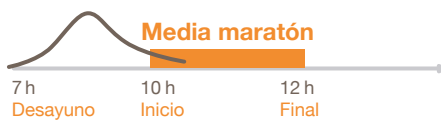
Esquema horario media maratón



En primer lugar, se debe programar el desayuno previo. Este puede incluir la misma cantidad de hidratos de carbono que su desayuno habitual, pero debería realizarse como mínimo 3 horas antes de empezar la competición. En este caso, a las 7 h de la mañana. De este modo, al inicio del ejercicio, los niveles de insulina rápida del desayuno apenas tendrían

efecto sobre los niveles de glucosa en sangre.

Esquema horario media maratón



Nota: si el desayuno se realizara 3 horas antes de la salida, se debe mantener la misma dosis de insulina de acción rápida, para conseguir llegar al momento previo a la carrera con la mínima dosis de insulina rápida activa y con unos niveles de glucemia dentro del rango objetivo. Si el desayuno se realizara más tarde (1 h o 1 h y media antes de la carrera) se mantendría la misma cantidad de hidratos de carbono pero se tendría que reducir la insulina de acción rápida entre un 50 y un 75 %.

A continuación, se aconsejaría que unos 20-30 minutos antes del ejercicio se realizara una valoración de los niveles de glucosa en sangre. Según el valor obtenido, se debería empezar a suplementar o no con hidratos de carbono.

Esquema actuación media maratón

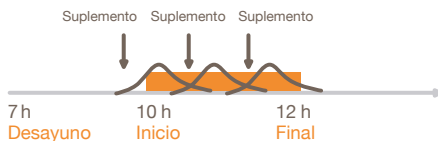


Por ejemplo, se podría establecer la siguiente pauta según el nivel de glucosa en sangre obtenido:

- Por encima de 200 mg/dl: no tomar hidratos de carbono. Mantener la hidratación con agua.
- Entre 130 y 200 mg/dl: tomar 10-15 g de hidratos de carbono de índice glucémico moderado.
- Por debajo de 130 mg/dl: tomar 20-30 g de hidratos de carbono de índice glucémico moderado-alto.

El objetivo de esta suplementación inicial no es aportar muchos hidratos de carbono que permitan evitar la hipoglucemia durante toda la carrera, sino solamente una cantidad suficiente para llegar hasta los 40-45 minutos de actividad, momento en el cual se volverá a suplementar con hidratos de carbono, siguiendo el esquema anterior.

Esquema actuación media maratón



Así, se irán aportando hidratos de carbono cuando los niveles de glucosa en sangre estén cercanos a la normalidad, con el objetivo de evitar la hipoglucemia por el consumo de glucosa que se produce a nivel muscular. En cambio, si los valores son elevados, se evitará tomar hidratos de carbono hasta que los valores vuelvan a acercarse a la normalidad. El tiempo entre uno y otro avituallamiento se puede adaptar según el tipo de ejercicio y las preferencias de cada deportista.

De forma general, se podría indicar que los ejercicios que tienen un alto consumo de glucosa, como ciclismo o carreras de larga distancia, necesitan un aporte de hidratos de carbono más frecuente. En cambio, en ejercicios de menor intensidad, como por ejemplo, un trekking por la montaña pueden realizarse avituallamientos más espaciados en el tiempo.

Finalmente, tener en cuenta que los niveles de glucosa en sangre pueden seguir descendiendo una vez acabado el ejercicio, por lo que se deberá volver a tomar algún suplemento con hidratos de carbono si los valores después del ejercicio son inferiores a 100-130 mg/dl. Esta tendencia a la hipoglucemia se puede mantener hasta las 12-24 h posteriores al ejercicio, por lo que se puede recomendar ligeras reducciones de las dosis de insulina de acción rápida en la comida y cena de ese día, así como tomar algún suplemento extra de hidratos de carbono (por ejemplo 5-15 g de hidratos de carbono en la merienda o recena) para evitar la aparición de hipoglucemia.

CASO PRÁCTICO NÚMERO 2

María tenía esta mañana una competición de 200 m de natación. Era la última de la temporada, precisamente el campeonato más importante. La competición empezaba a las 11:30 h de la mañana. Al ser sábado, se ha levantado un poco más tarde de lo normal (con una glucemia 213 mg/dl) y ha

tomado el desayuno a las 9 h. Era el mismo desayuno de cada día, consistente en 1 vaso de leche con 1 cucharada pequeña de cacao en polvo (sin azúcar añadido) y 45 g de cereales de desayuno, reduciendo la dosis de insulina del desayuno en un 20%.

A las 10:30 h ha llegado a la piscina y ha empezado un calentamiento suave. Como en cada competición, ha comprobado el valor de glucosa en el sensor unos 15 minutos antes de la hora de la competición, y ha obtenido un valor de 137 mg/dl.

No estaba muy segura con ese valor, pues ella prefiere empezar a nadar con glucemias por encima de 200 mg/dl. Por ello, tomó una barrita de cereales que le aportó unos 15 g de hidratos de carbono. Al acabar la competición se ha sorprendido mucho pues su glucemia era de 232 mg/dl.

Para el análisis de lo ocurrido, en primer lugar, se deberá valorar el tipo de esfuerzo que ha realizado:



hipoglucemiante



hiperglucemiante

El factor principal a tener en cuenta en este tipo de competición es que se trata de esfuerzos muy cortos (poco más de 2

minutos) a muy alta intensidad. El resultado suele ser una notable tendencia a la hiperglucemia. Además, en este caso, se suma el efecto hiperglucemiante asociado al estrés de la competición, que por sí solo ya puede provocar esta tendencia al aumento de los niveles de glucosa en sangre.

Este suele ser un error habitual en muchas competiciones de natación, atletismo o incluso en deportes de contacto. Se confunde con el efecto de ejercicios de larga duración, como la natación de larga distancia o los entrenamientos (suelen ser de larga duración) que sí se podrían clasificar como hipoglucemiantes. Sin embargo, las competiciones cortas suelen tener un marcado carácter hiperglucemiante.

El abordaje de este tipo de ejercicios debe ser adaptado a su carácter hiperglucemiante. Por ello, solamente se aconsejaría tomar hidratos de carbono en el caso de que la glucemia previa al ejercicio sea inferior a 90-100 mg/dl. Por otro lado, si la glucemia está en rango normal, no se deberían tomar hidratos de carbono, pues no se prevé que pueda llegar a producirse una hipoglucemia en el corto espacio de tiempo que dura la actividad.

En muchas ocasiones, este tipo de ejercicios conduce a la hiperglucemia, incluso sin tomar ningún alimento que aporte hidratos de carbono. Para conseguir frenar esta tendencia hiperglucemiante se suelen utilizar dos métodos:

- a) Incluir previamente ejercicio aeróbico antes del ejercicio hiperglucemiante: por ejemplo, alargar el calentamiento unos minutos más o hacer unos 15-20 minutos de carrera continua previamente.
- b) Realizar el ejercicio hiperglucemiante con niveles de insulina activa más elevados.

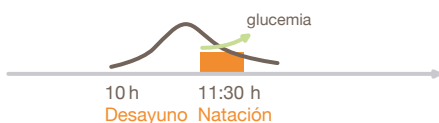
Si se desayuna 3 horas antes del ejercicio, al empezar la actividad, los niveles de insulina rápida activa son muy bajos, por lo que un ejercicio de corta duración y muy alta intensidad causará hiperglucemia:

Desayuno 3h antes



En cambio, en este tipo de ejercicios hiperglucemiantes se puede aconsejar realizar la comida previa a la actividad solamente unos 60-90 minutos antes del inicio. De este modo, se empezará el ejercicio con niveles de insulina activa más elevados, que frenarán la producción hepática de glucosa y evitarán, en parte, la hiperglucemia.

Desayuno 90' antes



En este caso, el desayuno se programaría unos 90 minutos antes del inicio de la competición y no se reducirían las dosis de insulina rápida (se mantiene la dosis habitual). En otros casos, si no se quiere realizar una comida previa, también se podría administrar insulina de acción rápida unos 60-90 minutos antes de un ejercicio hiperglucemiante, pero en este caso con una dosis de insulina muy pequeña. Se deberán hacer pruebas de ensayo-error, iniciándolas con dosis de insulina muy bajas e incrementándolas de forma progresiva si no se logran los valores objetivos al acabar el ejercicio o competición.

Nota: la adaptación realizada para este caso podría ser utilizada en cualquier otro tipo de ejercicio de corta duración y alta intensidad, o en ejercicios mixtos cuando se trata de competiciones.

CASO PRÁCTICO NÚMERO 3

Ana tiene previsto la semana que viene realizar una parte del camino de Santiago. Se trata de la parte final del mismo, en la que recorrerá unos 20 km diarios. Esto supone unas 6-8 horas de caminata. Tiene previsto salir después del desayuno y caminar hasta la hora de comer o primera hora de la tarde (depende del día y del recorrido). A sus 27 años, Ana ya acumula mucha experiencia con diabetes, pues fue diagnosticada a los 6 años de edad, pero nunca ha realizado ejerci-

cio físico o deporte de forma habitual. Lleva unos 3 meses saliendo a caminar unos 4-5 km algunos días entre semana y el sábado o el domingo aprovecha que tiene más tiempo para caminar unos 15 km. En estos entrenamientos toma unos 20 g de hidratos de carbono antes de empezar (normalmente una fruta) y cuando camina los 15 km para a mitad de la caminata para tomar un pequeño bocadillo de unos 50 g de pan.

Su pauta actual consiste en insulina Glargina 300, 26 unidades antes de ir a dormir, y insulina lispro, con unas 4 unidades en el desayuno y 6 unidades en comida y cena. No tiene mucho dominio del contenido de hidratos de carbono de los alimentos, por lo que no cuenta raciones de hidratos de carbono, sino que mantiene una alimentación muy monótona en su día a día (unas 4 raciones en el desayuno, 5 en la comida y 4 en la cena).

Ana consulta pues tiene dudas de cómo gestionar su diabetes durante los días que dure su camino de Santiago.

Este es un caso muy habitual, y supone una elevada complejidad al tratarse de una persona sedentaria, por lo que tiene poca experiencia en cuanto a la respuesta personal al ejercicio físico.

En primer lugar se empieza valorando el tipo de esfuerzo que va a realizar:



hipoglucemiante



hiperglucemiante

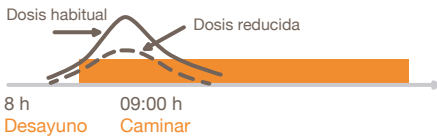
Una actividad como caminar, especialmente cuando se realiza a ritmo rápido, con desnivel y cargando con peso (mochila) puede ser clasificada como ejercicio hipoglucemiante. No obstante, es cierto que en comparación con la natación, el ciclismo o la carrera a pie, el consumo de glucosa por hora de ejercicio es menor. Por ello, las variaciones de la glucemia producidas son mucho más progresivas, es decir, no se suelen producir rápidas reducciones de los niveles de glucemia. Sin embargo, en este caso confluyen algunos factores que aumentan el riesgo de hipoglucemia o descompensación glucémica:

- Larga duración del ejercicio, con etapas de hasta 8 horas. Aunque el consumo de glucosa por hora de ejercicio sea menor que en otros ejercicios o deportes, la duración total de la actividad supone un consumo total de glucosa muy elevado.
- Actividad física en días consecutivos, lo cual aumenta el riesgo de hipoglucemias y obliga a una reducción progresiva de las necesidades de insulina y/o un aumento del consumo de hidratos de carbono.
- Bajo estado de forma previo, ya que Ana no tiene una gran base de entrenamiento. Esto supone un mayor consumo de glucosa para una misma actividad así como muy poca experiencia previa para resolver situaciones complejas asociadas al ejercicio físico.

A continuación, se deberá definir la rutina diaria, empezando por el desayuno y el inicio de la actividad diaria. A diferencia del caso 1, se programa un desa-

yuno solamente unos 60 minutos antes de salir a caminar. En las actividades hipoglucemiantes se aconseja dejar un espacio de 3 horas entre el desayuno y el inicio del ejercicio, para evitar hacer la actividad con altos niveles de insulina rápida. En este caso, para conseguirlo, necesitaría levantarse antes de las 6 de la mañana lo cual influiría negativamente en el descanso de Ana. Por ello, se optaría por que tomara el mismo contenido de hidratos de carbono de su desayuno habitual, pero reduciendo la dosis de insulina de acción rápida en un 50 %.

Desayuno 1h antes



Además, antes de empezar a caminar, se podría establecer la siguiente pauta según el nivel de glucosa en sangre obtenido:

- Por encima de 150 mg/dl: no tomar hidratos de carbono. Aumentar la hidratación.
- Entre 100 y 150 mg/dl: tomar 10-15 g de hidratos de carbono de índice glucémico moderado.
- Por debajo de 100 mg/dl: tomar 20 g de hidratos de carbono de índice glucémico moderado-alto.

Como se puede comprobar, el esquema de decisión en cuanto a la suplementación con hidratos de carbono es parecido al del caso 1, si bien con cantidades de hidratos de carbono inferiores, pues el consumo de glucosa es inferior.

Asimismo, este esquema se deberá repetir cada 60-90 minutos, valorando los niveles de glucosa en sangre y tomando hidratos de carbono si es necesario.

Uno de los problemas principales es evitar la hipoglucemia después del ejercicio. Para ello se aconsejará una reducción de un 10-20% o un incremento de unos 10-20 g (1-2 raciones) de hidratos de carbono en las comidas posteriores al ejercicio (comida y cena). De igual modo puede ser necesario recomendar un suplemento de unos 5-15 g de hidratos de carbono antes de ir a dormir para evitar la hipoglucemia nocturna.

Por otro lado, el elevado consumo de glucosa durante días consecutivos de actividad puede hacer necesario la reducción de los niveles de insulina de larga duración. Las nuevas insulinas, con duración de la acción superior a las 24 horas, dificultan en parte esta adaptación, pero se hace necesaria ante un ejercicio de tan larga duración y días consecutivos. En cualquier caso, las reducciones de este tipo de insulina suelen ser ligeras, de entre un 10-20 % de la dosis previa, especialmente a partir del 2.º o 3.er día de actividad consecutiva.

Finalmente, en actividades realizadas en la montaña o en el mar, es necesario insistir en que incluyan material de seguridad entre sus pertenencias, como es la identificación como persona con diabetes, alimentos ricos en azúcares o pastillas o geles de glucosa para tratar las hipoglucemias, así como material suficiente para el control de la glucemia e insulina.



Bibliografía

1. Tikkanen-Dolenc H, Wadén J, Forsblom C, et al. Physical Activity Reduces Risk of Premature Mortality in Patients With Type 1 Diabetes With and Without Kidney Disease. *Diabetes Care*. 2017;40(12):1727-1732.
2. Tikkanen-Dolenc H, Wadén J, Forsblom C, et al. Frequent physical activity is associated with reduced risk of severe diabetic retinopathy in type 1 diabetes. *Acta Diabetol*. 2019;57(5):527-534.
3. Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, et al. Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2017; 5(5):377-390.
4. Absil H, Baudet L, Robert A, et al. Benefits of physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes: A systematic review. *Diabetes Res Clin Pract*. 2019;156:107810.
5. Kennedy A, Nirantharakumar K, M Chimen, et al. Does Exercise Improve Glycaemic Control in Type 1 Diabetes? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE* 8(3): e58861.
6. Wu N, Bredin SSD, Guan Y, et al. Cardiovascular Health Benefits of Exercise Training in Persons Living with Type 1 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2019;8(2):253.
7. Laffel IM, Limbert C, Phelan H, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Sick day management in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes*. 2018; 19 (Suppl. 27): 193–204.
8. Adolfsson P, Riddell M, Taplin CE, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes* 2018; 19 (Suppl. 27): 205–226.
9. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, et al. Physical Activity / Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. 2016;39:2065–2079.

sanofi