



RECOMENDACIONES CLÍNICAS PARA LA PRÁCTICA DEL DEPORTE EN PERSONAS CON DIABETES MELLITUS (GUÍA RECORD). ACTUALIZACIÓN 2021

ÁREA DE CONOCIMIENTO DE DIABETES
MELLITUS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
ENDOCRINOLOGÍA Y NUTRICIÓN (SEEN)

MANUEL GARGALLO-FERNÁNDEZ, JAVIER ESCALADA-SAN MARTÍN,
ANA CHICO-BALLESTEROS, EDURNE LECUMBERRI-PASCUAL,
CRISTINA TEJERA-PÉREZ, JOSÉ CARLOS FERNÁNDEZ-GARCÍA,
PEDRO ROZAS-MORENO, AMPARO MARCO-MARTÍNEZ,
FERNANDO GÓMEZ-PERALTA, JUDITH LÓPEZ- FERNÁNDEZ



EDITORES

■ Manuel Gargallo-Fernández

Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Infanta Leonor. Fundación Jiménez Díaz. Madrid

■ Javier Escalada-San Martín

Departamento de Endocrinología y Nutrición. Clínica Universidad de Navarra. Centro de Investigación Biomédica en Red Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN), ISCIII. Instituto de Investigación Sanitaria de Navarra (IdiSNA). Grupo de Nefrología clínica. Pamplona

AUTORES

■ Manuel Gargallo-Fernández

Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Infanta Leonor. Fundación Jiménez Díaz. Madrid

■ Javier Escalada-San Martín

Departamento de Endocrinología y Nutrición. Clínica Universidad de Navarra. Centro de Investigación Biomédica en Red Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN), ISCIII. Instituto de Investigación Sanitaria de Navarra (IdiSNA). Grupo de Nefrología clínica. Pamplona

■ Ana Chico-Ballesteros

Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.

■ Edurne Lecumberri-Pascual

Unidad de diabetes. Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid

■ Cristina Tejera-Pérez

Servicio de Endocrinología y Nutrición Complejo Hospitalario Universitario de Ferrol. El Ferrol. (La Coruña).

■ José Carlos Fernández-García

Servicio de Endocrinología y Nutrición Hospital Regional Universitario de Málaga. Instituto de Investigación Biomé

■ Pedro Rozas- Moreno

Sección de Endocrinología y Nutrición. Hospital General Universitario. Ciudad Real

■ Amparo Marco-Martínez

Servicio Endocrinología y Nutrición. Complejo Hospitalario Universitario de Toledo (CHUT). Hospital Quirónsalud Madrid.

■ Fernando Gómez-Peralta

Unidad de Endocrinología y Nutrición. Hospital General de Segovia. Segovia

■ Judith López- Fernández

Servicio de Endocrinología y Nutrición, Hospital Universitario de Canarias. Santa Cruz de Tenerife

RECOMENDACIONES CLÍNICAS PARA LA PRÁCTICA DEL DEPORTE EN PERSONAS CON DIABETES MELLITUS

ACTUALIZACIÓN 2021



1

EFFECTOS EJERCICIO EN DM1



A. Ejercicio **aeróbico** prolongado de **intensidad moderada**:

⬆️ **riesgo hipoglucemia**

B. Ejercicio **intensidad alta**:

⬆️ **riesgo hiperglucemia**
(en caso de niveles bajos de insulina)

2



EVALUACIÓN MÉDICA PREVIA AL EJERCICIO

A.

Tener en cuenta:

1. Grado de control metabólico
2. Exploración física
3. ¿Presenta complicaciones?
4. ECG
5. Riesgo hipoglucemias

B.

Valorar prueba de esfuerzo **SI**:

1. >35 años
2. >25 años y DM2 diagnosticada +10 años
3. >25 años y DM1 diagnosticada +15 años
4. FR CV
5. Complicaciones microvasculares
6. EAP
7. Neuropatía autonómica

FRCV: Factores de riesgo cardiovascular; **EAP:** Enfermedad arterial periférica; **ECG:** Electrocardiograma; **EAP:** Enfermedad arterial periférica

3



ALIMENTACIÓN

Objetivos: asegurar ingesta macro y micronutrientes, mantenimiento glucógeno, balance hidroelectrolítico

A. Pre-ejercicio

MACRONUTRIENTES	Hidratos de carbono	3-5 horas de ejercicio/semana → 4-5 g HC / kg / día 5-10 horas ejercicio/semana → 5-7 g HC / kg / día 10-15 horas ejercicio/semana → 7-8 g HC / kg / día >15 horas ejercicio/semana → 8-10 g HC / kg / día En ejercicios extremos / competición puede ser necesario 12 g HC / kg / día Priorizar alimentos de bajo IG No evidencia actual del beneficio de las dietas muy bajas en HC (<140 g / día) para el deportista con DM1
	Proteínas	1,2 - 1,6 g / kg / día (Priorizar proteínas de alto valor biológico; mayor aporte en deportes de fuerza y ejercicio aeróbico de larga duración)
	Grasas	20-35 % volumen calórico total (Un aporte ≤ 20 % de grasas no supone beneficios)

Asegurar hidratación + micronutrientes

B. Durante el ejercicio: HC antes en función glucemia / flecha tendencia y duración ejercicio / glucemia al finalizar el ejercicio

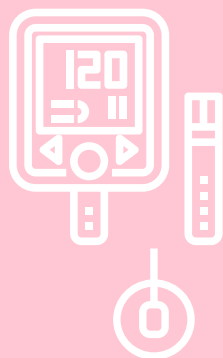
Suplementación de HC. Niveles orientativos, ajustar en cada caso		
	Niveles basales de insulina (DM1/ DM2 bolus administrado hace más de 2 horas; DM2 en tratamiento con secretagogos)	Niveles elevados de insulina (DM1/ DM2 bolus previo en últimas 2 h.)
Ejercicio hasta 30'	Si glucemia < 90 mg / dL, ingerir 10-20 g GL	15-30 g GL para prevenir/tratar hipoglucemia
Ejercicio 30-60'	Intensidad baja-moderada (aeróbico): 10-15 g GL / h	15-30 g GL / 30 minutos para prevenir hipoglucemia
	Intensidad alta (anaeróbico): no suplementar salvo glucemia < 90 mg / dL con 10-20 g GL	
Ejercicio 60-150'	30-60 g GL / hora	Hasta 75 g GL / hora
Ejercicio > 150'	60-90 g GL+ HCL / hora, ajustar insulina si precisa	60-90 g GL+ HCL / hora, ajustar insulina si precisa

Asegurar hidratación

C. Post-ejercicio: Si glucemia < 120 mg / dL: tomar 15-20 g HCL. Reposición de HC en deportistas de competición. Asegurar hidratación

HC: Hidratos de carbono; IG: Índice glucémico; GL: Hidrato de carbono absorción rápida; HCL: Hidrato de carbono absorción lenta

4 GLUCEMIA



- A.** Priorizar uso de monitor de glucosa / incrementar controles de glucemia
- B.** Seguir instrucciones del fabricante
- C.** Recomendaciones:

1

Alarmas

- Hipoglucemia 100 mg / dL
- Hiperglucemia > 180 mg / dL

2

TIR durante el ejercicio:
TIR 90-180 mg / dL
(126-180 mg / dL si ejercicio aeróbico prolongado)

- Ajustar si riesgo alto hipoglucemia
- Comprobar glucemia según intensidad y duración

3

90 minutos post-ejercicio
TIR 80-180 mg / dL
(si bajo riesgo hipoglucemia)

- Chequear glucemia 15-30 minutos
- Valorar modificar alarma hipoglucemia

TIR: Tiempo en rango

5

TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO



A. Uso de MDI*

Duración media (20-90 min) Intensidad baja/moderada (Aeróbico)				Duración media (20-90 min) Intensidad moderada/intensa (Anaeróbico)				Duración larga (>2 h) Intensidad baja (Aeróbico)			
Basal previa	Preprandial posterior		Basal posterior	Basal previa	Preprandial posterior		Basal posterior	Basal previa	Preprandial posterior		Basal posterior
	Tendencia	Ajuste			Tendencia	Ajuste			Tendencia	Ajuste	
- 0-30%	↗	-25%	= / -20%	- 20%	↗	=**	- 20-30%	- 30-50%	↗	-25%	= / -20%
	➤	-50%			➤	=**			➤	-50%	
	↘	-75% / -100%			↘	-25% / -50%			↘	-75% / -100%	

* Ajuste de insulina basal / intermedia aconsejado excepto degludec que no precisa ajuste
 **>250 "microbolus corrector" (50 % Factor Sensibilidad Individual)
 Si glucosa >250mg / dL valorar un "microbolus corrector" (50 % Factor Sensibilidad Individual)(5) Rápida pre-ejercicio ver texto
MDI: Múltiples dosis de insulina

B. Uso de ISCI



Ejercicio planificado			
GC/GI 60-90 minutos pre-ejercicio	Reducción TB (temporal) 60-90 minutos antes del ejercicio	GC/GI al empezar el ejercicio	Ingesta HC al iniciar el ejercicio
<70 mg / dL 70-150 mg / dL > 150 mg / dL	50% 30-50% 20-30%	<70 mg / dL 70-150 mg / dL > 150 mg / dL	10-20 g sin bolo 10-20 g y mitad bolo calculado No es necesario
Ejercicio no planificado			
GC/GI pre-ejercicio	Reducción TB (temporal)	GC/GI al empezar el ejercicio	Ingesta HC al iniciar el ejercicio
<70 mg / dL 70-150 mg / dL > 150 mg / dL	70-80% 50% 30%	<70 mg / dL 70-150 mg / dL > 150 mg / dL	20 g sin bolo 10-20 g sin bolo No es necesario

TB: Tasa basal; GC: Glucemia capilar; GI: Glucemia intersticial; HC: Hidratos de carbono

Tipo de ejercicio planificado 2-3 horas tras bolo prandial		
Ejercicio aeróbico baja-moderada intensidad	Ejercicio anaeróbico de baja moderada-intensidad	Ejercicio anaeróbico intenso
Reducir 25% si intensidad baja Reducir del 50% a -75% si intensidad moderada	Puede no precisar ajuste; valorar -25 a -50% según cambio de glucosa esperado por experiencias previas	No requiere ajuste Considerar añadir pequeña corrección si GC/GI elevada

C. Uso de fármacos no insulínicos

Medicación	Riesgo de hipoglucemia	Consideraciones de ajuste de dosis
Sulfonilureas	++	Si hipoglucemia, reducir dosis o suspender
Glinidas	+	Si hipoglucemia, reducir dosis o suspender
Metformina	-	No necesario
Pioglitazona	-	No necesario
Acarbosa-Miglitol	-	No necesario
iDPP4	-	No necesario
Ar-GLP1	-	No necesario
iSGLT2	-	Suspender ante ejercicio físico intenso y duradero (riesgo deshidratación, hipotensión, cetosis/acidosis)

iDPP4: Inhibidores de DPP4; **Ar-GLP1:** Agonistas del receptor de GLP-1; **iSGLT2:** Inhibidores del cotransportador de sodio-glucosa tipo 2

6



PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO



FCM: Frecuencia cardíaca máxima

7

CHECK LIST

- Evaluación médica pre inicio entrenamiento
- Identificación de DM
- Equipamiento de DM (tratamiento, monitor/glucómetro, glucagón, alimentos...)
- Identificación y tratamiento hipoglucemias
- Hidratación
- Chequear glucemia, no ejercicio si < 70 mg / dL / > 270 mg / dL, corregir
- No hipoglucemia grave 6 meses previos
- No enfermedad aguda intercurrente

Con el patrocinio de



GUÍA CLÍNICA COMPLETA



INTRODUCCIÓN

La práctica de deporte de forma habitual está cada vez más extendida y, aunque sea en un plano no profesional, en ocasiones puede adquirir alta intensidad. En personas con diabetes mellitus (DM) la actividad deportiva puede tener un impacto significativo en el control metabólico, haciendo preciso un ajuste específico de su tratamiento y alimentación. Además, es recomendable realizar una evaluación previa a la práctica deportiva así como una serie de consideraciones en función de posibles comorbilidades acompañantes, y el tipo de deporte concreto.

En 2015, el Grupo de Trabajo de DM de la SEEN (GTDM-SEEN) elaboró unas “Recomendaciones clínicas para la práctica del deporte en personas con diabetes mellitus (Guía RECORD)”¹, con el propósito de orientar a los profesionales involucrados en la asistencia de personas con DM que realizan deporte.

En el momento actual, la aparición de nuevos fármacos y sistemas de monitorización de glucemia, la publicación de nuevas guías y consensos que abordan este aspecto y la cada vez mayor demanda por parte de las personas con DM de pautas de terapia y control para hacer deporte, nos obligan a una actualización de esas recomendaciones.

METODOLOGÍA

Dentro del GTDM-SEEN se seleccionaron un grupo de expertos en cada área del documento. Este grupo realizó una revisión bibliográfica en MEDLINE (PubMed) de la evidencia disponible para cada tema, y se revisaron artículos escritos en inglés y castellano con fecha de inclusión hasta el 31 de septiembre de 2020.

Dada la práctica ausencia de ensayos clínicos relativos a la mayoría de los aspectos revisados, no se pudieron establecer unas recomendaciones basadas en nivel de evidencia y se optó por formular Recomendaciones de Experto basadas en los datos disponibles. Estas recomendaciones finales se discutieron conjuntamente por el Grupo de Trabajo y posteriormente han sido avaladas por la Junta Directiva de la SEEN.

1 EFECTOS SOBRE EL CONTROL GLUCÉMICO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE EJERCICIO

El ejercicio incrementa la captación muscular de glucosa, tanto mejorando la sensibilidad a la insulina (SI) como de una manera independiente a ésta². El tipo de ejercicio, la intensidad, el volumen y la persistencia en el tiempo son factores que influyen en el mantenimiento a medio y largo plazo de los beneficios en el control glucémico. Estos efectos difieren según el tipo de DM. La intensidad del ejercicio aeróbico se suele definir por el consumo de O₂ por parte del músculo, a nivel de usuario se suele utilizar el % de la frecuencia cardiaca máxima (FCM); la intensidad es leve si %FCM es < 40-50%, es moderada si está entre 50-70% y es alta si %FCM > 70-80%.

Diabetes Mellitus Tipo 2 (DM2)²:

- Tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia mejoran de forma aguda la SI en torno a un 20%. Este efecto desaparece a las 48-72 h.
- Cualquiera de los dos regímenes de entrenamiento realizados de forma regular aumenta aún más la SI (> 40%) mejorando los niveles de HbA_{1c} en un 0,4-0,5%.
- La combinación de ambos tipos de ejercicio, aeróbico y de resistencia, mejora estos resultados con un incremento de la SI cercano al 70% y una reducción de los niveles de HbA_{1c} de un 0,9%.
- La mejoría de la SI y el descenso de la HbA_{1c} dependen de la intensidad del ejercicio. A mayor intensidad, mayor beneficio.
- Un plan de entrenamiento basado en *High Intensity Interval Training (HIIT)* obtiene beneficios similares al ejercicio aeróbico continuo de intensidad moderada con una reducción del 40% del tiempo invertido (1,5 vs 2,5 h / semana) y menor volumen de trabajo.

Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1):

- La evidencia en personas con DM1 es más limitada y controvertida que en DM2³⁻¹⁰.
- El efecto a corto plazo sobre la glucemia plasmática depende del tipo de ejercicio, los niveles circulantes de insulina, la glucemia e ingesta previas, así como el estrés asociado a la práctica del deporte³⁻⁵:



- La realización de ejercicios aeróbicos prolongados de moderada intensidad se asocia a un descenso significativo de la glucosa en personas con DM y niveles óptimos de insulina. Este descenso conlleva un aumento del riesgo de hipoglucemia durante o tras la realización del mismo^{5,6}.
- La práctica de deportes de alta intensidad en condiciones de niveles insuficientes de insulina y el estrés pre-ejercicio incrementa el riesgo de hiperglucemia y cetosis^{6,7}.
- En términos de HbA1c, estudios transversales sugieren que una mayor actividad física se asocia con un mejor control glucémico. Sin embargo, los resultados de los ensayos clínicos llevados a cabo no permiten concluir que la práctica de ejercicio de forma regular mejore de manera significativa la HbA1c en personas adultas con DM^{3,5-7}.
- En DM1 pediátricos, el ejercicio de forma regular mejora la HbA1c un 0,3 %³.
- En un estudio reciente, realizado en adultos con sobrepeso u obesidad, la práctica de *HIIT* durante 12 semanas se asoció a un descenso significativo de la HbA1c, con respecto al grupo control (-0,64% vs -0,14%, p=0,04), solo en aquellos con una adherencia \geq 50% a las pautas de entrenamiento⁸.
- La práctica de ejercicio ha demostrado otra serie de importantes beneficios en la salud de las personas con DM1, así como una disminución de las necesidades de insulina, por lo que debe formar parte ineludible del programa terapéutico⁹.

RECOMENDACIONES 1

■ Diabetes Mellitus tipo 2:

- 1** Tanto el ejercicio aeróbico como el de resistencia mejoran la SI y la HbA1c. Estos beneficios se potencian con la combinación de ambos, así como por una mayor intensidad y regularidad en la práctica del ejercicio.
- 2** Un plan de entrenamiento basado en *HIIT* consigue beneficios similares con una reducción significativa del tiempo invertido.

■ Diabetes Mellitus tipo 1:

- 1** El efecto a corto plazo sobre la glucemia depende, principalmente, de los niveles de insulina y tipo de ejercicio.
- 2** No existe evidencia suficiente para poder concluir que el ejercicio mantenido regularmente mejore de forma consistente los niveles de HbA1c en DM1 adultos. A pesar de ello, debe recomendarse.
- 3** En personas con sobrepeso u obesidad, pautas de ejercicio basadas en *HIIT*, mejoran los niveles de HbA1c si la adherencia es adecuada.

2 EVALUACIÓN MÉDICA PREVIA AL EJERCICIO

Diversas sociedades científicas recomiendan realizar una valoración médica a los personas con DM antes de iniciar un programa de ejercicios^{10,11, 12}. Si bien no es necesario un reconocimiento médico en personas asintomáticas que reciben atención diabética y que desean comenzar una actividad física de intensidad baja o moderada¹³. Sin embargo, las personas que planean realizar algún tipo de deporte más exigente o con criterios de mayor riesgo (edad, duración de la diabetes mayor de 10 años, enfermedad cardiovascular u otros factores de riesgo), pueden beneficiarse de pruebas adicionales³. Esta evaluación deberá incluir los siguientes puntos:

Establecer unos objetivos

- Saber si existe cualquier enfermedad o complicación que pueda manifestarse o agravarse con el ejercicio.
- Planificar y programar el ejercicio y las posibilidades de rendimiento.
- Prevenir lesiones musculoesqueléticas.

Plan de Cuidado de la Diabetes

Se recomienda que cada deportista con diabetes tenga un plan de cuidado de la diabetes que debería incluir lo siguiente¹⁴:

- Control de glucosa en sangre. Frecuencia de monitorización y cifras de contraindicación para hacer ejercicio.
- Terapia con insulina. Tipo de insulina, dosis y estrategias de ajuste y corrección para el tipo de actividades previstas.
- Recomendaciones para el reconocimiento y tratamiento de la hipoglucemia, incluyendo instrucciones sobre el uso de glucagón.
- Información de contacto en caso de emergencia (teléfonos de contacto).
- Identificación de la presencia de DM y tipo (alerta médica).
- Recomendación adecuada a sus necesidades sobre alimentación e hidratación.

Examen médico pre-ejercicio

El médico debe determinar las limitaciones o restricciones para la práctica de ejercicio en aquellos deportistas con complicaciones relacionadas con la DM.

- Los deportistas con DM deben tener una determinación de HbA1c cada 3 a 4 meses.



Las personas con DM con posible enfermedad cardiovascular (CV) o complicaciones microvasculares de la DM que deseen llevar a cabo algún tipo de deporte, deben someterse a una valoración médica. Esta valoración incluirá: la historia, el examen físico (incluyendo complicaciones metadiabéticas), electrocardiograma (ECG) de reposo y, posiblemente, prueba de esfuerzo.¹⁵

Se recomienda repetir la valoración cada 3-5 años con ECG de reposo¹⁰; según los hallazgos en el ECG procederá ampliar la reevaluación con otras exploraciones (prueba de esfuerzo ECG, ecocardiograma de estrés, etc). Por supuesto, también hay que hacer estudios específicos sucesivos ante la aparición de síntomas y/o signos de sospecha de enfermedad CV.

Formulación de recomendaciones específicas (Tabla 1)

Tabla 1: Ejercicio y complicaciones de la diabetes

Complicación	Recomendaciones	Contraindicaciones	Precauciones
Enfermedad cardiovascular	Actividades aeróbicas de bajo impacto: caminar, bicicleta, natación, cinta	IAM reciente (<6 semanas). Actividades hipertensivas: levantar pesos importantes, elevada intensidad	Incrementar la frecuencia cardíaca gradualmente
Neuropatía autonómica	Ejercicios poco intensos y que no modifiquen la presión arterial: actividades acuáticas, bicicleta estática y ejercicios sentado	Elevada intensidad. Cambios bruscos de la posición corporal	Test para detectar la presencia de enfermedad coronaria. Mantener la PA para evitar ortostatismo. Evitar hacer ejercicio en ambientes muy fríos o muy calurosos y mantener hidratación adecuada. Monitorizar la glucemia
Neuropatía periférica	Natación, ciclismo, ejercicios de silla, ejercicios de brazos y aquellos que no requieran la utilización de los pies	Caminatas prolongadas muy exigentes, correr, cualquier actividad que conlleve saltar. No realizar ejercicio si existen úlceras o pie de Charcot activo	Evaluación preejercicio de la sensibilidad. Calzado adecuado. Revisión de higiene diaria de los pies
Retinopatía diabética	Ejercicios aeróbicos de baja intensidad: bicicleta estática, caminar, natación, cinta rodante	No realizar actividad física en presencia de RP activa (hemorragia vítrea, tracción fibrosa) y tras fotocoagulación o cirugía recientes. Evitar ejercicios que aumenten la PA bruscamente (actividades físicas violentas, Valsalva, pesos), aquellos que conlleven movimientos bruscos o de bajar la cabeza (gimnasia, yoga) y de contacto (boxeo, artes marciales, etc.)	Aumento gradual en la intensidad. Evitar durante el ejercicio PA sistólica >170 mmHg
Nefropatía diabética	Actividades aeróbicas de baja intensidad	Evitar ejercicios que aumenten la PA bruscamente: actividades físicas violentas, Valsalva, levantar pesos	Particular énfasis en la hidratación y control de la PA

IAM: infarto agudo de miocardio; **PA:** presión arterial; **RP:** retinopatía proliferativa

En las personas con DM, se considera contraindicación absoluta para hacer deporte: un mal control glucémico y evitar, en la retinopatía grave, ejercicios que aumenten claramente la presión intraocular y consecuentemente el riesgo de hemorragia vítrea y desprendimiento de retina. Todas las demás contraindicaciones son relativas.

Enfermedad cardiovascular. El despistaje rutinario de enfermedad coronaria



en personas con DM asintomáticos sigue siendo controvertido. La Asociación Americana de Diabetes (ADA) no lo recomienda¹², salvo en personas con DM de alto riesgo¹⁶ (Tabla 2), mediante prueba de esfuerzo antes de la iniciación de un programa de ejercicio de intensidad moderada a alta.¹⁷ Las personas con DM con enfermedad coronaria establecida, aunque no tengan isquemia o arritmias significativas, no deben en general participar en ejercicios de alta intensidad (aquellos que alcancen el 60% a 80% de la frecuencia cardiaca máxima). Para aquellos con angina, su ritmo cardiaco objetivo debería ser al menos 10 latidos por debajo de su umbral de isquemia.¹⁷ En la figura 1 se muestran el algoritmo del *American College of Sports Medicine* para identificar a los pacientes en riesgo de complicaciones CV¹⁸ y en la figura 2 los pasos a seguir con las personas con DM remitidas para una prueba de ejercicio máximo cardiopulmonar¹⁹. Existen pocos datos sobre el riesgo de complicaciones CV durante el entrenamiento de fuerza o resistencia para justificar recomendaciones, pero parece ser bajo. No obstante, es importante identificar la intensidad a la que una persona pretende hacer ejercicio.

Tabla 2: Pacientes de riesgo en los cuales se recomienda realizar una evaluación previa al ejercicio

- Edad mayor de 35 años
- Edad mayor de 25 años y DM2 diagnosticada hace más de 10 años
- Edad mayor de 25 años y DM1 diagnosticada hace más de 15 años
- Presencia de otros factores de riesgo de enfermedad cardiovascular
- Existencia de complicaciones microvasculares: retinopatía, nefropatía
- Enfermedad vascular periférica
- Neuropatía autonómica

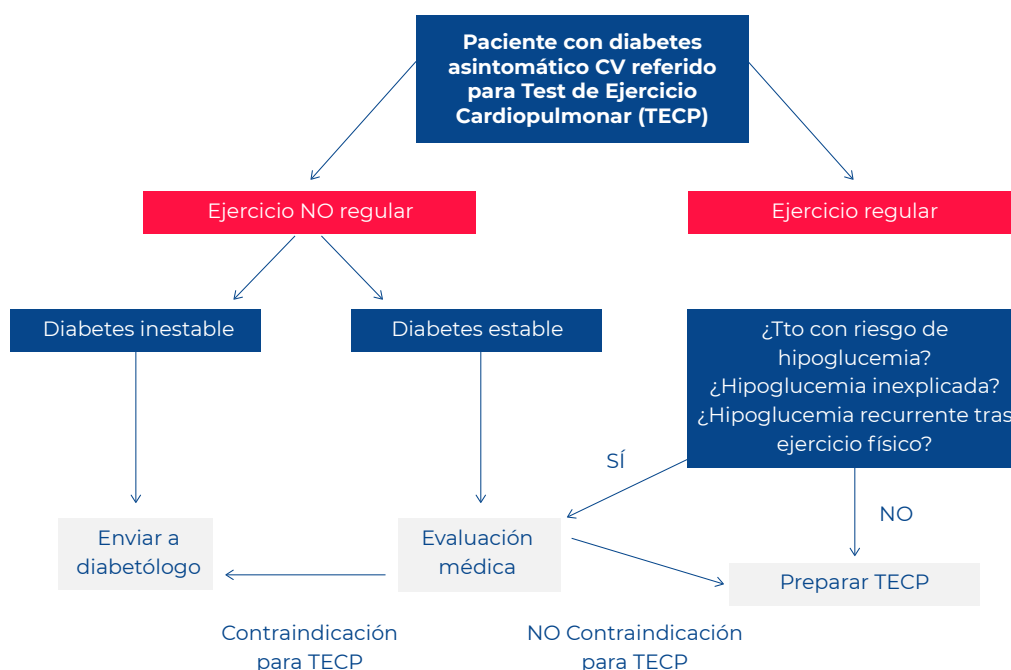
Figura 1: Identificación pacientes en riesgo de complicaciones CV



a: ECV: cardíaca, vascular periférica o cerebrovascular; b: Enfermedad metabólica: diabetes mellitus tipo 1 y 2; c: Signos y síntomas: en reposo o durante actividad. Incluye dolor, disconfort en el pecho, cuello, mandíbula, brazos, u otras áreas que pueden afectarse por isquemia; falta de aire en reposo o con ejercicio leve; mareo o síncope; ortopnea o disnea paroxística nocturna; edema de tobillos; palpaciones o taquicardia; claudicación intermitente; soplo cardíaco; astenia inusual o falta de aire con actividades habituales; d: aprobación de un profesional sanitario para realizar ejercicio; * Se considera ejercicio de intensidad ligera aquel que supone un 30-39% de la frecuencia cardíaca de reserva o VO₂R, 2-2,9 METS, índice de esfuerzo percibido 9-11, una intensidad que ocasiona un ligero aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria; ** Se considera ejercicio de intensidad moderada aquel que supone un 40-59% de la frecuencia cardíaca de reserva o VO₂R, 3-5,9 METS, índice de esfuerzo percibido 12-13, una intensidad que ocasiona un aumento notable de la frecuencia cardíaca y respiratoria; *** Se considera ejercicio vigoroso aquel que supone $\geq 60\%$ de la frecuencia cardíaca de reserva, ≥ 6 METS, índice de esfuerzo percibido ≥ 14 , una intensidad que ocasiona un aumento sustancial de la frecuencia cardíaca y respiratoria.

Modificado de: American College of Sports Medicine. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, & Magal M (2018). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (Tenth edition). Philadelphia: Wolters Kluwer

Figura 2: Detección y preparación para personas con DM para una prueba de ejercicio máximo cardiopulmonar



TECP: Test de Ejercicio CardioPulmonar
Modificado de: Front Physiol 2019;10:1257-1263



Neuropatía autonómica. Las personas con DM y neuropatía autonómica deben someterse a una prueba de esfuerzo previa antes de iniciar un programa de ejercicio. La neuropatía autonómica altera la termorregulación, así que el ejercicio en ambientes calurosos o fríos debe realizarse con precaución. Si existe gastroparesia, se puede retrasar la absorción de carbohidratos, lo que puede predisponer a la hipoglucemia. Para controlar la intensidad del ejercicio, los atletas con neuropatía autonómica deben utilizar el esfuerzo percibido en lugar de la respuesta de la frecuencia cardíaca.

Neuropatía periférica. Se debe vigilar todo lo relacionado con extremidades inferiores: zonas de presión anómalas, heridas, úlceras, deformidades,... (todos ellos factores de riesgo de desarrollo de pie diabético)

Retinopatía diabética. Se recomienda evitar aquellas actividades que aumenten la presión intraocular, debido al riesgo de hemorragia vítrea o desprendimiento de retina. Limitar la subida de la presión arterial sistólica a no más de 20 a 30 mm Hg por encima de la cifra basal durante cada sesión de entrenamiento.

Nefropatía diabética. La presencia de microalbuminuria no implica restricciones de la práctica de ejercicio. En fases más avanzadas, evitar actividades que aumenten la presión arterial sistólica por encima de 180-200 mm Hg y puedan empeorar la progresión de esta enfermedad. En etapas más desarrolladas de enfermedad renal se debería participar en actividades físicas de intensidad más baja (alrededor del 50% del VO₂ máximo) ya que se han observado beneficios cardiorrespiratorios y para la salud con este nivel de ejercicio.

Exploraciones especiales

Prueba de esfuerzo. ¿Para qué sirve?

- Para la prescripción del ejercicio. La intensidad del ejercicio puede ser prescrito y evaluado con mayor precisión según %FCM, en comparación con la estimación de la frecuencia cardíaca objetivo o ritmo de trabajo de los cálculos previstos según la edad. Además, en los casos en los que la isquemia o arritmias son inducidos a intensidades de ejercicio más altas, resultados de las pruebas de estrés de ejercicio podrían ser utilizados para mantener la intensidad del ejercicio por debajo del umbral de isquemia.
- Para la estratificación del riesgo, teniendo en cuenta que la capacidad aeróbica inferior y la presencia de cambios isquémicos en el ECG están cada una asociada con un mayor riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular y global.
- Para detectar la enfermedad coronaria silente.
- Para detectar respuestas hipertensivas anómalas y así evitarlas mediante la

recomendación de actividades físicas apropiadas.

Espirometría basal

Se recomienda realizar sistemáticamente a todos los deportistas, ya que patrones restrictivos en un 20% respecto a los valores de referencia hacen necesario un estudio de hiperreactividad bronquial ante el esfuerzo. En estos casos, se hará la prueba de esfuerzo con analizador de gases, con espirometría previa y postesfuerzo a los 5, 10 y 20 minutos, valorando si aumenta la restricción de los parámetros ventilatorios. Si es positivo, será necesaria una nueva prueba con broncodilatadores, para determinar el grado de patología y orientación diagnóstica.

Electrocardiograma en reposo

Valorando:

- Frecuencia cardíaca, intervalo PR, QRS y QT.
- Morfología de la P, del complejo QRS y onda T.
- Determinación del eje cardíaco.

Hay anomalías electrocardiográficas, control del ritmo, bloqueos y lesiones isquémicas que contraindican la realización de la prueba de esfuerzo.

Valoración del hábito deportivo y riesgo de hipoglucemia

De acuerdo a las recomendaciones de la *European Association for the Study of Diabetes* (EASD) y la *International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes* (ISPAD) ²⁰, las personas con DM que vayan a hacer deporte se deben clasificar según hábito deportivo (HD) en:

- HD intenso: > 2 sesiones semanales de ejercicio de duración \geq 45 minutos.
- HD moderado: 1-2 sesiones semanales de ejercicio de duración \geq 45 minutos
- HD bajo: no ejercicio de forma habitual

También se deben catalogar según su riesgo de hipoglucemias, cuando dispongan de Monitorización Intersticial de Glucosa (MIG), según el tiempo por debajo de rango (*time below range, TBR*) inferior a 70 mg/dL, en:

- Bajo riesgo hipoglucemia: reconocimiento conservado de las hipoglucemias y TBR < 4% en los últimos 3 meses.
- Riesgo moderado hipoglucemia: reconocimiento conservado de las hipoglucemias y TBR 4-8% en los últimos 3 meses.
- Riesgo alto hipoglucemia: hipoglucemias inadvertidas o hipoglucemias graves en los últimos 6 meses y/o TBR > 8% en los últimos 3 meses.

RECOMENDACIONES 2

- 1** Las personas con DM con posible enfermedad CV o complicaciones microvasculares que deseen llevar a cabo un ejercicio que es sustancialmente más vigoroso que caminar a paso ligero deben someterse a una evaluación médica, que incluirá la historia, el examen físico (incluyendo examen del fondo de ojo, examen de los pies y la detección de neuropatía), ECG de reposo y, posiblemente, prueba de esfuerzo.
- 2** La prueba de esfuerzo debe realizarse en todo paciente considerado de alto riesgo para enfermedad CV.
- 3** La utilidad de la prueba de esfuerzo es múltiple:
 - Para la prescripción del ejercicio.
 - Para la estratificación del riesgo.
 - Para detectar enfermedad coronaria silente.
 - Para detectar respuestas hipertensivas anómalas.
- 4** Es recomendable catalogar a las personas según su hábito deportivo y riesgo de hipoglucemia.

3 MODIFICACIONES A REALIZAR EN LA ALIMENTACIÓN

Ingesta de macronutrientes

No existe una distribución única e ideal de macronutrientes para el deportista con DM¹², por lo que debe individualizarse. Es útil emplear ecuaciones predictivas del gasto calórico y datos de composición corporal para calcular las necesidades de macronutrientes. El balance de macronutrientes aconsejado es 45-65% hidratos de carbono (HC), 20-35% grasas y 10-35% proteínas⁵ (tabla 3).

El aporte de HC depende de la intensidad y duración del entrenamiento habitual^{21,22}. Se han demostrado los beneficios de la sobrecarga de HC, 8-12 g/kg /día (70-85% valor calórico diario), tres días previos a una competición para retrasar la depleción de glucógeno en pruebas superiores a 90 minutos en DM1, pero no en DM2²³.

Aunque se ha descrito el beneficio metabólico y en rendimiento deportivo de dietas bajas en HC (<140 g HC/día) en atletas, la evidencia actual en deportistas con DM es escasa²⁴. Deben realizarse bajo supervisión y acompañadas de un período de adaptación por mayor riesgo de cetoacidosis, hipoglucemias, alteraciones lipídicas, déficit de micronutrientes y depleción de glucógeno⁹.

Tabla 3: Ingesta diaria aconsejada de macronutrientes en el deportista con DM

MACRONUTRIENTES	
Hidratos de carbono	<p>3-5 horas de ejercicio/semana → 4-5 g HC/kg/día 5—10 horas ejercicio/semana → 5-7 g HC/kg/día 10-15 horas ejercicio/semana → 7-8 g HC kg /día >15 horas ejercicio/semana → 8-10 g HC/ kg/día En ejercicios extremos / competición puede ser necesario 12 g HC/kg/día</p> <p>Priorizar alimentos de bajo IG No evidencia actual del beneficio de las dietas muy bajas en HC (< 140 g/día) para el deportista con DM1</p>
Proteínas	1,2 – 1,6 g/kg/día (Priorizar proteínas de alto valor biológico; mayor aporte en deportes de fuerza y ejercicio aeróbico de larga duración)
Grasas	20-35% volumen calórico total (Un aporte ≤ 20% de grasas no supone beneficios)

IG: Índice Glucémico; HC: Hidratos de Carbono

Ingesta de micronutrientes

Se aconseja asegurar el aporte de vitaminas del grupo B. El déficit de vitamina B12, frecuente con metformina, disminuye el rendimiento, el cual mejora al suplementar²². La hiperglucemia puede asociarse con hipomagnesemia²⁵ que, a su vez, causa calambres musculares, que disminuyen con la reposición²². Otros micronutrientes esenciales para el deportista con DM son hierro, calcio y vitamina D. Las dietas deficitarias pueden conllevar excesivo aporte de sodio y pobre en potasio que, junto a la hipomagnesemia, causan elevación de la presión arterial²⁶. Existen datos preliminares sobre el potencial beneficio de la suplementación con vitamina C en reducción de presión arterial y marcadores de oxidación y mejora de función diastólica en DM2. Solo se deben suplementar si hay déficits en la dieta o bien se constatan los mismos.

Ingesta durante ejercicio físico

Se resume en la **tabla 4 a 7**^{5,9,20,22}. Suplementar con HC si la glucemia pre ejercicio es inferior a 100 mg/dL^{12,27}. Personalizar según tolerancia individual a los HC ya que su exceso puede producir molestias digestivas. Para prevenir la hipoglucemia en el atleta con DM1 que se ha inyectado un bolus durante las 2 horas previas a la práctica de ejercicio aeróbico de intensidad moderada, se estima que es necesaria una media de 36 g HC/hora²⁰.

En DM1, entrenar en ayunas por la mañana, por menores niveles de insulina y elevación del cortisol y GH, requiere suplementar con menos cantidad de HC, frente a otras horas del día²⁸, por ser menos frecuentes las hipoglucemias (salvo en ejercicio de alta intensidad o en *HIIT*).

Datos preliminares apoyan el consumo de HC de absorción lenta (HCL) 2 horas antes de una carrera de alta intensidad en DM1 frente a un suplemento alto Índice Glucémico (IG) por mejor respuesta glucémica^{29,30}. Durante el ejercicio prolongado o en la recuperación, los HCL disminuyen el riesgo de hipoglucemia y evitan los picos hiperglucémicos^{30,31}.

Tabla 4: Suplementación en DM1 antes de iniciar ejercicio sin monitorización de glucosa o DM2 tratado con insulina basal y/o secretagogos

	Suplementación de HC Niveles orientativos, ajustar en cada caso	
	Niveles basales de insulina (DM1/ DM2 bolus administrado hace más de 2 horas; DM2 en tratamiento con secretagogos)	Niveles elevados de insulina (DM1/ DM2 bolus previo en últimas 2 horas)
Ejercicio de hasta 30 minutos	Si glucemia < 90 mg/dL, ingerir 10-20 g GL	15-30 g GL para prevenir/tratar hipoglucemia
Ejercicio 30-60 minutos	Intensidad baja-moderada (aeróbico): 10-15 g GL/h Intensidad alta (anaeróbico): no suplementar salvo glucemia < 90 mg/dL con 10-20 g GL	15-30 g GL / 30 minutos para prevenir hipoglucemia
Ejercicio 60-150 minutos	30-60 g GL/hora	Hasta 75 g GL/hora
Ejercicio > 150 minutos	60-90 g GL+ HCL/hora, ajustar insulina si precisa	60-90 g GL+ HCL/hora, ajustar insulina si precisa

GL: glucosa/hidratos de carbono de absorción rápida; **HCL:** hidratos de carbono de absorción lenta

Tabla 5: Suplementación de HC antes de la práctica deportiva en DMI con monitorización de glucosa

Glucemia pre ejercicio			Flecha de tendencia	Acción	
HD intenso y/o bajo riesgo hipoglucemia	HD moderado y/o Riesgo moderado de hipoglucemia ⁱ	HD bajo y/o alto riesgo de hipoglucemia ⁱⁱ	Dirección	Se espera aumento de la glucemia	Se espera descenso de la glucemia
126-180 mg/dL	145-198 mg/dL	162-216 mg/dL	↗ ↑	Iniciar ejercicio	Iniciar ejercicio
			→	Iniciar ejercicio	Iniciar ejercicio +15 g GL
90-125 mg/dL	90-144 mg/dL	90-161 mg/dL	↘ ↓	Iniciar ejercicio	Iniciar ejercicio +15 g GL
			↗ ↑	Iniciar ejercicio	Iniciar ejercicio +15 g GL
			→	Iniciar ejercicio +10 g GL	Iniciar ejercicio +20 g GL
			↘ ↓	Demorar ejercicio ⁱⁱⁱ + 15 g GL	Demorar ejercicio ⁱⁱⁱ +25 g GL
70-89 mg/dL			↓	Demorar ejercicio ⁱⁱⁱ + 20 g GL	Demorar ejercicio ⁱⁱⁱ +30 g GL
			↑	Iniciar ejercicio +10 g GL	Demorar ejercicio ⁱⁱⁱ +20 g GL
			↗	Demorar ejercicio ^{iv} +15 g GL	Demorar ejercicio ⁱⁱⁱ +25 g GL
			→	Demorar ejercicio ^v +20 g GL	Demorar ejercicio ⁱⁱⁱ +30 g GL
			↘ ↓	Demorar ejercicio ^v +25 g GL	Demorar ejercicio ⁱⁱⁱ +35 g GL
< 70 mg/dL			Demorar ejercicio ^v + GL personalizada		

i. incluye ancianos con status funcional y funciones superiores conservadas

ii. incluye ancianos con alteración ≥ 2 actividades instrumentales vida diaria o deterioro cognitivo leve-moderado)

iii. demorar ejercicio hasta tener al menos 90 mg/dL y flecha de tendencia λ, \uparrow ó \rightarrow

iv. demorar ejercicio hasta tener al menos 70-89 mg/dL y flecha de tendencia \uparrow

v. demorar ejercicio hasta tener al menos 70-89 mg/dL y flecha de tendencia \uparrow si se espera aumento de la glucemia durante el ejercicio o demorar ejercicio hasta alcanzar 90 mg/dL y λ, \uparrow ó \rightarrow si se espera descenso de la glucemia durante el ejercicio

GL: glucosa/hidratos de carbono de absorción rápida; **HC:** hidratos de carbono; **HD:** hábito deportivo

Tabla 6: Suplementación de HC durante la práctica deportiva en DM1 con monitorización de glucosa

Glucemia durante ejercicio			Flecha de tendencia	Acción	
HD intenso y/o bajo riesgo hipoglucemia	HD moderado y/o Riesgo moderado de hipoglucemia ⁱ	HD bajo y/o alto riesgo de hipoglucemia ⁱⁱ	Dirección	Se espera aumento de la glucemia	Se espera descenso de la glucemia
< 126 mg/dL	< 145 mg/dL	< 162 mg/dL	↗ ↑	Continuar ejercicio	Continuar ejercicio
			→	Continuar ejercicio ⁱⁱⁱ +10 g GL	Continuar ejercicio ⁱⁱⁱ +15 g GL
			↘	Continuar ejercicio ⁱⁱⁱ +15 g GL	Continuar ejercicio ⁱⁱⁱ +25 g GL
			↓	Continuar ejercicio ⁱⁱⁱ +20 g GL	Continuar ejercicio ⁱⁱⁱ +35 g GL
< 70 mg/dL			Cualquier tendencia	Reposición GL personalizada	

i. incluye ancianos con status funcional y funciones superiores conservadas

ii. incluye ancianos con alteración ≥ 2 actividades instrumentales vida diaria o deterioro cognitivo leve-moderado)

iii. comprobar el sensor al menos 30 minutos tras la ingesta de GL y repetir ingesta GL si es necesario

GL: glucosa/hidratos de carbono de absorción rápida; **HC:** hidratos de carbono

Tabla 7: Suplementación de HC tras la práctica deportiva en DM1 con monitorización de glucosa

Glucemia post ejercicio/antes de dormir si ejercicio practicado a última hora de la tarde			Flecha de tendencia	Acción
HD intenso y/o bajo riesgo hipoglucemia	HD moderado y/o Riesgo moderado de hipoglucemia ⁱ	HD bajo y/o alto riesgo de hipoglucemia ⁱⁱ	Dirección	Suplemento de GL ⁱ
< 80 mg/dL	< 90 mg/dL	< 100 mg/dL	↗ ↑	No
			→	+10 g GL
			↘	+15 g GL
			↓	Aporte individualizado

i. comprobar glucemia a los 30 minutos, repetir administración GL si es necesario

Hidratación

Las personas con DM tienen mayor predisposición a la deshidratación durante el ejercicio²². La bebida de elección es el agua. En ejercicios superiores a 1 hora de duración, las bebidas isotónicas pueden prevenir la hipoglucemia y contribuyen a la reposición de iones³². Se aconseja asegurar una ingesta hídrica de 1 L/hora, aunque puede ser mayor según las circunstancias.

Recuperación tras el ejercicio

Tras finalizar el ejercicio, si la glucemia es inferior a 120 mg/dL, se aconseja ingerir 15-20 g HCL, tanto en DM1 como DM2 tratados con insulina o secretagogos²⁷. Si se dispone de MIG, actuar según se indica en tabla 7²⁰.

Los deportistas de competición deben asegurar la reposición del glucógeno tomando 1-1,5 g/kg HC en las 2 primeras horas post ejercicio²². Vigilar la hiperglucemia asociada a ejercicios explosivos^{5,9}. Si la ingesta de HC post ejercicio es insuficiente, su toma con proteínas, puede ser beneficiosa^{22,7}. Tras ejercicio extenuante o prolongado, un snack nocturno con grasa, HC y proteína, puede prevenir la hipoglucemia nocturna³³.

Productos disponibles en el mercado

Las bebidas isotónicas son útiles en ejercicios superiores a 60 minutos^{5,9}. Evitar bebidas refrescantes y energéticas. Las bebidas lácteas son útiles para la recuperación y prevención de hipoglucemias tardías³⁴. También pueden emplearse geles o pastillas de glucosa, barritas para deportistas o concentrado de HC en polvo. **Ver tablas 8 y 9**

Tabla 8: Ejemplo de alimentos según el aporte de HC

Ejemplos alimentos según aporte de HC		
15 g HC (1,5 raciones HC)	60 gr (6 raciones HC)	HC absorción lenta
250 mL bebida isotónica (un vaso) (leer etiquetado)	1 L de bebida isotónica (cuatro vasos) (leer etiquetado)	Barritas energéticas de cereales
4 galletas tipo maría	16 galletas tipo maría	Copos de avena con leche entera
1 brick de zumo pequeño	6 gallegas tipo príncipe	Bocadillo de pan blanco tipo vegetal
30 g de pan blanco	8 galletas tipo digestiva	Pan integral
Una rebanada de pan de molde	4 rebanadas de pan de molde	Frutas: aguacate, chirimoya, granada, manzana, melocotón, piña, pera, níspero, nectarina, ...
Una manzana pequeña	120 g de pan blanco (unos 12 cm de longitud)	Verduras cortadas, cantidad que aporta una ración HC, ejemplos: 150 g zanahoria no cocida, 300 g berenjena, 300 g pepino, 300 g calabacín. Pueden combinarse con hummus de garbanzos, 100 gramos aportan 1 ración HC aprox
Medio plátano	3 naranjas medianas	Frutos secos: almendra, nuez, pistachos, pipas,...
Medio vaso de bebida refrescante tipo cola o sabores	3 peras medianas	Bebida de soja
Un sobre de gel de glucosa Pastillas de glucosa	3 plátanos pequeños	Barritas energéticas low-carb (leer etiquetado)
Una barrita energética de cereales (leer etiquetado).	Dos vasos de horchata	
Bolsa pequeña (30 g) de patatas chip	5 puñados con la mano cerrada de uvas pasas	
Un tercio de cerveza sin alcohol	Cuatro barritas energéticas de cereales (leer etiquetado).	

HC: hidratos de carbono

Tabla 9: Composición de los suplementos más utilizados habitualmente en la práctica deportiva.

Bebidas isotónicas: 5-8% azúcares + iones (sodio 10-35 mmol/L; potasio 3-5 mmol/L; osmolaridad 270-330 mOsm/L).

	HC (g/100 mL)	Na (g/100 mL)
Gatorade®	5,8g	0,13g
Powerade®	5 g	0,13g
Aquarius®	4,4 g	0,05 g
UpGrade®	4,9g	0,08 g
Etixx®	5,1g	0,12g

Bebidas isotónicas en polvo para reconstituir , consultar composición nutricional

Geles de glucosa (revisar etiquetado, buscar procedencias fiables)

Diabalance®	15 g HC por sobre/ 5g por sobre5,8g	1, 8 euros por sobre
Gluc Up®	15 g HC por sobre	1,6 euros por sobre

Comprimidos de glucosa

Glucosport®	5 gramos HC por comprimido	0,20 euros por comprimido
-------------	----------------------------	---------------------------

Barritas para deportistas (revisar etiquetado, buscar procedencias fiables).

Mezcla HC: 40-50 g; proteínas 5-10 g; incluyen también vitaminas y minerales; suelen ser bajas en grasa y fibra

Concentrado de hidratos de carbono en polvo (revisar etiquetado, buscar procedencia fiable)

Deben contener al menos 75% HC y de éstos, las ¾ partes ser HC de alto índice glucémico (por ejemplo, glucosa y sacarosa).

Ayudas ergogénicas

La evidencia en personas con DM es limitada^{5,9,22}. Los suplementos de cromo, vanadio y zinc pueden mejorar la sensibilidad a la insulina. Los consejos de la Sociedad Española de Medicina del Deporte³⁴ podrían ser de aplicación al deportista con DM. A tener en cuenta que algunas pautas de suplementación, como la de creatina, incluyen añadir HC, por lo que puede hacer necesario reajustes del tratamiento. La toma de 5 mg/kg de cafeína pre ejercicio (un café *espresso*) en DM1 disminuye las hipoglucemias durante el ejercicio, pero puede incrementar las tardías^{36,37}.

Otros aspectos

Las personas con DM1 tienen mayor riesgo de desarrollar trastornos de la conducta alimentaria²⁰, y es necesario estar atentos a datos de alarma.

El ejercicio físico puede enmascarar los síntomas de hipoglucemia. Se han pro-

puesto algoritmos como el modelo predictivo *Exercise Carbohydrates Requirement Estimating Software* (ECRES)³⁸⁻⁴⁰ de los niveles de glucemia según características del deportista para ayudar a la toma de decisiones.

RECOMENDACIONES 3

- 1** No existe una recomendación ideal de macronutrientes. El balance de macronutrientes aconsejado es 45-65% HC, 20-35% de grasas y 10-35% de proteínas.
- 2** Antes del ejercicio debe comprobarse la glucemia capilar y si es menor de 100 mg/dL debe tomarse un suplemento de HC si se recibe tratamiento con insulina o secretagogos.
- 3** Durante el ejercicio debe mantenerse un estado adecuado de hidratación. Si la duración es superior a una hora, deben ingerirse entre 30-60 g de HC por hora.
- 4** Después del ejercicio debe asegurarse la reposición de HC con preferencia por aquellos de bajo IG.

4 MONITORIZACIÓN DE GLUCOSA

Los **sistemas de MIG** son una herramienta útil, con un potencial de ayuda importante para conseguir mantener los niveles de glucosa en rango objetivo durante la realización de ejercicio físico, aunque con limitaciones^{41,42}. Su utilidad se ha cuestionado porque el sensor precisa 10-15 minutos para equilibrar los valores de la glucosa intersticial (GI) con la glucemia capilar (GC), que puede ser mayor en situaciones de cambio rápido de las concentraciones de glucosa, como puede ser el ejercicio, tanto aeróbico como anaeróbico¹. La utilización de la MIG ha servido asimismo para evaluar el efecto de los diferentes tipos de ejercicio en los valores de glucosa, así como la respuesta contra-reguladora al ejercicio⁴³, de modo que, estos dispositivos, podrían servir como herramienta educativa para las personas con DM, permitiendo modificar la dosis de insulina y la ingesta de HC⁴⁴.

En cuanto a la **monitorización continua de glucosa** (MCG), la mayoría de los estudios se han realizado en sedentarismo, sin embargo, cada vez hay más estudios que evalúan la fiabilidad y precisión de los sensores durante el ejercicio. Diferentes estudios han demostrado la fiabilidad de distintos sensores (Guardian[®]-RT, Guardian[®]-REAL y el Guardian-TM G3 de Medtronic) durante la práctica de ejercicio de alta intensidad en personas con DM1⁴⁵⁻⁵⁰. Incluso hay estudios, con pocos pacientes, donde se evidencia la utilidad y fiabilidad de la MCG en deportes de riesgo como el buceo⁵¹, donde la imposibilidad de la medición de la glucemia capilar supone un riesgo, e incluso existe una guía que avala su uso como terapia adyuvante⁵².

Respecto a la **monitorización flash de glucosa** (MFG), también sería una herramienta útil en la práctica de ejercicio⁵³. Sin embargo, la fiabilidad de los datos no sería del todo precisa ante valores bajos de glucosa y durante la realización del ejercicio, recomendándose en estas situaciones la comprobación de la glucemia en sangre capilar⁵⁴. Además, un estudio utilizando Freestyle Libre[®] ha observado que, el uso de la MFG, en personas con DM2, fomentaría la realización de actividad física⁵⁵.

El **posicionamiento** conjunto de la EASD, ISPAD, y la ADA sobre el uso de MCG y MFG durante la realización del ejercicio²⁰, sugiere los siguientes ajustes durante el ejercicio:

- Preparación previa al ejercicio:
 - Se recomienda poner la alarma de hipoglucemia del sistema de MCG o MFG en el nivel más alto permitido (actualmente 100 mg/dL) durante el pico del ejercicio.
 - Se recomienda poner la alarma de hiperglucemia por encima de 180 mg/dL con el fin de evitar la fatiga por alarma.

- Durante el ejercicio:
 - Se recomienda, de manera general, un tiempo en rango entre 90-180 mg/dL, (entre 126-180 mg/dL en el caso de ejercicio aeróbico prolongado), para la mayoría de adultos con DM1, y ligeramente superior en personas con DM y alto riesgo de hipoglucemia.

- Tras el ejercicio:
 - Se recomienda un tiempo en rango entre 80-180 mg/dL los primeros 90 minutos tras la realización del ejercicio para la mayoría de las personas con DM1 y bajo riesgo de hipoglucemia.
 - Se recomienda el control de la MCG o el escaneo cada 15-30 minutos tras la práctica del ejercicio los primeros 90 minutos tras el ejercicio.
 - Se recomienda modificar la alarma de hipoglucemia a 80, 90 o 100 mg/dL en base al riesgo de hipoglucemia leve, moderado o severo.

RECOMENDACIONES 4

- 1** El uso de los medidores continuos y flash de glucosa es constituye un *apoyo terapéutico* a la hora de realizar ejercicio
- 2** Se recomienda analizar los datos del sensor durante la realización de la actividad física y retrospectivamente para:
 - Modificar dosis de insulina
 - Adaptar la ingesta de HC
 - Minimizar las hipoglucemias tardías
- 3** Ante la hipoglucemia en sangre intersticial detectada durante el ejercicio, se recomienda comprobación con sangre capilar
- 4** Se deben *seguir las recomendaciones de uso del fabricante*: temperatura, sumergibilidad en agua, etc.
- 5** No existen datos concluyentes en altura, profundidad o deporte de contacto, aunque parecen que podrían ser de utilidad en ejercicios como el buceo y en deporte de altitud.

5 ESTRATEGIA TERAPÉUTICA INSULÍNICA

El tratamiento con insulina más frecuentemente utilizado es en inyecciones subcutáneas múltiples. Las posibilidades de adaptar su perfil de acción a la actividad física (especialmente la no programada) es claramente menor que con los infusores (bombas) de insulina subcutánea continua. Sin embargo, algunas recomendaciones, siempre individualizables, pueden ser útiles para evitar las excursiones glucémicas más habituales asociadas a la práctica deportiva/actividad física: la hipoglucemia durante el ejercicio, la hiperglucemia post-ejercicio y la hipoglucemia en el período de recuperación post-ejercicio. Para este objetivo es fundamental estimar la insulina presente (“on board”) en esos periodos.

La **intensidad, duración y tipo del ejercicio**, y la correspondiente respuesta metabólica individual al mismo, deben ser predeterminados, para considerar ajustes específicos de la dosis de insulina.

Por otra parte, el uso cada vez más generalizado de MIG, permite tener en cuenta no solo los niveles actuales de glucosa sino la predicción de su tendencia en las siguientes horas para tomar estas decisiones (ver figura 3).

Figura 3: Recomendaciones de ajuste de insulina basal/intermedia (excluyendo degludec*) y rápida preprandial posterior al ejercicio (1-3 horas) en tres modalidades de ejercicio.

Duración media (20-90 min) Intensidad baja/moderada (Aeróbico)			Duración media (20-90 min) Intensidad moderada/intensa (Anaeróbico)			Duración larga (>2 h) Intensidad baja (Aeróbico)					
Basal previa	Preprandial posterior		Basal posterior	Basal previa	Preprandial posterior		Basal posterior	Basal previa	Preprandial posterior		Basal posterior
	Tendencia	Ajuste			Tendencia	Ajuste			Tendencia	Ajuste	
- 0-30%	↑ ↗	-25%	= /-20%	- 20%	↑ ↗	=*	- 20-30%	- 30-50%	↑ ↗	-25%	= /-20%
	→	-50%			→	=*			→	-50%	
	↓ ↘	-75% / -100%			↓ ↘	-25% / -50%			↓ ↘	-75% / -100%	

*>250 “microbolus corrector” (50% Factor Sensibilidad Individual)

si glucosa >250mg/dL valorar un “microbolus corrector” (50% Factor Sensibilidad Individual)(5) Rápida preejercicio ver texto

En general, muchos deportes (pádel, fútbol sala, etc.) son **anaeróbicos** independientemente de su intensidad, y generan estrés y elevación de hormonas contrarreguladoras.⁵⁶ Esto se traduce en una hiperglucemia transitoria.⁵⁷ Por tanto, no debe reducirse la insulina previa. Sin embargo, sí son recomendables reducciones de la insulina posterior, para minimizar el riesgo en la fase de recuperación post-ejercicio.⁵ Por el contrario, si es **aeróbico** debemos reducir la insulina previa porque implica un consumo de glucosa durante su práctica.⁵⁸

En este apartado nos centraremos en **recomendaciones para la administración por separado de insulina basal y rápida** (pautas basal bolus). La administración de insulina basal nocturna permite reducir el riesgo de hipoglucemias nocturnas en casa de realizar ejercicio no programado, al poder realizar ajustes en el periodo de recuperación post ejercicio.

Las insulinas basales de segunda generación (degludec, glargina U-300) se imponen a las anteriores en la práctica clínica por su perfil más plano, menor variabilidad y mayor duración de acción. Sin embargo, su mayor duración, especialmente en el caso de la insulina degludec, reducen la posibilidad de introducir cambios previos al ejercicio moderado. Un estudio experimental mostró que cuando el ejercicio aeróbico moderado se realiza durante días consecutivos (>5 días), la insulina degludec se puede reducir en un 25% tres días antes del evento para ayudar a aumentar el tiempo en rango.⁵⁹ En otros casos, con insulina degludec, debe manejarse con cambios en los suplementos de hidratos de carbono y/o ajustes en las insulina rápidas.

Si se utilizasen insulinas basales de primera generación (glargina U100, detemir) o, incluso, insulinas de duración intermedia (NPH, NPL) en dos dosis diarias, pueden ajustarse de forma diferente cada dosis. La dosis inmediatamente previa al ejercicio y la posterior pueden reducirse de acuerdo con las recomendaciones anteriores (tipo de actividad física) y mantener las dosis del resto del día.

Glucagón para la prevención de hipoglucemia por ejercicio

Los cambios en insulina e ingesta de hidratos de carbono son los métodos utilizados habitualmente para reducir el riesgo de hipoglucemia durante el ejercicio, pero no son siempre efectivos. Rickles *et al* probaron que una mini-dosis de glucagón (150-mcg) administrado por vía subcutánea antes del ejercicio puede ser más eficaz que la reducción de insulina para prevenir la hipoglucemia en el ejercicio moderado de 45 minutos.⁶⁰ Otro estudio probó una dosis de 200 mcg que mejoró la estabilidad de la glucosa durante 45 minutos de ciclismo.⁶¹ Sin embargo, se necesitan más estudios que confirmen estos resultados antes de incluir de forma generalizada el uso de dosis bajas de glucagón para la práctica deportiva en DM.

RECOMENDACIONES 5

Ejercicio aeróbico

- 1 Reducir la **insulina basal (excepto degludec)/intermedia** previa ese día al menos un 20% (objetivo glucémico: 126-160 mg/dl, según riesgo).⁶²
 - Si el ejercicio es en ayunas o en el periodo post-absortivo (>3h tras la ingesta) valorar reducciones superiores
- 2 Ajustar la **insulina rápida**⁶³
 - insulina preprandial previa al ejercicio (1 - 3 horas previas): Reducir al menos un 25% para ejercicio de duración corta (<1/2 hora), 50% para duración media (<1 hora) y 75% para prolongado (>1h).
 - insulina preprandial posterior al ejercicio (1 - 3 horas posteriores): Valorar una reducción de al menos un 25% para ejercicio duración corta (<1/2 hora), 50% para duración media (<1 hora) y 75% para prolongado (>1h)
 - Para bolus correctores de los picos de hiperglucemia: sólo ante glucemias claramente elevadas (>250 mg/dL) valorar añadir un “microbolus corrector” (50% del factor de corrección individual)⁵

Ejercicio anaeróbico

- 3 Reducir 20-30% la **insulina basal (excepto degludec)/intermedia** posterior al ejercicio.⁶³
- 4 **Insulina rápida**
 - insulina preprandial previa al ejercicio (entre 1 y 3 horas de antelación) e insulina preprandial posterior al ejercicio (1 a 3 horas posteriores): No reducir.
 - Para bolus correctores de los picos de hiperglucemia (generalmente de corta duración): sólo ante glucemias claramente elevadas (>250 mg/dL) valorar añadir un “microbolus corrector” (50% del factor de corrección individual)³

6 AJUSTE FÁRMACOS NO INSULÍNICOS

En este apartado nos centraremos fundamentalmente en el **paciente con DM2** ya que en la DM1 la mayoría de fármacos no insulínicos no están autorizados para uso clínico.

En general, la complicación metabólica más frecuente que puede aparecer en el paciente con DM2 que practica ejercicio físico es la hipoglucemia, aunque suele ser muy infrecuente si el paciente no está en tratamiento con insulina.¹¹⁻⁶⁴

El **riesgo de hipoglucemia** de los fármacos antidiabéticos está estrechamente ligado a su mecanismo de acción. Así, aquellos fármacos que aumentan la secreción endógena de insulina (secretagogos) son los que asocian mayor riesgo de hipoglucemia, mientras que aquellos fármacos que no aumentan la secreción insulínica no suelen presentar un incremento del riesgo de hipoglucemia.⁶⁴ Sulfonilureas y glinidas son los fármacos que asocian mayor riesgo de hipoglucemia con la realización de ejercicio físico, especialmente en ejercicios intensos y de larga duración (>60 minutos). Específicamente, **las sulfonilureas**, por su mayor duración de acción, **son las que presentan el riesgo más elevado de hipoglucemia**, aunque el riesgo suele ser bajo. Por lo general, no es necesario modificar la dosis de estos fármacos al realizar ejercicio esporádico, aunque sí se puede plantear una reducción de dosis (o suspensión incluso) si se realiza ejercicio regular y de larga duración, en personas con DM y con buen control metabólico.⁶⁵

El uso de **metformina no suele producir hipoglucemia** al realizar ejercicio físico. Sin embargo, sí se puede producir tras ingesta de alcohol o en pacientes con insuficiencia hepática o renal grave, dado que la metformina suprime la producción de glucosa hepática.⁶⁶

La **acarbosa y el miglitol**, inhibidores reversibles de la alfa-glucosidasa intestinal, **tampoco suelen inducir hipoglucemias**, pero es importante recordar que si ésta se produjese (por uso concomitante con insulina o secretagogos) el tratamiento de la hipoglucemia debería hacerse con glucosa, no siendo útil el uso de sacarosa o lactosa.⁶⁷

El **riesgo de hipoglucemia con los inhibidores de dipeptidil peptidasa-4 (iDDP4) y agonistas del receptor de GLP-1 (Ar-GLP1) es muy bajo**, ya que estimulan la producción de insulina pancreática de una manera dependiente de la glucosa en sangre, es decir, ante niveles reducidos de glucemia plasmática no



estimulan la secreción de insulina endógena.⁶⁶

La **pioglitazona** es un fármaco que aumenta la sensibilidad periférica a la insulina, pero que no estimula su liberación por parte de la célula β pancreática, siendo, por lo tanto, **poco probable que contribuya al desarrollo de hipoglucemia** durante el ejercicio.⁶⁶

Finalmente, **los inhibidores del cotransportador 2 de glucosa y sodio (iSGLT2), son fármacos con un riesgo inherente bajo de hipoglucemia**, ya que no aumentan la secreción de insulina ni inhiben la respuesta contrarreguladora a la hipoglucemia. Sin embargo, por su mecanismo de acción, presentan riesgo de deshidratación, hipovolemia y posible desarrollo de cetosis/cetoacidosis, por lo que sería prudente suspenderlos ante la práctica de ejercicio físico intenso y de larga duración.⁶⁸

RECOMENDACIONES 6 (Tabla 10)

- 1** La hipoglucemia es la complicación metabólica más frecuente en el paciente con diabetes que realiza ejercicio físico, aunque en ausencia de tratamiento con insulina, su aparición es poco frecuente.
- 2** Los fármacos no insulínicos que mayor riesgo de hipoglucemia presentan son los que aumentan la secreción endógena de insulina (sulfonilureas y glinidas), aunque el riesgo global suele ser bajo.
- 3** Los iSGLT2, aunque no producen hipoglucemia, predisponen a mayor riesgo de deshidratación, hipotensión y cetosis/cetoacidosis.
- 4** Es recomendable, ante ejercicios intensos y de larga duración (>60 minutos), reducir la dosis habitual o suspender la administración tanto de sulfonilureas/glinidas como de iSGLT2.

Tabla 10: Fármacos antidiabéticos y consideraciones con el ejercicio físico

Medicación	Riesgo de hipoglucemia	Consideraciones de ajuste de dosis
Sulfonilureas	++	Si hipoglucemia, reducir dosis o suspender
Glinidas	+	Si hipoglucemia, reducir dosis o suspender
Metformina	-	No necesario
Pioglitazona	-	No necesario
Acarbosa-Miglitol	-	No necesario
iDPP4	-	No necesario
Ar-GLP1	-	No necesario
iSGLT2	-	Suspender ante ejercicio físico intenso y duradero (riesgo deshidratación, hipotensión, cetosis/acidosis)

iDPP4: Inhibidores de DPP4; **Ar-GLP1:** Agonistas del receptor de GLP-1; **iSGLT2:** Inhibidores del cotransportador de sodio-glucosa tipo 2

7 PERSONAS CON DM EN INFUSIÓN SUBCUTÁNEA CONTINUA DE INSULINA

La terapia con Infusión Subcutánea Continua de Insulina (ISCI) y especialmente los sistemas integrados ISCI+MCG, facilitan el manejo de la diabetes en el ejercicio. Tanto la tasa basal (TB) como los bolos pueden modificarse y adaptarse al tipo y momento del ejercicio. En el caso de ISCI+MCG, las alarmas y paradas predictivas proporcionan protección frente a las hipoglucemias durante el ejercicio y en las horas posteriores^{5,69}.

Consideraciones generales a tener en cuenta:

- Escoger el lugar de inserción del catéter de la ISCI y del sensor de la MCG evitando zonas donde se pueden recibir golpes o provocar roces o fricciones¹.
- En caso de deportes en elevada altitud, revisar la formación de burbujas en los catéteres de la ISCI³. Los sistemas de MCG han mostrado fiabilidad hasta los 3600 metros, si bien conviene revisarlos frecuentemente asegurando que no están expuestos a muy bajas temperaturas⁵⁴.
- En general no se recomienda desconectar la ISCI, pero puede ser preciso en algunos deportes (acuáticos, de contacto...)¹.
- En caso de desconexión, intentar no superar 1-2 horas. Previamente, administrar bolo equivalente a la suma de la TB en el período de desconexión x 1,25, aplicando un porcentaje de reducción del 20-50%. En desconexiones > 3-4 horas, administrar la dosis calculada inyectando una insulina de acción corta o intermedia (regular, NPH o detemir) 30-60 minutos antes de la desconexión aplicando el mismo % de reducción. Para períodos largos con ejercicio moderado-intenso varios días por semana y desconexión de ISCI durante el ejercicio puede reducirse la TB un 50% y administrar el otro 50% en forma de insulina prolongada (glargina 100, glargina 300 o degludec).⁷⁰
- En ejercicios de alta intensidad, al reconectarse puede necesitarse un bolo corrector \approx 50% de la dosis calculada, para evitar hiperglucemias posteriores⁷¹.
- En caso de ISCI+MCG, revisar con frecuencia el valor de GI y la flecha de tendencia. Tener en cuenta, no obstante, el retraso fisiológico de la GI respecto de la GC³.
- En caso de deportes de alto riesgo o de gran intensidad, para evitar al máximo las hipoglucemias se recomienda incrementar el umbral de la parada predictiva de los sistemas ISCI+MCG (80mg/dL) y mantenerlo hasta 90

minutos después de su finalización. En caso de uso de sistemas de asa cerrada híbridos, puede utilizarse la TB segura (150 mg/dL o 140-160mg/dl o +70 mg/dl sobre el objetivo ideal configurado según dispositivo)^{1,55}. En algunos de estos dispositivos se especifica anunciar con al menos 60 minutos de antelación la realización del ejercicio, así como su intensidad.

- La práctica del ejercicio por la mañana en lugar de por la tarde parece conferir menor riesgo de hipoglucemia en las horas posteriores en personas con terapia ISCI+MCG²⁷.

Ajustes de la TB (Tabla 11)^{2,3,50,9:}

- Ejercicio planificado:
 - 60-90 minutos antes del ejercicio iniciar TB temporal (reducción -20 a -50%). Esta puede modificarse según la GC o la GI y su tendencia al empezar el ejercicio. Puede precisarse, además, tomar HC.
- Ejercicio no planificado:
 - Al empezar el ejercicio iniciar TB temporal (reducción -30 a -80%) según GC/GI y mantenerla durante todo el tiempo de ejercicio. Generalmente es necesario ingerir HC.
- Tras finalizar el ejercicio:
 - En general, se puede finalizar la TB temporal cuando la GC o GI >100-120 mg/dL (pueden necesitarse hasta 12 horas según el ejercicio realizado).
 - Para evitar la hipoglucemia nocturna puede usarse una TB temporal (reducción ≈ 20%) con/sin ingesta de HC al acostarse.

Tabla 11: Ajustes recomendados de la tasa basal y suplementos HC en usuarios de ISCI o ISCI/MCG antes de practicar ejercicio planificado y no planificado

Ejercicio planificado			
GC/GI 60-90 minutos pre-ejercicio	Reducción TB (temporal) 60-90 minutos antes del ejercicio	GC/GI al empezar el ejercicio	Ingesta HC al iniciar el ejercicio
<70 mg/dL	50%	<70 mg/dL	10-20 g sin bolo
70-150 mg/dL	30-50%	70-150 mg/dL	10-20 g y mitad bolo calculado
> 150 mg/dL	20-30%	> 150 mg/dL	No es necesario
Ejercicio no planificado			
GC/GI pre-ejercicio	Reducción TB (temporal)	GC/GI al empezar el ejercicio	Ingesta HC al iniciar el ejercicio
<70 mg/dL	70-80%	<70 mg/dL	20 g sin bolo
70-150 mg/dL	50%	70-150 mg/dL	10-20 g sin bolo
> 150 mg/dL	30%	> 150 mg/dL	No es necesario

TB: tasa basal; **ISCI:** infusión subcutánea continua de insulina; **MCG:** monitorización continua de glucosa; **GC:** glucemia capilar; **GI:** glucosa intersticial; **HC:** hidratos de carbono

Ajustes de los bolos (Tabla 12) ^{1,5,54, 72,73:}

- **Ejercicio planificado:**
 - Si el ejercicio va a tener lugar tras un bolo de insulina (2-3 horas previas) éste en general debe reducirse según intensidad y duración previstas (reducción -25 a -75%). Dicha reducción puede estar ya configurada en el calculador de bolo de la ISCI.
- **Ejercicio no planificado:**
 - Una vez administrado el bolo, se recomienda ajustar la TB (ver apartado anterior) con/sin ingesta de HC.
 - En la primera ingesta tras el ejercicio puede ser conveniente reducir el bolo prandial ≈ 50%.

Tabla 12: Ajustes recomendados del bolo prandial en usuarios de ISCI o ISCI/MCG antes de ejercicio planificado en las 2-3 horas siguientes

Tipo de ejercicio planificado 2-3 horas tras bolo prandial		
Ejercicio aeróbico baja-moderada intensidad	Ejercicio anaeróbico de baja moderada-intensidad	Ejercicio anaeróbico intenso
Reducir 25% si intensidad baja	Puede no precisar ajuste; valorar	No requiere ajuste
Reducir del 50% a -75% si intensidad moderada	-25 a -50% según cambio de glucosa esperado por experiencias previas	Considerar añadir pequeña corrección si GC/GI elevada

GC: Glucosa capilar, **GI:** Glucosa Intersticial; **ISCI:** infusión subcutánea continua de insulina; **MCG:** monitorización continua de glucosa

RECOMENDACIONES 7

- 1** En ejercicio planificado, utilizar una TB temporal con un % de reducción antes del comienzo del ejercicio. Y si la actividad va a realizarse en las 2-3h siguientes a la administración de un bolo, conviene reducir éste.
- 2** En ejercicio no planificado, utilizar una TB temporal con un % de reducción e ingerir un suplemento de HC.
- 3** Tras finalizar el ejercicio puede finalizarse la TB temporal cuando el valor de GC o GI > 100-120 mg/dl. En algunos deportes puede ser necesario la desconexión de la ISCI.
- 4** En ejercicios de alta intensidad, al reconectarse puede necesitarse un bolo corrector
- 5** Si se utiliza un sistema de MCG, revisar con frecuencia el valor de GI y su tendencia.
- 6** Con sistema integrado ISCI+MCG con parada predictiva se recomienda elevar el umbral de la parada en ejercicios de alta intensidad y con sistema de asa cerrada híbrida, es recomendable utilizar la TB segura.

8 PAUTAS DE ENTRENAMIENTO EN EL EJERCICIO FÍSICO

El entrenamiento del ejercicio físico en la persona con DM es dual y ha de ir en paralelo: por una parte, el entrenamiento físico en sí mismo para la incorporación e incremento de la aptitud física y por otra el entrenamiento apoyado en una educación diabetológica estructurada para minimizar el riesgo de disglucemia. Las estrategias que minimizan el riesgo de disglucemia durante el ejercicio (ajuste en HC, insulina, tiempos de administración y otras), se pormenorizan en otra parte de esta guía y serán más complejas en las personas en tratamiento intensivo con insulina sin reserva pancreática (DM1 y otros tipos de DM pancreatopriva). En la tabla 13 se detallan las situaciones en las que no se debería iniciar el entrenamiento ni hacer ejercicio físico.

Tabla 13: Lista de situaciones donde la persona con DM no se debería iniciar el entrenamiento del ejercicio físico

SE DEBEN REVISAR ANTES DE COMENZAR UN ENTRENAMIENTO o PRUEBA. SIEMPRE, PERO ESPECIALMENTE cuando el tiempo y la intensidad del entrenamiento es prolongado o cuando las condiciones son extremas.

HAZ CLICK SOBRE LA PREGUNTA y RODEA TU RESPUESTA (SI o NO). ACTÚA según la respuesta tal y como se indica.

CHECK-LIST GENERAL

¿He realizado las EVALUACIÓN MÉDICA de mi DM antes de iniciar ENTRENAMIENTO DEPORTIVO? Evaluación de mi control glucémico: HbA1c, TIR, Variabilidad, complicaciones y co-morbilidades (que podrían desaconsejar algún tipo de ejercicio concreto) y preferiblemente refuerzo de la autogestión (educación diabetológica)^{2,3,12}.

• **SI = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

• **NO = STOP ENTRENAMIENTO.** Solucionar el problema y luego, una vez solucionado, iniciar el entrenamiento (hay que realizar evaluación médico-deportiva antes del inicio de entrenamiento)

IDENTIFICACIÓN de DM; ¿SABE ALGUIEN DE MI ENTORNO DEL ENTRENAMIENTO QUE TENGO DM / COMPLICACIONES/ COMORBILIDADES? Especialmente pacientes ancianos, frágiles, con co-morbilidades o con fármacos que induzcan hipoglucemias; donde alguien del entorno debe estar entrenado por ejemplo a resolver una hipoglucemia. Especialmente en ejercicios muy intensos, muy prolongados o condiciones extremas, es

preferible que la persona con DM NO realice en entrenamiento SOLO. En general se sugiere que los pacientes lleven alguna forma de identificación de diabetes^{1,6}.

- **SI = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

- **NO = STOP ENTRENAMIENTO.** Solucionar el problema y luego, una vez solucionado, iniciar el entrenamiento.

¿LLEVO MI EQUIPAMIENTO TÉCNICO (medidores, inyectores, etc.) Y FARMACOLÓGICO ANTES DE INICIAR EL ENTRENAMIENTO?

- **SI = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

- **NO = STOP ENTRENAMIENTO.** Solucionar el problema y luego, una vez solucionado, iniciar el entrenamiento.

¿LLEVO TRATAMIENTO CON FÁRMACOS NO INSULÍNICOS QUE PUEDEN INDUCIR HIPOGLUCEMIAS? (sulfonilureas, repaglinida)

- **SI, llevo ESOS FÁRMACOS = STOP ENTRENAMIENTO.** Antes de iniciar el entrenamiento, hay que valorar esto: se recomienda sustituir estos fármacos por otros que no produzcan hipoglucemia, con lo que la práctica de ejercicio es segura. Sino se pueden sustituir: hay que reducir la dosis antes de iniciar ejercicios y medir glucemia antes, durante, después del ejercicio para fijar las estrategias personales para evitar la hipo y la hiperglucemia Tal y como se indica en otra parte de esta guía.

- **NO, no llevo ESOS FÁRMACOS = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

¿SÉ IDENTIFICAR UNA HPOGLUCEMIA Y COMO TRATARLA?

- **SI = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

- **NO = STOP ENTRENAMIENTO.** Solucionar el problema y luego, una vez solucionado, iniciar el entrenamiento. La persona con DM debe haber recibido educación diabetológica, independientemente a la realización de entrenamientos físicos para autogestión de estas situaciones¹².

HIDRATACIÓN. Llevo agua o fluidos con hidroelectrolitos7glucosa (sobre todo, ejercicio de larga duración, alta intensidad, entornos extremos)¹⁻⁵

- **SI = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

- **NO = STOP ENTRENAMIENTO.** Solucionar el problema y luego, una vez solucionado, iniciar el entrenamiento.

¿TENGO GLUCEMIA < o igual a 70 mg/dl (< 3,0 mmol/l) antes de empezar el ENTRENAMIENTO?

- **SI = STOP ENTRENAMIENTO.** Solucionar el problema y luego, una vez solucionado, iniciar el entrenamiento.

- La persona con DM debe haber recibido educación diabetológica, independientemente a la realización de entrenamientos físicos, para autogestión de estas situaciones¹².

- Seguir las indicaciones de actuación, recomendadas en el apartado correspondiente de esta guía.

- **NO = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

¿HE TENIDO UNA HIPOGLUCEMIA GRAVE en las 24-48 horas/ 6 meses PREVIOS AI ENTRENAMIENTO?

• **SI = STOP ENTRENAMIENTO.** Solucionar el problema y luego, una vez solucionado, iniciar el entrenamiento.

- La persona con DM debe haber recibido educación diabetológica, independientemente a la realización de entrenamientos físicos, para autogestión de estas situaciones¹².

- Se debe evitar la práctica de ejercicio durante las 24 horas siguientes a una hipoglucemia grave debido al riesgo sustancialmente mayor de un mayor episodio grave durante el ejercicio^{1,2,6}

- Además, si se produce un episodio de hipoglucemia grave en los últimos 6 meses, puede haber un alto riesgo de hipoglucemia durante el ejercicio⁴.

• **NO = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

¿ENFERMEDAD AGUDA INTRECURRENTE?

• **SI = STOP ENTRENAMIENTO.** CONTRAINDICACIÓN ABSOLUTA DE EJERCICIO FÍSICO. La persona con DM debe haber recibido educación diabetológica para autogestión de estas situaciones¹².

• **NO = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

¿GLUCEMIA MUY ELEVADA (\geq igual a 270 ng/ml/ \geq 15.0 mmol/l)?

• **SI = STOP ENTRENAMIENTO.** Solucionar el problema y luego, una vez solucionado, iniciar el entrenamiento.

- La persona con DM debe haber recibido educación diabetológica, independientemente a la realización de e físicos, para autogestión de estas situaciones¹².

- Si los niveles de glucosa están muy elevados antes del ejercicio (≥ 15.0 mmol / l [270 mg / dl]), se recomienda controlar los niveles de cetonas en sangre y se puede realizar una corrección de insulina según el factor de corrección del individuo (new consenso). Es preferible la determinación de cetonas en sangre que en orina por su menor sensibilidad y especificidad disminuidas para detectar la cetoacidosis diabética^{2,12}.

• **NO = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

CETONEMIA (especialmente para pacientes con DM1/ DM pancreopriva) - ¿Hay cetonas elevadas en sangre (≥ 1.5 mmol/L) o en orina ($\geq 2+$ ó ≥ 4.0 mmol/L)? (preferible la determinación en sangre)^{12,13}.

• **SI = STOP ENTRENAMIENTO.** Solucionar el problema y luego, una vez solucionado, iniciar el entrenamiento. La persona con DM debe haber recibido educación diabetológica para autogestión de estas situaciones 12. SI CETONAS en SANGRE (u orina) ELEVADAS: CONTRAINDICACIÓN ABSOLUTA DE EJERCICIO FÍSICO 1,2. En caso de persistir la situación el paciente debe ponerse en contacto con un servicio de urgencias médicas o, si existe esta posibilidad, con su equipo terapéutico habitual^{1, 2,12}.

• **NO = SEGUIR** con el entrenamiento es seguro.

El entrenamiento del ejercicio físico

Es un proceso planificado y complejo que organiza cargas de trabajo progresivas y crecientes que estimulan el desarrollo de las diferentes capacidades físicas (resistencia, fuerza, velocidad, flexibilidad y otras). Sus efectos son reversibles¹⁸. La respuesta glucémica al ejercicio depende tanto de variables relacionadas con la DM como de factores relacionados con el ejercicio y tiene una marcada respuesta individual^{5,13,15,20}. Los rangos de ajuste recomendados son además muy amplios. Por lo que los entrenamientos son el momento para analizar las tendencias de la glucemia de cada persona, para poder tomar decisiones personalizadas, evaluarlas y matizarlas^{5,15}. A medida que avanzamos en el entrenamiento del ejercicio, la aptitud física del deportista cambia y las necesidades de ajuste de HC, insulina y tiempos de administración también, lo que podría exigir ulteriores ajustes. Los días de competición pueden tener comportamientos diferentes y pueden por ejemplo presentarse hiperglucemias derivadas de la situación de estrés. Por último, existen una serie de prácticas deportivas (alpinismo de alta montaña, buceo etc. que se comentan de forma específica en otra parte de esta guía) donde independientemente del tipo de ejercicio realizado hay tendencia a la hiperglucemia derivada de la situación y el exceso de hormonal contrainsulares; una vez más, el entrenamiento servirá para realizar estos ajustes^{5,15}

Recomendaciones a realizar antes, durante y después del entrenamiento

Cada sesión de entrenamiento consta de 3 fases: calentamiento, núcleo de entrenamiento propiamente dicho (donde se realizarán las cargas de trabajo) y vuelta a la calma y estiramientos. En la tabla 14, se resumen los procedimientos, en relación con el control glucémico, que se deben realizar antes de iniciar el entrenamiento, durante el mismo y al concluirlo. Los procedimientos concretos en la toma de decisiones (ajustes en la cantidad de HC e insulina, y tiempos para su administración y para la monitorización de glucemia) se pormenorizan en otra parte de esta guía.

Tabla 14: Valoraciones a realizar (antes, durante y después) del entrenamiento

EL ENTRENAMIENTO SE DIVIDE EN 3 PARTES



VALORACIONES a REALIZAR (ANTES, DURANTE y DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO)

1 VALORACIONES a REALIZAR ANTES DEL ENTRENAMIENTO:

1. REVISAR la LISTA GENERAL de SITUACIONES DE NO HACER EJERCICIO (TABLA 13)
2. REVISAR las VARIABLES, DEPENDIENTES de la DM para matizar contraindicaciones para el entrenamiento o el riesgo individual de hipoglucemia
 - SI HAY TRATAMIENTO CON INSULINA ó SECRETAGOGOS O si existe variabilidad y tendencia intrínseca a hipoglucemias (y si estas se perciben correctamente)
 - SI HAY COMPLICACIONES/ CO-MORBILIDADES QUE CONTRAINDIQUEN ALGÚN TIPO DE EJERCICIO
 - Revisar las VARIABLES esenciales PARA LOS AJUSTES DE CH /INSULINA: MEDIR GLUCEMIA (GLUCEMIA DE PARTIDA), TIEMPO DESDE LA ÚLTIMA INGESTA Y CANTIDAD DE INSULINA CIRCULANTE.
3. REVISAR las VARIABLES, DEPENDIENTES DEL EJERCICIO que PUEDEN INDUCIR CAMBIOS EN LA GLUCEMIA durante el entrenamiento.
 - TIPO DE EJERCICIO: AERÓBICO, MIXTO, ANAERÓBICO
 - INTENSIDAD Y DURACIÓN del EJERCICIO
4. REVISAR la CONDICIÓN FÍSICA que tiene la persona con DM, para fijar punto de partida del entrenamiento (duración e intensidad del entrenamiento).

TOMA DE DECISIONES INICIAL (de ANTES DEL ENTRENAMIENTO)
(cantidad de HC/ modificaciones en la DOSIS DE INSULINA/ tiempos de administración)
 VALORAR realizar SPRINTS +/- CAFEINA (5-6 mg/kg) ANTES del núcleo de entrenamiento para minimizar hipoglucemia

2 VALORACIONES a realizar en el NÚCLEO DEL ENTRENAMIENTO:

1. VERIFICAR durante el entrenamiento la INTENSIDAD y tipo del ejercicio. Con cada cambio de intensidad y duración, se deben volver a analizar la respuesta glucémica y re-calcular ajustes si fuera necesario ^{2,3}
2. MONITORIZAR la GLUCEMIA de forma PERIÓDICA. (cada 1h si es de baja intensidad; cada 20-30 min si es de intensidad moderada o alta)
3. INICIAR el ENTRENAMIENTO en SESIONES de BAJA INTENSIDAD y TIEMPO CORTO 1º se sube la frecuencia del entrenamiento, luego el tiempo/volumen y por último la intensidad

TOMA DE DECISIONES (a realizar DURANTE el NÚCLEO del ENTRENAMIENTO)
(fundamentalmente ajustar toma de HC)
 Al progresar en el entrenamiento: se tiene que volver a analizar la respuesta glucémica y recalcular ajustes si fuera necesario

VALORACIONES a realizar al FINALIZAR el ENTRENAMIENTO
(I) MONITORIZACIÓN DE GLUCEMIAS DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO (de forma precoz y tardía),

3

- **TOMA de DECISIONES FINAL PARA DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO:** cantidad de HC/ modificaciones en la DOSIS DE INSULINA/ tiempos de administración
- **ANALIZAR la GLUCEMIA RESULTANTE DURANTE y DESPUÉS del ENTRENAMIENTO CON LOS AJUSTES REALIZADOS** al iniciar y durante el entrenamiento
- **RECALCULAR NECESIDADES SI SE PRECISA EN PROXIMO ENTRENAMIENTO**



Recomendaciones para la progresión del entrenamiento

La progresión del entrenamiento debe ser paulatina, para minimizar el riesgo de lesiones y de disglucemia. El ritmo de progresión tiene que ser gradual y lo marcará tanto la condición física (progresión más lenta cuanto peor condición de partida) como la condición clínica (progresión más lenta a más edad, más fragilidad, mayor duración de la DM, presencia de complicaciones y comorbilidades y tipo de tratamiento farmacológico). Como norma general, se comienza con intensidad baja y tiempos cortos, aumentando primero la frecuencia (número de sesiones/semana), luego el volumen de ejercicio y tiempo de cada sesión, y por último la intensidad^{5,18}.

Intensidad y progresión del ejercicio aeróbico

Se debe iniciar con ejercicios cortos y de baja intensidad^{5,13,15,19} (intensidad (%FCM < 40-50%); por ejemplo, iniciar 1-2 sesiones/semana de 20-40 min con una FCM < 40-50% durante 2-6 semanas. Se debe respetar el ciclo de entrenamiento de cada sesión (calentamiento-núcleo de entrenamiento-estiramientos) y normas de progresión (frecuencia, tiempo, intensidad). El objetivo final de entrenamiento es el mismo que indica la OMS para la población general sana: objetivo final mínimo de 150 min/semana de una intensidad al menos moderada o intensa (% FCM > 50-70); 3 días a la semana, sin que haya más de 2 días consecutivos sin actividad¹³. Ejercicios de duración más corta (mínimo 75 min / semana) e intensidad vigorosa o el entrenamiento a intervalos de alta intensidad (*HIIT*) puede ser suficiente para individuos jóvenes o en buena forma física^{1,2,4}. Los beneficios del ejercicio son mayores si se combinan los ejercicios aeróbicos con los ejercicios de fuerza muscular (por ejemplo, realizando a días alternos cada grupo de ejercicios), que si se hace solo un grupo de ellos^{5,13,15}. Los beneficios son aún mayores si además del ejercicio (actividad física estructurada) se aumenta la actividad física no estructurada (caminar, subir escaleras, actividades de ocio, etc.)^{13,15}.

Intensidad y progresión del ejercicio de fuerza-resistencia

Se deben coordinar los ciclos de inspiración-espирación con el movimiento muscular, evitar el Valsalva y realizar un correcto control de la presión arterial. Se mantiene la secuencia de un entrenamiento y forma de progresión. Cada sesión de entrenamiento consta de varios ejercicios y cada uno de ellos de varias series de repeticiones (descansando 1-2 min tras cada serie de repeticiones), que debe llevar al grupo muscular que se está trabajando próximo a la fatiga¹⁸. El inicio debe hacerse con baja intensidad y tiempos cortos (que aquí equivale a comenzar con ejercicios de adaptación con muy poco o nulo peso).

El entrenamiento debe progresar despacio, aumentando primero la carga de los pesos y luego el número de repeticiones. Se debe entrenar para un objetivo final mínimo de 2 sesiones por semana (preferiblemente 3) en días no consecutivos, intercalando con ejercicio aeróbico los días de descanso del programa de fuerza (nivel de recomendación A de la ADA)^{5,13,15}. El objetivo final de intensidad, en ausencia de contraindicaciones: 75-80% de fuerza máxima, que es la que reporta los mejores beneficios cardiometabólicos¹³. Por ejemplo, un buen objetivo podría ser progresar en 6 meses, hasta 3 sesiones semanales de 8-10 ejercicios con 8-10 repeticiones realizadas al 75-80% de fuerza máxima (intensidad). Los ejercicios de **equilibrio** benefician la marcha y previenen caídas y están especialmente recomendado en ancianos con DM (donde según preferencias se podrían incluir actividades como el tai chi y el yoga que combinan flexibilidad, equilibrio y resistencia).

RECOMENDACIONES 8

- 1** Antes, durante y después del entrenamiento, se deben realizar una serie de valoraciones para hacer ajustes (tabla 14)
- 2** Se debe iniciar el entrenamiento en sesiones de baja intensidad y tiempo corto y **progresar de forma paulatina**
- 3** Se deben realizar entrenamientos que **combinen ejercicios aeróbicos con ejercicios de fuerza** a días alternos
- 4** Siempre que sea posible, se debe asociar (pero no sustituir) ejercicios de **flexibilidad**. En adultos mayores con DM combinar entrenamiento de flexibilidad y equilibrio 2-3 veces / semana
- 5** Siempre que sea posible, incrementar la actividad física no estructurada entre los entrenamientos, ya que induce beneficios extra en el estado de salud^{5,13,15}.

9 PECULIARIDADES DE DEPORTES CONCRETOS

Buceador

El buceo en el paciente con DM entraña dos potenciales peligros: posible predisposición a enfermedad descompresiva (aunque no se ha demostrado que sea así) y riesgo de hipoglucemia menos percibidas que en superficie, con el consiguiente riesgo de ahogamiento. No obstante, la práctica del buceo en el sujeto con DM se puede realizar con garantías siempre que se sigan una serie de condiciones, existiendo diversas guías que se ocupan de este aspecto^{50,78}. La Tabla 15 se basa en las recomendaciones de dichas guías.

Además, se han publicado casos de utilización de MIG durante inmersiones sucesivas de forma eficaz⁵¹

Para prevenir la enfermedad descompresiva es muy importante una buena hidratación y sería recomendable que los sujetos con DM reajustaran sus ordenadores de buceo a límites de seguridad más conservadores.

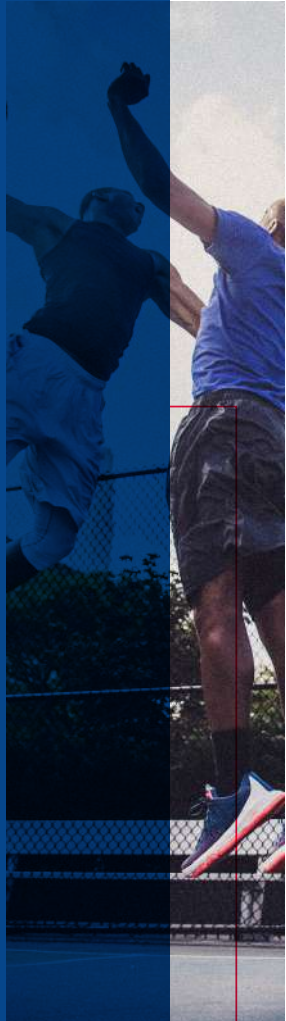
Tabla 15: Recomendaciones para la práctica de buceo en pacientes con diabetes

Criterios a cumplir antes de bucear

- Terapia farmacológica estable: más de 3 meses con fármacos orales o más de 1 año en insulino terapia.
- No episodios de hipoglucemia o hiperglucemia grave en el último año
- No historia de hipoglucemias no percibidas.
- HbA1c < 8 % durante el mes previo a la inmersión.
- No complicaciones metadiabéticas significativas.
- En sujetos > 40 años descartar cardiopatía isquémica silente.

Tipo de inmersión a realizar

- Menos de 25 mts de profundidad (y menos de 60' de duración).
- No precisar paradas de descompresión.
- Evitar lugares confinados (cuevas, pecios, cenotes).
- Evitar situaciones que favorezcan hipoglucemia
- Compañero de buceo y guía advertidos y adiestrados en manejo de hipoglucemia.
- Compañero de buceo sin DM.



Manejo Glucemia el día de la inmersión

- **Tomar suplemento HC 1.5 ó 2 hs antes** de la inmersión (reducir la dosis habitual de insulina entre un 10-30 %).
- Medida glucemia 60'-30' y 10' antes de inmersión (la tendencia glucémica debe ser estable o en aumento).
- Objetivo glucémico: 180-250 mg/dL antes de la inmersión.
- Medicaciones:
 - Portar glucosa (líquido o gel) en chaleco de buceo.
 - Disponer de glucagón en superficie.
- Si hipoglucemia en inmersión:
 - Señal a compañero (índice y pulgar en "L")
 - Toma de glucosa e inicio lento de ascenso a superficie.
 - En superficie, administración de glucagón si es preciso.
- Si pérdida de conciencia bajo el agua:
 - Asegurar la posición del regulador en la boca del diabético e iniciar el ascenso lo antes posible.
 - En superficie, administración de glucagón.
- Medida glucosa cada 3 hs durante las 12 hs siguientes a la inmersión.
- Hidratación importante los días de buceo (más de 3 litros/día).
- Registrar en diario de buceo todos los datos de la inmersión: autoanálisis, dosis de fármacos, ingesta, etc...para ajustar futuras inmersiones

Alpinista

No hay datos que contraindiquen la práctica del alpinismo en sujetos con DM bien controlados. Sin embargo, en altura los sujetos con DM tienen un mayor riesgo de deshidratación, hipotermia (por hipoglucemia, y por alteración de la termogénesis), congelación o lesiones por el frío.

- **Mal de altura (MA):** No se ha descrito mayor riesgo de MA en sujetos con DM. El tratamiento y prevención del MA será el mismo que en sujetos sin DM⁷⁹, salvo que no se recomienda la acetazolamida en personas con DM1 por un teórico riesgo de acidosis.
- **Control glucémico:** Las necesidades de insulina y los niveles de glucemia aumentan (posiblemente por efecto de las hormonas contrarreguladoras)^{80,81}, por lo que no se recomienda disminuir las dosis de insulina o fármacos orales. Además, por encima de 5000 mts hay un retraso en el vaciamiento gástrico, por lo que la insulina prandial se debería administrar tras la ingesta. Hay que tener en cuenta que el frío puede disminuir la absorción subcutánea de insulina y contribuir a aumentar sus necesidades. Los síntomas de hipoglucemia se pueden confundir con los típicos del MA, por lo que se recomienda mantener un objetivo de entre 110-220 mg/dL con autoanálisis frecuentes y toma de suplementos cada hora. Además, tras una jornada de gran esfuerzo físico, pueden haberse depleccionado los depósitos de glucógeno y ser ineficaz la administración de glucagón.
- **Deshidratación:** Se debe mantener una importante ingesta de líquidos (más de 4 litros/día).

- Congelaciones: Se deben prevenir mediante una adecuada nutrición, hidratación, vigilancia diaria de pies y adecuado calzado y guantes.
- Retinopatía: Puede empeorar en altura. Es, por tanto, recomendable un control oftalmológico previo y posterior a la ascensión. Se pueden prevenir estas complicaciones con un ascenso lento⁸².
- Función tiroidea: Hay una mayor demanda de actividad tiroidea en altura, por lo que se debe descartar disfunción tiroidea previa y tratarla si está presente (incluso subclínica)⁸³.
- MIG: puede ser fiable hasta una altitud de 3600 m. No existen datos para recomendar niveles de glucosa intersticial seguros⁵⁴. Es recomendable la lectura frecuente del sensor de glucosa o escanear con frecuencia en el caso de la MFG y, si hiperglucemia, corregir con el 50% de la dosis habitual. Evitar colocación del sensor en sitios con demasiada exposición al frío.
- Aspectos prácticos. Se debe evitar la congelación de la insulina guardándola en bolsas pegadas al cuerpo⁸⁴; el ascenso favorece la aparición de burbujas en la insulina que habrá que purgar. Se debe retirar la aguja de la pluma tras la inyección, ya que las variaciones de presión pueden favorecer la expulsión del líquido y alterar la homogeneidad de la solución de insulina. Utilizar glucagón nasal (no se congela y no se conserva adecuadamente hasta temperaturas de 30 grados).

Navegante a vela

Las personas con diabetes que practican vela deben ir siempre acompañadas y tener muy en cuenta y prevenir el riesgo de hipoglucemias, fundamentalmente en modalidades en las que se navega en barcos pequeños de sólo dos tripulantes (sólo 1 compañero) y que requieren un mayor esfuerzo físico (vela ligera). El compañero debe estar adiestrado en la administración de glucagón por si fuera preciso. Todo el equipo para el control glucémico debe ir confinado en envase estanco y que flote; es aconsejable introducir desecantes para evitar la humedad y debe ir refrigerado.

Fondista (corredor/esquiador/ciclista)

En deportes de fondo prolongados, hay que tener en cuenta el riesgo de hipoglucemia (durante la actividad y tras varias horas de finalizar), deshidratación y golpe de calor o hipertermia. Se debe beber entre 0,4-0,8 l/hora de agua o bebidas isotónicas (añadir HC si el ejercicio dura más de una hora), limitar la sudoración evitando un exceso de abrigo, y prevenir cuadros de golpe de calor (si temperatura excesiva) mediante protección con gorras, refrescarse con frecuencia,

mantener buena hidratación, evitar las horas de más calor, emplear ropa transpirable y ventilada, etc.

Nadador

Se debe prevenir especialmente la aparición de hipoglucemias, ya que conllevarían un riesgo de ahogamiento. Si la natación se prolonga más de media hora se deben consumir suplementos de HC (geles de glucosa) que se pueden portar en el bañador y en el gorro. Ante el más mínimo síntoma de hipoglucemia se debe suspender la actividad, tomar HC y salir del agua rápidamente. Utilizar bolsa impermeable para introducir los lectores y poder escanear mientras se nada en casos de nadador de largas distancias.

RECOMENDACIONES 9

- 1 Buceador:** partir de una cifra de glucemia > 180 mg/dL. Ante cualquier dato sospechoso de hipoglucemias: avisar al compañero y abortar inmersión. Mantener inmersión dentro de márgenes de seguridad recomendados en sujetos con DM. Compañero informado y adiestrado en manejo de hipoglucemia.
- 2 Alpinistas:** no disminuir la dosis de fármacos; mantener una elevada hidratación; protección frente al frío sobre todo en pies, con revisiones frecuentes. Evitar congelación de insulina y glucagón. No mayor riesgo de MA. Acetazolamida desaconsejada en DM1.
- 3 Fondistas:** reducción preventiva de las dosis de hipoglucemiantes. Adecuada hidratación. Suplementos y autoanálisis horarios. Prevenir golpe de calor.
- 4 Navegante:** desaconsejable la navegación en solitario. Suplementos y autoanálisis/hora.
- 5 Nadador:** partir de una cifra de glucemia > 180 mg/dL. Ante sospecha de hipoglucemia, interrumpir ejercicio, toma de suplementos (llevar geles en el bañador) y salir del agua.

10 EJERCICIO EN EL ADOLESCENTE CON DIABETES TIPO 1

El ejercicio físico puede mejorar el control glucémico, lipídico, aptitud física y calidad de vida en niños y adolescentes, además permite reducir la dosis total de insulina. El soporte familiar es clave para mantener un estilo de vida activo y tanto los jóvenes como sus padres deberían participar activamente con el equipo sanitario.

En el ejercicio, la MCG o la MFG podrían tergiversar los cambios dinámicos en las concentraciones reales de glucosa en sangre debido al retraso entre los niveles de glucosa en sangre y los niveles de glucosa intersticial.

La ICSI que incluye sistemas de control predictivo de glucosa baja pueden ser ventajosas ya que la actividad física se asocia con un mayor riesgo de hipoglucemia, no solo durante sino también después de la actividad física.

Es recomendable establecer alertas de hipo/hiperglucemia en rangos de 100-180 mg/dl o hacerlo de forma individualizada y favorecer el uso de monitorización remota (por ejemplo, aplicaciones móviles) que disminuyan el stress o preocupación de padres y cuidadores.

La suplementación con HC se debería realizar de forma individualizada y ajustada por el peso corporal^{3,20}. En la tabla 16 se aportan recomendaciones de tratamiento con insulina y HC para el ejercicio en niños y adolescentes con DM1 adaptadas a las recomendaciones de la ESAD, ISADP, ADA²⁰

Tabla 16: Recomendaciones de tratamiento con insulina y carbohidratos para el ejercicio en niños y adolescentes con DM1

Tratamiento	Tipo/intensidad del ejercicio Duración hasta 30-45 minutos	Tipo/intensidad del ejercicio Duración >45 minutos
MDI/ISCI: Bolo preprandial	-25% ejercicio leve -50% ejercicio moderado -50% ejercicio intenso aeróbico -25% ejercicio mixto aeróbico/anaeróbico Hasta -50% post ejercicio	50% ejercicio leve -75% ejercicio moderado -75% ejercicio intenso aeróbico -50% ejercicio mixto aeróbico/anaeróbico Hasta -50% post ejercicio
MDI Insulina basal ^a	- 20% en ejercicio tarde/noche	-20% en ejercicio tarde/noche -30-50% actividad inusual ^a
ISCI	Hasta -50% 90 min pre- ejercicio Suspensión bomba (<60 min) -20% durante la noche post ejercicio ^b	Hasta -80% 90 min pre- ejercicio Suspensión bomba (<60 min) -20% durante la noche post ejercicio ^b
Ingesta de HC ^c	-10-15g HC -1,5g HC/k peso/hora en ejercicio intenso -0,4 g HC/k peso antes dormir si ejercicio vespertino	

MDI: Múltiples dosis de Insulina; **ISCI:** Infusion Continua Subcutánea de Insulina; **HC:** Hidratos de carbono

Adaptado de "position statement EASD, ISPAD, ADA. 2020"²⁰

a La dosis de insulina basal debería reducirse el día previo y el día del ejercicio, excepto en caso de empleo de degludec
b La insulina basal debería reducirse 20% antes de dormir si se realiza ejercicio por la tarde/noche, dependiendo de la duración e intensidad del ejercicio, excepto en caso de empleo de degludec

Preparación previa al ejercicio

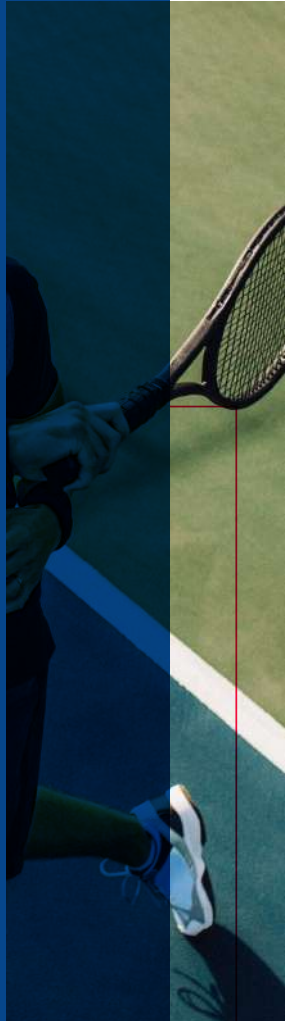
En la fase previa al ejercicio, el objetivo de rango de glucosa del sensor debería estar entre 126-180 mg/dl en niños y adolescentes con moderado riesgo de hipoglucemia y/o ejercicio moderado y entre 162-216 mg/dl si tienen alto riesgo de hipoglucemia y/o ejercicio intenso.

Estos objetivos se pueden conseguir con reducción del bolo de insulina preprandial 25-75%, o ajuste en función del tipo, duración e intensidad del ejercicio. Si la glucemia del sensor es menor de esos objetivos, se recomienda aporte de 10-15 g de glucosa. El ejercicio se podrá iniciar cuando alcance 90 mg/dl o bien 126-180 mg/dl en niños y adolescentes con alto riesgo de hipoglucemia. Cuando la glucemia es > 270 mg/dl y los cuerpos cetónicos están > 1,5 mmol/litro, el ejercicio físico está contraindicado y se deberá administrar una dosis correctora de insulina^{3,20}.

Las alertas de hipoglucemia en la monitorización se recomiendan en 100 mg/dl y de hiperglucemia en 180 mg/dl o individualmente mayores (tabla 17)

Tabla 17: Acciones a adoptar según datos MIG antes de iniciar el ejercicio en diferentes grupos de niños y adolescentes con DMI

Glucemia en Sensor pre-ejercicio en diferentes grupos DMI (mg/dl)			Flecha de tendencia	Acción	
HD intenso y/o Bajo riesgo hipoglucemia	HD moderado y/o Moderado riesgo hipoglucemia	HD bajo y/o alto riesgo hipoglucemia	Dirección	Aumento esperado de glucosa en sensor	Disminución esperada de glucosa en sensor
>270 mg/dl y cetonemia >1,5 mmol/l			Cualquiera	No ejercicio Corrección con insulina ^a	
>270 mg/dl y cetonemia <1,5 mmol/l			Cualquiera	Considerar insulina correctora ^a , Puede actividad leve/mod	Considerar insulina correctora ^a , Puede cualquier AF
180-270	199-270	217-270	↗ ↑ → ↘ ↓	Actividad leve/mod	Cualquier AF
				Cualquier AF	



126-180	145-198	162-216	→ ↗ ↑ ↘ ↓	Cualquier AF	
				5g HC Cualquier AF	10g HC Cualquier AF
90-125	90-144	90-161	↗ ↑ → ↘ ↓	Cualquier AF 5g HC Cualquier AF 10g HC Cualquier AF	5g HC Cualquier AF 10g HC Cualquier AF 15g HC Cualquier AF
	<90			Cantidad individual HC Retrasar AF ^b	

Adaptado de "position statement EASD, ISPAD, ADA. 2020"

a 50% del factor de corrección habitual con insulina cuando glucosa en sensor está próxima al límite superior

b Retrasar ejercicio hasta alcanzar al menos 90 mg/dl e idealmente 126-180 g/dl en aquellos con alto riesgo de hipoglucemia

HD: hábito deportivo; **AF:** actividad física **HC:** hidratos de carbono;

Durante el ejercicio

El objetivo del rango del sensor durante el ejercicio es 80-180 mg/dl y preferiblemente 126-180 mg. Este rango puede ser mayor en niños o adolescentes con HD bajo o con alto riesgo de hipoglucemia. El consumo de HC con glucemias de 126, 145 o 162 mg/dl según el riesgo de hipoglucemia en lugar de según la tendencia de las flechas ha mostrado mayor reducción de hipoglucemias en niños y adolescentes.

Si la glucosa en sensor es > 270 mg/dl, se recomienda medir cuerpos cetónicos y si son > 1,5mmol/l hay que detener el ejercicio, identificar la causa de la hiperglucemia y usar insulina correctora (50% de la dosis correctora habitual). Tras el ejercicio se debería repetir medición de cuerpos cetónicos para confirmar que no se desarrolla cetoacidosis diabética.

En caso de glucosa >270 mg/dl y cuerpos cetónicos <1,5 mmol/l, se recomienda realizar únicamente ejercicio aeróbico para evitar hiperglucemia por la respuesta adrenal al ejercicio intenso.

Se suspenderá el ejercicio si el nivel de glucosa en sensor es <90 mg/dl, se realizará determinación de glucemia capilar y se aportarán HC. Se podrá reiniciar el ejercicio si la glucosa en sensor es >90 mg/dl y la flecha de tendencia es horizontal o ascendente. No se reiniciará el ejercicio si la glucosa es <54 mg/dl²⁰. (Tabla 18)

Tabla 18: Acciones a adoptar según datos MIG durante el ejercicio en diferentes grupos de niños y adolescentes con DMI

Glucemia (mg/dl) durante ejercicio en diferentes tipos DM1			Flecha	Acción	
HD intenso y/o Bajo riesgo hipoglucemia	HD moderado y/o Moderado riesgo hipoglucemia	HD Bajo y/o alto riesgo hipoglucemia	Dirección	Aumento esperado de glucosa	Disminución esperada de glucosa
>270 mg/dl y cetonemia >1,5 mmol/l			Cualquiera	Detener ejercicio Considerar insulina correctora ^a No reiniciar ejercicio	
>270 mg/dl y cetonemia <1,5 mmol/l			↗ ↑	Considerar insulina correctora ^a , Continuar cualquier AF	Continuar cualquier AF Considerar Actividad leve/mod
			→	Considerar insulina correctora ^a , Continuar AF	Continuar cualquier AF
			↘ ↓	Continuar cualquier AF	
181-270	199-270	217-270	→ ↗ ↑	Continuar cualquier AF Considerar insulina correctora ^a	Continuar cualquier AF
			↘ ↓	Continuar cualquier AF	
126-180	145-198	162-216	Cualquiera	Continuar cualquier AF	
<126			↗ ↑	Continuar cualquier AF	
			→	5g HC Continuar Cualquier AF ^b	10g HC Continuar Cualquier AF ^b
			↘ ↓	10g HC Continuar AF ^b	15g HC Continuar Cualquier AF ^b
			↓	15g HC Continuar AF ^b	20g HC Continuar Cualquier AF ^b
<70			Parar cualquier AF Considerar confirmar glucemia capilar Ingesta individualizada de HC Reiniciar cualquier AF posible ^{c,d}		
<54			Parar cualquier AF Confirmar glucemia capilar Ingesta individualizada de HC No reiniciar ejercicio		

Adaptado de "position statement EASD, ISPAD, ADA. 2020"

a La elevación de cuerpos cetónicos debería confirmarse tras ejercicio. Si glucosa en sensor es >270 y c. cetónicos <1.5 mmol/l, sólo se recomienda ejercicio aeróbico

b 50% del factor de corrección habitual con insulina cuando glucosa en sensor está próxima al límite superior

c Reevaluar glucosa en sensor a los 30 min tras ingesta de carbohidratos

d Reiniciar ejercicio cuando glucosa en sensor >90 mg/dl y/o

HD: hábito deportivo; **AF:** actividad física; **HC:** hidratos de carbono



Después del ejercicio

La hipoglucemia puede ocurrir varias horas después del ejercicio, especialmente cuando ha sido prolongado o de moderada/alta intensidad.

Tras finalizar el ejercicio (90 minutos post ejercicio), el rango de glucosa recomendable es 80-180 mg/dl o mayor según el riesgo de hipoglucemia. Si los niveles de glucosa en el sensor aumentan rápidamente, se puede considerar administrar un bolo corrector de insulina (50% de la dosis correctora habitual) salvo cerca de la hora de dormir para evitar la hipoglucemia nocturna post ejercicio. En caso de glucosa <80mg/dl en niños y adolescentes con alto riesgo de hipoglucemia, se ingerirán HC y se repetirá el consumo hasta reestablecer los niveles de glucosa.

RECOMENDACIONES 10

- 1** El ajuste de la dosis de insulina se deberá adaptar a la intensidad y duración del ejercicio.
- 2** Es preferible adaptar el aporte de hidratos de carbono al peso del adolescente/niño.
- 3** Es recomendable establecer alertas de hipo/hiperglucemia en rangos de 100-180 mg/dl o hacerlo de forma individualizada y favorecer el uso de monitorización remota (por ejemplo, aplicaciones móviles que permitan seguir el sensor de glucemia en tiempo real en remoto).



OTROS ASPECTOS A CONSIDERAR

Lesiones y control glucémico

Las personas con DM1 tienen una respuesta hiperglucémica exagerada a la lesión (especialmente si hay hiperglucemia y/o hipoinsulinemia previa), en relación con aumentos drásticos en la secreción de hormonas de *stress* (ACTH, cortisol, hormona de crecimiento, catecolaminas y glucagón). Además, el mal control metabólico podría asociarse con un mayor riesgo de infección, mala cicatrización de heridas y fracturas. Los atletas con diabetes deben esforzarse por mantener niveles de glucosa en sangre casi normales.

Aunque ningún investigador ha abordado directamente el tema del control glucémico y la terapia con insulina para lesiones atléticas comunes (por ejemplo, esguinces, distensiones), las pautas habitualmente recomendadas en pacientes no críticos pueden aplicarse a deportistas lesionados con diabetes⁸⁵.

Asociaciones para el deporte con diabetes

En España existe al menos una asociación de deportistas con DM (la Asociación Española para el deporte con diabetes: AEDD), organización cultural y deportiva cuyo objetivo es promover todo tipo de actividades de carácter deportivo, que tenga como fin ayudar a cualquier paciente con diabetes a gestionar y controlar esta patología, incorporando a su tratamiento la práctica de deporte. (<http://team-one.es>).

CONFLICTO DE INTERESES

Ningún autor ha reportado conflicto de intereses relevante con la elaboración de este artículo. La versión final del documento ha sido aprobada por todos los autores. Todos los autores han contribuido por igual en la elaboración de las recomendaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gargallo-Fernández M, Escalada J, Gómez-Peralta F, Rozas P, Marco A, Bote-lla-Serrano M, *et al.* Clinical recommendations for sport practice in diabetic patients (RECORD) Guide. *Endocrinol Nutr* 2015;62:e73-e93.
2. Savikj M, Zierath JR. Train like an athlete: applying exercise interventions to manage type 2 diabetes. *Diabetologia*. 2020 ;63(8):1491-1499. doi: 10.1007/s00125-020-05166-9. Epub 2020 Jun 11. PMID: 32529411; PMCID: PMC7351814.
3. Adolfsson P, Riddell MC, Taplin CE, Davis EA, Fournier PA, Annan F, Scaramuzza AE, Hasnani D, Hofer SE. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes*. 2018;19 Suppl 27:205-226. doi: 10.1111/pedi.12755. PMID: 30133095.
4. Bohn B, Herbst A, Pfeifer M, *et al.*; DPV Initiative. Impact of physical activity on glycemic control and prevalence of cardiovascular risk factors in adults with type 1 diabetes: a cross-sectional multicenter study of 18,028 patients. *Diabetes Care* 2015; 38:1536–1543.
5. Riddell MC, Gallen IW, Smart CE, Taplin CE, Adolfsson P, Lumb AN, *et al.* Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2017;5:377–90.
6. Ostman C, Jewiss D, King N, Smart NA. Clinical outcomes to exercise training in type 1 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes Res Clin Pract* 2018;139:380–391.
7. Kennedy A, Nirantharakumar K, Chimen M, *et al.* Does exercise improve glycaemic control in type 1 diabetes? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2013;8:e58861.
8. Lee AS, Johnson NA, McGill MJ, *et al.* Effect of High-Intensity Interval Training on Glycemic Control in Adults With Type 1 Diabetes and Overweight or Obesity: A Randomized Controlled Trial With Partial Crossover. *Diabetes Care*. 2020;43(9):2281-2288.
9. Riddell MC, Scott SN, Fournier PA, Colberg SR, Gallen IW, Moser O, Stettler C, Yardley JE, Zaharieva DP, Adolfsson P, Bracken RM. The competitive athlete



with type 1 diabetes. *Diabetologia*. 2020;63:1475-1490.

10. Diabetes Canada Clinical Practice Guidelines Expert Committee, Poirier P, Bertrand OF, Leipsic J, Mancini GBJ, Raggi P, Roussin A. Screening for the Presence of Cardiovascular Disease. *Can J Diabetes*. 2018 Apr;42 Suppl 1:S170-S177.

11. Comellas C, Gutiérrez A. Prescripción del ejercicio. Evaluación clínica médico-deportiva. En: Sociedad Española de Diabetes, Editor. *Diabetes y ejercicio*. Barcelona: Ediciones Mayo; 2006. p. 43-57.

12. American Diabetes Association. Facilitating Behavior Change and Well-being to Improve Health Outcomes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care*. 2020;43(Suppl 1):S48-65.

13. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, *et al*. Physical Activity/Exercise and diabetes: a position statement of the American diabetes association. *Diabetes Care* 2016;39:2065-2079.

14. Jimenez CC, Corcoran MH, Crawley JT, Guyton Hornsby W, Peer KS, Philbin RD, Riddell MC. National athletic trainers' association position statement: management of the athlete with type 1 diabetes mellitus. *J Athl Train* 2007;42:536-45.

15. Ronald J. Sigal RJ, Armstrong MJ, Bacon SL, Boulé NG, Dasgupta K, Kenny GP, Riddell MC. 2018 Clinical Practice Guidelines on Physical Activity and Diabetes. Diabetes Canada Clinical Practice Guidelines Expert Committee. *Can J Diabetes* 2018; 42: S54-S63.

16. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, Chasan-Taber L, Albright AL, Braun B. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care*. 2010;33:2692-6.

17. Gibbons RJ, Balady GJ, Bricker JT, Chaitman BR, Fletcher GF, Froelicher VF, Mark DB, McCallister BD, Mooss AN, O'Reilly MG, Winters WL Jr. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: summary article: a report of the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *J Am Coll Cardiol* 2002;40:1531-40.

18. American College Sports Medicine's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 10th edition, 2016. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M editors. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer Health, 2018 LCCN 2016042823 | ISBN 9781496339065. www.ACSM.org.

19. Kosinski C, Besson C, Amati F. Exercise testing in individuals with diabetes, practical considerations for exercise physiologists. *Front Physiol* 2019;10:1257-1263.

20. Moser O, Riddell MC, Eckstein ML, Adolfsson P, Rabasa-Lhoret R, van den Boom L, Gillard P, Nørgaard K, Oliver NS, Zaharieva DP, Battelino T, de Beaufort C, Bergenstal RM, Buckingham B, Cengiz E, Deeb A, Heise T, Heller S, Kowalski

AJ, Leelarathna L, Mathieu C, Stettler C, Tauschmann M, Thabit H, Wilmot EG, Sourij H, Smart CE, Jacobs PG, Bracken RM, Mader JK. Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) endorsed by JDRF and supported by the American Diabetes Association (ADA). *Diabetologia*. 2020 Oct 13. doi: 10.1007/s00125-020-05263-9. Epub ahead of print. PMID: 33047169.

21. Scott S, Kempf P, Bally L, Stettler C. Carbohydrate Intake in the Context of Exercise in People with Type 1 Diabetes. *Nutrients*. 2019;10;11(12).

22. Colberg SR. Nutrition and Exercise Performance in Adults With Type 1 Diabetes. *Can J Diabetes*. 2020 Jun 2.

23. Sedlock DA. The latest on carbohydrate loading: a practical approach. *Curr Sports Med Rep*. 2008 ;7(4):209–13.

24. Scott SN, Anderson L, Morton JP, Wagenmakers AJM, Riddell MC. Carbohydrate Restriction in Type 1 Diabetes: A Realistic Therapy for Improved Glycaemic Control and Athletic Performance? *Nutrients*. 2019;7;11(5).

25. Lin C-C, Huang Y-L. Chromium, zinc and magnesium status in type 1 diabetes. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2015;18(6):588–92.

26. Adrogué HJ, Madias NE. The impact of sodium and potassium on hypertension risk. *Semin Nephrol*. 2014;34(3):257–72.

27. García RR, Raya PM, Pérez ÓM, Torres MM, Torres JFM, Pardo RM, *et al.* evaluación y manejo de la hipoglucemia en el paciente con diabetes mellitus 2020. 2020 [cited 2020 Sep 9];46. Available from: https://www.seen.es/ModulGEX/workspace/publico/modulos/web/docs/apartados/986/030720_010826_2250465771.pdf.

28. Gomez AM, Gomez C, Aschner P, Veloza A, Muñoz O, Rubio C, *et al.* Effects of performing morning versus afternoon exercise on glycemic control and hypoglycemia frequency in type 1 diabetes patients on sensor-augmented insulin pump therapy. *J Diabetes Sci Technol*. 2015;9(3):619–24.

29. Gray BJ, Page R, Turner D, West DJ, Campbell MD, Kilduff LP, *et al.* Improved end-stage high-intensity performance but similar glycemic responses after waxy barley starch ingestion compared to dextrose in type 1 diabetes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2016;56(11):1392–400.

30. Bracken RM, Page R, Gray B, Kilduff LP, West DJ, Stephens JW, *et al.* Isomaltulose improves glycemia and maintains run performance in type 1 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(5):800–8.

31. West DJ, Morton RD, Stephens JW, Bain SC, Kilduff LP, Luzio S, *et al.* Isomaltulose Improves Postexercise Glycemia by Reducing CHO Oxidation in T1DM. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 ;43(2):204–10.



32. Horton WB, Subauste JS. Care of the Athlete With Type 1 Diabetes Mellitus: A Clinical Review. *Int J Endocrinol Metab.* 2016;14(2):e36091.
33. Smart CEM, Evans M, O'Connell SM, McElduff P, Lopez PE, Jones TW, *et al.* Both dietary protein and fat increase postprandial glucose excursions in children with type 1 diabetes, and the effect is additive. *Diabetes Care.* 2013;36(12):3897–902.
34. Palacios Gil de Antuñano N, Manonelles Marqueta P, Blasco Redondo R, Contreras Fernández C, Franco Bonafonte L, Gaztañaga Aurrekoetxea T, Manuz González B, de Teresa Galván C, del Valle Soto M, Grupo de Trabajo sobre Nutrición en el Deporte de la Federación Española de Medicina del Deporte. García Gabarra A, Villegas García JA. *Arch Med Deporte* 2019;36(Supl. 1):7-83.
35. Hernandez JM, Moccia T, Fluckey JD, Ulbrecht JS, Farrell PA. Fluid snacks to help persons with type 1 diabetes avoid late onset postexercise hypoglycemia. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 ;32(5):904–10.
36. Zaharieva DP, Riddell MC. Caffeine and glucose homeostasis during rest and exercise in diabetes mellitus. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab.* 2013;38(8):813–22.
37. Zaharieva DP, Miadovnik LA, Rowan CP, Gumieniak RJ, Jamnik VK, Riddell MC. Effects of acute caffeine supplementation on reducing exercise-associated hypoglycaemia in individuals with Type 1 diabetes mellitus. *Diabet Med J Br Diabet Assoc.* 2016;33(4):488–96.
38. Francescato MP, Stel G, Stenner E, Geat M. Prolonged exercise in type 1 diabetes: performance of a customizable algorithm to estimate the carbohydrate supplements to minimize glycemic imbalances. *PLoS One.* 2015;10(4):e0125220.
39. Buoite Stella A, Assaloni R, Tonutti L, Manca E, Tortul C, Candido R, *et al.* Strategies used by Patients with Type 1 Diabetes to Avoid Hypoglycemia in a 24x1-Hour Marathon: Comparison with the Amounts of Carbohydrates Estimated by a Customizable Algorithm. *Can J Diabetes.* 2017;41(2):184–9.
40. Ajčević M, Candido R, Assaloni R, Accardo A, Francescato MP. Personalized Approach for the Management of Exercise-Related Glycemic Imbalances in Type 1 Diabetes: Comparison with Reference Method. *J Diabetes Sci Technol.* 2020 ;1932296820945372.
41. Riddell M, Pooni R, Fontana F, Scott S. Diabetes Technology and Exercise. *Endocrinol Metab Clinics of North America.* 2020; 49(1):109-125.
42. Chico A, Aguilera E, Ampudia-Blasco FJ, Bellido V, Cardona-Hernández R, Escalada J, *et al.* Clinical Approach to Flash Glucose Monitoring: An Expert Recommendation. *Journal of Diabetes Science and Technology.* 2020; 14:155-164.
43. Lee MH, Vogrin S, Paldus B, Jayawardene D, Jones HM, McAuley SA, *et al.*



Glucose and Counterregulatory Responses to Exercise in Adults With Type 1 Diabetes and Impaired Awareness of Hypoglycemia Using Closed-Loop Insulin Delivery: A Randomized Crossover Study. *Diabetes Care*. 2020; 43:480-483.

44. Valletta JJ, Chipperfield AJ, Clough GF, Byrne CD. Metabolic regulation during constant moderate physical exertion in extreme conditions in Type 1 diabetes. *Diabet Med*. 2012 Jun;29(6):822-6. doi: 10.1111/j.1464-5491.2011.03453.

45. Abraham S, Arunachalam S, Zhong A, Agrawal P, Cohen O, McMahon C. Improved Real-World Glycemic Control With Continuous Glucose Monitoring System Predictive AlertsJ *Diabetes Sci Technol*. 2019 Jul 4;1932296819859334.-doi: 10.1177/1932296819859334.

46. Radermecker RP, Fayolle C, Brun J-F, Bringer J, Renard E. Accuracy assessment of online glucose monitoring by a subcutaneous enzymatic glucose sensor during exercise in patients with type 1 diabetes treated by continuous subcutaneous insulin infusion. *Diabetes Metab*. 2013 May;39(3):258-62. DOI: 10.1016/j.diabet-2012.12.004.

47. Yardley JE, Sigal RJ, Kenny GP, Riddell MC, Lovblom LE, Perkins BA. Point accuracy of interstitial continuous glucose monitoring during exercise in type 1 diabetes. *Diabetes Technol Ther*. 2013;15: 46-9.

48. Iscoe KE, Campbell JE, Jamnik V, Perkins BA, Riddell MC. Efficacy of continuous real-time blood glucose monitoring during and after prolonged high-intensity cycling exercise: spinning with a continuous glucose monitoring system. *Diabetes Technol Ther*. 2006; 8(6):627-35. doi: 10.1089/dia.2006.8.627.

49. Davey RJ, Jones TW, Fournier PA. Effect of short-term use of a continuous glucose monitoring system with a real-time glucose display and a low glucose alarm on incidence and duration of hypoglycemia in a home setting in type 1 diabetes mellitus. *J Diabetes Sci Technol*. 2010 Nov 1; 4(6):1457-64. doi:10.1177/193229681000400620.

50. Moser O, Mader JK, Tschakert G, Mueller A, Groeschl W, Pieber T, *et al*. Accuracy of Continuous Glucose Monitoring (CGM) during Continuous and High-Intensity Interval Exercise in Patients with Type 1 Diabetes Mellitus. *Nutrients*. 2016; 8(8):489. DOI: 10.3390/nu8080489.

51. Pieri M, Cialoni D, Alessandro M. Continuous real-time monitoring and recording of glycemia during scuba diving: pilot study. *Undersea Hyperb Med*.2016; 43(3):265-72.

52. Jendel J, Adolfsson P. Continuous Glucose Monitoring Diving and Diabetes: An Update of the Swedish Recommendations. *J Diabetes Sci Technol* 2020; 14(1): 170–173.

53. Giani E, Macedoni M, Barilli A, Petitti A, Mameli C, Bosetti A, *et al*. Performance of the Flash Glucose Monitoring System during exercise in youth with Type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*. 2018; 146:321-329.



- 54.** Moser O, Eckstein ML, Mueller A, Birnbaumer P, Aberer F, Koelher G, *et al.* Impact of physical exercise on sensor performance of the FreeStyle Libre intermittently viewed continuous glucose monitoring system in people with Type 1 diabetes: a randomized crossover trial. *Diabetic Med.* 2019; 36: 606-611.
- 55.** Ida S, Kaneko R, Imataka K, Okubo K, Shirakura Y, Azuma K, *et al.* Effects of Flash Glucose Monitoring on Dietary Variety, Physical Activity, and Self-Care Behaviors in Patients with Diabetes. *Journal of Diabetes Research.* 2020: 9463648. doi: 10.1155/2020/9463648.
- 56.** Mallad A, Hinshaw L, Schiavon M, Dalla Man C, Dadlani V, Basu R, *et al.* Exercise effects on postprandial glucose metabolism in type 1 diabetes: a triple-tracer approach. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism.* 2015;308(12):E1106-15.
- 57.** Iscoe KE, Riddell MC. Continuous moderate-intensity exercise with or without intermittent high-intensity work: effects on acute and late glycaemia in athletes with Type 1 diabetes mellitus. *Diabetic Medicine.* 2011;28(7):824-32.
- 58.** Hasan S, Shaw SM, Gelling LH, Kerr CJ, Meads CA. Exercise modes and their association with hypoglycemia episodes in adults with type 1 diabetes mellitus: a systematic review. *BMJ Open Diabetes Research and Care.* 2018;6(1):e000578.
- 59.** Moser O, Eckstein ML, Mueller A, Birnbaumer P, Aberer F, Koehler G, *et al.* Reduction in insulin degludec dosing for multiple exercise sessions improves time spent in euglycaemia in people with type 1 diabetes: A randomized crossover trial. *Diabetes, Obesity and Metabolism.* 2019;21(2):349-56.
- 60.** Rickels MR, DuBose SN, Toschi E, Beck RW, Verdejo AS, Wolpert H, *et al.* Mini-Dose Glucagon as a Novel Approach to Prevent Exercise-Induced Hypoglycemia in Type 1 Diabetes. *Diabetes Care.* 2018 ;41(9):1909-16.
- 61.** Steineck IIK, Ranjan A, Schmidt S, Clausen TR, Holst JJ, Nørgaard K. Preserved glucose response to low-dose glucagon after exercise in insulin-pump-treated individuals with type 1 diabetes: a randomised crossover study. *Diabetologia.* 2019;62(4):582-92.
- 62.** Campbell MD, Walker M, Bracken RM, Turner D, Stevenson EJ, Gonzalez JT, *et al.* Insulin therapy and dietary adjustments to normalize glycemia and prevent nocturnal hypoglycemia after evening exercise in type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *BMJ Open Diabetes Research and Care.* 2015;3(1):e000085.
- 63.** Campbell MD, Walker M, Trenell MI, Jakovljevic DG, Stevenson EJ, Bracken RM, *et al.* Large Pre- and Postexercise Rapid-Acting Insulin Reductions Preserve Glycemia and Prevent Early- but Not Late-Onset Hypoglycemia in Patients With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care.* 2013 ;36(8):2217-24.
- 64.** Younk LM, Mikeladze M, Tate D, Davis SN. Exercise-related hypoglycemia in diabetes mellitus. *Expert Rev Endocrinol Metab* 2011;6(1):93-108.



- 65.** Duclos M, Oppert JM, Vergeset B, Coliche V, Gautierf JF, Guezennec Y, Reach G. Physical activity and type 2 diabetes. Recommendations of the SFD (Franco-phone Diabetes Society) diabetes and physical activity working group. *Diabetes Metab J* 2013;39(3):205-216.
- 66.** Shahar J, Hamdy O. Medication and exercise interactions: considering and managing hypoglycemia risk. *Diabetes Spectr* 2015;28(1):64-7.
- 67.** DeFronzo RA. Pharmacologic therapy for type 2 diabetes mellitus. *Ann Intern Med* 1999;131(4):281-303.
- 68.** Goldenberg RM, Berard LD, Cheng AY, Gilbert JD, Verma S, Woo VC, Yale JF. SGLT2 Inhibitor-associated Diabetic Ketoacidosis: Clinical Review and Recommendations for Prevention and Diagnosis. *Clin Ther* 2016;38(12):2654-2664.
- 69.** Petruzelkova L, Pickova K, Sumnik Z, Soupla J, Obermannova B. Effectiveness of SmartGuard technology in the prevention of nocturnal hypoglycemia after prolonged physical activity. *Diabetes Technol Ther* 2017;19:299-304.
- 70.** Aronson R, Li A, Brown RE, McGaugh S, Riddell MC. Flexible insulin therapy with a hybrid regimen of insulin degludec and continuous subcutaneous insulin infusion with pump suspension before exercise in physically active adults with type 1 diabetes (FIT Untethered): a single-centre, open-label, proof-of-concept, randomised crossover trial. *Lancet Diabetes Endocrinol* 2020; 8:511-523.
- 71.** Tagougui S, Taleb N, Rabasa-Lhoret R. The benefits and limits of technological advances in glucose management around physical activity in patients with Type 1 diabetes. *Front Endocrinol* 2019;doi:10.3389/fendo.2018.00818.
- 72.** Zaharieva DP, Riddell MC. Insulin management strategies for exercise diabetes. *Can J Diabetes* 2017; 41:507-516.
- 73.** Grupo de Trabajo de Tecnologías Aplicadas a la Diabetes de la Sociedad Española de Diabetes. Guía rápida ISCI. Situaciones especiales. Ed. Sociedad Española de Diabetes, 2018;28-31.
- 74.** Reyes-García R, Mezquita-Raya P, Moreno-Pérez O, Muñoz-Torres M, Merino-Torres JF, Márquez Pardo R, Jódar-Gimeno E, Escalada J, Gargallo-Fernández M, Soto-Gonzalez A, González-Pérez de Villar N, Bellido D, Gómez-Peralta F, de Luis Román D, López de la Torre M. Resumen ejecutivo: Documento de posicionamiento: evaluación y manejo de la hipoglucemia en el paciente con diabetes mellitus 2020. Grupo de Trabajo de Diabetes Mellitus de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, 2020, en prensa.
- 75.** Rabasa-Lhoret R, Bourque J, Ducros F, Chiasson JL. Guidelines for premeal insulin dose reduction for postprandial exercise of different intensities and durations in type 1 diabetic subjects treated intensively with a basal-bolus insulin regimen (ultralente-lispro). *Diabetes Care* 2001; 24(4):625-630.
- 76.** Moser O, Tschakert G, Mueller A, *et al.* Short-acting insulin reduction strate-



gies for continuous cycle ergometer exercises in patients with type 1 diabetes mellitus. *Asian J Sports Med* 2017; 8(1).

77. Dhatariya K. Blood ketones: Measurement, interpretation, limitations, and utility in the management of diabetic ketoacidosis. *Rev. Diabet. Stud.* 2016 13:217–225.

78. Diabetes and recreational diving: Guidelines for the future. Pollock NW, editor. *Proceedings of The UHMS/DAN2005 June 19 Workshop.* Durham, NC: Divers Alert Network;2005.

79. Luks AM, McIntosh SE, Grissom CK, Auerbach PS, Rodway GW, Schoene RB, *et al.* Wilderness Medical Society consensus guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness. *Wilderness Environ Med.* 2010;21:146.

80. de Mol P, de Vries ST, de Koning EJ, Gans RO, Tack CJ, Bilo HJ. Increased insulin requirements during exercise at very high altitude in type 1 diabetes. *Diabetes Care.* 2011;34:591-5

81. de Mol P, Fokkert MJ, de Vries ST, de Koning EJ, Dikkeschei BD, Gans RO, Tack CJ, Bilo HJ. Metabolic effects of high altitude trekking in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2012;35:2018-20.

82. de Mol P, de Vries ST, de Koning EJ, Gans RO, Bilo HJ, Tack CJ. Physical Activity at Altitude: Challenges for People With Diabetes: A Review. *Diabetes Care.* 2014 ;37:2404-2413.

83. Mohajeri S, Perkins BA, Brubaker PL, Riddell MC. Diabetes, trekking and high altitude: recognizing and preparing for the risks. *Diabet Med.* 2015;32:1425-1437.

84. Richards P, Hillebrandt D The practical aspects of insulin at high altitude. *High Alt Med Biol.* 2013;14:197-204.

85. Bonci CM, Bonci LJ, Granger LR, Johnson CL, Malina RM, Milne LW, Ryan RR, Vanderbunt EM. National athletic trainers' association position statement: preventing, detecting, and managing disordered eating in athletes. *J Athl Train.* 2008 Jan-Mar;43(1):80-108.



Con la colaboración de:

