



FACULTADE DE ENFERMARÍA

Grado en Enfermería

TRABAJO FIN DE GRADO

MODALIDAD: Revisión sistemática tipo PRISMA

TÍTULO: Manejo de la diabetes tipo 1 en atletas: una revisión sistemática

AUTOR/A: Aron Astray Gomez

TUTOR/A: M^a Jesus Nuñez Iglesias

CONVOCATORIA: Junio 2023-2024

ÍNDICE

I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- JUSTIFICACIÓN	3
III.- OBJETIVOS.....	4
IV.- MÉTODO.....	4
V.- RESULTADOS	6
VI.-DISCUSIÓN	19
VII.-CONCLUSIONES	20
VIII.-BIBIOGRAFÍA	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de insulina y sus características	2
Tabla 2. Bases de datos y motores de búsqueda	5
Tabla 3. Intensidad de actividades deportivas.....	7
Tabla 4. Pautas nutricionales pre y post ejercicio en atletas.....	10
Tabla 5. Clasificación ABCD de los suplementos nutricionales según evidencia y su grado de seguridad.	11
Tabla 6. Pauta de administración de insulina atendiendo a la intensidad y tipo de ejercicio.....	18

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sustratos energéticos durante el ejercicio	1
Figura 2. Algoritmo PRISMA en el que se recoge la sistemática de identificación, cribado e inclusión.....	6
Figura 3. Nutrición, control glucémico y tratamiento farmacológico durante en entrenamiento y la competición.....	14

TÍTULO: Manejo de la diabetes tipo 1 en atletas: una revisión sistemática.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La diabetes mellitus tipo 1 es una patología crónica insulino dependiente. Es creciente la población con este trastorno que es atleta. Esto implica la necesidad de gestionar el control glucémico, la prevención de complicaciones y optimizar el rendimiento de la actividad física realizada.

OBJETIVOS: Conocer el manejo de la diabetes tipo 1 en atletas.

MÉTODOS: Se realizó la búsqueda en bases de datos: PubMed, CINAHL, Cochrane database of systematic reviews, SPORTDiscus, Cochrane Clinical Trials Library, NIH clinical trials, revistas específicas. Se empleó de la metodología PRISMA y criterios PICO.

RESULTADOS: Se encontraron un total de 296 artículos de los cuales solo 22 fueron incluidos. Con carácter general se considera que, dependiendo de la glucemia pre-ejercicio se debe de ingerir mayor o menor cantidad de hidratos de carbono y modificar la pauta de tratamiento. Algunos de los estudios revisados constatan existencia de hipoglucemia pese a las medidas citadas. Se postula el uso de dispositivos de monitorización continua de glucosa para prevenir la hipoglucemia

CONCLUSIONES: La optimización del consumo de macronutrientes del atleta, especialmente carbohidratos, la dosis de insulina basal y de acción corta, y el control frecuente de la glucosa en sangre, son aspectos que condicionan que los atletas puedan rendir al máximo y reducir su riesgo de alteración de la glucemia.

PALABRAS CLAVE: atleta, diabetes tipo 1, manejo, rendimiento, complicaciones

TITLE: Management of type 1 diabetes in athletes: a systematic review.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Type 1 diabetes mellitus is a chronic insulin-dependent pathology. The population with this disorder that is an athlete is growing. This implies the need to manage glycemic control, prevent complications and optimize the performance of the physical activity carried out.

OBJECTIVES: To know the management of type 1 diabetes in athletes.

METHODS: The research was made in databases: PubMed, CINAHL, Cochrane database of systematic reviews, SPORTDiscus, Cochrane Clinical Trials Library, NIH clinical trials, specific journals. PRISMA and PICO method was used.

RESULTS: A total of 296 articles were found, of which only 22 were included. In general, it is considered that, depending on pre-exercise blood glucose, a greater or lesser amount of carbohydrates should be ingested, and the treatment regimen modified. Some of the studies reviewed confirm the existence of hypoglycemia despite the measures. The use of continuous glucose monitoring devices is postulated to prevent hypoglycemia.

CONCLUSIONS: Optimizing the athlete's macronutrient consumption, especially carbohydrates, the dose of basal and short-acting insulin, and frequent control of blood glucose are aspects that determine whether athletes can perform at their best and reduce their risk of dysglycemia.

KEY WORDS: athlete, type 1 diabetes, management, performance, complications.

TÍTULO: Xestión da diabetes tipo 1 en atletas: unha revisión sistemática.

RESUMO

INTRODUCCIÓN: A diabetes mellitus tipo 1 é unha patoloxía crónica dependente da insulina. A poboación con este trastorno que é deportista está en aumento. Isto implica a necesidade de xestionar o control glicémico, previr complicacións e optimizar o rendemento da actividade física realizada.

OBXECTIVOS: Coñecer o manexo da diabetes tipo 1 en atletas.

MÉTODOS: A búsqueda realizouse en bases de datos: PubMed, CINAHL, Cochrane database of systematic reviews, SPORTDiscus, Cochrane Clinical Trials Library, NIH clinical trials e revistas específicas. A inclusión realizouse en función dos criterios PRISMA e PICO.

RESULTADOS: Atopáronse un total de 296 artigos, dos cales só se incluíron 22. En xeral, considérase que, en función da glicosa no sangue antes do exercicio, debe inxerse unha maior ou menor cantidade de hidratos de carbono e modificar o réxime de tratamento. Algúns dos estudos revisados confirmaron a existencia de hipoglicemia a pesar das medidas. Postúlase o uso de dispositivos de monitorización continua da glicosa para previr a hipoglicemia.

CONCLUSIÓN: Optimizar o consumo de macronutrientes do atleta, especialmente hidratos de carbono, a dose de insulina basal e de acción curta, e o control frecuente da glicosa no sangue, son aspectos que determinan se os deportistas poden render ao máximo e reducir o risco de alteración da glicemia.

PALABRAS CHAVE: atleta, diabetes tipo 1, xestión, rendemento, complicacións.

I.- INTRODUCCIÓN

La diabetes tipo 1 (DM 1) se trata de una enfermedad autoinmune caracterizada por un déficit de insulina debido a una destrucción de las células β del páncreas por parte de anticuerpos propios. Es por esta razón que la DM 1 es insulino dependiente (Pujalte et al., 2022).

Aproximadamente el 5% de las personas con DM 1 son atletas competitivos y participan activamente en deportes de alto rendimiento. Estos atletas entrenan día a día con aspiraciones de podio, y en general, del mejor rendimiento posible. La gestión de esta situación es compleja ya que se requiere la monitorización de la glucemia, el recuento de carbohidratos y macronutrientes, la administración de la dosis de insulina al mismo tiempo que entrenan y se preparan para las competiciones (Ridell et al., 2020).

En general, los deportistas con DM 1 tienden a ser más jóvenes y suelen ser más competitivos. Hay deportistas de élite y de resistencia con DM 1 (Shugart et al., 2010).

El deportista requiere demandas energéticas muy altas y emplea el glucógeno muscular, pero este tiene una capacidad de proporcionar energía limitada (solo durante los primeros minutos) (Figura 1). A partir de ahí, el organismo emplea la glucosa sanguínea pero que requiere la acción de la insulina para llegar al interior de las células y poder proporcionar la energía. Durante el ejercicio físico se consume glucosa y como consecuencia puede llegar a disminuir tanto el nivel de glucemia que se produzcan hipoglucemias. De forma más específica, en deportes de mayor duración, también entrarán en juego otros mecanismos de obtención de energía como puede ser la glucogénesis, la obtención de glucosa de fuentes hepáticas o la lipólisis a partir de triacilglicerol muscular (Murillo, 2012; Ridell et al., 2022).

En las personas diabéticas la monitorización de la ingesta de carbohidratos, así como el equilibrio entre la ingesta de estos y la glucemia tienen como objetivo tanto evitar complicaciones agudas y crónicas, asociadas a alteraciones de la glucemia, como a alteración de la capacidad funcional (Patton, 2011). En el caso de los/as atletas, los carbohidratos juegan un papel importante en el rendimiento y el entrenamiento por varias razones: (a) el consumo de carbohidratos es importante para mantener la euglucemia durante y después del ejercicio y para reponer el almacenamiento de glucógeno; (b) los carbohidratos proporcionan el principal combustible para el cerebro; (c) se utilizan tanto en la vía anaeróbica como en la oxidativa y pueden favorecer la actividad muscular en diversas actividades deportivas (Horton y Subauste, 2016).

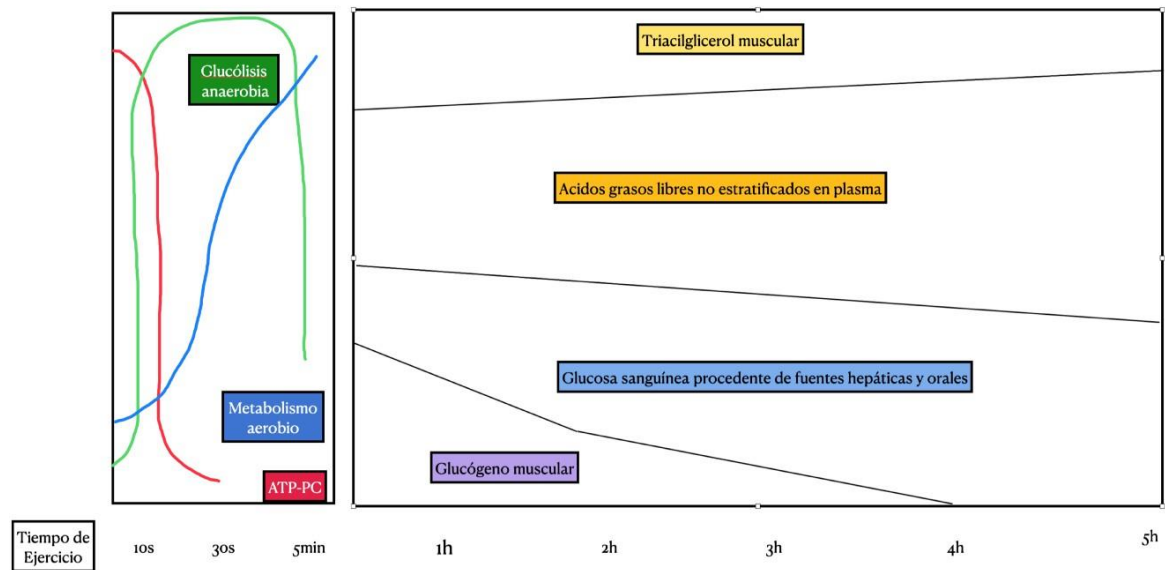


Figura 1. Sustratos energéticos durante el ejercicio. Elaboración propia. Adaptado de Ridell et al., 2022.

El tratamiento farmacológico de la DM 1 implica un régimen de inyecciones diarias múltiples (IDM) o el uso de la bomba de inyección subcutánea (ISCI). Existen diferentes tipos de insulina según las necesidades y particularidades de la persona. La tabla 1 recoge los diferentes tipos de insulina, así como las características relacionadas con su efecto en el organismo. En el régimen MDI, se administra insulina de acción prolongada una o dos veces al día para proporcionar control basal, y se administra insulina de acción corta antes de las comidas como cobertura en bolo de los carbohidratos consumidos. En la ISCI, se utiliza una bomba de insulina para administrar insulina subcutánea continua como cobertura basal. Este último procedimiento permite realizar ajustes rápidos en la infusión de insulina para satisfacer los cambios glucémicos inducidos por el ejercicio; limitando la hiperglucemia postejercicio en la población con DM1 en comparación con la terapia con MDI sin aumentar el riesgo de hipoglucemia de aparición tardía postejercicio (Ridell et al., 2022).

Tabla 1. Tipos de insulina y sus características.

Tipo de insulina	Tiempo inicio efecto	Tiempo para su punto máximo	Duración del efecto
de acción rápida/ultrarápida	15 minutos	1 hora	2 a 4 horas (rápido) 5 a 7 horas (ultra)
de acción rápida (inhalado)	10 a 15 minutos	30 minutos	3 horas
de acción corta	30 minutos	2 a 3 horas	3 a 6 horas
de acción intermedia	2 a 4 horas	4 a 12 horas	12 a 18 horas
de acción prolongada	2 horas	no alcanza su punto máximo	24 horas

Elaboración propia. Fuente: *National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases, 2024.*

La diabetes y en particular la DM 1, requieren un manejo integral para un adecuado control glucémico, prevención de complicaciones agudas y crónicas y, preservar la calidad de vida. Si consideramos estos mismos aspectos aplicado a deportistas de élite, se requiere un manejo específico adaptado a las características de la actividad deportiva realizada, sus periodos de entrenamiento y competiciones (Colberg et al., 2016; Ridell et al., 2020). Este Trabajo Fin de Grado abordará dichos aspectos en deportistas y en particular en atletas.

II.- JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se justifica atendiendo a los siguientes aspectos:

- 1) El manejo óptimo de la DM en atletas requiere la intervención coordinada tanto en materia tanto de salud como en materia deportiva (*American Diabetes Association, 2023*).
- 2) La DM es la enfermedad metabólica más extendida, y la DM 1 es la más frecuente en el contexto de los atletas, posiblemente debido a la edad de aparición más temprana de la DM en estos (Pujalte et al., 2022).
- 3) El ejercicio es un componente importante del tratamiento de la diabetes, y la mayoría de las personas con DM pueden participar de forma segura en deportes de nivel recreativo y de élite, siguiendo las pautas adecuadas (Shugart et al., 2010).
- 4) El manejo eficaz de la DM 1 en atletas es un desafío constante; siendo el principal el alto riesgo de hipoglucemia (Horton y Subauste, 2016).
- 5) Para prevenir la descompensación de la DM 1 se requiere el manejo integral de dieta, tratamiento farmacológico y del estilo de vida (*American Diabetes Association, 2023*).

- 6) El personal de enfermería tiene un papel esencial para desarrollar una colaboración conjunta eficaz y eficiente con otros profesionales para gestionar la atención y cuidado a las personas con DM, incluyendo a los/as atletas (O'Flynn, 2010).

III.- OBJETIVOS

General

Conocer los cuidados específicos de la DM 1 en atletas.

Específicos

- 1) Analizar las pautas nutricionales pre y post ejercicio en atletas con DM 1.
- 2) Conocer las pautas de control glucémico pre y post ejercicio en atletas con DM 1.
- 3) Conocer el tratamiento farmacológico pre y post ejercicio en atletas con DM 1.

IV.- MÉTODO

IV.1.- Tipo de Estudio Revisión sistemática PRISMA.

IV.2.- Diseño

Se realizó la búsqueda y selección de los estudios según la declaración PRISMA (Page et al., 2020) para la valoración de una revisión sistemática.

IV.2.1- Criterios de inclusión atendiendo a los criterios PICO

Se entiende por PICO:

- Población: Diabéticos/as Tipo 1 atletas.
- Intervenciones: nutricional, farmacológica, control glucémico.
- Comparaciones: según intensidad de ejercicio y/o duración del ejercicio.
- *Outcomes* (resultados): control glucémico, cobertura de necesidades nutricionales, presencia o no de complicaciones.

IV.2.2- Bases de datos/motores de búsqueda

Se muestran en la Tabla 2; incluyen MEDLINE, CINAHL, Sportdiscus, *Cochrane database of systematic reviews*, *Cochrane clinical trials library* y *NIH clinical trials*, revistas específicas.

IV.2.3- Palabras clave y términos MeSH (*Medical Subject Headings*)

Diabetes Tipo 1 O/OR Diabetes Type 1 AND Atleta O/OR athlete AND nutrición O/OR nutrition O/OR dieta/Diet Y/ AND pharmacologic control

IV.2.4- Filtros

Atendiendo a la base de datos/motor de búsqueda se emplearon los filtros predeterminados o bien los criterios generales/específicos de búsqueda. En el caso de que los filtros no existiesen como predeterminados se incorporan a la búsqueda como palabras clave.

IV.2.5- Periodo temporal de búsqueda

- Inicio: 2010 en base a la publicación de manejo de la diabetes en deporte de la *American Sport Association* y de la *American Diabetes Association* (Colberg et al., 2010).
- Final: abril 2024; en base a los plazos de entrega del trabajo Fin de Grado.

IV.2.6-Eliminación de duplicados

Se utilizó el software EPPI-Reviewer 4 (*Evidence for Policy and Practice Information and Coordinating Centre, University of London, London, UK*) para identificar registros duplicados y para la selección de títulos y resúmenes. Además, se realizó la comprobación de forma manual.

Tabla 2. Bases de datos y motores de búsqueda.

Motor de búsqueda	PubMed	Motor de búsqueda de MEDLINE (Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos U.S. National Institutes of Health's National Library of Medicine (NIH/NLM).
Base de datos	Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL)	Indice de artículos sobre enfermería, medicina y otras ciencias de la salud
Base de datos	Sports-discuss	Base de datos bibliográfica sobre deporte y salud
Base de datos	Cochrane database of systematic reviews	Base de datos que maneja artículos relacionado con las ciencias de la salud Incluye revisiones sistemáticas, protocolos editoriales y suplementos
Base de datos	Cochrane Clinical Trials Library	Fuente de informes bibliográficos de ensayos controlados aleatorizados
Base de datos	NIH clinical trials specific journals	Base de datos de ensayos clinicos que forma parte del departamento de salud de EEUU.

V.- RESULTADOS

V.1. RESULTADOS GENERALES DE LA BÚSQUEDA

Se indican los resultados, según el algoritmo PRISMA, a continuación (Figura 2).

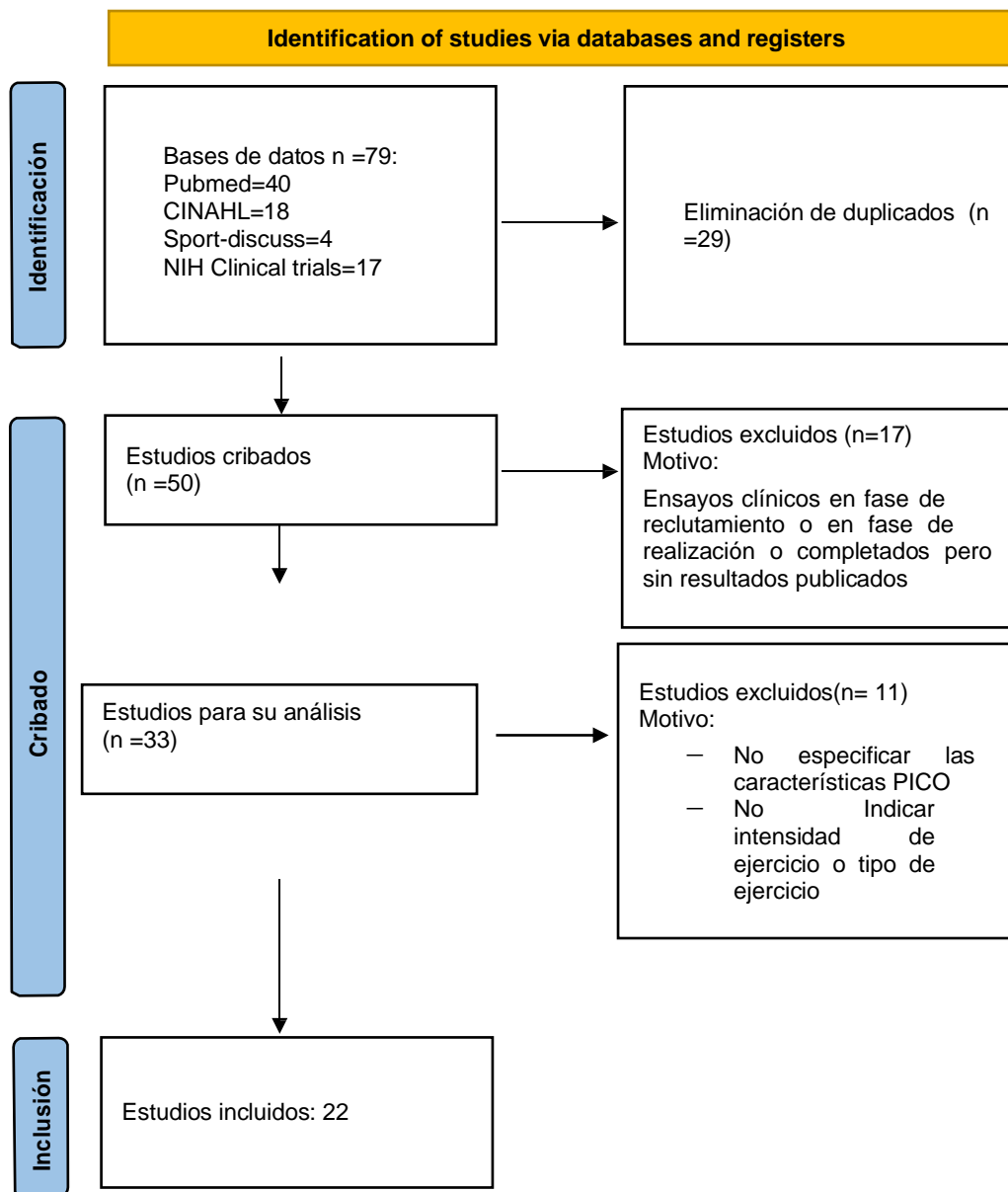


Figura 2. Algoritmo PRISMA en el que se recoge la sistemática de identificación, cribado e inclusión.

V.2.RESULTADOS POR OBJETIVOS ESPECÍFICO

Se indican a continuación.

V.2.1. Para el objetivo específico 1: Analizar las pautas nutricionales pre y post ejercicio

A) Recomendaciones nutricionales para el máximo rendimiento deportivo

Los atletas con DM1 necesitan calorías y líquidos adicionales, según la intensidad del ejercicio, el gasto energético total, el tipo de ejercicio, la duración del ejercicio, el sexo y las circunstancias ambientales. Los objetivos principales de la ingesta de nutrientes durante el entrenamiento y la competición son reponer las pérdidas de líquidos y proporcionar hidratos de carbono para mantener los niveles de glucemia. La elección de alimentos y líquidos que se utilizarán antes, durante y después del ejercicio está influenciada por varios factores, incluida la intensidad y duración del entrenamiento, las condiciones ambientales y las características individuales del atleta (Horton y Subauste, 2016).

Para conocer la intensidad de la actividad deportiva y estimar las necesidades del/la atleta se indican los aspectos recogidos en la Tabla 3:

Tabla 3. Intensidad de actividades deportivas.

	% de FCM	% VO2 max	METs	Ejemplos
Bajo	< 60%	< 50%	< 3	Ciclismo (< 10 km/h), equitación lenta, voleibol, tiro con arco, gimnasia ligera, bicicleta estática
Moderado	60-79.9%	50-74.9%	3-6	Ciclismo (10-20 km/h), tenis, baloncesto, fútbol (entrenamiento), series de natación con cambios de estilo/ritmo/intensidad, remo, buceo, trote, esquí alpino, patinaje, pesas (ligeras), vela ligera
Alto	≥ 80%	≥ 75%	> 6	Ciclismo (> 20 km/h o bicicleta de montaña), montañismo, carrera a pie (> 7 km/h), esquí de fondo, galopar, baloncesto, fútbol (competiciones), natación cambiando estilos/ritmo/intensidad, pelota vasca, balonmano, pesas (intenso), boxeo/kárate

% de FCM: porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima; % VO2 máx.: Porcentaje de consumo máximo de oxígeno; MET: equivalente metabólico (1 MET: 3,5 ml de O₂/kg/min; 1 Kcal/kg/h. Elaboración propia. Fuente: Gargallo-Fernández et al., 2015.

Para delimitar el periodo posterior al ejercicio se considera (Scott et al., 2021):

- El período postejercicio, período de tiempo después del ejercicio hasta que se inicia otro. Una serie de ejercicios influye especialmente en la glucemia tanto durante como después, y este efecto puede persistir durante 48 horas o más debido a cambios en la sensibilidad a la insulina y la captación de glucosa muscular. Por lo tanto, desde un punto de vista técnico, el período postejercicio incluye todo el periodo que abarca desde inmediatamente después del ejercicio hasta las siguientes 48 h (y potencialmente más, si el atleta se sometió a una prueba de resistencia exhaustiva).

Analizaremos en los siguientes párrafos las pautas específicas encontradas y se resumen en la Tabla 4.

Las recomendaciones de la *Academy of Nutrition and Dietetics, Dieticians of Canada*, y de la *American College of Sports Medicine* (Colberg et al., 2016) son:

- Consumo de carbohidratos de 3 a 10 g/kg/d (hasta 12 g/kg/d para actividades extremas y prolongadas).
- Consumo de proteínas de 1,2 a 2,0 g/kg/d para atletas entrenados en resistencia y fuerza. Esta recomendación generalmente se puede cumplir únicamente con la dieta, sin el uso de suplementos dietéticos.
- Consumo de grasas del 20% al 35% de la ingesta energética total.
- Consumir un 20% o menos de energía procedente de la ingesta de grasas no beneficia el rendimiento.

Otras recomendaciones (Gallen et al., 2011; Cavallo et al., 2024; Pujalte et al., 2022; Yurkewicz y Cordas, 2016) atendiendo a:

- La duración del ejercicio que indican que se deben ingerir de 15 a 30 g de carbohidratos por cada 30 minutos de ejercicio, consumiendo una pequeña porción de 15 a 30 minutos antes del inicio del ejercicio.
- Además, se puede aumentar la ingesta de carbohidratos de 12 a 24 horas antes del ejercicio para ayudar a evitar posibles complicaciones del ejercicio.
- Por el tipo de entrenamiento y/o la duración de este: (a) si es de baja intensidad, la recomendación de carbohidratos es de 3 a 5 g/kg/día; (b) para ejercicio de intensidad moderada a alta de 4-5 horas /día la recomendación de carbohidratos es de 10 a 12 g/kg/día.
- Se propone como un algoritmo sencillo de recordar la ingesta: de 15 a 30 g de carbohidratos por cada 30 minutos de ejercicio.
- Se hace hincapié en los carbohidratos ya que, en reposo, el consumo de energía es bajo, con una tasa de oxidación de carbohidratos de aproximadamente 0,1 g por min⁻¹ dependiendo de la dieta y el ejercicio previo a las mediciones (para atletas sin diabetes). Sin embargo, durante el ejercicio, hay cambios considerables en el uso de combustible que son establecidos principalmente por la intensidad y duración del ejercicio. Cuando se hace ejercicio a intensidades de más del 70% de la tasa máxima de consumo de oxígeno, medida durante el ejercicio incremental (VO₂máx), los carbohidratos serán la principal fuente energética.

(B) Pautas nutricionales para prevenir la hipoglucemia

Pese a las pautas indicadas, la hipoglucemia es uno de los principales riesgos de la actividad deportiva en personas con DM1. Reducir la dosis de insulina y administrar una cantidad adicional de carbohidratos durante o inmediatamente después de la actividad son dos estrategias para minimizar el riesgo de hipoglucemia. Sin embargo, estas acciones no siempre logran prevenir la hipoglucemia, especialmente la de aparición tardía. El consumo de proteínas podría representar una opción eficaz para minimizar el riesgo de hipoglucemia de aparición tardía y, al mismo tiempo, contribuir a mejorar la recuperación muscular y la recuperación de proteínas endógenas. Elegir la cantidad correcta de proteína que deben consumir los atletas representa una de las principales áreas de investigación clínica en este campo (Cavallo et al., 2024).

Tabla 4. Pautas nutricionales pre y post ejercicio en atletas.

Hidratos de Carbono (g/kg/día)	Proteínas	Grasas
5 - 12 g de CHO por kilogramo de masa corporal por día (Horton y Subauste, 2016; Gallen et al., 2016)	1,2 y 1,7 g/kg de peso corporal al día atletas entrenados en resistencia y fuerza (Horton y Subauste, 2016)	Entre el 20 % y el 35 % de la ingesta total de energía. Consumir ≤ 20% de la energía proveniente de la ingesta de grasas no beneficia el rendimiento (Colberg et al., 2016; Horton y Subauste, 2016).
3 a 10 g/kg/d, hasta 12 g/kg/d para actividades extremas y prolongadas (Colberg et al., 2016)	1,2 a 2,0 g/kg/d para atletas entrenados en resistencia y fuerza (Pujalte et al., 2022; Yurkewicz y Cordas, 2016, Colberg et al., 2016)	
15 a 30 g de carbohidratos por cada 30 minutos de ejercicio (Pujalte et al., 2022; Yurkewicz y Cordas, 2016)		
baja intensidad, 3- 5 g/kg/día; intensidad moderada a alta de 4-5 horas /día, 10- 12 g/kg/día (Pujalte et al., 2022; Yurkewicz y Cordas, 2016) Durante el ejercicio: 30 g por cada hora de evento deportivo (Horton y Subauste, 2016). ≥3 horas: 30 - 60 gramos por hora de evento deportivo; cuando se requieren más de 70 g por hora, utilizar una mezcla de fuentes de carbohidratos (es decir, una proporción de glucosa y fructosa de 2:1) (Horton y Subauste, 2016)		

(C) Recomendaciones sobre la utilización de suplementos nutricionales

Algunos autores realizan recomendaciones sobre el uso de suplementos nutricionales, basadas según el Instituto Australiano del Deporte (AIS), los suplementos se pueden clasificar en un esquema de clasificación ABCD según su eficacia basada en evidencia y su grado de seguridad.

Tabla 5. Clasificación ABCD de los suplementos nutricionales según evidencia y su grado de seguridad.

Grupos	Suplementos
A Evidencia científica sólida para su uso en situaciones específicas del deporte utilizando protocolos basados en evidencia	Alimentos deportivos: bebidas deportivas, geles deportivos, dulces deportivos, barras deportivas, suplementos de electrolitos, suplementos de proteínas Suplemento mixto de macronutrientes (barra, polvo, harina líquida); Suplementos Médicos: Hierro, Calcio, Vitamina D, Multivitaminas, Probióticos, Zinc; Suplementos de rendimiento: cafeína, B-alanina, bicarbonato, jugo/nitrato de remolacha, creatina, glicerol
B Soporte científico emergente, merecedor de mayor investigación.	Polifenoles alimentarios: polifenoles derivados de frutas; Antioxidantes: vitamina C, N-acetilcisteína; Sabores: mentol, jugo de pepinillos, quinina; Otros: Suplemento de colágeno, Curcumina, Suplementos de cetonas, Aceites de pescado (Omega 3), Carnitina.
C La evidencia científica no respalda el beneficio entre los atletas	Magnesio, /Leucina, Fosfato, Prebióticos, Vitamina E, Tirosina.
D Sustancias prohibidas o de alto riesgo que podrían dar positivo en una prueba de dopaje	Listado disponible en https://www.wada-ama.org/en/prohibited-list#search-anchor

En la Tabla 4 se observa dentro del “grupo A” la cafeína. Su empleo está respaldado por la declaración de consenso publicada por Scott et al., 2021. En particular, se ha observado que una dosis única de cafeína atenúa la caída de la glucemia en $1,8 \pm 2,8$ mmol/l en comparación con la ingesta de placebo durante el ejercicio ($P=0,056$) (Zahariev et al., 2916).

V.2.2. Para el objetivo específico 2: Conocer las pautas de control glucémico

En primer lugar, se observa que los/as atletas con DM 1 en ocasiones permiten que sus niveles de glucosa aumenten porque temen que los episodios de hipoglucemia afecten a su rendimiento. Al combinar la negación y la actitud general que el deportista pueda tener en relación con su enfermedad, puede generar grandes dificultades para lograr un control adecuado. Por ejemplo, cuando se cuida a un luchador con DM 1, el flujo constante de aumento o pérdida de peso puede provocar complicaciones importantes. En el caso de los atletas, pueden retener su insulina, lo que resulta en una elevación de glucosa. Esto provoca un aumento de la micción y la pérdida de peso y de agua, lo que empeora la deshidratación y aumenta el riesgo de cetoacidosis (Yurkewicz et al., 2016).

En segundo lugar, atendiendo a la bibliografía revisada, las pautas de control glucémico son:

- Número y momento del control glucémico (Yurkewicz et al., 2016):
 - Controlar la glucosa en sangre cada 30 minutos durante el ejercicio, dependiendo del evento deportivo.
 - Realizar al menos 2 mediciones en la hora anterior a comenzar el ejercicio, a intervalos de 30 minutos.
 - Puede ser necesario controlar la glucosa en sangre hasta 6 veces al día.
- Recomendaciones basadas en los hallazgos de glucemia previos al ejercicio, son (Yurkewicz et al., 2016):
 - Si la glucemia es <100 mg/dL o >250 mg/dL se puede intentar complementar con una carga de carbohidratos y volver a verificar como se muestra a continuación. Si la suplementación no logra aumentar la glucosa en sangre después de 2 intentos, el atleta no podrá participar.
 - Si la glucemia es >250 mg/dL, se debe comprobar la presencia de cetonas en la orina; si no hay cetonas presentes, pueden realizar ejercicio leve (caminar). Si hay cetonas presentes, no se puede participar.
 - Si la glucemia es >350 mg/dL, no se debe hacer ejercicio independientemente del hallazgo de cetonas.

- Si la glucemia es >250 mg/dL, se debe suspender el ejercicio hasta que se controle mejor para evitar posibles complicaciones. Según el control de glucosa en sangre, se puede restringir la actividad del atleta.

- Después del ejercicio. Hipoglucemia nocturna/de aparición tardía (Gargallo-Fernández et al., 2015).

- Es muy común y puede ocurrir hasta 24 horas después, debido a un aumento de la sensibilidad a la insulina; sin embargo, la mayoría de los casos de hipoglucemia ocurren entre 2,5 y 12 horas después del ejercicio aeróbico. Para la prevención, se debe disminuir la dosis de insulina basal la noche siguiente a la realización del deporte. El porcentaje y tiempo de disminución de la dosis basal dependen de la intensidad y duración del deporte, existiendo poca evidencia que respalde alguna recomendación específica.

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de un plan de actuación dirigido al periodo de entrenamiento y en la competición. En ella se muestra la nutrición e hidratación, el control glucémico, y el tratamiento farmacológico.

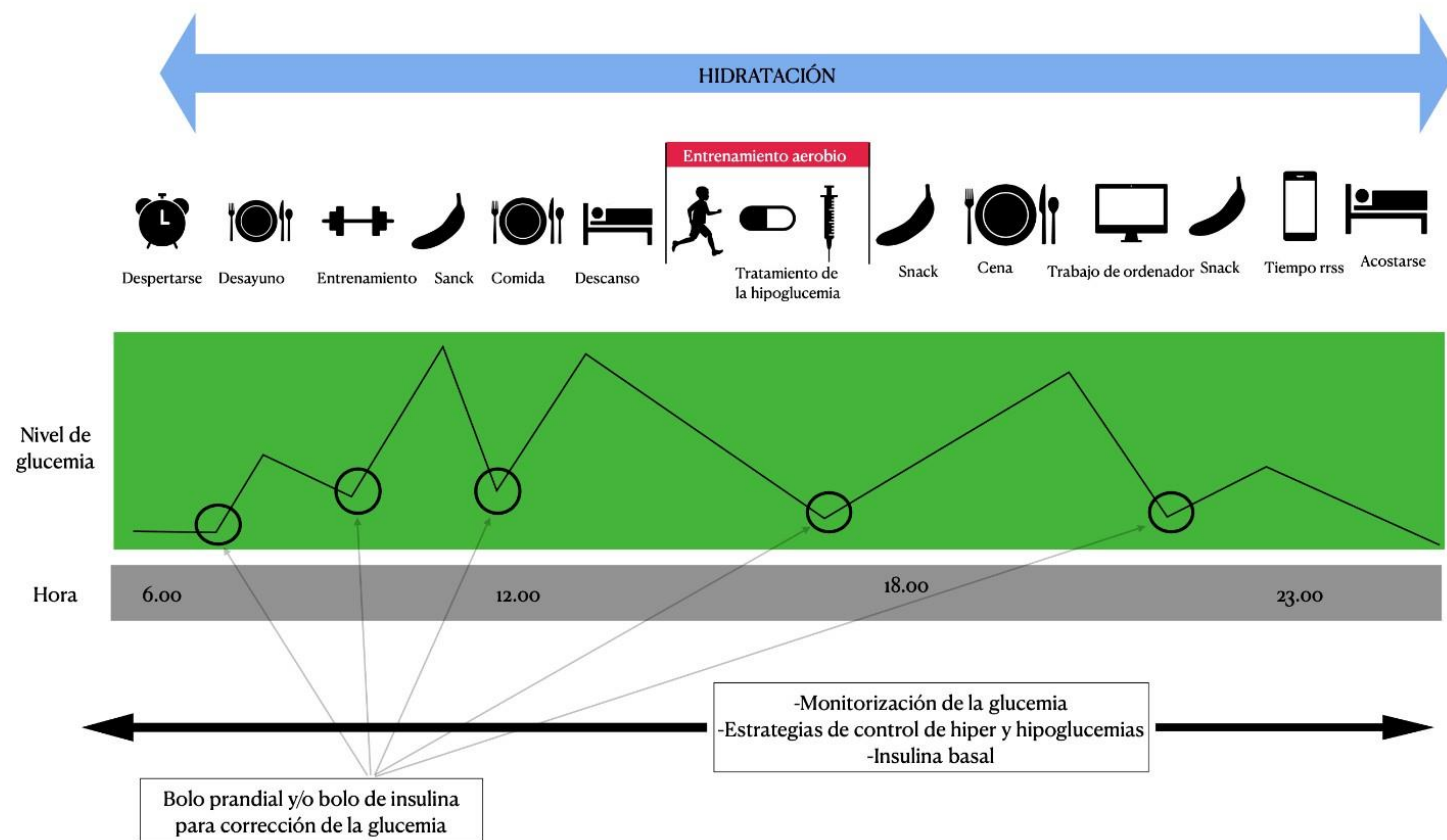


Figura 3. Nutrición, control glucémico y tratamiento farmacológico durante el entrenamiento y la competición. Elaboración propia. Adaptado de Ridell et al., 2020.

V.2.3. Para el objetivo específico 3: Conocer el tratamiento farmacológico pre y post ejercicio en atletas con DM 1

En la Tabla 5 se resumen las pautas de administración de insulina.

Atendiendo a la forma de administración, la intensidad y duración del ejercicio se formulan las siguientes pautas (Pujalte et al., 2022):

- En el caso de MDI:
 - Ejercicios de baja intensidad [25% de Vo_2 máx] realizados durante 30 minutos, se recomienda una reducción del 25% en la dosis de insulina rápida antes de las comidas.
 - Ejercicios de baja intensidad realizados durante 60 minutos o bien ejercicios de intensidad moderada (50 % Vo_2 máx.) realizados durante 30 minutos, se recomienda una reducción del 50 % en la dosis de insulina rápida antes de las comidas.
- Si se administra mediante ISCI, existen diferentes alternativas:
 - Reducción de la insulina basal antes del ejercicio de intensidad moderada a alta.
 - Si el ejercicio se realiza dentro de las tres horas posteriores a una comida (postprandial), se realiza la reducción del bolo de insulina administrado para la comida antes del ejercicio. La cantidad propuesta de reducción de insulina prandial es similar a la de los pacientes que usan un régimen de MDI.
 - Suspender la bomba de insulina antes del ejercicio; recomendándose que sea 60 minutos antes del ejercicio para dar tiempo a que se reduzca la insulina circulante.
 - En cualquier deporte que implique escalar altas montañas o cualquier actividad a gran altura, se requiere estar atento/a a la presencia de burbujas en el catéter o el reservorio de insulina. Los cambios de presión que se producen en un ascenso pueden hacer que el aire que normalmente se disuelve en la solución de insulina se escape y forme burbujas o aumente las que ya estén allí. La presencia de burbujas grandes desplaza la insulina en el catéter y provoca errores en la administración de insulina, favoreciendo tanto la hipoglucemia como la hiperglucemia. Para

evitar estos problemas, se deben eliminar todas las burbujas visibles en el catéter y el depósito antes de un ascenso, y se deben verificar si hay burbujas cada 1000 metros durante el ascenso. En alta montaña también se ha descrito un retraso en la absorción gastrointestinal de los hidratos de carbono, lo que favorece la hipoglucemia postprandial. Para evitar esto, puede resultar útil administrar insulina preprandial mediante un bolo de onda cuadrada o doble. Se puede proteger la bomba, sujetándola contra la piel para mantener una temperatura adecuada que evite que la insulina se congele (Gargallo-Fernández et al., 2015).

- En particular, los pacientes que reciben múltiples inyecciones de insulina pueden experimentar hipoglucemia debido a una hiperinsulinemia relativa, ya que no pueden disminuir sus concentraciones iniciales de insulina cuando toman un componente de acción prolongada. Por el contrario, reducir las concentraciones de insulina basal y prandial de acción prolongada antes del ejercicio disminuye el riesgo de hipoglucemia durante y después de la actividad, pero puede provocar hiperglucemia en otros momentos del día.
- ISCI proporciona una mayor flexibilidad en los ajustes de la insulina basal y en el tratamiento de la hiperglucemia o hipoglucemia asociada a ejercicio que otros métodos de administración de insulina, y en particular, en el tratamiento de la hipoglucemia de inicio temprano y tardío después de ejercicio. Cuando se utiliza un ISCI la tasa de insulina basal debe reducirse en promedio un 20 % durante la noche después de una sesión ejercicio y el bolo debe reducirse hasta un 50 % en la comida posterior a ejercicio (el plan inicial para la insulina posterior a la comida ejercicio es una reducción del bolo del 25 %, independientemente del tipo de ejercicios) (Cavallo et al., 2024).
- Las recomendaciones sobre el ajuste de insulina atendiendo a la intensidad de la actividad deportiva y la ingesta de carbohidratos se indican en la Tabla 5. Existe variabilidad en las mismas en función de si se considera además de la intensidad, la duración y el tipo de ejercicio aeróbico, etc.

- Una reducción del 20% en la tasa basal durante 6 horas (de 9 p.m. a 3 a.m.) disminuye la hipoglucemia nocturna después de 1 hora de ejercicio aeróbico por la tarde.
- Las grandes altitudes disminuyen la ingesta calórica debido a un efecto supresor del apetito. Sin embargo, y a pesar de un aumento del gasto energético, en altitudes superiores a los 3.500-4.000 metros, los requerimientos de insulina y los niveles de glucosa en sangre aumentan, posiblemente por el efecto de las hormonas contra reguladoras que se liberan en las altitudes. Por encima de los 5.000 metros se retrasa el vaciado gástrico, lo que puede provocar hipoglucemia postprandial e hiperglucemia tardía. Por lo tanto, la insulina prandial debe administrarse después de comer.
- Hay que tener en cuenta que el frío puede reducir la absorción subcutánea de insulina y contribuir a aumentar las necesidades de insulina. Los síntomas de la hipoglucemia pueden confundirse con los del mal de altura típico, por lo que se debe mantener un objetivo de 110-220 mg/dl con autocontroles frecuentes y suplementos tomados cada hora. Después de un día de intenso esfuerzo físico, es posible que las reservas de glucógeno se hayan agotado y la administración de glucagón sería ineficaz (Gargallo-Fernández et al., 2015).

Tabla 6. Pauta de administración de insulina atendiendo a la intensidad y tipo de ejercicio.

	Duración del ejercicio					
	< 1 hora		2,5 horas		> 2,5 horas	
	Insulina (Se deben utilizar análogos de acción prolongada como insulina basal)		Insulina (Se deben utilizar análogos de acción prolongada como insulina basal)		Insulina (Se deben utilizar análogos de acción prolongada como insulina basal)	
	Intensidad	Carbohidratos	Carbohidratos	Carbohidratos	Carbohidratos	Carbohidratos
	Reducción basal 20%		Reducción basal 30%		Reducción basal 30%	30-40 g
Baja	De acción rápida sin cambios	30-60 g Glucosa	Reducción basal 30%	30-40 g glucosa/ hora	Reducción de acción rápida 0-50%/Ejercicio aeróbico	carbohidratos de liberación lenta/hora
	Reducción basal 20%				Reducción basal 30%	40-50 g
Moderada	De acción rápida sin cambios	30-60 g Glucosa	Reducción basal 30%	40-50 g glucosa/ hora	Reducción de acción rápida 0-50% Ejercicio aeróbico	carbohidratos de liberación lenta/hora
	Reducción basal 20%		Reducción basal 30%		Reducción basal 30%	50-60 g
Alta	De acción rápida sin cambios	30-60 g Glucosa	De acción rápida previa 30%	50-60 g glucosa/ hora	Reducción de acción rápida 0-50% Ejercicio aeróbico	carbohidratos de liberación lenta/hora

VI.-DISCUSIÓN

Las principales fuentes de combustible para cualquier deportista durante el ejercicio son los lípidos y los carbohidratos. Su combinación en la dieta depende del tipo, intensidad y duración del ejercicio. Inicialmente, la contracción muscular utiliza reservas de ATP y glucógeno en el propio músculo. Con el aumento de la duración del ejercicio, se produce un cambio hacia el uso de fuentes externas de energía, incluidos los ácidos grasos libres y la glucosa en sangre. Durante el ejercicio prolongado, la principal fuente de energía proviene de la glucosa en sangre, que a su vez proviene de la degradación del glucógeno hepático y de los carbohidratos ingeridos. Con ejercicios de mayor intensidad, la necesidad de carbohidratos es aún mayor. En las personas con DM 1, la capacidad de oxidar los carbohidratos ingeridos se ve afectada. Por lo tanto, el atleta depende más del glucógeno muscular y de los ácidos grasos/lípidos libres. Esto los hace más propensos a la cetosis con el ejercicio vigoroso (Yurkewicz et al., 2016). De ahí que sea de vital importancia el conocimiento de las pautas adecuadas de ingesta de lípidos y carbohidratos, y que hayan sido uno de los aspectos analizados en este TFG.

La carga de carbohidratos antes de los eventos deportivos se puede utilizar para posponer la fatiga y extender la duración del ejercicio en estado estable en aproximadamente un 20% y la carga de trabajo entre un 2% y un 3%. Existen diferentes estrategias que dependen del nivel de intensidad y la duración del ejercicio que realizará el atleta. En este TFG hemos constatado que los estudios encontrados recomiendan una ingesta de carbohidratos que oscila entre 3g (Colberg et al., 2016) y 30g ((Horton y Subauste, 2016), atendiendo a dichos aspectos.

Tanto la dieta como los regímenes de insulina, deben individualizarse para cada atleta. El paciente debe tener un buen conocimiento de su enfermedad y del régimen de tratamiento con insulina ya que este se modifica durante el ejercicio (Shugart et al., 2010; Roberts et al., 2013; Gargallo-Fernández et al., 2015; Yurkewicz et al., 2016). En relación con dichos aspectos, el papel del personal de enfermería es fundamental para proporcionar el conocimiento al atleta sobre las pautas de actuación correctas.

La rutina de recuperación postejercicio, particularmente centrada en el rendimiento deportivo, ha recibido poca atención en la literatura científica, centrándose en la insulina o las adaptaciones nutricionales para controlar la glucemia antes y durante la sesión de ejercicio. El período de recuperación post ejercicio presenta una oportunidad para maximizar la adaptación al entrenamiento y la recuperación, y el manejo clínico de la glucemia durante el resto del día y durante la noche. La ausencia de una guía clara para el período posterior al ejercicio significa que las personas con DM 1 deben desarrollar sus propias estrategias de recuperación

basándose en el ensayo y error individual, o seguir las pautas que se han desarrollado para personas sin diabetes. Es aquí donde, el profesional de enfermería puede enseñar autocuidados. A este respecto, autores como Gargallo-Fernández et al., (2015); Ridell et al (2020) aportan recomendaciones que pueden contribuir a la recuperación postejercicio, reduciendo el riesgo de hipoglucemia.

Tras analizar los estudios revisados, dado que las recomendaciones deben de ser adecuadas al tipo y duración del deporte, es evidente que los atletas con DM1 deben tener un plan de atención de la diabetes para los entrenamientos, juegos y competiciones dirigidas a: establecer estrategias para la prevención de la hipoglucemia, identificar barreras para lograr objetivos, conocer sobre cuándo y tipo de ejercicio, conocer y vigilar la dosificación de insulina; con la reducción de la dosis en bolo de insulina que sea más activa en el momento del ejercicio y verificar sus requisitos específicos de dosis de insulina con un especialista para determinar si es necesario un ajuste.

VII.-CONCLUSIONES

- 1) La optimización del consumo de macronutrientes del atleta, especialmente carbohidratos, la dosis de insulina basal y de acción corta y el control frecuente de la glucosa en sangre, son aspectos que condicionan que los atletas puedan rendir al máximo y reducir su riesgo de alteración de la glucemia.
- 2) La ingesta de carbohidratos y de proteínas debe de realizarse atendiendo a la intensidad y duración del ejercicio realizado.
- 3) El consumo de grasas debe de ser del 20% al 35% de la ingesta energética total.
- 4) La hipoglucemia es uno de los principales riesgos en los/as atletas con DM 1.
- 5) Reducir la dosis de insulina o administrar una cantidad adicional de carbohidratos durante o inmediatamente después de la actividad deportiva pueden minimizar el riesgo de hipoglucemia.
- 6) La reducción de la dosis de insulina o el consumo de proteínas puede minimizar el riesgo de hipoglucemia de aparición tardía.
- 7) Debe de realizarse la monitorización frecuente de glucosa antes, durante y después del ejercicio, o utilizar dispositivos de monitoreo continuo de glucosa.
- 8) Las pautas de cuidados se centran principalmente en la insulina o las adaptaciones nutricionales para controlar la glucemia antes y durante la sesión de ejercicio, pero son escasa en la recuperación postejercicio.

VIII.-BIBLIOGRAFÍA

- American Diabetes Association. Improving Care and Promoting Health in Populations. *Diabetes Care*. 2023; 46(Suppl. 1): S10–S18.
- Australian Institute of Sport. Australian Institute of Sport Position Statement: Supplements and Sports Foods in High-Performance Sports, August 2022. [Acceso 21 de marzo de 2024] Disponible en online: https://www.ais.gov.au/data/assets/pdf_file/0014/1000841/Position-Statement-Supplements-and-Sports-Foods.pdf
- Cavallo M, De Fano M, Barana L, Dozzani I, Bianchini E, Pellegrino M et al. Nutritional Management of Athletes with Type 1 Diabetes: A Narrative Review. *Nutrients*. 2024 Mar 21;16(6):907.
- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR et al. American College of Sports Medicine; American Diabetes Association. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*. 2010 Dec;33(12):e147-167.
- Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC et al. Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2016 Nov;39(11):2065-2079
- Gallen IW, Hume C, Lumb A. Fuelling the athlete with type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab*. 2011 Feb;13(2):130-136.
- Gargallo-Fernández M, Escalada J, Gómez-Peraltac F, Rozas P, Martíneze A, Botella-Serrano M et al. Clinical recommendations for sport practice in diabetic patients (RECORD Guide). *Diabetes Mellitus Working Group of the Spanish Society of Endocrinology and Nutrition (SEEN). Endocrinología y Nutrición*;2015; 62(6): e73-e93.
- Gillen JB, Estafanos S, Govette A. Exercise-nutrient interactions for improved postprandial glycemic control and insulin sensitivity. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2021 Aug;46(8):856-865.
- Grightmire B, Alkabbani W, Gamble J. Peak performance: Putting type 1 diabetes management recommendations for athletes to the test. *A J Med Open*;2022. 100011.
- Horton WB, Subauste JS. Care of the Athlete With Type 1 Diabetes Mellitus: A Clinical Review. *Int J Endocrinol Metab*. 2016 Mar 26;14(2):e36091.
- Murillo, S. *Diabetes tipo 1 y deporte para niños, adolescentes y adultos jóvenes* [internet] 1ª Ed. Barcelona: Edikamed SL 2012 [citado el 23 de mayo de 2023].
- National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases *Insulina, medicamentos y otros*

tratamientos para la diabetes. [Acceso 26 de mayo de 2024]. Disponible en:
<https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/insulina-medicamentos-tratamientos>

- O'Flynn S. Nurses' role in diabetes management and prevention in community care. *Br J Community Nurs.* 2022 Aug 2;27(8):374-376.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021 Mar 29;372:n71.
- Patton SR. Adherence to diet in youth with type 1 diabetes. *J Am Diet Assoc.* 2011 Apr;111(4):550-555.
- Pujalte G, Alhumaidi HM, Ligaray KPL, Vomer RP 2nd, Israni K, Abadin AA, Meek SE. Considerations in the Care of Athletes With Type 1 Diabetes Mellitus. *Cureus.* 2022 Feb 21;14(2):22447.
- Riddell MC, Scott SN, Fournier PA, Colberg SR, Gallen IW, Moser O et al. The competitive athlete with type 1 diabetes. *Diabetologia.* 2020 Aug;63(8):1475-1490.
- Roberts CK, Little JP, Thyfault JP. Modification of insulin sensitivity and glycemic control by activity and exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2013 Oct;45(10):1868-77.
- Scott SN, Fontana FY, Cocks M, Morton JP, Jeukendrup A, Dragulin R, et al. Study of Integrative Biology of Exercise in diabetes. Post-exercise recovery for the endurance athlete with type 1 diabetes: a consensus statement. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2021 May;9(5):304-317.
- Shugart C, Jackson J, Fields KB. Diabetes in sports. *Sports Health.* 2010 Jan;2(1):29-38.
- Yurkewicz M, Cordas M Jr, Zellers A, Sweger M. Diabetes and Sports: Managing Your Athlete With Type 1 Diabetes. *Am J Lifestyle Med.* 2016 Jul 8;11(1):58-63.
- 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.* 2016 Apr;33(4):488-496.