

Universidad Europea De Valencia

Facultad De Ciencias De La Salud



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Diabetes en movimiento: Educando en estrategias
nutricionales y de monitoreo para deportistas con
diabetes mellitus tipo 1

Autor:

Sandra Milena Gómez de los Ríos

Tutor:

Oliver Gonzalo Skok

Curso 2023 – 2024

Quiero expresar mi agradecimiento a mi familia y pareja por su apoyo y comprensión durante el tiempo de realización de este máster, a mis compañeros por su solidaridad, mis profesores por su dedicación y mi tutor por aportarme su tiempo y conocimiento para llevar a cabo este trabajo.

Índice de contenidos

1. Listado de símbolos y siglas	4
2. Resumen general	4
2.1. Palabras clave:.....	5
3. Summary	5
3.1. Key words:.....	6
4. Marco conceptual	6
5. Análisis de la situación (DAFO)	15
6. Problemas existentes y/o previsibles	17
7. Objetivos, competencias y resultados de aprendizajes.....	17
7.1. Objetivo general.....	17
7.2. Objetivos específicos.....	18
8. Diseño y metodología del programa.....	19
8.1. Evaluación inicial	20
8.2. Encuentro 1: Introducción y fundamentos.....	22
8.3. Encuentro 2: Estrategias para la prevención de hipoglucemia y optimización del rendimiento	23
8.4. Encuentro 3: Integración y planificación a largo plazo	24
8.5. Seguimiento	25
8.6. Evaluación final	25
9. Cronograma	26
10. Recursos	26
11. Metodología de evaluación (Evaluación del aprendizaje e impacto del programa)	26
12. Aplicabilidad y relevancia práctica del programa	30
13. Referencias.....	31
14. Anexos.....	36
Anexo 1: Consentimiento Informado	36
Anexo 2: Cuestionario demográfico y de salud para deportistas con diabetes tipo 1.....	38
Anexo 3: Cuestionario pre-programa y post-programa educativo.....	38
Anexo 4: Cuestionario Vida con Diabetes tipo 1 (ViDa1).....	40
Anexo 5: Formato de autoevaluación.....	42
Anexo 6: Evaluación del impacto del programa	43
Anexo 7: Encuesta de satisfacción con el programa.....	44

1. Listado de símbolos y siglas

ADA: American Diabetes Association (Asociación Americana de Diabetes)

AID: Automated insulin delivery systems (sistemas automatizados de administración de insulina)

CAC: Cuenta de alto costo

CGM: Continuous glucose monitoring (monitoreo continuo de glucosa)

fGM: Intermittent flash glucose monitoring (monitor intermitente de glucosa flash)

DM1: Diabetes Mellitus tipo 1

HbA1c: Hemoglobina glucosilada

IMC: Índice de masa corporal

IOB: Insulin on board (insulina activa)

rtCGM: Real time continuous glucose monitoring (monitoreo continuo de glucosa en tiempo real)

TIR: Time in range (tiempo en rango)

2. Resumen general

La diabetes mellitus es un grupo heterogéneo de enfermedades metabólicas caracterizadas por hiperglucemia, debido a una deficiencia en la acción de la insulina, ya sea por una secreción inadecuada y/o una disminución en la respuesta de los tejidos a la misma. Esto lleva a complicaciones agudas por hipo/hiperglucemia, así como a complicaciones crónicas en diversos órganos. La diabetes se clasifica en tipo 1, tipo 2, tipos específicos por otras causas y diabetes gestacional. La diabetes mellitus tipo 1 (DM1) implica la destrucción inmunológica de las células beta del páncreas, lo que provoca una deficiencia absoluta de insulina, mientras que la tipo 2 está asociada con la obesidad y el síndrome metabólico, caracterizándose por resistencia a la insulina y un defecto progresivo en su secreción.

La diabetes representa una carga significativa para los sistemas de salud, y se espera que la cantidad de personas afectadas se duplique para el año 2050, alcanzando los 1300 millones. La diabetes tipo 1 representa entre el 5% y el 10% de todos los casos. Antes del descubrimiento de la insulina, la expectativa de vida de los pacientes era limitada, pero los avances en los tratamientos han mejorado significativamente su situación, aunque muchos aún no logran alcanzar los objetivos glucémicos deseados. Las estrategias de manejo incluyen la administración eficaz de insulina, el control de los factores de riesgo cardiovascular y la reducción de la carga psicosocial que implica la enfermedad.

El sobrepeso y la obesidad son comunes entre los jóvenes con diabetes tipo 1, lo que incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Aunque la actividad física y el ejercicio son beneficiosos y

recomendados, muchos individuos con diabetes tipo 1 llevan un estilo de vida sedentario debido al temor a la hipoglucemia y a la falta de conocimiento sobre su prevención. El ejercicio presenta desafíos únicos para los deportistas con diabetes tipo 1, como son mantener el control glucémico y asegurar un consumo adecuado de carbohidratos. Las necesidades energéticas de estos atletas requieren un equilibrio óptimo de macronutrientes y micronutrientes, similar al de los atletas sanos. Ajustar la ingesta de alimentos y la dosis de insulina es crucial para mantener niveles adecuados de glucosa, maximizar el rendimiento deportivo y minimizar el riesgo de complicaciones.

Este proyecto busca llenar la falta de recursos educativos específicos para estos deportistas, proporcionando pautas nutricionales personalizadas y estrategias de manejo, con el objetivo de mejorar su calidad de vida y rendimiento deportivo.

2.1. Palabras clave: diabetes, diabetes tipo 1, ejercicio, actividad física, atleta, nutrición, insulina, monitor de glucosa

3. Summary

Diabetes mellitus is a heterogeneous group of metabolic diseases characterized by hyperglycemia due to deficient insulin action, resulting from inadequate secretion and/or diminished tissue responses. This leads to acute complications from hypo/hyperglycemia, as well as chronic complications in various organs. Diabetes is classified into type 1, type 2, specific types due to other causes, and gestational diabetes. Type 1 diabetes involves the immune destruction of pancreatic beta cells, resulting in absolute insulin deficiency, whereas type 2 is associated with obesity and metabolic syndrome, characterized by insulin resistance and a progressive defect in secretion.

Diabetes poses a significant burden on health systems, and the number of individuals affected is expected to double by 2050, reaching 1.3 billion people. Type 1 diabetes accounts for 5-10% of all cases. Before the discovery of insulin, life expectancy for patients was limited, but advances in treatment have significantly improved outcomes, although many patients still do not achieve glycemic targets. Management strategies include effective insulin administration, cardiovascular risk management, and reducing the psychosocial burden of the disease.

Overweight and obesity are common among young people with type 1 diabetes, increasing the risk of cardiovascular disease. Although physical activity and exercise are beneficial and recommended, many individuals with type 1 diabetes lead sedentary lifestyles due to fear of hypoglycemia and lack of

knowledge on how to prevent it. Exercise presents unique challenges for athletes with type 1 diabetes, such as maintaining glycemic control and ensuring adequate carbohydrate intake. The energy needs of these athletes require an optimal balance of macronutrients and micronutrients, similar to those of healthy athletes. Adjusting food intake and insulin dosage is crucial to maintaining adequate glucose levels, maximizing athletic performance, and minimizing the risk of complications.

This project aims to address the lack of specific educational resources for these athletes, providing personalized nutritional guidelines and management strategies to improve their quality of life and athletic performance.

3.1. Key words: diabetes, type 1 diabetes, exercise, physical activity, athlete, nutrition, insulin, glucose monitor

4. Marco conceptual

La diabetes mellitus es un conjunto diverso de trastornos metabólicos, donde la manifestación clínica y el curso de la enfermedad pueden diferir notablemente entre los pacientes. Esta condición se caracteriza por hiperglucemia, la cual es consecuencia de una acción deficiente de la insulina. Esta disfunción resulta tanto de una secreción inadecuada de insulina como de una disminución en la respuesta de los tejidos a sus efectos en varios puntos de las rutas metabólicas. Frecuentemente, estas anomalías coexisten en una misma persona. La hiperglucemia sostenida afecta el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas debido a la ineficaz acción de la insulina, lo que a largo plazo contribuye al deterioro, la disfunción y la insuficiencia de diversos órganos, incluyendo el sistema visual, los riñones, el corazón, los vasos sanguíneos y el sistema nervioso. La diabetes puede clasificarse de forma general en tipo 1, tipo 2, tipos específicos debido a otras causas (como síndromes monogénicos, enfermedades pancreáticas, inducida por medicamentos), y diabetes gestacional. La diabetes tipo 1 es mediada por el sistema inmunológico caracterizada por la destrucción de células β productoras de insulina en el páncreas. El desarrollo de autoanticuerpos de células β se cree que es inducido después de que un individuo genéticamente susceptible se expone a un presunto factor ambiental que desencadena una pérdida de regulación inmune. La destrucción de las células β conduce a una disminución en la secreción de insulina, desarrollo de hiperglucemia y, en última instancia, a diabetes tipo 1 clínicamente manifiesta (Norris et al., 2020). La diabetes tipo 2 frecuentemente se asocia con obesidad y síndrome metabólico, y se caracteriza por la resistencia a la insulina y un defecto progresivo en la secreción de insulina. El objetivo del diagnóstico es identificar aquellas personas con un aumento significativo en mortalidad prematura y un riesgo aumentado de complicaciones microvasculares y cardiovasculares. La clasificación a su vez es importante para evaluar la historia natural y determinar las terapias óptimas, sin embargo, no todos los

pacientes pueden ser clasificados al momento del diagnóstico, y el paradigma de que la diabetes tipo 1 ocurre solo en niños y el tipo 2 en adultos parece no ser correcto, así mismo hasta un 15% de los diabéticos tipo 2 no son obesos («Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus», 2014; ElSayed et al., 2023; C. C. Thomas & Philipson, 2015).

La diabetes representa una carga substancial para los sistemas de salud. En el 2019 fue la octava causa de mortalidad y discapacidad combinada a nivel mundial (GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators, 2020). En el 2021, 537 millones de personas en el mundo tenían diabetes, afectando a hombres, mujeres y niños de todas las edades en todos los países, lo que resultó globalmente en unos gastos de US\$966 billones (International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th Edn. Brussels, Belgium: 2021, n.d). Se estima que esa cifra se duplique hasta alcanzar los 1.300 millones de personas para el 2050 (Ong et al., 2023). Las tasas de prevalencia de diabetes están impulsadas casi en su totalidad por la diabetes tipo 2, que representó más del 96% de los casos de diabetes en todo el mundo en 2021. La diabetes tipo 1 representa aproximadamente del 5 al 10% de los todos los casos de diabetes de acuerdo con el grupo étnico y zona geográfica estudiada. La prevalencia global es de 5,9 por 10.000 personas, mientras que la incidencia ha aumentado rápidamente en los últimos 50 años y se estima que es de 15 por 100.000 personas por año y alcanza su punto máximo en la pubertad y edad adulta temprana (Mobasser et al., 2020). En Colombia, según los análisis realizados por la CAC en el marco del aseguramiento, al 31 de agosto de 2023 se habían informado 1.860.370 casos de diabetes. Durante el periodo comprendido entre el 1º de julio de 2021 y el 30 de junio de 2022, se reportaron 1.599.368 casos con el diagnóstico. De estos, el 78,49% correspondieron a la diabetes tipo 2 y el 16,94% al tipo 1. El 59,34% de las personas con este diagnóstico fueron mujeres, y la región que más reportó casos prevalentes fue la Central con un 25,69% seguida por la Caribe con un 20,40% y Bogotá, D.C. con un 18,51% (*Cuenta de Alto Costo. Día mundial de la diabetes 2023.*, 2023).

Antes del descubrimiento de la insulina, la expectativa de vida de las personas con diabetes tipo 1 era de pocos meses. Durante los últimos 100 años, los avances en la insulina, su administración y las tecnologías para medir los índices glucémicos han cambiado notablemente el tratamiento de la diabetes tipo 1. A pesar de esto, muchas personas no alcanzan los objetivos glucémicos necesarios para prevenir o retardar la progresión de las complicaciones de la diabetes, con su consecuente elevada carga clínica y emocional. El objetivo del manejo de la diabetes es ayudar a las personas con diabetes tipo 1 a vivir una vida larga y saludable. Las estrategias para lograr este objetivo incluyen en términos generales: 1) administrar eficazmente insulina exógena para mantener los niveles de glucosa lo más cerca posible del rango objetivo del individuo de forma segura para prevenir el desarrollo y la progresión de las complicaciones de la diabetes mientras se minimizan los episodios de hipoglucemia, 2) manejar eficazmente los factores de riesgo cardiovascular, 3) proporcionar enfoques, tratamientos y dispositivos

que minimicen la carga psicosocial de vivir con diabetes tipo 1 al tiempo que se promueve el bienestar psicológico (Holt et al., 2021). La prevalencia de sobrepeso y obesidad en jóvenes con diabetes tipo 1 es similar a la población general. El T1D Exchange Clinic Registry es una amplia base de datos con información sobre características y desenlaces clínicos de niños y adultos con diabetes tipo 1 en los Estados Unidos. Entre los adultos jóvenes (de 18 a 25 años) incluidos en los años 2010-2012, el 31 % tenía sobrepeso y el 15 % obesidad, mientras que en aquellos por encima de los 26 años el porcentaje de obesos superaba el 30% (Miller et al., 2015), similar a lo observado entre 2016-2018 (Foster et al., 2019). El exceso de adiposidad aumenta el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, el cual ya está elevado hasta 10 veces en la diabetes tipo 1, lo que resalta la importancia de abordar el control de peso como parte de la atención de esta población. Adicionalmente alrededor del 40% tiene hipertensión, alrededor del 60% tiene dislipidemia, y la mayoría no realiza suficiente actividad física regular (Bohn et al., 2015; McCarthy et al., 2016).

La actividad física incluye todo movimiento que aumenta el uso de energía sobre aquella observada en el reposo, mientras que el ejercicio es una forma planeada y estructurada de actividad física que se realiza con la intención de mantener o mejorar la salud y el acondicionamiento (Howley, 2001). Para efectos de este trabajo se considerarán indistintamente dado que los beneficios observados se extienden a las diferentes categorías. La actividad física se asocia con una mejor condición física, una mayor sensibilidad a la insulina, lo que lleva a una reducción de sus requerimientos, una mejor salud cardiovascular con un mejor perfil lipídico y función endotelial, y disminución de la mortalidad (Bohn et al., 2015; Wu et al., 2019). Por su parte los beneficios del ejercicio de fuerza para los adultos incluyen mejoría en la masa muscular, composición corporal, fuerza, función física, salud mental, densidad mineral ósea, sensibilidad a la insulina, presión arterial, perfil lipídico y salud cardiovascular (Garber et al., 2011).

Comprender las respuestas metabólicas y neuroendocrinas a los diversos tipos de ejercicio que realizan las personas con diabetes tipo 1 es esencial para determinar estrategias adecuadas de manejo nutricional y de insulina. El ejercicio generalmente se clasifica como aeróbico o anaeróbico, dependiendo de los sistemas energéticos predominantes utilizados para apoyar la actividad, aunque la mayoría de las actividades de ejercicio incluyen una combinación de sistemas energéticos. El ejercicio aeróbico (como caminar, andar en bicicleta, trotar y nadar) implica movimientos repetidos y continuos de grandes grupos de músculos que dependen principalmente de sistemas aeróbicos productores de energía. El entrenamiento de fuerza es un tipo de ejercicio que utiliza pesas libres, máquinas de pesas, peso corporal o bandas elásticas de resistencia que dependen principalmente de sistemas anaeróbicos de producción de energía. El entrenamiento interválico de alta intensidad implica la alternancia entre breves períodos de ejercicio vigoroso y recuperación a intensidad baja a moderada. Se recomiendan actividades tanto aeróbicas como anaeróbicas ya que los beneficios para la salud probablemente sean aditivos (Riddell et al., 2017; Riddell & Peters, 2023; Yardley et al., 2014). No hay evidencia suficiente para recomendar un

tipo de ejercicio ideal, temporalidad, intensidad y duración en esta población específica. por lo que se emplean las recomendaciones generales de realizar al menos 150 minutos de actividad aeróbica moderada por semana o 75 minutos de actividad vigorosa por semana distribuidos en mínimo 3 días de la semana, además se recomiendan 2-3 sesiones de ejercicio de fuerza a la semana (Colberg et al., 2016; Garber et al., 2011). A pesar de la evidencia y recomendaciones, se ha visto que un gran porcentaje de individuos con diabetes tipo 1 no alcanzan a cumplir con estas guías o son sedentarios y se ha identificado el temor a la hipoglucemia, el horario de trabajo y la pérdida de control de la diabetes como las principales barreras para hacer ejercicio. También se ha identificado que el conocimiento de la farmacocinética de la insulina, la conciencia de las estrategias efectivas para reducir la hipoglucemia y un mayor apoyo social (incluido tener alguien con quien hacer ejercicio) se asociaron con menos barreras (Brazeau et al., 2008). En el Estudio Finlandés de Neuropatía Diabética, el 23% de los pacientes con DM1 fueron clasificados como sedentarios y otro 21% realizaba menos de 1 sesión de ejercicio por semana (Wadén et al., 2008). En un análisis retrospectivo del Diabetes and Complications Trial, Makura y colaboradores demostraron que 271 (19%) de los 1441 participantes no cumplían la recomendación de la asociación americana de diabetes para los niveles de actividad (Makura et al., 2013). En un estudio de cohorte prospectivo de 2185 pacientes con DM1 de 16 países europeos (Estudio de complicaciones prospectivas EURODIAB), Tielemans y sus colegas demostraron que 786 (36%) de los pacientes no realizaban actividad física o solo realizaban actividad física leve (Tielemans et al., 2013). Lascar y colaboradores realizaron un estudio cualitativo basado en entrevistas de paciente con DM1 en el que se identifican varias barreras que dificultan la práctica regular de ejercicio en este grupo, como niveles bajos de conocimiento acerca del manejo de la diabetes y sus complicaciones alrededor del ejercicio, falta de motivación, falta de tiempo, factores relacionados con el trabajo, el acceso y la imagen corporal. El estudio sugiere que una intervención educativa específica, que incluya formación sobre el manejo de la insulina, la nutrición y el monitoreo de glucosa, podría ser efectiva para superar estas barreras y fomentar una mayor participación en actividades físicas (Lascar et al., 2014).

Las respuestas de la glucosa a la actividad física en personas con DM1 son extremadamente variables, lo que complica la formulación de recomendaciones estándar para el manejo de la alimentación y el tratamiento con insulina. Esta variabilidad está influenciada por diversos factores, como la condición física del individuo, el tipo, intensidad y duración del ejercicio, las cantidades de insulina y hormonas contrarreguladoras en circulación, la glucosa en sangre antes de la actividad, la composición de la última comida, el lugar de administración de la insulina, así como por factores como el sexo, el nivel de estrés y la calidad del sueño (Holt et al., 2021; Yardley et al., 2014).

En personas sin DM1, existe un mecanismo de control estrecho que permite equilibrar de manera precisa la captación de glucosa por los tejidos periféricos con la producción hepática de glucosa, manteniendo la euglucemia. Sin embargo, durante el ejercicio aeróbico, la mayoría de las personas con diabetes tipo 1 experimentan una disminución en los niveles de glucosa, especialmente cuando el ejercicio

se realiza en periodos posprandiales sin modificar la dosis de insulina habitual, a menos que se consuman carbohidratos (Bally et al., 2015). En estas personas, la respuesta contrarreguladora al ejercicio de intensidad moderada está reducida, principalmente debido a la falta de secreción endógena de insulina en niveles fisiológicos. Como resultado, las concentraciones circulantes de insulina generan una hiperinsulinemia relativa durante y después del ejercicio, además de una respuesta desregulada de las células α pancreáticas, lo que lleva a niveles más bajos de glucagón y a una menor producción hepática de glucosa. La combinación de elevadas concentraciones de insulina y la contracción muscular favorece una mayor captación periférica de glucosa, lo que conduce a una disminución de la glucemia. El ejercicio aumenta la perfusión muscular, lo que potencia aún más la captación de glucosa mediada por insulina. El músculo esquelético responde por la mayor parte del aclaramiento de glucosa mediado por la insulina, incluso en reposo, en gran medida debido a su masa relativa, su capacidad oxidativa y de almacenamiento de glucógeno. Con las contracciones musculares la captación de glucosa aumenta hasta 50 veces, incluso sin necesidad de insulina. Tras minutos a horas de finalizar el ejercicio esta captación de glucosa mediada por las contracciones desaparece, pero la sensibilidad aumentada a la insulina permanece durante la recuperación incluso hasta 48 horas después para favorecer la restauración de las reservas de glucógeno (Teich & Riddell, 2016). Esto aumenta el riesgo de hipoglucemia, especialmente nocturna si la actividad física se realiza en la tarde. Además, las altas concentraciones de insulina suprimen la lipólisis en el tejido adiposo, reduciendo la oxidación de grasas en el músculo esquelético, lo cual a su vez aumenta la dependencia en la glucosa como combustible y el riesgo de hipoglucemia (García-García et al., 2015).

Las actividades de alta intensidad por su parte pueden proporcionar mayor estabilidad de la glucosa o incluso elevarla si se realizan durante periodos cortos. Las actividades mixtas, como el entrenamiento a intervalos o deportes de campo individuales o en equipo, suelen asociarse con una mayor estabilidad de la glucosa en comparación con las actividades predominantemente aeróbicas. La hiperglucemia post-ejercicio puede ocurrir tras ejercicios aeróbicos y anaeróbicos de alta intensidad, mayormente mediada por hormonas contrarreguladoras (Colberg et al., 2016). El ejercicio de fuerza tiende a ofrecer una mejor estabilidad de la glucosa que los ejercicios aeróbicos continuos de intensidad moderada, aunque podría causar un aumento modesto en la glucemia en algunas personas. Comparado con el ejercicio aeróbico, una sesión de entrenamiento interválico de alta intensidad mitiga la disminución de la glucemia, al igual que el ejercicio de fuerza realizado antes del ejercicio aeróbico, probablemente debido al aumento de las hormonas contrarreguladoras y varios metabolitos que limitan la captación de la glucosa. En ejercicios anaeróbicos breves e intensos, como carreras de velocidad, levantamiento de pesas y algunos deportes de combate, los niveles de glucosa suelen aumentar. En estos casos es importante no sobre corregir con insulina, ya que existe un mayor riesgo de hipoglucemia grave. Por el contrario, en ausencia de insulina, por ejemplo cuando el individuo ha retirado su bomba de insulina o cuando se bloquea o se salta la administración de insulina, cualquier nivel de ejercicio puede provocar hiperglucemia y formación de cetonas (Riddell et al., 2017; Riddell, Scott, et al., 2020).

La actividad física se comporta entonces como un estresor metabólico con muchas variables intra e interindividuales que influyen en la respuesta glucémica. Por lo tanto, para el individuo con DM1, el consumo de carbohidratos para prevenir la hipoglucemia es un reto que comprende una variedad de aspectos, como la cantidad y tipo de carbohidratos, y la temporalidad de su consumo. El desarrollo de estrategias para manejar la glucemia durante el ejercicio requiere conocimiento de la glucosa en sangre previa al ejercicio, la cantidad de insulina activa y la respuesta esperada de la glucosa sanguínea dependiente del tipo, volumen e intensidad del ejercicio planeado. Aunque el principal motivador para el consumo de carbohidratos en personas con DM1 antes, durante y después del ejercicio es evitar la hipoglucemia, se debe considerar también la provisión de energía para un adecuado desempeño especialmente en las actividades de larga duración, el manejo del peso y el control metabólico a largo plazo (S. Scott et al., 2019a).

Para todos los pacientes, la monitorización de la glucosa en sangre antes, durante y después del ejercicio es esencial para definir las estrategias y mantener una glucemia estable y segura. La concentración adecuada de glucosa en sangre al inicio del ejercicio debe adaptarse a cada individuo. La meta de tratamiento durante el ejercicio en individuos con diabetes tipo 1 es mantener las concentraciones de glucosa tan cercanas como sea posible a los fisiológicamente normal a la vez que se evitan concentraciones peligrosamente bajas (<70mg/dl) o altas (>270mg/dl). Un rango aceptable para la mayoría de los individuos con DM1 antes de un ejercicio aeróbico de hasta una hora de duración es de 126-180 mg/dL. Este rango equilibra las consideraciones de rendimiento con el riesgo de hipoglucemia. Concentraciones superiores pueden ser aceptables en algunas situaciones en las que se necesita protección adicional contra la hipoglucemia. El ejercicio anaeróbico y las sesiones de entrenamiento en intervalos de alta intensidad se pueden iniciar con una concentración inicial de glucosa más baja (90–126 mg/dL) dado que tienden a permanecer relativamente estables y caer en menor medida que con el ejercicio aeróbico continuo, o elevarse ligeramente (Riddell et al., 2017). Lograr y mantener concentraciones de glucosa circulante en este rango es un desafío debido a los múltiples factores anteriormente descritos. Aunque no está claro si existe un rango glucémico óptimo que favorezca el rendimiento deportivo, la experiencia clínica y los datos de un estudio de campo en adolescentes, sugieren que el mantenimiento de una concentración de alrededor de 108 a 144 mg/dL podría ser lo ideal (Kelly et al., 2010). La hipoglucemia grave (definida como glucosa en sangre \leq 50 mg/dL o un evento de hipoglucemia que requiere asistencia de otra persona) dentro de las 24 h anteriores es una contraindicación para el ejercicio, debido al riesgo sustancialmente mayor de un episodio más grave durante el ejercicio (Graveling & Frier, 2010). En situaciones en las que se ha producido hipoglucemia leve (glucosa en sangre 50–70 mg/dL, con capacidad de autotratamiento), se debe tener en cuenta el riesgo de recurrencia. Se debe enfatizar la vigilancia en torno al monitoreo y se debe evitar el ejercicio si el entorno se considera particularmente inseguro (como esquí alpino, escalada en roca, natación o senderismo solo). Por el contrario si la glucosa está elevada, por encima de 270 mg/dL, de forma inexplicada (no asociado con una comida reciente), deben evaluarse los niveles de cetonas en sangre o en

orina para definir las conductas previas, bien sea restringiendo la intensidad y duración del ejercicio con ajustes en la dosis de insulina o evitarlo por completo hasta que la situación sea corregida (Riddell et al., 2017).

Se han desarrollado varias tecnologías o se encuentran en una etapa avanzada de desarrollo para apoyar la adherencia al ejercicio y mejorar el control glucémico en torno a este en personas con DM1, de forma que logren alcanzar sus metas de forma más segura y fácil. Estos incluyen monitores portátiles de actividad física, monitores continuos de glucosa (CGM), sistemas automatizados de administración de insulina (AID) y glucagón listo para usar. El desarrollo de estrategias que integran el uso de tecnologías de teléfonos inteligentes y monitores de actividad física proporciona a los usuarios métricas de datos importantes, como niveles de actividad, conteo de carbohidratos y monitoreo de glucosa, para ayudarlos a tomar decisiones mejor informadas. Todas estas tecnologías deben adaptarse a las necesidades individuales (Riddell & Peters, 2023). Los CGM permiten monitorear los niveles de glucosa en tiempo real durante el ejercicio prolongado, lo que ayuda a prevenir la hipoglucemia mediante la ingesta oportuna de carbohidratos. Sin embargo, el ejercicio puede afectar la precisión de estos dispositivos, tanto en CGM en tiempo real como en los monitores intermitentes de glucosa flash (fGM), debido a un efecto de retraso significativo (de 15 a 30 minutos) en la lectura de los niveles de glucosa. Este retraso puede limitar la capacidad de los sistemas automáticos de administración de insulina para responder rápidamente a los cambios agudos en la concentración de glucosa provocados por la actividad física. Las tecnologías emergentes de CGM intradérmicos en tiempo real con microagujas podrían ayudar a reducir este retraso relacionado con el ejercicio y otros estímulos fisiológicos (Riddell, Pooni, et al., 2020). Los sistemas de administración automatizada de insulina (AID), también conocidos como sistemas de control de circuito cerrado, están emergiendo como el nuevo estándar para el manejo de la DM1. Estos sistemas tienen varias ventajas sobre la terapia tradicional con bomba de insulina, ya que pueden responder a cambios en la sensibilidad a la insulina provocados por el estrés, el ejercicio y los ritmos hormonales circadianos que afectan la glucemia. Se ha demostrado que los AID mejoran la glucemia general, específicamente aumentando el tiempo en rango (TIR; tiempo que se pasa con niveles de glucosa entre 70 y 180 mg/dL) y reduciendo la hipoglucemia (glucosa <70 mg/dL). Aunque los AID tienen el potencial de mejorar el control glucémico durante el ejercicio, enfrentan varios desafíos. Por ejemplo, es necesario configurar los sistemas en modo de ejercicio antes de comenzar una actividad de resistencia para reducir adecuadamente la insulina activa (IOB). Además, se requiere volver a las configuraciones normales una vez finalizado el ejercicio. Otro desafío es que las correcciones automáticas de bolos de insulina y los aumentos automatizados en las tasas basales de insulina pueden aumentar la IOB antes del ejercicio, cuando en realidad debería reducirse. También hay un retraso en los datos del CGM en comparación con los niveles de glucosa en plasma o sangre total, lo que puede complicar el monitoreo durante el ejercicio. El uso de dispositivos portátiles de monitoreo de actividad física, integrados en los sistemas híbridos de circuito cerrado, podría mejorar el control glucémico en futuros sistemas AID (Wilson et al., 2022; Zaharieva et al., 2023) .

Para las personas que utilizan múltiples inyecciones diarias de insulina se recomienda reducir la dosis de insulina basal entre un 20% y 50% antes del ejercicio para disminuir el riesgo de hipoglucemia. En el caso de los usuarios de bombas de insulina, las tasas de infusión de insulina deben reducirse entre un 50% y 100% una o dos horas antes del ejercicio, ya que los niveles de insulina circulante al inicio de la actividad física son un predictor clave de hipoglucemia durante el ejercicio. Para el ejercicio aeróbico prolongado, se puede suspender la administración de insulina durante un máximo de 2 horas para limitar el riesgo de un control glucémico comprometido y la aparición de cetosis (Franc et al., 2015). Los sistemas comerciales de administración automatizada de insulina (AID) ofrecen la opción de activar un "objetivo de ejercicio" en anticipación a la actividad física. El propósito de este "objetivo de ejercicio" es aumentar los niveles de glucosa y mantener un objetivo de glucosa en sangre más alto durante la actividad, ajustando el algoritmo de administración de insulina. Este objetivo debe establecerse con suficiente antelación, entre 90 y 120 minutos antes de la actividad aeróbica, para reducir el riesgo de hipoglucemia. En el caso de ejercicio no planificado, el objetivo debe activarse cerca del inicio de la actividad para que se administre menos insulina basal durante la misma. No es necesario establecer un objetivo para el ejercicio anaeróbico o aeróbico de corta duración (menos de 30 minutos). Para el ejercicio aeróbico o mixto (aeróbico y anaeróbico), es necesario reducir la dosis de bolo entre un 0% y 25% de 1 a 3 horas antes, y hasta un 75% si se anticipa un ejercicio prolongado (Phillip et al., 2023).

Los carbohidratos sirven como combustible para el cerebro y el sistema nervioso central y actúan como un sustrato versátil para el trabajo muscular, apoyando el ejercicio en una amplia gama de intensidades mediante su utilización a través de vías anaeróbicas y oxidativas. Hay dos factores importantes a considerar respecto a la cantidad necesaria de este macronutriente en el contexto del ejercicio: el manejo de la glucemia y el suministro de energía para la actividad física. En esencia, la cantidad recomendada de carbohidratos antes, durante y después del ejercicio dependerá de la concentración de glucosa en sangre, el tipo e intensidad del ejercicio que se realice, y el nivel de insulina circulante. De hecho, los requerimientos de carbohidratos alterarán las estrategias de manejo de la insulina y viceversa. Los atletas afectados por DM1 no complicada no tienen requerimientos nutricionales diferentes a los de los atletas no diabéticos con respecto a la mejora del rendimiento deportivo, pero necesitan modificar su ingesta teniendo en cuenta los niveles de glucosa y el plan de manejo de insulina del individuo. La mayoría de los estudios sobre diabetes tipo 1 han investigado la cantidad y distribución de carbohidratos necesarios para prevenir la hipoglucemia, más no para optimizar el rendimiento. Por ejemplo, aunque el consumo de entre 15 y 20 g/h de carbohidratos podría ser suficiente para prevenir la hipoglucemia en personas que reducen sus concentraciones de insulina antes del ejercicio, esta cantidad de carbohidratos podría ser insuficiente para el rendimiento (Riddell et al., 2017). Por otro lado, la suplementación elevada con carbohidratos de hasta 75g/h es factible durante actividades prolongadas como maratones y otras carreras de resistencia, o incluso con rangos mayores en eventos de ultra resistencia, sin afectar negativamente la glucemia, siempre que la dosis de insulina se ajuste

adecuadamente (Riddell, Scott, et al., 2020). Las pautas de ingesta diaria de carbohidratos para los atletas generalmente se expresan por kilogramo de masa corporal y oscilan entre 3 y 12 g/kg y son adaptadas también a la población de deportistas con DM1. Para los atletas que participan en actividades basadas en habilidades y actividades recreativas, 3 g/kg probablemente sea suficiente. El ejercicio de intensidad moderada que dura aproximadamente 1 h por día requiere un rango objetivo de ingesta de carbohidratos de 5 a 7 g/kg. A los atletas de resistencia que realizan entrenamientos de intensidad moderada a alta durante 1 a 3 h por día se les recomienda apuntar a 6 a 10 g/kg. Aquellos que participan en ejercicio más extremo y de mayor duración (más de 4 h por día) pueden requerir una ingesta de carbohidratos en el rango de 8 a 12 g/kg (D. T. Thomas et al., 2016). Antes de un evento deportivo la ingesta de carbohidratos puede aumentarse a 7-12 g/kg durante los dos días previos lo que se conoce como carga de carbohidratos, cuya función principal es maximizar las reservas de glucógeno, especialmente para las actividades con duración mayor a 90 minutos. No hay consenso sobre la eficacia de esta intervención en atletas con DM1 (Mattsson et al., 2019; McKewen et al., 1999). Para optimizar el rendimiento durante el ejercicio y evitar problemas gastrointestinales, se recomienda consumir alimentos con un índice glucémico alto y carbohidratos de acción rápida. Una mezcla de glucosa y fructosa, por ejemplo, ha demostrado tener una alta tasa de oxidación (aproximadamente 1.7 g/min). Por otro lado, se ha observado que el consumo de carbohidratos de bajo índice glucémico dos horas antes de una carrera de alta intensidad en adultos con DM1 mejora la respuesta de la glucosa en sangre durante el ejercicio en comparación con el consumo de carbohidratos de alto índice glucémico (como la dextrosa). Además, se sugiere utilizar una combinación de carbohidratos que empleen diferentes sistemas de digestión y transporte intestinal, especialmente cuando se requieren altas cantidades de carbohidratos (más de 70 g). Esta estrategia, conocida como "carbohidratos de transporte múltiple", busca mejorar la absorción intestinal total (Jeukendrup, 2010). Después de actividades aeróbicas prolongadas o competiciones de resistencia, se recomienda un consumo de carbohidratos de 1.0 a 1.2 g/kg por hora durante las primeras cuatro horas posteriores al ejercicio, para reponer las reservas de glucógeno. La ingesta combinada de una pequeña cantidad de proteína (0.2 a 0.4 g/kg por hora) con menores cantidades de carbohidratos (g/kg por hora) produce una síntesis de glucógeno muscular similar a la que se obtiene con mayores cantidades de carbohidratos consumidos solos. Para los atletas con diabetes tipo 1, hay poca investigación en esta área. Sin embargo, es probable que los requisitos sean similares, siempre que se tome la cantidad correcta de insulina para controlar la glucemia (S. N. Scott et al., 2021). Además, el consumo de alimentos de bajo índice glucémico después del ejercicio puede ayudar a mantener la disponibilidad de carbohidratos y niveles estables de glucosa en sangre, junto con una reducción individualizada de la tasa basal de insulina en el período posterior al ejercicio. Esto también ayuda a prevenir la hiperglucemia postprandial y la inflamación durante aproximadamente ocho horas después del ejercicio. Finalmente, para prevenir la hipoglucemia nocturna tardía, se sugiere consumir un refrigerio antes de acostarse que contenga proteínas en combinación con carbohidratos de bajo índice glucémico y grasas, especialmente después de una actividad física intensa o prolongada (Cavallo et al., 2024).

La participación en deportes competitivos o actividad física de alto nivel impone un conjunto adicional de desafíos. El mal reconocimiento de la hipoglucemia, los viajes, la necesidad de optimización del peso corporal y/o las variaciones del ciclo menstrual en la sensibilidad a la insulina, la administración de insulina y el consumo de carbohidratos adecuados mientras se entrena y compite son algunos de los factores que pueden tener un impacto en el control de la glucosa y el rendimiento. El entrenamiento para deportes competitivos normalmente implica una cantidad sustancial de horas de ejercicio continuo e intermitente con diferentes niveles de intensidad. Por lo tanto, sin un manejo y orientación adecuados por parte de sus proveedores de atención médica, los atletas tienen un mayor riesgo de sufrir complicaciones agudas y potencialmente mortales, como hipoglucemia y cetoacidosis (Grightmire et al., 2022). Para los deportistas de resistencia, la nutrición adecuada es crucial no solo para el rendimiento, sino también para la recuperación y la salud a largo plazo. Las necesidades energéticas de los atletas que sufren de DM1 no complicada son elevadas y requieren un equilibrio óptimo de macronutrientes y micronutrientes, pero no difieren de las de aquellos atletas por lo demás sanos (Gallen et al., 2011; S. Scott et al., 2019b). Ajustar la ingesta de alimentos y la dosificación de insulina es esencial para mantener niveles adecuados de glucosa antes, durante y después del ejercicio, maximizando el rendimiento deportivo y minimizando el riesgo de complicaciones derivadas de la disglucemia. Las estrategias nutricionales bien planificadas pueden prevenir episodios de hipoglucemia, que pueden ser peligrosos, y de hiperglucemia, que puede afectar el rendimiento y la salud a largo plazo (Bishop et al., 2023; Cavallo et al., 2024).

Existe una falta de recursos educativos específicos para los deportistas de resistencia con diabetes tipo 1 por lo que este proyecto busca llenar ese vacío proporcionando pautas nutricionales personalizadas y estrategias de manejo que puedan ayudar a estos atletas a optimizar tanto su control glucémico como su rendimiento deportivo. La relevancia de este proyecto radica en su potencial para mejorar significativamente la calidad de vida y el rendimiento deportivo de los deportistas con diabetes tipo 1. Al proporcionar conocimientos y herramientas prácticas, el proyecto no solo beneficiará a los atletas, sino que también contribuirá al conocimiento científico y práctico en el campo de la nutrición deportiva y el manejo de la diabetes. Esta iniciativa ofrece un enfoque integral que puede ser adoptado por profesionales de la salud y del deporte para apoyar a los deportistas en su búsqueda de un rendimiento óptimo y una mejor salud general.

5. Análisis de la situación (DAFO)

Fortalezas

1. **Enfoque multidisciplinario:** Colaboración de nutricionistas, endocrinólogos, médicos del deporte y entrenadores deportivos para ofrecer un enfoque integral.
2. **Relevancia y necesidad:** Alta necesidad de educación específica en este nicho, ya que los deportistas con diabetes tipo 1 enfrentan desafíos únicos.
3. **Mejora del rendimiento y la salud:** La implementación de este proyecto puede mejorar significativamente el control glucémico y el rendimiento deportivo.
4. **Base científica sólida:** Apoyo en investigaciones y guías actuales sobre manejo de la diabetes y nutrición deportiva.

Debilidades

1. **Recursos limitados:** Posible falta de financiamiento y recursos necesarios para una implementación efectiva y sostenida.
2. **Accesibilidad y alcance:** Dificultades para llegar a una amplia audiencia debido a limitaciones geográficas y tecnológicas.
3. **Adherencia y compromiso:** Desafío en mantener el compromiso y la adherencia de los participantes a lo largo del tiempo.
4. **Conocimiento previo variado:** Diferentes niveles de conocimiento entre los participantes, lo que puede complicar la personalización del contenido educativo.

Oportunidades

1. **Tecnología e innovación:** Uso de aplicaciones móviles y dispositivos de monitoreo continuo de glucosa para mejorar la educación y el seguimiento.
2. **Colaboraciones estratégicas:** Posibilidad de establecer alianzas con organizaciones deportivas y de salud para ampliar el alcance del proyecto.
3. **Creciente conciencia sobre la salud:** Mayor interés y conciencia sobre la importancia del deporte para la salud y el bienestar en la sociedad, lo que puede aumentar la receptividad al proyecto.
4. **Avances en investigación:** Nuevos estudios y avances en el manejo de la diabetes y la nutrición deportiva que pueden ser incorporados en el proyecto.

Amenazas

1. **Evolución de la diabetes tipo 1:** Cambios en el manejo clínico de la diabetes que pueden requerir constantes actualizaciones del contenido educativo.
2. **Competencia con otros Programas:** Existencia de otros programas y recursos que compiten por la atención y el tiempo de los deportistas.
3. **Barreras culturales y sociales:** Diferencias culturales y sociales que pueden afectar la implementación y la aceptación del proyecto.
4. **Políticas de salud:** Dificultad para que el proyecto sea tenido en cuenta como una estrategia de salud pública.

Estrategias basadas en el análisis DAFO

Para maximizar las fortalezas y oportunidades y minimizar las debilidades y amenazas, se pueden desarrollar las siguientes estrategias:

1. **Desarrollo de materiales personalizados:** Crear materiales educativos adaptados a diferentes niveles de conocimiento y necesidades individuales.
2. **Uso de tecnología:** Integrar aplicaciones móviles y herramientas digitales para facilitar el seguimiento y la educación continua. Proporcionar una línea de contacto directa para apoyar en la resolución de situaciones individuales.
3. **Establecimiento de alianzas:** Colaborar con organizaciones deportivas, asociaciones de diabetes y entidades de salud para ampliar el alcance y obtener recursos adicionales.
4. **Evaluación y actualización constante:** Implementar un sistema de evaluación continua del proyecto para adaptarlo a los cambios en el manejo de la diabetes y las necesidades de los deportistas.
5. **Capacitación y apoyo:** Proporcionar capacitación y apoyo continuo a los participantes para asegurar la adherencia y el compromiso a largo plazo.
6. **Sensibilización y educación comunitaria:** Realizar campañas de sensibilización para aumentar la conciencia sobre la importancia de la nutrición y el manejo adecuado de la diabetes en el contexto del deporte.

6. Problemas existentes y/o previsible

No existen instituciones en la ciudad de Medellín que cuenten con conocimientos específicos o un programa estructurado para abordar la problemática de sujetos diabéticos tipo 1 deportistas de alto rendimiento.

7. Objetivos, competencias y resultados de aprendizajes

7.1. Objetivo general

Desarrollar e implementar un programa educativo especializado para deportistas de resistencia con diabetes mellitus tipo 1, enfocado en mejorar su conocimiento sobre el manejo de la enfermedad, capacitarlos en el uso de tecnologías para el monitoreo de glucosa, prevenir desajustes glucémicos

durante el ejercicio, y proporcionar estrategias nutricionales individualizadas que optimicen tanto su control metabólico como su rendimiento deportivo.

7.2. Objetivos específicos

7.2.1. Educar a los deportistas sobre la diabetes tipo 1 y su manejo en el contexto de deportes de resistencia.

Competencias:

- Comprender aspectos básicos de la fisiopatología de la diabetes tipo 1, los efectos del ejercicio sobre el control metabólico y los diferentes desafíos específicos de la diabetes tipo 1 en el deporte.

Aprendizajes:

- Describir las características de la diabetes tipo 1 y su manejo.
- Identificar los desafíos específicos asociados con la práctica de deportes de resistencia y proponer estrategias de manejo adecuadas.

1. Capacitar a los deportistas en el uso de tecnologías y herramientas para el monitoreo de glucosa e interpretación de resultados en relación con el ejercicio.

Competencia:

- Adquirir habilidades técnicas para utilizar e interpretar datos provenientes de tecnologías de monitoreo de glucosa durante el ejercicio.

Aprendizajes:

- Manejar diferentes de técnicas de monitoreo de glucosa.
- Utilizar dispositivos de monitoreo de glucosa, interpretar sus resultados en tiempo real y hacer ajustes informados en su régimen de ejercicio y tratamiento.

7.2.2. Prevenir episodios de hipoglucemia e hiperglucemia durante el ejercicio mediante estrategias nutricionales adecuadas y ajustes en el tratamiento con insulina.

Competencias:

- Aprender a manejar la ingesta nutricional y ajustar su tratamiento con insulina para evitar desequilibrios glucémicos durante el ejercicio.

Aprendizajes:

- Diseñar y aplicar estrategias nutricionales y ajustes de insulina personalizados para prevenir episodios de hipoglucemia e hiperglucemia durante el ejercicio.

- Tratar efectivamente episodios de hipoglucemia e hiperglucemia si se presentan.
- Ajustar las dosis de insulina según las necesidades del ejercicio y mediciones de glucosa.

7.2.3. Proporcionar herramientas y guías prácticas para la creación de planes alimentarios individualizados que consideren las necesidades energéticas en torno a la actividad deportiva.

Competencias:

- Desarrollar competencias para la elaboración de planes alimentarios personalizados que se alineen con sus necesidades energéticas específicas en función de su actividad deportiva.
- Comprender la importancia de la nutrición personalizada para el rendimiento deportivo y la gestión de la diabetes.

Aprendizajes:

- Diseñar planes alimentarios equilibrados y adaptados a su régimen de entrenamiento.
- Conocer cómo la nutrición afecta los niveles de glucosa durante el ejercicio.
- Planificar estrategias nutricionales para mantener niveles estables de glucosa, optimizando su rendimiento deportivo.
- Elegir adecuadamente alimentos y bebidas que se ajusten a los requerimientos específicos del entrenamiento y competición.

8. Diseño y metodología del programa

La inclusión de participantes se hará mediante muestreo no probabilístico o a conveniencia donde se incluirán todos los pacientes que cumplan con los criterios que se describen a continuación. Se seleccionarán deportistas que estén disponibles y dispuestos a participar, facilitando la organización logística del programa. Los participantes pueden ser referidos por endocrinólogos, médicos especializados en medicina deportiva, entrenadores físicos y personal de salud en general de las diferentes entidades prestadoras de servicios de salud. Se trabajará con clubes y asociaciones deportivas para invitar a sus miembros a participar. Se hará reclutamiento activo de pacientes durante 3 meses antes de dar inicio al programa.

Criterios de inclusión: edad mayor o igual de 18 años, diagnóstico confirmado de diabetes mellitus tipo 1, participación activa de forma regular en deportes de resistencia (como triatlón, ciclismo, atletismo), firma de consentimiento, capacidad para autogestionar su diabetes y monitorizar sus niveles de glucosa de manera regular, disponibilidad y disposición para asistir a todas las sesiones del programa

y participar en las actividades programadas, aceptar realizar pruebas sanguíneas y pruebas de ejercicio antes y al terminar el programa educativo.

Criterios de exclusión: otros tipos de diabetes mellitus, presencia de alguna lesión que limite la práctica deportiva, presencia de complicaciones graves relacionadas con la diabetes que puedan interferir con la participación en el programa (retinopatía proliferativa, nefropatía avanzada, neuropatía grave, enfermedad coronaria activa.), enfermedades crónicas o agudas no controladas que puedan comprometer la capacidad del participante para seguir el programa, mujeres embarazadas o que planean quedar embarazadas durante la duración del programa.

Estos criterios de inclusión y exclusión aseguran que los participantes sean aptos para beneficiarse del programa educativo y que puedan participar de manera segura y efectiva. Además, ayudan a homogeneizar la muestra, lo que facilita la evaluación de los resultados del programa.

El enfoque metodológico de este proyecto se basa en una intervención educativa estructurada en tres sesiones a realizarse una cada mes. Dichas sesiones tendrán objetivos específicos que abordan aspectos clave del manejo de la diabetes tipo 1 en el contexto del deporte de resistencia. Estas sesiones están diseñadas para ser interactivas y participativas, utilizando una variedad de estrategias educativas que incluyen presentaciones, talleres prácticos, estudios de caso, demostraciones, y discusiones en grupo. Cada encuentro tiene una duración entre dos y tres horas como se especifica más adelante y se imparte de manera presencial, aunque también se ofrecen materiales complementarios en formato digital para que los participantes puedan consultar en cualquier momento. Además, se incorporan herramientas tecnológicas como aplicaciones móviles y dispositivos de monitoreo continuo de glucosa (CGM) para apoyar el aprendizaje y la autogestión.

Luego de finalizar los dos meses del programa educativo se hará un encuentro de seguimiento mensual, durante los siguientes 5 meses. Adicionalmente se realizarán dos sesiones de evaluación, una antes de dar inicio al programa educativo y una al finalizar los encuentros de seguimiento mensuales.

8.1. Evaluación inicial

Duración: 2 horas

Objetivos:

- Recopilar información demográfica de los participantes para entender su contexto personal y en relación con su enfermedad de base y la práctica deportiva.
- Evaluar el nivel de conocimientos previos sobre diabetes y su manejo en el contexto de deportes de resistencia, así como evaluar la calidad de vida de los participantes en relación con su enfermedad de base.
- Identificar las expectativas y objetivos personales de los participantes respecto al programa educativo.

Desarrollo:

- Se realizará una sesión informativa en la que se explicarán los objetivos del programa educativo y se obtendrá consentimiento informado para participación (anexo 1)
- Para obtener una caracterización demográfica detallada de los participantes es esencial realizar una evaluación inicial que recoja información sobre edad, género, nivel educativo, ocupación, estado civil, edad al diagnóstico de la diabetes, tratamiento actual, tipo de monitoreo, tipo de deporte, años de experiencia, frecuencia y duración de entrenamientos, última HbA1c, peso, talla y si reciben asesoría nutricional. Estos datos serán recopilados mediante un cuestionario estructurado y luego analizados para describir la población de estudio y adaptar las intervenciones educativas a sus necesidades específicas en caso de ser necesario (anexo 2).
- Usando la herramienta disponible en el sitio www.mentimeter.com se realizará de forma interactiva un cuestionario de conocimientos previos sobre la diabetes mellitus tipo 1 y su relación con el ejercicio, para obtener una línea de base (anexo 3).
- Se usará el cuestionario Vida con Diabetes tipo 1 (ViDa1) para evaluar variable de calidad de vida relacionada con la salud. Este comprende 34 ítems que se agrupan en 4 dimensiones diferentes: interferencia en la vida, autocuidado, bienestar y preocupación por la enfermedad. Es un cuestionario que puede ser autoadministrado con un formato de respuesta tipo Likert en el que se obtiene una puntuación total por subescala (anexo 4). El cuestionario es en español y está disponible para su uso libre (Alvarado-Martel, Ruiz Fernández, & Wägner, 2017; Alvarado-Martel, Ruiz Fernández, Cuadrado Vigaray, et al., 2017).
- Se tendrán disponibles tabletas para aquellos participantes que no cuenten con un dispositivo para el acceso.
- Se realizará una discusión abierta con los participantes que permita recopilar información sobre expectativas de estos frente al programa y resolver dudas antes de dar inicio al mismo. Se propondrán las siguientes preguntas orientadoras: ¿qué espera aprender en este programa educativo?, ¿qué

desafíos ha enfrentado en el manejo de su diabetes como deportista de resistencia?, ¿cuáles son sus objetivos personales al participar en este programa?

- Se solicitará a los participantes la realización de una prueba de resistencia de acuerdo con su nivel de entrenamiento y tipo de deporte antes del inicio del programa educativo que se deberá repetir antes de la última sesión de seguimiento (anexo 6). Se debe registrar los tiempos de ejecución de la actividad así como la percepción del esfuerzo por medio de la escala de Borg CR10 (Borg, 1998) que puntúa entre 0 (descanso) y 10 (máximo esfuerzo). Se solicitará además mantener un diario de entrenamiento y alimentación.
- Se solicitará a los participantes una prueba de HbA1c que debe realizarse antes del inicio del programa y nuevamente una semana antes de la última sesión de seguimiento tras la finalización del programa. Se indicará un laboratorio estandarizado para su toma y procesamiento.
- Se presentará el cronograma de actividades.

8.2. Encuentro 1: Introducción y fundamentos

Duración: 3 horas

Objetivos:

- Proporcionar una comprensión básica de la diabetes tipo 1 y su relación con la actividad física.
- Enseñar las mejores prácticas para el monitoreo de la glucosa en relación con el ejercicio.
- Capacitar a los deportistas en el uso de tecnologías avanzadas para el monitoreo de la glucosa.

Desarrollo:

Parte 1: Introducción a la diabetes tipo 1 y su manejo en deportes de resistencia (90 minutos)

- **Presentación interactiva:** Se inicia con una presentación multimedia que explica los fundamentos de la diabetes tipo 1, su fisiopatología y su relación con el ejercicio. Se hará énfasis en las alteraciones del control de la glucosa. Se utilizarán gráficos y videos para hacer la información más accesible.
- **Testimonios de atletas:** Se presentan testimonios de atletas de resistencia que viven con diabetes tipo 1, compartiendo sus experiencias y estrategias de manejo.
- **Sesión de preguntas y respuestas:** Se facilita una discusión abierta donde los participantes pueden hacer preguntas y compartir sus propias experiencias, promoviendo un ambiente de aprendizaje colaborativo.

Parte 2: Monitoreo de la glucosa antes, durante y después del ejercicio (90 minutos)

- **Demostración práctica:** Se muestra cómo usar diferentes dispositivos de monitoreo de glucosa, incluyendo glucómetros y CGM.

- Juego de roles: Los participantes simulan escenarios de monitoreo antes, durante y después del ejercicio para practicar y familiarizarse con los dispositivos.
- Taller de análisis de datos: Se analizan ejemplos reales de datos de monitoreo para interpretar tendencias y hacer ajustes necesarios en el manejo de la glucosa.
- Aplicaciones móviles: Se demuestra cómo utilizar aplicaciones móviles para registrar y analizar los datos de glucosa.
- Materiales de apoyo: Se entregan manuales y videos tutoriales que los participantes pueden consultar en casa para reforzar su aprendizaje.

8.3. Encuentro 2: Estrategias para la prevención de hipoglucemia y optimización del rendimiento

Duración: 3 horas

Objetivos:

- Enseñar estrategias nutricionales para mantener niveles de glucosa estables durante el ejercicio.
- Crear planes de alimentación personalizados que se ajusten a las necesidades energéticas y nutricionales de cada deportista.
- Proveer guías prácticas para el consumo de carbohidratos y bebidas deportivas que ayuden a mantener niveles estables de glucosa durante el ejercicio y optimicen el rendimiento deportivo.

Desarrollo:

Parte 1: Estrategias nutricionales para prevenir hipoglucemia e hiperglucemia (60 minutos)

- Presentación sobre nutrición: Se explican los principios básicos de la nutrición deportiva y requerimientos energéticos para los diferentes tipo de actividad, teniendo en cuenta duración e intensidad.
- Estudios de caso: Se analizan estudios de caso que ilustran cómo diferentes estrategias nutricionales han ayudado a otros atletas a manejar sus niveles de glucosa.
- Planificación de menús: Se guía a los participantes en la creación de planes de comidas que optimicen la estabilidad de la glucosa.

Parte 2: Planificación de dietas individualizadas (60 minutos)

- Evaluación nutricional: Se realizan evaluaciones nutricionales individuales para identificar las necesidades específicas de cada participante.
- Software de planificación: Se utiliza software de planificación de dietas para ayudar a los participantes a crear menús personalizados.

- Consultas individuales: Se ofrecen consultas individuales con un especialista en nutrición deportiva para revisar y ajustar los planes alimentarios según las necesidades y preferencias de cada deportista.

Parte 3: Consumo de carbohidratos, bebidas deportivas y ajustes en insulina (60 minutos)

- Simulaciones: Se realizan simulaciones de diferentes escenarios de ejercicio y cómo gestionar el tratamiento con insulina y la ingesta de carbohidratos y bebidas para mantener la glucosa en niveles óptimos.

8.4. Encuentro 3: Integración y planificación a largo plazo

Duración: 2 horas

Objetivos:

- Asegurar que los participantes comprendan y puedan aplicar los conocimientos sobre el manejo de la diabetes tipo 1, la nutrición y el ejercicio de manera integrada y efectiva en su rutina diaria.
- Ayudar a los participantes a establecer metas realistas y alcanzables para el control de la glucosa y la mejora del rendimiento deportivo, proporcionando una hoja de ruta clara para el seguimiento continuo.
- Facilitar el acceso a recursos adicionales y establecer canales de comunicación para el soporte continuo

Desarrollo:

Parte 1: Integración de conocimientos y habilidades (30 minutos)

- Repaso de los principales conceptos y estrategias aprendidas en las sesiones anteriores.
- Discusión sobre la integración de estos conocimientos en la rutina diaria de los deportistas.
- Resolución de dudas y aclaración de conceptos.
- Usando la herramienta disponible en el sitio www.mentimeter.com se realizará de forma interactiva el mismo cuestionario de conocimientos sobre la diabetes mellitus tipo 1 y su relación con el ejercicio que se suministró durante la sesión de evaluación inicial (anexo 3).

Parte 2: Planificación a largo plazo y seguimiento (90 minutos)

- Guiar a los participantes en el establecimiento metas a largo plazo para el control glucémico y el rendimiento deportivo, que sean específicas, medibles, alcanzables, relevantes y con un tiempo definido .
- Proporcionar recursos educativos adicionales de consulta como guías prácticas y videos tutoriales.

- Proveer una hoja de ruta personalizada para cada participante, detallando las acciones y recursos necesarios para alcanzar sus metas, así como un calendario de fechas sugeridas para seguimiento periódico y evaluaciones.
- Establecer canales de comunicación, como grupos de apoyo en línea y contactos de profesionales para consultas continuas.
- Planificar posibles sesiones de refuerzo para revisar conceptos clave y resolver dudas emergentes.

8.5. Seguimiento

Duración: 2 horas, periodicidad mensual durante 5 meses.

Objetivos:

- Resolver dudas y dificultades que hayan surgido desde la finalización del programa.
- Revisar y reestructurar metas de acuerdo con los resultados de control metabólico.

Desarrollo:

- Discusión en grupo: Se facilita una discusión en grupo para compartir experiencias, aprendizajes y resultados obtenidos durante el programa, con el fin de favorecer adherencia y resolver problemas emergentes y retroalimentar el proceso.
- Realizar revisiones de los datos de monitoreo de glucosa y resultados de HbA1c cuando se encuentren disponibles.
- Proveer ajustes personalizados en los planes de manejo y nutrición basados en los resultados y en la retroalimentación de los participantes.

8.6. Evaluación final

Duración: 2 horas, última sesión al finalizar el mes 9 (semana 36).

Objetivos:

- Evaluar aprendizajes y resultados de la implementación del programa educativo.
- Recopilar datos sobre el rendimiento deportivo y la percepción de los participantes sobre su salud general después de la intervención.

Desarrollo:

Objetivos:

- Identificar los conocimientos de los deportistas antes y después de la implementación del programa educativo en relación con su enfermedad, sus requerimientos nutricionales y estrategias para el control glucémico.
- Evaluar el impacto del programa educativo en control metabólico, presentación de episodios de hiper o hipoglucemia, rendimiento deportivo y percepción global de salud.

Evaluación del aprendizaje:

- **Cuestionarios pre y post programa:** Evaluar el conocimiento sobre la diabetes tipo 1, manejo de la glucosa y nutrición deportiva antes y después de la intervención (anexo 3).
- **Observación directa:** Monitorear la participación activa y la aplicación de habilidades prácticas durante las sesiones.
- **Autoevaluaciones:** Encuestas de autoevaluación para que los participantes reflexionen sobre su propio aprendizaje y progreso (anexo 5).

Evaluación del impacto del programa:

- **Niveles de HbA1c:** Medición antes y después del programa para evaluar el control glucémico a largo plazo.
- **Frecuencia de episodios de hipoglucemia/hiperglucemia:** Registro de incidentes antes y después de la intervención.
- **Rendimiento deportivo:** Evaluaciones de rendimiento (p.e., pruebas de resistencia, VO₂max si está disponible, percepción del esfuerzo, diarios y registros de entrenamiento) antes y después del programa (anexo).
- **Percepción de salud:** Cuestionario sobre la percepción de la salud y el bienestar general de los participantes antes y después de la intervención (anexo 6).
- **Encuesta de satisfacción con el programa:** Anexo 7.

Este enfoque integral y reflexivo ayudará a evaluar el impacto del programa educativo en el conocimiento y manejo de la diabetes tipo 1, así como en la nutrición deportiva de los participantes. Las variables se analizarán mediante un análisis estadístico riguroso. Este análisis se llevará a cabo utilizando diversos métodos estadísticos adecuados para cada desenlace obtenido antes y después de la intervención y según la naturaleza de las variables (Canavos et al., 2003) .

Se realizará una descripción estadística de las variables, las cualitativas se describirán mediante distribución de frecuencias absolutas y relativas mientras que las variables cuantitativas y ordinales se describirán con media y desviación estándar; o mediana y rango intercuartílico previa verificación del

supuesto de normalidad con la prueba de Shapiro – Wilk en caso de que el número de participantes sea menor de 50, o con la prueba de Kolmogorov Smirnov si es mayor. La distribución de normalidad también se evaluará mediante histogramas, gráfico Q-Q, simetría y curtosis.

Posteriormente se analizarán el cambio en las variables desenlace antes y después de la intervención así: las variables cuantitativas (medición de hemoglobina glicosilada, número de episodios de hipoglucemia, número de episodios de hiperglicemia, rendimiento deportivo como tiempo en pruebas de resistencia, puntuación de conocimiento nutricional) y ordinales (percepción de esfuerzo y percepción global de salud), se compararán con una prueba de T-student para muestras pareadas para aquellas que cumplan el supuesto de normalidad, de lo contrario se usará una prueba de Prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas.

De manera exploratoria, se evaluará la posible relación entre las variables desenlace mediante pruebas de correlación como por ejemplo la relación entre los niveles de HbA1c y el rendimiento deportivo. Si las variables cuantitativas se distribuyen normal se usará el Coeficiente de Correlación de Pearson, de lo contrario, se usará el Coeficiente de Correlación de Spearman. Este último también se usará para evaluar la relación entre variables ordinales y cuantitativas, como por ejemplo la relación entre percepción del ejercicio y hemoglobina glicosilada.

Se explorará también la relación entre estas variables dependiente o variables desenlace con otras variables independientes que según la literatura podrían modificar el impacto de la intervención (ejemplo rendimiento deportivo y edad).

Se empleará la *d* de Cohen para comparación de medias antes y después del programa educativo en las variables evaluadas (comparación de conocimientos antes y después del programa educativo, calidad de vida, episodios de hipo e hiperglucemia, rendimiento deportivo). Se interpretará siguiendo criterios estándar donde 0.2 indica un efecto pequeño, 0.5 un efecto moderado, y 0.8 o superior un efecto grande. Además de los valores numéricos, la magnitud del efecto será interpretada dentro del contexto del impacto clínico o educativo. Esto implica evaluar si los cambios observados tienen relevancia práctica o si son significativos para la mejora de la calidad de vida y el rendimiento deportivo de los participantes.

Los datos se recolectarán de manera prospectiva en una hoja de Excel previamente diseñada para esta prueba piloto, para asegurar la calidad de los datos, se verificará que no haya datos faltantes. Todos los análisis se realizarán con el programa estadístico para ciencias sociales IBM SPSS versión 26.0 (IBM, Nueva York, NY, EE.UU.) y el software R versión 3.6.

Variable	Tipo	Parametrización	Clasificación
Edad	Cuantitativa discreta	Autoinforme	Independiente
Género	Cualitativa Nominal politómica	(Masculino, femenino, otro)	Independiente
Nivel educativo	Cualitativa ordinal	(primaria, secundaria, universitario, etc.)	Independiente
Ocupación	Cualitativa Nominal politómica	Opción múltiple (Estudiante, Empleado, etc.)	Independiente
Estado civil	Cualitativa nominal politómica	Opción múltiple (soltero, casado, etc.)	Independiente
Edad al Diagnóstico de la Diabetes	Cuantitativa discreta	Autoinforme	Independiente
Tratamiento actual	Cualitativa nominal politómica	Opción múltiple (basal/bolo, bomba de insulina, sistema automatizado)	Independiente
Tipo de Monitoreo de Glucosa	Cualitativa Nominal politómica	(Monitoreo Continuo, Glucometrías)	Independiente
Número de Glucometrías por Día	Cuantitativa continua	Autoinforme	Independiente
Tipo de Deporte	Cualitativa nominal politómica	Opción múltiple (Correr, Ciclismo, Triatlón, otro.)	Independiente
Años de Experiencia en el Deporte	Cuantitativa discreta	Autoinforme	Independiente
Número de Entrenamientos por Semana	Cuantitativa continua	Autoinforme	Independiente
Duración Promedio de los Entrenamientos	Cuantitativa continua	Autoinforme	Independiente
Última HbA1c	Cuantitativa continua	Autoinforme	Dependiente o desenlace
Índice de masa corporal (IMC=peso kg/talla m ²)	Ordinal	Autoinforme de peso y talla	Independiente
Asesoría nutricional	Cualitativa	Opción múltiple (sí, no)	Independiente
Conocimiento nutricional	Cuantitativa continua	Cuestionario de opción múltiple antes y después del programa (puntaje total)	Dependiente o desenlace
Medición de hba1c	Cuantitativa continua	Ensayo de hba1c expresada en %	Dependiente o desenlace
Control metabólico	Cualitativa nominal dicotómica	Definido como glicosilada menor de 7% (buen control)	Dependiente o desenlace
Número de episodios de hipoglucemia	Cuantitativa continua	Diario de registro Hipoglucemia definida como glucometría menor de 70mg/dl	Dependiente o desenlace
Número de episodios de hiperglucemia	Cuantitativa continua	Hiperglucemia definida como glucometría mayor de 180mg/dl	Dependiente o desenlace

Rendimiento deportivo	Cuantitativa continua	Pruebas físicas específicas (tiempo, distancia) antes y después del programa	Dependiente o desenlace
Percepción de esfuerzo	Ordinal	Puntuación en escala de Borg CR10 (1 a 10)	Dependiente o desenlace
Percepción Global de Salud	Ordinal	Cuestionario Vida con Diabetes tipo 1 (vida1) (escala Likert: muy insatisfecho, insatisfecho, neutral, satisfecho, muy satisfecho) Puntaje total del cuestionario.	Dependiente o desenlace
Satisfacción con el Programa	Ordinal	Encuesta de satisfacción (escala Likert: muy insatisfecho, insatisfecho, neutral, satisfecho, muy satisfecho)	Independiente
Adherencia al Programa	Cuantitativa continua	Registro de asistencia a sesiones y cumplimiento de actividades (porcentaje de sesiones asistidas)	Independiente

Tabla 1 Tabla operacional de variables

El análisis estadístico detallado permitirá evaluar el impacto del programa educativo en los deportistas de resistencia con diabetes tipo 1. Al utilizar una combinación de métodos estadísticos descriptivos, comparativos, se podrán identificar mejoras significativas en el conocimiento, manejo de la diabetes, control glucémico y rendimiento deportivo de los participantes.

12. Aplicabilidad y relevancia práctica del programa

Aplicabilidad:

- **Implementación en diversos contextos:** El programa puede ser adaptado para diferentes grupos de edad y niveles de competencia deportiva.
- **Escalabilidad:** Puede implementarse a nivel local en clubes deportivos y centros de salud, y expandirse a programas regionales o nacionales.
- **Uso de tecnología:** La integración de dispositivos de monitoreo continuo de glucosa y aplicaciones móviles facilita la auto-gestión y el seguimiento remoto.

Relevancia práctica:

- **Mejora del control glucémico:** Ayuda a los deportistas con diabetes tipo 1 a mantener niveles de glucosa más estables, reduciendo el riesgo de complicaciones a largo plazo.
- **Optimización del rendimiento deportivo:** Proporciona estrategias nutricionales y de manejo de la glucosa que pueden mejorar el rendimiento y la recuperación.
- **Educación continua:** Promueve un enfoque de aprendizaje continuo y empoderamiento, permitiendo a los participantes manejar su condición de manera más efectiva.

- Prevención de complicaciones: A través de la educación y el monitoreo regular, los participantes pueden prevenir episodios de hipoglucemia e hiperglucemia, mejorando su seguridad y bienestar general.
- Sostenibilidad: El programa fomenta hábitos saludables y prácticas de manejo a largo plazo, contribuyendo a la salud y el rendimiento sostenido de los deportistas.

13. Referencias

- Alvarado-Martel, D., Ruiz Fernández, M. A., Cuadrado Vigaray, M., Carrillo, A., Boronat, M., Expósito Montesdeoca, A., Nattero Chávez, L., Pozuelo Sánchez, M., López Quevedo, P., Santana Suárez, A. D., Hillman, N., Subias, D., Martín Vaquero, P., Sáez de Ibarra, L., Mauricio, D., de Pablos-Velasco, P., Nóvoa, F. J., & Wägner, A. M. (2017). ViDa1: The Development and Validation of a New Questionnaire for Measuring Health-Related Quality of Life in Patients with Type 1 Diabetes. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00904>
- Alvarado-Martel, D., Ruiz Fernández, M. A., & Wägner, A. M. (2017). ViDa1: un nuevo cuestionario para medir calidad de vida relacionada con la salud en la diabetes tipo 1. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, 64(9), 506-509. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2017.08.003>
- Bally, L., Laimer, M., & Stettler, C. (2015). Exercise-associated glucose metabolism in individuals with type 1 diabetes mellitus. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 18(4), 428-433. <https://doi.org/10.1097/MCO.000000000000185>
- Bishop, F. K., Addala, A., Corbin, K. D., Muntis, F. R., Pratley, R. E., Riddell, M. C., Mayer-Davis, E. J., Maahs, D. M., & Zaharieva, D. P. (2023). An Overview of Diet and Physical Activity for Healthy Weight in Adolescents and Young Adults with Type 1 Diabetes: Lessons Learned from the ACT1ON Consortium. *Nutrients*, 15(11), 2500. <https://doi.org/10.3390/nu15112500>
- Bohn, B., Herbst, A., Pfeifer, M., Krakow, D., Zimny, S., Kopp, F., Melmer, A., Steinacker, J. M., & Holl, R. W. (2015). 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*, 38(8), 1536-1543. <https://doi.org/10.2337/dc15-0030>
- Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Human Kinetics. <https://books.google.com.co/books?id=MfHLKHXXIKAC>
- Brazeau, A.-S., Rabasa-Lhoret, R., Strychar, I., & Mircescu, H. (2008). Barriers to Physical Activity Among Patients With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*, 31(11), 2108-2109. <https://doi.org/10.2337/dc08-0720>
- Canavos, G. C., Urbina Medal, E. G., & Valencia Ramírez, G. Javier. (2003). *Probabilidad y estadística : aplicaciones y métodos*. McGraw-Hill.

- Cavallo, M., De Fano, M., Barana, L., Dozzani, I., Bianchini, E., Pellegrino, M., Cisternino, L., Migliarelli, S., Giulietti, C., Pippi, R., & Fanelli, C. G. (2024). Nutritional Management of Athletes with Type 1 Diabetes: A Narrative Review. *Nutrients*, *16*(6), 907. <https://doi.org/10.3390/nu16060907>
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, *39*(11), 2065-2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>
- Cuenta de Alto Costo. *Día mundial de la diabetes 2023*. (2023, noviembre 14). <https://cuentadealtocosto.org/general/dia-mundial-de-la-diabetes-2023/>
- Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. (2014). *Diabetes Care*, *37*(Supplement_1), S81-S90. <https://doi.org/10.2337/dc14-S081>
- ElSayed, N. A., Aleppo, G., Aroda, V. R., Bannuru, R. R., Brown, F. M., Bruemmer, D., Collins, B. S., Gaglia, J. L., Hilliard, M. E., Isaacs, D., Johnson, E. L., Kahan, S., Khunti, K., Leon, J., Lyons, S. K., Perry, M. Lou, Prahalad, P., Pratley, R. E., Seley, J. J., ... Gabbay, R. A. (2023). 2. Classification and Diagnosis of Diabetes: *Standards of Care in Diabetes—2023*. *Diabetes Care*, *46*(Supplement_1), S19-S40. <https://doi.org/10.2337/dc23-S002>
- Foster, N. C., Beck, R. W., Miller, K. M., Clements, M. A., Rickels, M. R., DiMeglio, L. A., Maahs, D. M., Tamborlane, W. V., Bergenstal, R., Smith, E., Olson, B. A., & Garg, S. K. (2019). State of Type 1 Diabetes Management and Outcomes from the T1D Exchange in 2016–2018. *Diabetes Technology & Therapeutics*, *21*(2), 66-72. <https://doi.org/10.1089/dia.2018.0384>
- Franc, S., Daoudi, A., Pochat, A., Petit, M. -H., Randazzo, C., Petit, C., Duclos, M., Penfornis, A., Pussard, E., Not, D., Heyman, E., Koukoui, F., Simon, C., & Charpentier, G. (2015). Insulin-based strategies to prevent hypoglycaemia during and after exercise in adult patients with type 1 diabetes on pump therapy: the DIABRASPORT randomized study. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, *17*(12), 1150-1157. <https://doi.org/10.1111/dom.12552>
- Gallen, I. W., Hume, C., & Lumb, A. (2011). Fuelling the athlete with type 1 diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, *13*(2), 130-136. <https://doi.org/10.1111/j.1463-1326.2010.01319.x>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., Nieman, D. C., & Swain, D. P. (2011). Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *43*(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- García-García, F., Kumareswaran, K., Hovorka, R., & Hernando, M. E. (2015). Quantifying the Acute Changes in Glucose with Exercise in Type 1 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, *45*(4), 587-599. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0302-2>
- GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study

2019. *Lancet (London, England)*, 396(10258), 1204-1222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)
- Graveling, A. J., & Frier, B. M. (2010). Risks of marathon running and hypoglycaemia in Type 1 diabetes. *Diabetic Medicine*, 27(5), 585-588. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2010.02969.x>
- Grightmire, B., Alkabbani, W., & Gamble, J.-M. (2022). Peak performance: Putting type 1 diabetes management recommendations for athletes to the test. *American Journal of Medicine Open*, 7, 100011. <https://doi.org/10.1016/j.ajmo.2022.100011>
- Holt, R. I. G., DeVries, J. H., Hess-Fischl, A., Hirsch, I. B., Kirkman, M. S., Klupa, T., Ludwig, B., Nørgaard, K., Pettus, J., Renard, E., Skyler, J. S., Snoek, F. J., Weinstock, R. S., & Peters, A. L. (2021). The management of type 1 diabetes in adults. A consensus report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetologia*, 64(12), 2609-2652. <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05568-3>
- Howley, E. T. (2001). Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(Supplement), S364-S369. <https://doi.org/10.1097/00005768-200106001-00005>
- International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas, 10th edn. Brussels, Belgium: 2021.* (s. f.). Recuperado 15 de mayo de 2024, de <https://www.diabetesatlas.org>
- Jeukendrup, A. E. (2010). Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 13(4), 452-457. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e328339de9f>
- Kelly, D., Hamilton, J. K., & Riddell, M. C. (2010). Blood Glucose Levels and Performance in a Sports Camp for Adolescents with Type 1 Diabetes Mellitus: A Field Study. *International Journal of Pediatrics*, 2010, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2010/216167>
- Lascar, N., Kennedy, A., Hancock, B., Jenkins, D., Andrews, R. C., Greenfield, S., & Narendran, P. (2014). Attitudes and Barriers to Exercise in Adults with Type 1 Diabetes (T1DM) and How Best to Address Them: A Qualitative Study. *PLoS ONE*, 9(9), e108019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108019>
- Makura, C. B., Nirantharakumar, K., Girling, A. J., Saravanan, P., & Narendran, P. (2013). Effects of physical activity on the development and progression of microvascular complications in type 1 diabetes: retrospective analysis of the DCCT study. *BMC Endocrine Disorders*, 13(1), 37. <https://doi.org/10.1186/1472-6823-13-37>
- Mattsson, S., Jendle, J., & Adolfsson, P. (2019). Carbohydrate Loading Followed by High Carbohydrate Intake During Prolonged Physical Exercise and Its Impact on Glucose Control in Individuals With Diabetes Type 1—An Exploratory Study. *Frontiers in Endocrinology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00571>
- McCarthy, M. M., Funk, M., & Grey, M. (2016). Cardiovascular health in adults with type 1 diabetes. *Preventive Medicine*, 91, 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.08.019>

- McKewen, M., Rehrer, N., Cox, C., & Mann, J. (1999). Glycaemic Control, Muscle Glycogen and Exercise Performance in IDDM Athletes on Diets of Varying Carbohydrate Content. *International Journal of Sports Medicine*, 20(06), 349-353. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971143>
- Miller, K. M., Foster, N. C., Beck, R. W., Bergenstal, R. M., DuBose, S. N., DiMeglio, L. A., Maahs, D. M., & Tamborlane, W. V. (2015). Current State of Type 1 Diabetes Treatment in the U.S.: Updated Data From the T1D Exchange Clinic Registry. *Diabetes Care*, 38(6), 971-978. <https://doi.org/10.2337/dc15-0078>
- Mobasserri, M., Shirmohammadi, M., Amiri, T., Vahed, N., Hosseini Fard, H., & Ghojzadeh, M. (2020). Prevalence and incidence of type 1 diabetes in the world: a systematic review and meta-analysis. *Health Promotion Perspectives*, 10(2), 98-115. <https://doi.org/10.34172/hpp.2020.18>
- Norris, J. M., Johnson, R. K., & Stene, L. C. (2020). Type 1 diabetes—early life origins and changing epidemiology. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 8(3), 226-238. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(19\)30412-7](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(19)30412-7)
- Ong, K. L., Stafford, L. K., McLaughlin, S. A., Boyko, E. J., Vollset, S. E., Smith, A. E., Dalton, B. E., Duprey, J., Cruz, J. A., Hagins, H., Lindstedt, P. A., Aali, A., Abate, Y. H., Abate, M. D., Abbasian, M., Abbasi-Kangevari, Z., Abbasi-Kangevari, M., Abd ElHafeez, S., Abd-Rabu, R., ... Vos, T. (2023). Global, regional, and national burden of diabetes from 1990 to 2021, with projections of prevalence to 2050: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet*, 402(10397), 203-234. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)01301-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01301-6)
- Phillip, M., Nimri, R., Bergenstal, R. M., Barnard-Kelly, K., Danne, T., Hovorka, R., Kovatchev, B. P., Messer, L. H., Parkin, C. G., Ambler-Osborn, L., Amiel, S. A., Bally, L., Beck, R. W., Biester, S., Biester, T., Blanchette, J. E., Bosi, E., Boughton, C. K., Breton, M. D., ... Battelino, T. (2023). Consensus Recommendations for the Use of Automated Insulin Delivery Technologies in Clinical Practice. *Endocrine Reviews*, 44(2), 254-280. <https://doi.org/10.1210/endrev/bnac022>
- Riddell, M. C., Gallen, I. W., Smart, C. E., Taplin, C. E., Adolfsson, P., Lumb, A. N., Kowalski, A., Rabasa-Lhoret, R., McCrimmon, R. J., Hume, C., Annan, F., Fournier, P. A., Graham, C., Bode, B., Galassetti, P., Jones, T. W., Millán, I. S., Heise, T., Peters, A. L., ... Laffel, L. M. (2017). Exercise management in type 1 diabetes: a consensus statement. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 5(5), 377-390. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(17\)30014-1](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(17)30014-1)
- Riddell, M. C., & Peters, A. L. (2023). Exercise in adults with type 1 diabetes mellitus. *Nature Reviews Endocrinology*, 19(2), 98-111. <https://doi.org/10.1038/s41574-022-00756-6>
- Riddell, M. C., Pooni, R., Fontana, F. Y., & Scott, S. N. (2020). Diabetes Technology and Exercise. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, 49(1), 109-125. <https://doi.org/10.1016/j.ecl.2019.10.011>
- Riddell, M. C., Scott, S. N., Fournier, P. A., Colberg, S. R., Gallen, I. W., Moser, O., Stettler, C., Yardley, J. E., Zaharieva, D. P., Adolfsson, P., & Bracken, R. M. (2020). The competitive athlete with type 1 diabetes. *Diabetologia*, 63(8), 1475-1490. <https://doi.org/10.1007/s00125-020-05183-8>

- Scott, S., Kempf, P., Bally, L., & Stettler, C. (2019a). Carbohydrate Intake in the Context of Exercise in People with Type 1 Diabetes. *Nutrients*, *11*(12), 3017. <https://doi.org/10.3390/nu11123017>
- Scott, S., Kempf, P., Bally, L., & Stettler, C. (2019b). Carbohydrate Intake in the Context of Exercise in People with Type 1 Diabetes. *Nutrients*, *11*(12), 3017. <https://doi.org/10.3390/nu11123017>
- Scott, S. N., Fontana, F. Y., Cocks, M., Morton, J. P., Jeukendrup, A., Dragulin, R., Wojtaszewski, J. F. P., Jensen, J., Castol, R., Riddell, M. C., & Stettler, C. (2021). Post-exercise recovery for the endurance athlete with type 1 diabetes: a consensus statement. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, *9*(5), 304-317. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(21\)00054-1](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(21)00054-1)
- Teich, T., & Riddell, M. C. (2016). The Enhancement of Muscle Insulin Sensitivity After Exercise: A Rac1-Independent Handoff to Some Other Player? *Endocrinology*, *157*(8), 2999-3001. <https://doi.org/10.1210/en.2016-1453>
- Thomas, C. C., & Philipson, L. H. (2015). Update on Diabetes Classification. *Medical Clinics of North America*, *99*(1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2014.08.015>
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Nutrition and Athletic Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *48*(3), 543-568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Tielemans, S. M. A. J., Soedamah-Muthu, S. S., De Neve, M., Toeller, M., Chaturvedi, N., Fuller, J. H., & Stamatakis, E. (2013). Association of physical activity with all-cause mortality and incident and prevalent cardiovascular disease among patients with type 1 diabetes: the EURODIAB Prospective Complications Study. *Diabetologia*, *56*(1), 82-91. <https://doi.org/10.1007/s00125-012-2743-6>
- Wadén, J., Forsblom, C., Thorn, L. M., Saraheimo, M., Rosengård-Bärlund, M., Heikkilä, O., Lakka, T. A., Tikkanen, H., & Groop, P.-H. (2008). Physical Activity and Diabetes Complications in Patients With Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*, *31*(2), 230-232. <https://doi.org/10.2337/dc07-1238>
- Wilson, L. M., Jacobs, P. G., Riddell, M. C., Zaharieva, D. P., & Castle, J. R. (2022). Opportunities and challenges in closed-loop systems in type 1 diabetes. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, *10*(1), 6-8. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(21\)00289-8](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(21)00289-8)
- Wu, N., Bredin, S., Guan, Y., Dickinson, K., Kim, D., Chua, Z., Kaufman, K., & Warburton, D. (2019). Cardiovascular Health Benefits of Exercise Training in Persons Living with Type 1 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, *8*(2), 253. <https://doi.org/10.3390/jcm8020253>
- Yardley, J. E., Hay, J., Abou-Setta, A. M., Marks, S. D., & McGavock, J. (2014). A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Research and Clinical Practice*, *106*(3), 393-400. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2014.09.038>
- Zaharieva, D. P., Morrison, D., Paldus, B., Lal, R. A., Buckingham, B. A., & O'Neal, D. N. (2023). Practical Aspects and Exercise Safety Benefits of Automated Insulin Delivery Systems in Type 1 Diabetes. *Diabetes Spectrum*, *36*(2), 127-136. <https://doi.org/10.2337/dsi22-0018>

14. Anexos

Anexo 1: Consentimiento Informado

Título del Programa

Diabetes en movimiento: Educando en estrategias nutricionales y de monitoreo para deportistas con diabetes mellitus tipo 1

Director: [Nombre del director del programa]

Institución: [Nombre de la institución]

Contacto: [Información de contacto director del programa]

Introducción

Usted está siendo invitado a participar en un programa de educación nutricional diseñado específicamente para deportistas con diabetes tipo 1. Este documento de consentimiento informado explica el propósito del programa, lo que implica su participación, los posibles beneficios y riesgos, y sus derechos como participante.

Propósito del Programa

El objetivo de este programa es proporcionar educación nutricional personalizada para mejorar la gestión de la diabetes tipo 1 en deportistas de resistencia. Se busca optimizar el rendimiento deportivo y mejorar la calidad de vida a través de la adopción de hábitos alimentarios saludables y estrategias de autocuidado.

Procedimiento

Si decide participar, se le pedirá que:

- Complete un cuestionario inicial para caracterización demográfica y establecer una línea de base de sus conocimientos y expectativas.
- Asista a todas las sesiones programadas del programa educativo, que incluyen talleres, seminarios y actividades prácticas.
- Participe en actividades de auto monitorización y seguimiento de su progreso.
- Complete encuestas de satisfacción y formularios de autoevaluación al finalizar el programa.

Duración del Programa

El programa tendrá una duración total de 36 semanas (9 meses), con sesiones educativas de 3 horas que se realizarán cada dos semanas (4 sesiones en total), y posteriormente sesiones de seguimiento de 2 horas cada mes hasta finalizar el programa.

Riesgos y Beneficios

Riesgos:

- Participación en actividades físicas que podrían conllevar a lesiones menores (p.e., dolores musculares).
- Posibles fluctuaciones en los niveles de glucosa durante las actividades físicas intensas.

Beneficios:

- Mejora en el conocimiento y manejo de la diabetes tipo 1.
- Optimización del rendimiento deportivo.
- Apoyo y orientación personalizada de profesionales de la salud.
- Mejoras potenciales en la calidad de vida y bienestar general.

Confidencialidad

Toda la información que se recoja durante el programa será tratada de manera confidencial. Los datos serán anonimizados y utilizados únicamente con fines de evaluación del programa y para futuras investigaciones.

Voluntariedad

Su participación en este programa es completamente voluntaria. Usted puede decidir no participar o retirarse del programa en cualquier momento sin ninguna penalización o pérdida de beneficios a los que tenga derecho.

Contacto

Si tiene alguna pregunta sobre el programa o su participación, puede contactar al director del programa:

- [Nombre]
- [Teléfono]
- [Correo Electrónico]

Consentimiento del Participante

He leído y comprendido la información proporcionada en este documento de consentimiento informado. He tenido la oportunidad de hacer preguntas y todas mis preguntas han sido respondidas satisfactoriamente. Entiendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del programa en cualquier momento.

Al firmar este documento, doy mi consentimiento para participar en el Programa de Educación Nutricional para Deportistas con Diabetes Tipo 1.

Nombre del participante:

Firma del participante:
Fecha:
Firma del director del programa:
Fecha:

Este documento debe ser firmado por ambas partes antes de iniciar el programa. Una copia del documento será entregada al participante y otra será archivada por el investigador.

Anexo 2: Cuestionario demográfico y de salud para deportistas con diabetes tipo 1

Pregunta	Respuesta
Edad	_____ años
Género	<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/> Otro: _____
Nivel Educativo	<input type="checkbox"/> Primaria <input type="checkbox"/> Secundaria <input type="checkbox"/> Universitario <input type="checkbox"/> Posgrado <input type="checkbox"/> Otro: _____
Ocupación	<input type="checkbox"/> Estudiante <input type="checkbox"/> Empleado <input type="checkbox"/> Desempleado <input type="checkbox"/> Autónomo <input type="checkbox"/> Otro: _____
Estado Civil	<input type="checkbox"/> Soltero <input type="checkbox"/> Casado <input type="checkbox"/> Divorciado <input type="checkbox"/> Viudo <input type="checkbox"/> Unión libre
Edad al Diagnóstico de la Diabetes	_____ años
Tratamiento Actual	<input type="checkbox"/> Basal/Bolo <input type="checkbox"/> Bomba de Insulina <input type="checkbox"/> Sistema automatizado <input type="checkbox"/> Otro: _____
Tipo de Monitoreo de Glucosa	<input type="checkbox"/> Monitoreo Continuo de Glucosa <input type="checkbox"/> Glucometrías
Número de Glucometrías por Día	_____
Tipo de Deporte	<input type="checkbox"/> Correr <input type="checkbox"/> Ciclismo <input type="checkbox"/> Natación <input type="checkbox"/> Triatlón <input type="checkbox"/> Otro: _____
Años de Experiencia en el Deporte	_____
Frecuencia de Entrenamientos por Semana	_____ veces
Duración Promedio de los Entrenamientos	_____ horas/minutos
Última HbA1c	_____ %. Fecha: _____
Peso	_____ kg
Talla	_____ cm
Recibe asesoría nutricional profesional	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No

Anexo 3: Cuestionario pre-programa y post-programa educativo

Fecha:
Nombre:
Edad:
Años con Diabetes Tipo 1:
Años de Experiencia en Deportes de Resistencia:
Tipo de Deporte:

Sección A: Conocimiento sobre Diabetes Tipo 1
<p>1. ¿Qué es la diabetes tipo 1?</p> <p>a) Una enfermedad en la que el cuerpo no produce suficiente insulina.</p> <p>b) Una condición en la que el cuerpo no puede utilizar adecuadamente la insulina.</p> <p>c) Una condición en la que el cuerpo produce demasiada insulina.</p> <p>d) Ninguna de las anteriores.</p>
<p>2. ¿Cuáles son los síntomas comunes de la hipoglucemia?</p> <p>a) Temblor, sudoración, palpitaciones</p> <p>b) Sed excesiva, micción frecuente, pérdida de peso</p> <p>c) Visión borrosa, dolores de cabeza, fatiga</p> <p>d) Ninguna de las anteriores</p>
<p>3. ¿Cuáles son las causas más comunes de hiperglucemia?</p> <p>a) Comer demasiados carbohidratos</p> <p>b) Saltarse dosis de insulina</p> <p>c) Estrés y enfermedades</p> <p>d) Todas las anteriores</p>
Sección B: Manejo de la Glucosa
<p>4. ¿Cuál es el rango normal de glucosa en sangre en ayunas para una persona con diabetes tipo 1?</p> <p>a) 70-130 mg/dL</p> <p>b) 130-180 mg/dL</p> <p>c) 180-240 mg/dL</p> <p>d) Ninguna de las anteriores</p>
<p>5. ¿Con qué frecuencia deberías monitorear tu glucosa durante el ejercicio?</p> <p>a) Antes y después del ejercicio</p> <p>b) Cada 30 minutos durante el ejercicio</p> <p>c) Cada hora durante el ejercicio</p> <p>d) Todas las anteriores</p>
<p>6. ¿Qué tipo de insulina se utiliza para corregir niveles altos de glucosa durante el ejercicio?</p> <p>a) Insulina de acción rápida</p> <p>b) Insulina de acción intermedia</p> <p>c) Insulina de acción prolongada</p> <p>d) Ninguna de las anteriores</p>

<p>7. ¿Cuándo es mejor utilizar un monitor continuo de glucosa (MCG) durante el ejercicio?</p> <p>a) Solo antes del ejercicio</p> <p>b) Solo después del ejercicio</p> <p>c) Antes, durante y después del ejercicio</p> <p>d) No es necesario utilizar un MCG durante el ejercicio</p>
<p>8. ¿Qué acciones tomarías si tu MCG muestra niveles de glucosa menores a 70 mg/dL durante el ejercicio?</p> <p>a) Continuar con el ejercicio sin cambios</p> <p>b) Consumir carbohidratos de acción rápida</p> <p>c) Inyectar más insulina</p> <p>d) Detener el ejercicio inmediatamente y descansar</p>
<p>9. ¿Qué harías si tu MCG muestra niveles de glucosa mayores a 250 mg/dL antes de comenzar el ejercicio?</p> <p>a) Comenzar el ejercicio de todas maneras</p> <p>b) Administrar una corrección de insulina y esperar a que la glucosa disminuya</p> <p>c) Consumir una comida alta en carbohidratos</p> <p>d) Beber agua y esperar</p>
<p>Sección C: Nutrición Deportiva</p>
<p>10. ¿Qué es un carbohidrato de acción rápida?</p> <p>a) Alimentos ricos en proteínas</p> <p>b) Alimentos con bajo índice glucémico</p> <p>c) Alimentos que aumentan rápidamente los niveles de glucosa en sangre</p> <p>d) Ninguna de las anteriores</p>
<p>11. ¿Cuándo es mejor consumir un snack de carbohidratos antes del ejercicio?</p> <p>a) 15-30 minutos antes</p> <p>b) 1-2 horas antes</p> <p>c) Justo antes del ejercicio</p> <p>d) No es necesario consumir snacks antes del ejercicio</p>
<p>12. ¿Cuáles son los beneficios de una hidratación adecuada durante el ejercicio?</p> <p>a) Mantener la energía y la resistencia</p> <p>b) Prevenir calambres musculares</p> <p>c) Mejorar la recuperación post-ejercicio</p> <p>d) Todas las anteriores</p>

Anexo 4: Cuestionario Vida con Diabetes tipo 1 (ViDa1)

Por favor señale con una X su grado de acuerdo con cada una de las frases que se exponen a continuación y que reflejan lo que piensa sobre su calidad de vida en relación con su salud. Es muy importante contestar todas las preguntas y no dejar ninguna en blanco. Recuerde que no existen respuestas buenas o malas, lo importante es contar con su opinión. Gracias.

1 = muy en desacuerdo					
2 = en desacuerdo					
3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo					
4 = de acuerdo					
5 = muy de acuerdo					
1. Tener diabetes dificulta mis relaciones sociales (amigos, compañeros, pareja, etc.)	1	2	3	4	5
2. Me siento diferente por tener diabetes	1	2	3	4	5
3. Tener que administrarme la insulina supone un problema a diario para mí	1	2	3	4	5
4. Tener diabetes limita mi vida social y de ocio (comidas fuera de casa, celebraciones, viajes, etc.)	1	2	3	4	5
5. Mi vida ha cambiado por tener diabetes	1	2	3	4	5
6. Tener diabetes dificulta las relaciones con mi familia	1	2	3	4	5
7. Me siento limitado/a nivel laboral por tener diabetes	1	2	3	4	5
8. Tengo alguna/s complicación/es de la diabetes que empeora/n mi calidad de vida porque me limita/n físicamente	1	2	3	4	5
9. El día a día con diabetes me supone un estrés añadido	1	2	3	4	5
10. Me preocupa que los demás sepan que tengo diabetes	1	2	3	4	5
11. Mi vida sexual está limitada por tener diabetes	1	2	3	4	5
12. Teniendo diabetes puedo llevar una vida normal	1	2	3	4	5
13. Estoy contento/a con la implicación que tengo en el día a día en el autocuidado de mi diabetes	1	2	3	4	5
14. El nivel de formación/conocimiento que tengo sobre mi diabetes me ayuda a tener un buen control	1	2	3	4	5
15. La formación que tengo en cuantificación de hidratos de carbono proporciona flexibilidad en mi alimentación	1	2	3	4	5
16. Estoy satisfecho/a con la forma que llevo mi diabetes	1	2	3	4	5
17. Estoy motivado/a en el autocuidado de mi diabetes	1	2	3	4	5
18. Ajusto la dosis de insulina a mi alimentación para tener un buen control	1	2	3	4	5
19. Estoy satisfecho/a con el tratamiento farmacológico que sigo porque me facilita el control de la diabetes	1	2	3	4	5

20. Estoy satisfecho/a con mi control glucémico actualmente (hemoglobina glicosilada)	1	2	3	4	5
21. La gestión de la diabetes está integrada en mi vida cotidiana con normalidad	1	2	3	4	5
22. Considero que tengo flexibilidad y libertad en mi alimentación aunque tenga diabetes	1	2	3	4	5
23. Me cuesta mucho hacerme los controles (glucemias) a diario	1	2	3	4	5
24. Descanso bien y mi sueño nocturno es bueno	1	2	3	4	5
25. Me encuentro bien físicamente	1	2	3	4	5
26. Me encuentro bien psicológicamente	1	2	3	4	5
27. Tengo otras enfermedades a consecuencia de la diabetes que empeoran mi calidad de vida	1	2	3	4	5
28. Estoy satisfecho/a con el tiempo que dedico a hacer actividad física	1	2	3	4	5
29. Considero que en general mi calidad de vida es buena	1	2	3	4	5
30. Me da miedo tener hipoglucemias (bajadas de azúcar)	1	2	3	4	5
31. Con frecuencia me preocupa tener una hipoglucemia	1	2	3	4	5
32. Me siento preocupado/a cuando tengo la glucemia alta	1	2	3	4	5
33. Con frecuencia me preocupa tener complicaciones por la diabetes en el futuro	1	2	3	4	5
34. Con frecuencia me preocupa ingresar en el hospital por el mal control de mi diabetes	1	2	3	4	5

Interferencia con la vida: (1 – 12), autocuidado (13 – 23), bienestar (24 – 29) y preocupación por la enfermedad (30 – 34). Para su corrección se suman las puntuaciones obtenidas en cada subescala. Los ítems 12, 23 y 27 son invertidos para una correcta interpretación.

Anexo 5: Formato de autoevaluación

Fecha:
Nombre:
Edad:
Años con Diabetes Tipo 1:
Años de Experiencia en Deportes de Resistencia:
Tipo de Deporte:
Reflexión sobre el Aprendizaje y Progreso

1. ¿Qué nuevos conocimientos adquiriste sobre la diabetes tipo 1 y su manejo en el contexto de deportes de resistencia?
○ Respuesta abierta.
2. ¿Cómo ha cambiado tu forma de monitorear la glucosa antes, durante y después del ejercicio?
○ Respuesta abierta.
3. ¿Qué tecnologías y herramientas para el monitoreo de glucosa has aprendido a usar durante el programa?
○ Respuesta abierta.
4. Describe una estrategia nutricional que planeas implementar para prevenir episodios de hipoglucemia e hiperglucemia durante el ejercicio.
○ Respuesta abierta.
5. ¿Cómo ha mejorado tu capacidad para crear planes alimenticios individualizados?
○ Respuesta abierta.
6. ¿Qué guías prácticas para la ingestión de snacks y bebidas deportivas has encontrado más útiles?
○ Respuesta abierta.
7. ¿Qué cambios has notado en tus niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1c) y la frecuencia de episodios de hipoglucemia o hiperglucemia?
○ Respuesta abierta.
8. Reflexiona sobre tu rendimiento deportivo y tu percepción de salud general después de la intervención.
○ Respuesta abierta.
9. ¿Qué aspecto del programa educativo te pareció más valioso y por qué?
○ Respuesta abierta.
10. ¿Qué sugerencias tienes para mejorar futuros programas educativos sobre nutrición y manejo de la diabetes en deportistas?
○ Respuesta abierta.

Anexo 6: Evaluación del impacto del programa

1. Niveles de HbA1c

Objetivo: Evaluar el control glucémico a largo plazo.

Método:

- Medición Inicial: Realizar una prueba de HbA1c en todos los participantes antes del inicio del programa.
- Medición Final: Realizar una segunda prueba de HbA1c una semana antes de la última sesión de seguimiento tras la finalización del programa.

Instrumentos: Pruebas de HbA1c realizadas en laboratorios certificados.

2. Frecuencia de episodios de hipoglucemia/hiperglucemia

Objetivo: Registrar y comparar la frecuencia de episodios de hipoglucemia e hiperglucemia antes y después de la intervención.

Método:

- Registro Continuo: Mantener un diario de glucosa donde se anotarán los episodios diarios durante todo el programa.

Instrumentos: Glucómetros personales y/o monitores continuos de glucosa (MCG).

Análisis: Se compararán los eventos de hipo/hiperglucemia que se presentan antes, durante y después del programa educativo.

3. Rendimiento Deportivo

Objetivo: Evaluar las mejoras en el rendimiento deportivo de los participantes.

Métodos:

- Pruebas de Resistencia:

De acuerdo con el tipo de deporte, se solicitará a los deportistas realizar una de las siguientes pruebas antes del inicio del programa educativo y la semana antes de finalizar la última sesión de seguimiento. Se debe registrar los tiempos de ejecución de la actividad así como la escala de percepción del esfuerzo (Borg CR10)(Borg, 1998)

- Atletismo: Chequeo de 3km o 5km a la velocidad máxima posible.
- Ciclismo: Prueba contra reloj de 20km en la que se busca completar la distancia en el menor tiempo posible.
- Triatlón: Prueba de carrera en transición. Realizar un ciclo de ciclismo seguido inmediatamente de una carrera a pie (20 km de ciclismo seguidos de 5 km de carrera).

Instrumentos: Diarios de entrenamiento, y escala de percepción del esfuerzo BORG CR10 (Borg, 1998)

Anexo 7: Encuesta de satisfacción con el programa

Gracias por participar en nuestro programa **“Diabetes en movimiento: Educando en estrategias nutricionales y de monitoreo para deportistas con diabetes mellitus tipo 1”**. Apreciamos su tiempo y sus comentarios. Por favor, responda las siguientes preguntas para ayudarnos a mejorar el programa. Es muy importante contestar todas las preguntas y no dejar ninguna en blanco. Recuerde que no existen respuestas buenas o malas, lo importante es contar con su opinión. Gracias.

1 = muy en desacuerdo

2 = en desacuerdo

3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo

4 = de acuerdo

5 = muy de acuerdo

1. Contenido del Programa

1.1. El contenido del programa fue claro y fácil de entender.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

