Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Facultad de Ciencias de la Salud

Osasun Zientzien Fakultatea

Programa de educación de enfermería en el manejo de dispositivos en un debut diabético de tipo 1 en niños de entre 6 y 8 años

Grado en Enfermería / Erizaintzako Gradua

Trabajo Fin de Grado/ Gradu Bukaerako Lana

Estudiante: Dariana Georgescu Zurgaláu

Tutor/Tutora: Rosanna De la Rosa Eduardo

Convocatoria: mayo 2022

RESUMEN

Introducción: La diabetes mellitus tipo 1 es una enfermedad crónica y de origen autoinmune en la cual se destruyen las células β en los islotes Langerhans del páncreas, inhibiéndose de este modo la producción de insulina. Suele debutar en la infancia. Entre los síntomas principales se encuentran la glucosuria, poliuria, polidipsia, polifagia, astenia, pérdida de peso involuntaria, cetosis y cetonuria. Consecuentemente se producen complicaciones como hipoglucemia, cetoacidosis y daños en retina o riñones.

Objetivos: entre los objetivos principales de esta revisión se encuentran, en primer lugar, la descripción de las característica y alternativas de tratamiento en la diabetes infantil tipo 1; y, en segundo lugar, la elaboración de un plan de alfabetización de las familias sobre el manejo y autocontrol de la enfermedad.

Metodología: se ha realizado una revisión bibliográfica no exhaustiva en las principales fuentes de datos científicas.

Conclusiones: el abordaje del control de la enfermedad tiene tres pilares fundamentales como son la alimentación y la actividad física; el tratamiento farmacológico; y el manejo de dispositivos de autocontrol; por lo que es necesario que el equipo de enfermería alfabetice a las familias centrándose en estos tres puntos.

PALABRAS CLAVE: diabetes; pediatría; autocuidado.

ABSTRACT

Introduction: Type 1 diabetes mellitus is a chronic, autoimmune-mediated disease in which β-cells in the islets Langerhans of the pancreas are destroyed, thereby inhibiting insulin production. Usually makes its debut in childhood. Main symptoms include glycosuria, polyuria, polydipsia, polyphagia, asthenia, unintentional weight loss, ketosis and ketonuria. Consequently, complications such as hypoglycaemia, ketoacidosis and retinal or kidney damage occur.

Objectives: the main objectives of this review include, firstly, the description of the characteristics and treatment alternatives in childhood type 1 diabetes; and secondly, the development of a family literacy plan on management and self-management of the disease.

Methodology: a non-exhaustive literature review was carried out in the main scientific data sources.

Conclusions: the approach to disease control has three fundamental pillars such as nutrition and physical activity; pharmacological treatment; and the use of self-management devices; so, it is necessary for the nursing team to teach families to read and write about these three points.

- KEY WORDS: diabetes, pediatrics, self-care.

Número de palabras: 11.810

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. JUSTIFICACIÓN 3
3. OBJETIVOS 4
4. MATERIAL Y MÉTODO 4
4.1. Diseño o tipo de revisión 4
4.2. Bases de datos consultadas y estrategia de búsqueda 4
4.3. Organización de la información 6
5. RESULTADOS 7
5.1. Epidemiología de la diabetes tipo 1 7
5.2. Costes económicos 9
5.3. Descripción anatomo fisiológica de la diabetes tipo 1 10
5.3.1. Contexto histórico de la diabetes 10
5.3.2. Fisiopatología de la diabetes tipo 1 11
5.3.3. Manifestaciones clínicas de la diabetes tipo 1 12
5.3.4. Principales complicaciones derivadas de la diabetes tipo 1 16
5.4. Pruebas diagnósticas 19
5.5. Manejo de la enfermedad 20
5.5.1. Manejo de la alimentación 20
5.5.2. Manejo de la actividad física 22
5.5.3. Manejo farmacológico 23
5.6. Dispositivos para el autocontrol y el manejo 31
6. DISCUSIÓN 34
7. CONCLUSIONES 35
8. PLAN DE INTERVENCIÓN 36
9. BIBLIOGRAFÍA 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estrategias de búsqueda……5

Tabla 2. Insulinas de acción lenta……24

Tabla 3. Insulinas de acción rápida……25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo……6

Figura 2. Mapa de incidencia de la diabetes tipo 1 por CC.AA. en el 2014……8

Figura 3. Ruta metabólica de Oxigenación de Glucósidos……14

Figura 4. Movilización de las grasas de reserva……15

Figura 5. Distribución adecuada de una dieta……21

Figura 6. Plumas dosificadoras de insulina reutilizables……27

Figura 7. Plumas dosificadoras de insulina desechables……28

Figura 8. Sistema de monitorización continua de glucosa……32

Figura 9. Cuento infantil para explicar qué es la diabetes……41

Figura 10. Control de la glucemia……46

Figura 11. Zonas de inyección de la insulina……47

Figura 12. Inyección de la insulina……47

Figura 13. Infografía Diabetes tipo 1……48

1. INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus tipo 1 es una enfermedad crónica y autoinmune en la que se destruyen progresivamente las células β en los islotes Langerhans del páncreas, lo cual causa la inhibición de la producción de insulina, y por tanto la pérdida de la homeostasis de la glucosa, siendo esta la fuente de energía del cuerpo más importante, utilizada por las células para realizar todos los procesos biológicos del cuerpo.

No existe un único factor que precipite su aparición, sino que está condicionada por la combinación de factores genéticos, ambientales y autoinmunes que activan el sistema inmunitario, dañan las células del páncreas e impiden así la creación y liberación de esta hormona.

Es una enfermedad crónica, lo que implica la existencia de un número de complicaciones que afectan al sistema metabólico, al sistema nervioso y al sistema neurológico.

Entre las principales manifestaciones clínicas se encuentran la pérdida de peso; vómitos; poliuria, cuya característica principal es el aumento de la orina; polidipsia; astenia; cambios repentinos de humor y aumento del apetito. La primera señal es, por lo general, la poliuria, incluyendo enuresis nocturna en niños que ya no mojaban la cama durante la noche y sabían ir al baño por sí mismos.

Al ser una enfermedad en la que la función del páncreas es nula, es decir no existe producción de insulina, el tratamiento consiste principalmente en la administración exógena de insulina imitando así el funcionamiento del páncreas de una persona sana. Esta administración de insulina debe ir siempre acompañada de un cuidado de la alimentación y ejercicio, ayudando así a tener un mayor control de la enfermedad.

La diabetes mellitus de tipo 1 puede desarrollarse a lo largo de la infancia, incluso durante el primer año de vida, pero suele empezar a una edad comprendida entre los 4 y los 6 años, y entre los 10 y los 14 años. Los síntomas suelen aparecer de forma brusca y se manifestan con unas cifras de glucosa en sangre elevada, por encima de 300-500 mg/dl, circunstancia conocida como debut diabético.

En esta situación, tanto los niños como las familias precisan de una atención sociosanitaria adecuada para poder revertir la situación de emergencia metabólica que provoca esta patología. En este grupo de edad no disponen de las herramientas ni de los conocimientos necesarios para controlar la enfermedad, por lo que es esencial una adecuada educación por parte del personal de enfermería.

Esta alfabetización se basa en tres pilares fundamentales: a) explicación de la enfermedad, b) conocimientos sobre alimentación y actividad física, c) manejo de los diferentes dispositivos y alternativas de tratamiento para el control de la enfermedad. Por lo que esta revisión bibliográfica pretende describir las características de esta patología en la edad infantil, conocer los diferentes dispositivos para el control de la enfermedad y proponer un plan de educación sobre el manejo de esta.

2. JUSTIFICACIÓN

Este tema ha sido elegido ya que personalmente me encanta el área de la pediatría y he podido comprobar que muchos niños debutan desde muy pequeños con esta enfermedad en la consulta pediátrica de diabetes tipo 1. Se trata de una enfermedad crónica que debuta en edades muy tempranas, lo cual hace que sea una enfermedad que requiere un tratamiento de forma diaria. Por ello, la necesidad de formar a las familias de los niños que padecen esta enfermedad es elevada debido a las complicaciones que puede causar.

Al ser una enfermedad de aparición temprana suele afectar en muchos casos a niños que no están escolarizados o niños en educación infantil. Se ha elegido este grupo de edad ya que los niños de 6 a 8 años en España están en 1º y 2º de primaria. En estos cursos es cuando comienzan a leer y a escribir, por lo que es un momento en el que es más sencillo introducir los aprendizajes sobre la diabetes, a través de cuentos que ellos mismos podrán leer o folletos muy visuales con dibujos.

Educando a los niños conseguiremos que ellos mismos sepan detectar los síntomas y signos de una hipoglucemia e hiperglucemia antes, evitando así la evolución hacia complicaciones mayores. Al ser niños que saben leer y escribir, el control de su glucemia será más sencillo ya que ellos mismos podrán realizarlo sabiendo qué cifras están bien y cuáles están mal o podrán ayudar en el registro de la alimentación cuando sus padres y madres no estén.

En estas edades, además, comienzan a tener deberes en el colegio, por lo que comienzan a tener ciertas responsabilidades. Es en este momento cuando podemos introducirles la responsabilidad de interesarse y aprender sobre el autocuidado de su enfermedad, ya que dándoles responsabilidades estaremos empoderando a los niños o niñas diabéticos en el control de la diabetes.

3. OBJETIVOS

- Describir los signos y síntomas de la diabetes mellitus tipo 1.
- Describir las alternativas de tratamiento de la diabetes mellitus tipo 1.
- Describir el manejo de los diferentes dispositivos necesarios para el autocontrol de la enfermedad.
- Proponer un plan de alfabetización a las familias de los niños diabéticos sobre la enfermedad y el manejo de los dispositivos de autocontrol básicos.

4. MATERIAL Y MÉTODO

4.1. Diseño o tipo de revisión

Para la realización de este trabajo se ha realizado una revisión bibliográfica no exhaustiva sobre la enfermedad de la diabetes tipo 1 en la edad pediátrica.

4.2. Bases de datos consultadas y estrategia de búsqueda

La búsqueda de información se ha realizado desde noviembre de 2021 hasta abril de 2022, y para ello se han utilizado diferentes bases de datos tales como Pubmed, Medline, Índices CSIC, Dialnet y Scielo. También se ha recopilado y analizado información de diferentes instituciones, organizaciones, asociaciones o federaciones relacionadas con la pediatría y con la diabetes tipo 1 en esta edad, entre las que cabe destacar la Organización Mundial de la Salud (OMS), Asociación Española de Pediatría (AEP), National Institutes of Health (NIH) o la Federación Española para la Diabetes (FEDE).

Para la realización de la búsqueda se han utilizado los términos: “diabetes mellitus tipo 1”, “diabetes mellitus type 1”, “type 1 diabetes”, “pediatric diabetes type 1”, “diabetes pediátrica”. Los Descriptores de Ciencias de la Salud (DeCS) empleados han sido: niño, adolescente, diabetes mellitus tipo 1, terapia y tecnología.

Se ha requerido el uso de los operadores boleanos AND y OR para combinar estos descriptores tal como se ve en la Tabla 1.

Tabla 1. Estrategias de búsqueda

AND (Población)	AND (intervención)	Resultados
Niño / Child OR Adolescente / Adolescent	Diabetes tipo 1	"Terapia" OR "Tecnología" OR "Autocuidado" OR "Manejo de la enfermedad"

Fuente. Elaboración propia

Mediante el uso de esta estrategia de búsqueda se obtuvo un gran número de artículos y para reducir el número de resultados se utilizaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

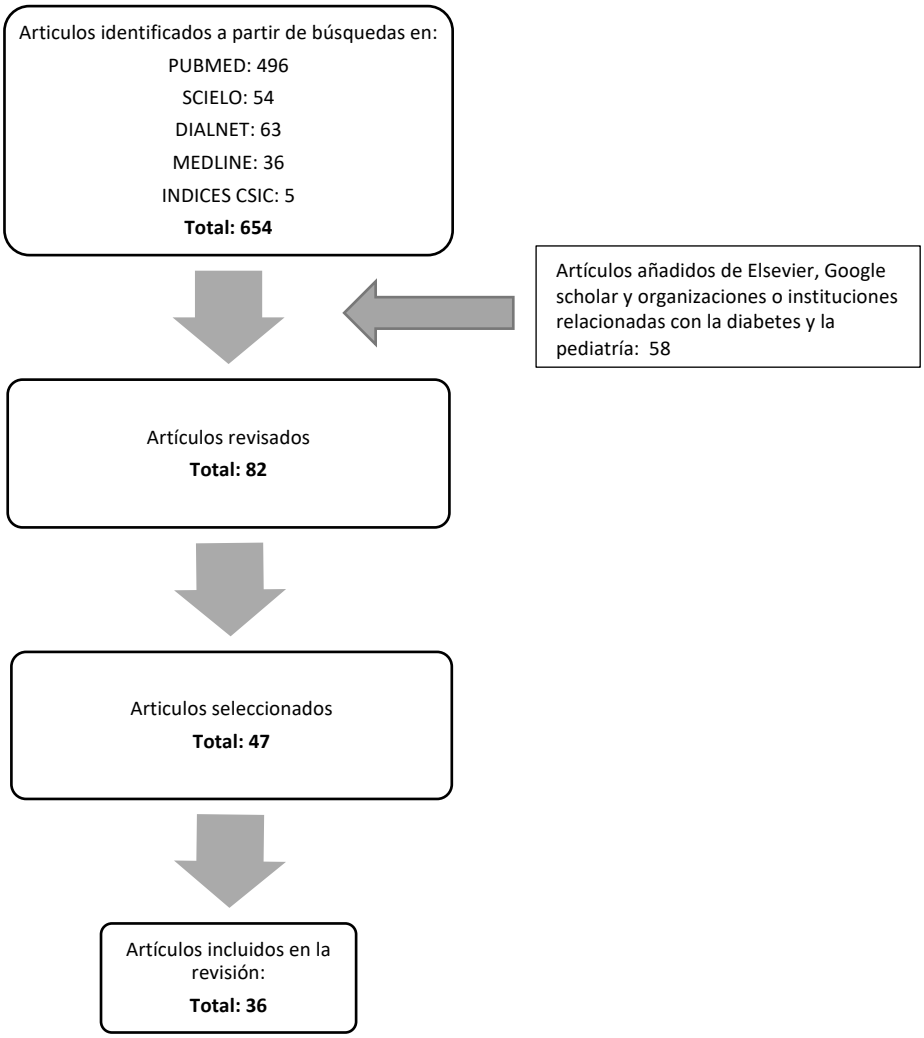
- Texto en castellano e inglés
- Edad pediátrica
- Textos de los últimos 15 años

Criterios de exclusión:

- Fueron descartados todos los artículos que no incluyeron la diabetes en la edad pediátrica

En la siguiente imagen (Figura 1) se muestra el número de artículos que fueron encontrados y cómo se redujeron hasta obtener la bibliografía con la que se ha realizado esta revisión.

Figura 1. Diagrama de flujo



Nota. Elaboración propia

4.3. Organización de la información

Para la organización de la información se ha utilizado el gestor bibliográfico Mendeley. Este tipo de gestores permiten recopilar todos los documentos en un solo sitio y facilitan la tarea de integrar citas y dar créditos a los autores en el texto que estamos redactando.

Mendeley permite, además de almacenar la información de los documentos, ver los artículos en PDF y buscar información en Elsevier, una de las mayores editoriales de literatura científica y de libros sobre medicina.

5. RESULTADOS

5.1. Epidemiología de la diabetes tipo 1

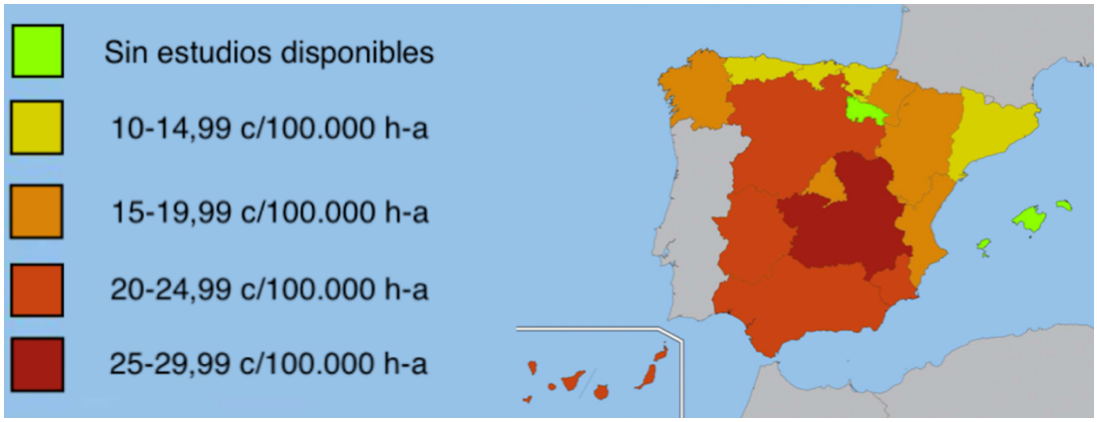
La diabetes tipo 1 es una enfermedad que está aumentando considerablemente. Su prevalencia a nivel mundial va desde los 0,8 casos por cada 1000 habitantes a 4,6 casos por cada 1000 habitantes, aunque en la mayoría de los países oscila entre los 1-1,5 casos por cada 1000 habitantes.

Se ha observado que existen diferencias en la prevalencia dependiendo del país, de la raza, de la edad o del sexo y se ha llegado a la conclusión de que es una enfermedad que afecta principalmente a la raza blanca no hispana, especialmente en la infancia. (Forga, 2015)

Los últimos estudios estiman que cada año la incidencia aumenta en un 2-3%; de hecho, se incrementa especialmente en menores de 15 años. (Dimeglio et al., 2018). Según la Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica, en el contexto territorial más del 90% de los niños diagnosticados con diabetes presenta diabetes mellitus tipo 1, y de los más de 1500 niños diagnosticados al año en España, unos 1200 niños tienen menos de 15 años. Se ha observado que el pico de incidencia se da en los menores de 5 años. Se han encontrado diferencias entre sexo, y se ha observado un mayor número de diabéticos en el sexo masculino. (Atkinson et al., 2014)

Como se ve en la Figura 2 (véase abajo), en España en 2014 la comunidad que mayor incidencia acumuló fue Castilla - La Mancha y las comunidades en las que menos casos hubo fueron el principado de Asturias, Cantabria, el País Vasco y Cataluña. (Conde Barreiro et al., 2014)

Figura 2. *Mapa de incidencia de la diabetes tipo 1 por CC.AA. en el 2014*



Nota. En la imagen se muestra la incidencia, es decir los casos por cada 100.000 habitantes cada año, de niños menores de 15 años diagnosticados de diabetes mellitus tipo 1 en el año 2014. Adaptado de "*Epidemiología de la diabetes mellitus tipo 1 en menores de 15 años en España"* (p. 185), por Conde Barreiro et al., 2014, *Anales de pediatría*, 81 (3).

En nuestro país se realizó un estudio en 2014 sobre el aumento de la epidemiología de la diabetes Mellitus Tipo 1 en menores de 15 años, el cual concluyó que había un crecimiento desigual en la incidencia de la enfermedad entre comunidades autónomas. En comunidades como Andalucía, Cantabria, Región de Murcia, Aragón o Comunidad Foral de Navarra se había observado, especialmente en los 5 - 10 años previos, un incremento significativo de la incidencia. En cambio, en las comunidades de Cataluña, País Vasco o Madrid no se había observado ningún aumento considerable en los 20 años previos al estudio. (Conde Barreiro et al., 2014)

En Navarra se ha observado que la incidencia aumentó en un 400% en las últimas cuatro décadas. Esto ha llevado a Navarra a estar la quinta en el ranking de incidencia de diabetes tipo 1 en España. A pesar de este crecimiento en los últimos 40 años, se ha observado una ligera estabilización desde el año 2000. (Forga et al., 2018)

5.2. Costes económicos

En el año 2014 la universidad de Castilla - La mancha junto con varios departamentos de endocrinología pediátrica y departamentos de economía y finanzas, realizaron un estudio llamado "SOCIAL ECONOMIC COSTS OF TYPE 1 DIABETES MELLITUS IN PEDIATRIC PATIENTS IN SPAIN: CHRYSTAL OBSERVATIONAL STUDY" en el que se analizó a 249 pacientes pediátricos que tenían diabetes mellitus tipo 1 durante un periodo de 6 meses. Los resultados fueron que los costes anuales medios derivados de cada uno de ellos rondaba los 27.274€. De este total 4070€ provenían de costes sanitarios directos y 23.204€ provenían de costes no sanitarios directos.

Dentro de los costes sanitarios directos se incluía el coste de las mediaciones, pruebas analíticas, pruebas médicas, las hospitalizaciones, el material médico, el uso de los servicios de urgencias, las visitas ambulatorias y las visitas de atención primaria. Mientras que los costes no sanitarios directos incluían los gastos de cada familia por transporte, dietas especiales o suplementos, actividades físicas realizadas por los niños o cuidados informales prestados por el cuidador principal y otros cuidadores.

Se observó que los costes variaban dependiendo de la hemoglobina glicosilada (HbA1c) de cada paciente. Los pacientes que tenían valores iguales o superiores a 7,5% o 58 mmol/mol, gastaban 1088€ más que aquellos que tenían una hemoglobina glicosilada menor del 7,5% o 58 mmol/mol.

Los costes variaban también dependiendo de si los niños tenían otras complicaciones o comorbilidades o no. Si tenían otras complicaciones o comorbilidades gastaban 2077€ más que los que no tenían. (López-Bastida et al., 2017)

Posteriormente, en los años 2017 y 2018, se realizó un estudio en Andalucía sobre el coste medio que suponía la diabetes tipo 1. Este estudio lo realizaron las unidades de endocrinología pediátrica de 6 hospitales diferentes de Andalucía.

Para ello se tomó un grupo de 220 niños de entre 2 y 16 años. Este estudio estimó que los gastos sanitarios directos y medios causados por la diabetes tipo 1 eran 4.720,4€.

De este total 3.767€ provenían del gasto en insulina, otros fármacos y materiales (tiras reactivas, aparatos de medición de glucemia, aparatos para la infusión de insulina); 186€ provenían de diferentes pruebas diagnósticas y 766€ provenían de las consultas hospitalarias y extrahospitalarias. (Álvarez Casanovas et al., 2019)

En conclusión, teniendo en cuenta los datos de ambos estudios, se ha estimado que el gasto sanitario directo medio de un niño afectado por la enfermedad de la diabetes tipo 1 es de unos 4.395€.

5.3. Descripción anatomo fisiológica de la diabetes tipo 1

5.3.1. Contexto histórico de la diabetes

El término "Diabetes" se empleó por primera vez por Aretaeus Capadocia en el siglo II d. C. Entre los siglos III y IV d. C. en el libro de Ayurveda Súsruta se describe una enfermedad propia de ricos obesos, que generalmente comen mucho arroz y dulces. Esta enfermedad se caracterizaba porque su orina era pegajosa y atraía a las hormigas por su sabor a miel. Súsruta, considerado el padre de la medicina hindú, describió así la diabetes cómo la enfermedad de los ricos, e incluso distinguió dos tipos de diabetes. Una que causaba la muerte en jóvenes muy rápidamente y otra que afectaba en edades más avanzadas. Y además explicó que la enfermedad solía afectar a varios miembros de la misma familia, llegando así a la conclusión de que era una enfermedad causada por factores genéticos.

En 1674, Thomas Willis, un anatomista y fisiólogo de Inglaterra determinó que había dos tipos de diabetes según la orina, una de sabor dulce llamada Mellitus, que en latín significa miel, y una insípida.

La descripción de la orina dulce apareció por primera vez en el papiro de Ebers en 1500 a. C. Este papiro fue descubierto por Edwin Smith en 1862 cerca de Luxor, y más tarde fue comprado y traducido por George Ebers, un novelista y arqueólogo. (Navarro, 2014)

5.3.2. Fisiopatología de la diabetes tipo 1

La diabetes es una enfermedad metabólica causada por la reducción de la hormona insulina; y este déficit es causado por una alteración endocrina en el páncreas o por una alteración en sus tejidos efectores, que pierden su sensibilidad hacia esta hormona. La insulina se libera en una zona del páncreas llamada islotes pancreáticos, que están formados por 4 tipos de células: α, β, δ y F o PP. Estas células sintetizan y liberan hormonas tales como el glucagón, la insulina, la somatostatina o el polipéptido pancreático. La liberación de la insulina es un proceso esencial en la homeostasis del cuerpo humano y en el suministro de energía proveniente del consumo de alimentos.

Esta liberación está provocada por el aumento de la glucemia y está regulada por otras sustancias tales como los nutrientes, los neurotransmisores del sistema nervioso autónomo (SNA) o las hormonas gastrointestinales y pancreáticas.

La glucosa, los aminoácidos, los cuerpos cetónicos, los ácidos grasos, la estimulación del nervio vago o de la activación de los receptores β2-adrenérgicos promueven la secreción de la insulina. En cambio, los receptores α2-adrenérgicos impiden la liberación de la insulina. En una persona con diabetes tipo 1 las células β de estos islotes se destruyen de forma específica. Esta destrucción está relacionada con virus, autoinmunidad cruzada, agentes químicos o predisposición genética. El 50% del riesgo de contraer diabetes tipo 1 se encuentra en los genes del antígeno leucocitario humano del cromosoma número 6.

Aunque también se ha observado en la fase previa al inicio de la enfermedad, que el 80% de los niños que desarrollan diabetes tipo 1 tienen anticuerpos contra los antígenos membranales o citoplasmáticos de las células β del páncreas o contra la insulina. Estos son los factores que hacen que se desarrolle la destrucción de las células beta del páncreas impidiendo así la creación y liberación de insulina. (Cervantes-Villagrana & Presno-Bernal, 2013)

5.3.3. Manifestaciones clínicas de la diabetes tipo 1

Cuando se habla de la diabetes tipo 1, también conocida como diabetes de la niñez o insulinodependiente, se encuadran un número de síntomas entre los cuales encontramos:

- **Hiperglucemia**: La hiperglucemia se define como un nivel de glucosa en sangre elevado, generalmente cuando está por encima de los 180 - 200 mg/dl. En este sentido la insulina es la hormona encargada de la entrada de la glucosa al interior de la célula. En los niños con diabetes tipo 1 debido a la destrucción de las células B del páncreas, las cuales producen insulina, la glucosa no es capaz de entrar a la célula, por lo que se queda en el torrente sanguíneo acumulándose hasta llegar a niveles perjudiciales para la salud.

- **Glucosuria**: Según la Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica la glucosuria se define como la presencia de glucosa en orina en cantidades elevadas. La glucosuria en los pacientes diabéticos de tipo 1 se da ya que debido a la hiperglucemia que tienen, el cuerpo trata de excretar la glucosa a través de la orina para llegar a unos niveles de glucemia adecuados, alcanzando de este modo una homeostasis.

  Los riñones participan en la homeostasis de la glucosa mediante tres mecanismos: la utilización de glucosa para satisfacer las necesidades energéticas del riñón, la gluconeogénesis renal y la reabsorción de glucosa en el túbulo proximal. En situaciones normales toda la glucosa filtrada es reabsorbida, pero cuando los niveles de glucemia superan los 180 mg / dl se empieza a excretar glucosa a través de la orina ya que se superan el umbral de filtración que soporta el túbulo proximal. (Durán García et al., 2013)

- **Poliuria:** Se define como la eliminación de orina superior a 2 ml/kg/h en el caso de los niños mayores de 1 año. Otro modo de calcular si hay poliuria es mediante el cálculo de volumen de diuresis correspondiente a 100 ml de filtrado glomerular. Se considera poliuria en niños mayores de 1 año cuando este cálculo tiene un resultado superior a 1,25 ml/ 100 ml FG y una poliuria grave si el valor supera los 3 ml/ 100 ml FG. (Lumbreras Fernández & Amil Pérez, 2014). Generalmente está poliuria está asociada al exceso de glucosa en sangre que tienen las personas con diabetes tipo 1 debido a la falta de insulina. Esto hace que los riñones traten de expulsar el exceso de glucosa a través de la orina para llegar a unas glucemias adecuadas, lo cual aumenta la producción de orina.

- **Polidipsia:** La polidipsia se define como un aumento excesivo de la sed asociado generalmente a una enfermedad o problema psicológico. (Lumbreras Fernández & Amil Pérez, 2014)

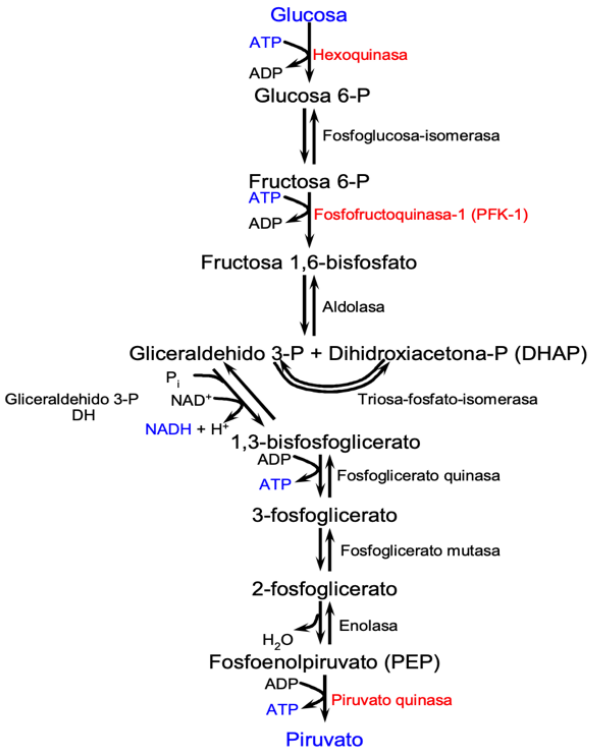
  Está polidipsia se asocia a la hiperglucemia que tienen los niños y niñas con diabetes tipo 1. Debido a esta hiperglucemia, el cuerpo trata de expulsar la glucosa en exceso a través de la orina, lo cual hace que tengan poliuria. La excesiva producción de orina implica la deshidratación del niño, por lo que el cuerpo reacciona aumentando la sensación de sed, haciéndola constante, para que el niño tenga una ingesta de líquidos mayor, llegando así a un balance hídrico neutro.

- **Polifagia o aumento del apetito**: la polifagia se define como la ingesta excesiva de alimentos. La polifagia suele estar relacionada con la necesidad del cuerpo de obtener glucosa en el interior de las células para convertirla en energía, necesaria para realizar todas las funciones del cuerpo. En los pacientes con diabetes tipo 1, la glucosa no es capaz de entrar en las células debido a la falta de insulina, por lo que el cuerpo intenta conseguirla mediante una mayor ingesta de glucosa, obtenida en la degradación de alimentos.

- **Astenia**: La astenia es el término médico utilizado para describir el cansancio. La astenia en estos pacientes es causada por la falta de energía. La insulina es una hormona cuya función es permitir la entrada de la glucosa a la célula para, posteriormente, obtener energía en forma de ATP durante la glucólisis (ruta metabólica de oxidación de glúcidos) tal y como se muestra en la Figura 3.

  Por lo que los niños con diabetes tipo 1, al no tener insulina debido a la destrucción de las células β de los islotes de Langerhans, no son capaces de degradar la glucosa para obtener energía.

Figura 3. *Ruta Metabólica de Oxigenación de Glucósidos*



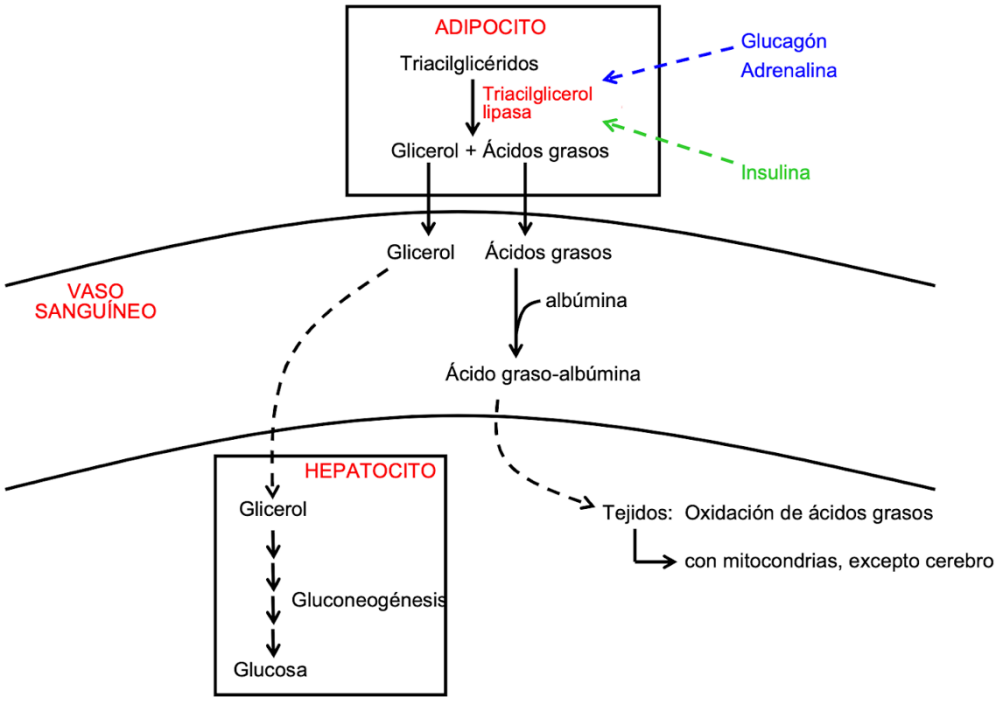
Nota. En la Figura se muestra la degradación de la glucosa hasta piruvato, liberando ATP. Tomado de María Aránzazu Arrazola Zabaleta [comunicación personal, 26 de septiembre de 2018].

- **Pérdida de peso involuntaria**: Está pérdida de peso suele estar relacionada con el catabolismo de las grasas de reserva para la obtención de energía. En los niños diabéticos la glucosa no es capaz de entrar a la célula para producir energía debido a la falta de insulina. Es por ello, que el cuerpo intenta conseguir energía de las reservas de grasa mediante la lipolisis.

  La lipolisis, tal y como se muestra en la Figura 4, es el proceso a través del cual se obtienen glicerol y ácidos grasos, para su posterior degradación, de los adipocitos presentes en las reservas de grasa.

  El consumo de las grasas de la reserva hace que los niños y niñas con diabetes tipo 1 pierdan bastante peso de forma repentina.

Figura 4. Movilización de las grasas de reserva



Nota. En la Figura se muestra la movilización de las grasas de reserva para su posterior degradación con el fin de obtener energía en forma de ATP. Tomado de María Aránzazu Arrazola Zabaleta [comunicación personal, 26 de septiembre de 2018].

- **Aumento de cuerpos cetónicos (Cetosis y cetonuria):** El aumento de la cantidad de cuerpos cetónicos en sangre se define como cetosis, y su aumento en orina se define como cetonuria.

  Debido a las situaciones de hiperglucemia, es decir cuando los niveles de glucosa en sangre superan los objetivos de control establecidos; comienzan a producirse en el organismo los cuerpos cetónicos, producidos en el hígado por la degradación de las grasas (catabolismo de las grasas de reserva) liberadas al torrente sanguíneo en situaciones de gran falta de insulina, para la obtención de energía.

  Está situación suele ser peligrosa ya que puede desencadenar una cetoacidosis diabética, la cual es una de las principales complicaciones derivadas de la diabetes tipo 1.

  El cuerpo trata de expulsar estos cuerpos cetónicos a través de la orina, es en ese momento cuando se da la cetonuria.

5.3.4. Principales complicaciones derivadas de la diabetes tipo 1

- **Hipoglucemia**

  Se define como "todo episodio anormal de bajas concentraciones de glucemia que exponen al individuo a un riesgo potencial". (Yépez et al., 2012)

  Un niño sin alteraciones en la glucemia suele tener unos valores de hemoglobina glicosilada (A1C) menores del 6,5% en dos análisis separados, una glucemia en ayunas con un valor menor de 126 mg/dl o un nivel de glucosa en sangre en una prueba aleatoria menor de 200 mg/dl. Por lo que se considera que una persona tiene hipoglucemia cuando los niveles de glucosa en sangre son iguales o inferiores a 70 mg/dl. Este descenso de la glucemia causa en los niños en primer lugar sintomatología adrenérgica como palidez, sudoración fría, temblores o bostezos entre otros, y posteriormente sintomatología neuroglupénica, es decir causa en los niños alucinaciones, coma, convulsiones, alteración de la conducta u obnubilación.

El tratamiento de está complicación implica la administración de glucosa u otro hidrato de carbono de absorción rápida. Se deben ingerir unos 0,3 gramos por kilo, en el caso de los niños pequeños, o 15 gramos cuando los niños son mayores. En caso de no remitir los síntomas pasados 10 minutos, se debe repetir la ingesta de azúcar.

Posteriormente, una vez los síntomas han remitido, se deben tomar azúcares de absorción lenta para evitar su reaparición.

Si la persona tiene un estado de conciencia disminuido, se debe administrar glucosa intravenosa, y en caso de no disponer una vía venosa se debe administrar glucagón de forma subcutánea o intramuscular. (García, 2019)

- **Cetoacidosis**

La cetoacidosis es causada por la carencia relativa o absoluta de insulina. Esta situación se da especialmente en los niños durante el debut de la enfermedad, cuando los niños no se ponen insulina o cuando sufren elevados niveles de estrés. Se ha estimado que aproximadamente el 35-45% de los niños presentan cetoacidosis diabética en el momento del diagnóstico de su diabetes tipo 1. (Céspedes & Bustos, 2008)

Las investigaciones han encontrado que el 75% de los episodios de cetoacidosis diabética en niños con DM1 están relacionados con errores de administración de insulina (Céspedes & Bustos, 2008), por ello se debe realizar una educación adecuada para conseguir reducir está complicación mortal.

Se caracteriza por: valores de PH inferiores al 7,3% (acidosis metabólica), niveles inferiores a 15 mmol/l de bicarbonato plasmático, glucemias superiores a 250 mg/dl y por la presencia de cuerpos cetónicos en plasma y orina. (Yépez et al., 2012)

Es una situación en la que debido a la falta de insulina se produce una hiperglucemia que se vincula a una cetoacidosis metabólica, causada por la formación de cetoácidos durante el metabolismo de las grasas para la obtención de glucosa.

La sintomatología de esta complicación es muy inespecífica, por lo que resulta muy difícil determinarla en niños cuya diabetes no está previamente diagnosticada. El cuadro clínico incluye náuseas, malestar y anorexia, vómitos, astenia, dolor abdominal y deshidratación con polidipsia y poliuria. La agravación de esta complicación lleva a una situación en la que se reduce la perfusión tisular, causando esto un deterioro del nivel de consciencia.

Una de las complicaciones asociadas a la cetoacidosis diabética es la posibilidad de desarrollar un edema cerebral. Se estima que ocurre en el 0,3-1% de los casos, por lo que es una complicación rara, pero su mortalidad es muy alta (70% de los casos). Solo el 7-14% de los afectados se recuperan sin secuelas. (Céspedes & Bustos, 2008)

El tratamiento de está complicación implica la rehidratación del paciente mediante la administración de sueroterapia intravenosa, la administración de insulina de forma endovenosa o subcutánea, corrección de la pérdida de fosfato y potasio, y corrección de la acidosis mediante la administración de bicarbonato en casos severos. (Fabiola et al., 2011)

- **Otras complicaciones**

Además, durante la diabetes, el aumento de la glucemia puede causar daños en los tejidos nerviosos, en la retina, en el riñón y en casi todo el organismo, llegando a tener un pronóstico fatal en caso de no controlarse (Cervantes-Villagrana & Presno-Bernal, 2013).

Debido a la posibilidad de desarrollar estas complicaciones, debemos educar a los niños y a sus familias para realizar un control adecuado de la glucemia y una correcta administración de insulina.

5.4. Pruebas diagnósticas

Actualmente los principales criterios diagnósticos de la diabetes tipo 1 en la edad pediátrica (ADA-ISPAD 2014) son los siguientes:

- **Glucemia elevada**: Se considera criterio diagnóstico de diabetes que un niño o niña tenga una glucemia con un valor igual o superior a 200 mg /dL en una prueba aleatoria unida a síntomas de hiperglucemia tales como polidipsia, poliuria, nicturia, cetoacidosis o pérdida de peso. (Barrio Castellanos, 2016)

- **Hemoglobina glicosilada - HbA1c o hemoglobina A1c:** es un análisis de sangre en el que se ve el nivel de glucemia promedio en los últimos tres meses (Díaz Naya & Delgado Álvarez, 2016). Por el momento es una prueba que está en discusión en la edad pediátrica a pesar de ser uno de los principales métodos de diagnóstico de diabetes en la edad adulta. Valores iguales o superiores al 6,5% serían aquellos que indican un diagnóstico de diabetes. (Barrio Castellanos, 2016)

- **Glucemia plasmática**: según el NIH (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases) es una prueba en la que se mide el nivel de glucemia generalmente por la mañana con un ayuno de mínimo 8 horas, es decir sin haber comido o bebido casi nada (se permiten pocos sorbos de agua) en ese periodo. En este caso se consideraría un valor de cohorte para el diagnóstico una glucemia en ayunas mayor o igual a 126 mg / dL, sin otra sintomatología.

- **Sobrecarga oral de glucosa (SOG)**: Glucemias con valores iguales o superiores a 200 mg / dL a las 2 horas de haber realizado una sobrecarga oral de glucosa en dos ocasiones. Es importante tener en cuenta que la necesidad de realizar una SOG para el diagnóstico de diabetes tipo 1 es poco frecuente.

  La sobrecarga oral es una prueba en la que se verifica cómo el cuerpo moviliza la glucosa del interior de los vasos sanguíneos hasta los tejidos, y para ello se deben seguir varios pasos. En primer lugar, se debe medir la glucemia del paciente antes de empezar la prueba. Después se debe administrar un líquido que contiene generalmente unos 75 gramos de glucosa.

  Finalmente se deberá tomar nuevamente una muestra de sangre a las 2 horas de la ingesta de la glucosa. (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK), 2016b)

Es importante tener en cuenta que las hiperglucemias detectadas durante una situación de estrés, enfermedad aguda o trauma deben considerarse un hecho aislado transitorio y no debe ser clasificado como diabetes. (Barrio Castellanos, 2016)

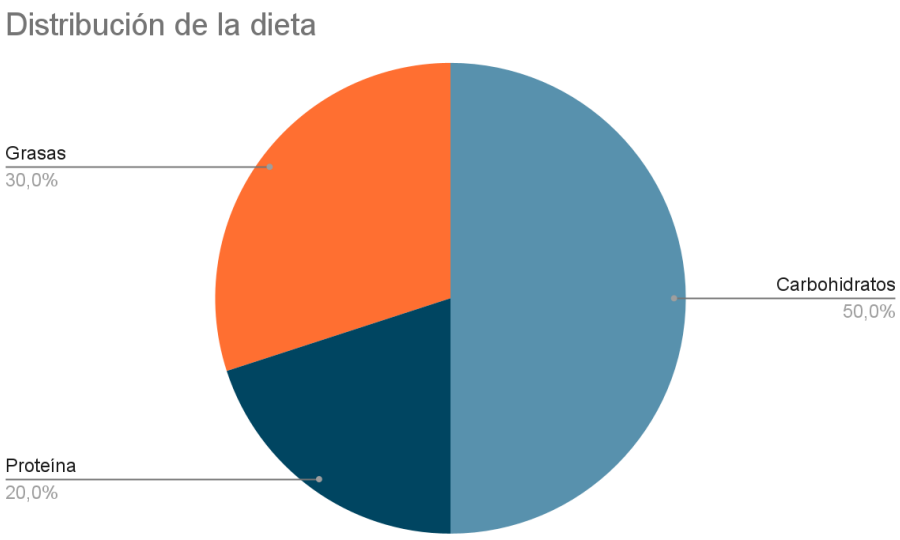
5.5. Manejo de la enfermedad

5.5.1. Manejo de la alimentación

La alimentación es una parte importante del manejo de la diabetes tipo 1, ya que combinada con la insulina puede favorecer el control de la glucemia. Los niños y niñas con diabetes tipo 1 deben evitar tener sobrepeso, por lo que es importante recomendar una dieta sana. Las comidas generalmente suelen estar estructuradas tal y cómo se ve en la Figura 5:

- El 50-55% de las calorías deben provenir de carbohidratos.
- El 15-20% de las calorías deben ser proteínas.
- Se recomienda que menos del 35% de las calorías sean grasas, y especialmente que menos del 10% sean grasas saturadas.

Figura 5. Distribución adecuada de una dieta



Nota. Elaboración propia.

A las familias de los niños que presentan un debut diabético de tipo 1 se les suele informar de la necesidad de controlar las raciones de hidratos de carbono ya que la cantidad de insulina a infundir dependerá de lo que los niños coman. Se suele considerar que una ración de hidratos de carbono equivale a diez gramos. Pero es importante que sepan conscientes de que las proteínas y las grasas también influyen en la glucemia postprandial por lo que también se le tiene que dar importancia a una dieta equilibrada.

A pesar de la posibilidad de realizar una relación entre insulina y ración para cada momento del día, es importante que sigan una rutina regular en lo referente a las horas y hábitos en las comidas. Se suele recomendar regular la ingesta de aquellos alimentos que tienen un índice glucémico elevado.

(Rodríguez Contreras & González Casado, 2015)

5.5.2. Manejo de la actividad física

El ejercicio físico en niños diabéticos puede causar una hipoglucemia tanto en el momento de realizarlo como hasta 24 horas después de realizarlo ya que aumenta la sensibilidad a la insulina. Es importante recordar que la hipoglucemia es una de las principales complicaciones de la diabetes tipo 1.

Como se ha mencionado previamente es vital que los pacientes diabéticos de tipo 1 eviten tener sobrepeso, para lo cual es necesario realizar deporte y llevar una dieta sana, pero en estos casos el ejercicio físico debe estar previamente programado para evitar complicaciones.

Realizar cualquier tipo de ejercicio de un modo previamente planificado permite que se ajuste la insulina dependiendo del tipo de deporte a realizar y de esta manera se puede reducir la insulina o aumentar el consumo de carbohidratos previniendo así la posibilidad de tener una hipoglucemia. (Rodríguez Contreras & González Casado, 2015)

Según la doctora Larisa Suárez, pediatra endocrinóloga en el hospital Sant Joan de Déu, el niño o niña deberá medirse la glucemia entre 20 y 30 minutos antes de realizar el ejercicio o deporte para poder actuar en caso de hiperglucemia o hipoglucemia.

- En caso de hiperglucemia, con valores superiores a 250 mg / dL, se recomienda realizar una prueba para comprobar la posibilidad de tener cetonemia y en caso de que el valor de esta sea superior a 0,5 o haya cetonuria, se debe corregir con insulina y realizar un nuevo control entre dos y tres horas después para determinar se ha corregido la cetonuria y la hiperglucemia.

- En caso de que la glucemia esté entre 100 y 250 mg / dL, el niño podrá realizar la actividad física programada sin necesidad de realizar otro procedimiento de control.

- En caso de hipoglucemia (glucemia con valor inferior a 100 mg / dL), se debe corregir mediante la ingesta de algún alimento o bebida que suba el valor de esa glucemia. Unos 15 minutos después, se tiene que volver a comprobar la glucemia para verificar si el niño o niña sigue en hipoglucemia o si se ha solucionado, alcanzando niveles de glucemia adecuados.

Al terminar la actividad deportiva se recomienda disminuir la dosis de insulina a administrar en la próxima comida y la dosis de la comida que se haga antes de dormir. Esto es debido a que los niveles de glucemia, entre las 12 a 24 horas después de realizar ejercicio, disminuyen.

(Suarez, 2022)

5.5.3. Manejo farmacológico

La administración exógena de insulina es el principal tratamiento para la diabetes tipo 1 ya que el páncreas de estos niños es incapaz de producirla y regular el nivel de glucemia por sí mismo. De este modo se intenta replicar la función que debería tener un páncreas sano.

5.5.3.1. Tipos de insulina

Existen diferentes tipos de insulina. Se clasifican dependiendo del inicio del efecto, del efecto máximo o de la duración del efecto:

- **Insulinas de acción lenta o retardada:** Estas insulinas intentan imitar el "patrón basal" consiguiendo que el niño se mantenga en ayudas en una situación de glucemia basal.

  En la Tabla 2 se muestran los diferentes tipos de insulina de acción lenta o retardada que se comercializan en la actualidad en España. (Osakidetza et al., 2017)

Tabla 2. Insulinas de acción lenta

Insulina	Farmacocinética	Tipo de insulina	Presentación	Inicio de acción	Pico máximo	Duración
Basal	Acción Lenta	Detemir	Levemir Flexpen Levemir Innolet	2 horas aprox.	Sin pico	12-18 horas
		Glargina 100U/ml	Lantus SoloStar Abasaglar Kwikpen Lantus cartuchos Lantus vial	2 horas aprox.	Sin pico	20-24 horas
		Glargina 300U/ml	Tougeo SoloStar	2 horas aprox.	Sin pico	> 36h
		Degludec	Tresiba 100 Flex Touch	2 horas aprox.	Sin pico	> 40 h
	Acción Intermedia	NPH	Insulatard Flexpen Insulatard vial Humulina NPH KwikPen Humulina NPH vial	2 horas aprox.	4-8 horas	12 horas

Fuente. Características de las insulinas, por Osakidetza, Ministerio de Salud & Universidad del País Vasco, 2017, p. 24-25, Copyright 2017 por el Gobierno Vasco.

- **Insulinas de acción rápida:** Estas insulinas se utilizan para controlar las subidas de glucemia después de cada ingesta.

  En la Tabla 3 se muestran los diferentes tipos de insulina de acción rápida que se comercializan en la actualidad en España. (Osakidetza et al., 2017)

Tabla 3. Insulinas de acción rápida

Insulina	Farmacocinética	Tipo de insulina	Presentación	Inicio de acción	Pico máximo	Duración
Pradial	Acción Ultrarrápida	Lispro	Humalog KwikPen Humalog 200 KwikPen Humalog vial	5-15 min	45-75 min	2-4 horas
		Aspart	Novorapid Flexpen Novorapid Penfill Novorapid Pumpcart Novorapid vial	5-15 min	45-75 min	2-4 horas
		Glulisina	Apidra SoloStar Apidra cartuchos Apidra vial	5-15 min	45-75 min	2-4 horas
	Acción Rápida	Regular	Actrapid Innolet Actrapid vial Humulina regular vial	30 min aprox.	2-4 horas	5-8 horas

Fuente. Características de las insulinas, por Osakidetza, Ministerio de Salud & Universidad del País Vasco, 2017, p. 24, Copyright 2017 por el Gobierno Vasco.

5.5.3.2. Principales dispositivos para la administración de insulina

Para la administración de la insulina hay varios dispositivos:

- **Jeringuilla**

En primer lugar, está el método más tradicional, la jeringuilla.

Este tipo de dispositivos son desechables y para la administración de insulina se requiere un vial de insulina externo. Las jeringuillas vienen calibradas según las unidades internacionales (UI), unidad con la que se mide la cantidad de insulina a administrar. Aquellas que se utilizan habitualmente tienen un sistema de seguridad para evitar que la persona que está administrando la insulina se pinche accidentalmente.

- **Plumas dosificadoras de insulina.**

Dentro de este tipo de dispositivos para la administración de insulina nos encontramos con 2 subtipos ya que tenemos plumas dosificadoras de insulina reutilizables y plumas dosificadoras de insulina precargada desechables. En ambos dispositivos las agujas son de un solo uso.

  - Plumas dosificadoras de insulina reutilizables

    Este tipo de dispositivo permite cambiar el cartucho de insulina aumentando de este modo la vida útil de la pluma hasta 2 o 3 años desde su primera administración. Actualmente en España hay solo 2 laboratorios que comercializan 2 modelos en total de plumas de insulina reutilizables (véase en la Figura 6).

    Este tipo de dispositivos permiten la selección de hasta 30 unidades de insulina y permiten su aumento de media en media unidad o de unidad en unidad. (Altabás Betancor et al., 2021)

Figura 6. Plumas dosificadoras de insulina reutilizables

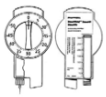
Laboratorio	Dispositivo		Características
Novo Nordisk	**Novopen Echo**®13		Colores rojo y azul para facilitar el uso de diferentes tipos de insulina. Función memoria: registra el tiempo transcurrido desde la última inyección y dosis administrada. Requiere menos fuerza de inyección. Tiene una duración de 3 años Utiliza cartuchos Penfill® (insulina aspart y fast aspart). Permite seleccionar dosis de 0,5 a 30 unidades en incrementos de media unidad (0,5 U).
Sanofi Aventis Deutschland GMHB	**Junior STAR**®14		Pluma reutilizable, disponible en 2 colores para facilitar el uso de diferentes tipos de insulina. Puede fijarse dosis desde 1 a 30 unidades en pasos de 0,5 unidades. Puede utilizarse hasta 2 años tras su primer uso. Solo es compatible con cartuchos para plumas recargables de Sanofi (Lantus® insulina glargina 100UI/ml; y Apidra® insulina glulisina).

Nota. Tomado de "*INSULINAS (1a parte): TIPOS Y PRESENTACIONES*" (p. 4), por Altabás Betancor et al., 2021, *Infarma,* 12. Copyright 2021 por Servicio Canario de Salud.

- Plumas dosificadoras de insulina precargada desechables

Este tipo de dispositivos permiten la selección de hasta 30 a 160 unidades de insulina y permiten su aumento de media unidad en media unidad, de una en una o de dos de dos unidades. La gran mayoría permite corregir la cantidad sin necesidad de desechar insulina y no permite la carga de más dosis de las que quedan en la pluma. En España actualmente hay 4 laboratorios que comercializan en total 8 modelos de plumas de insulina precargadas desechables. La gran mayoría tiene un formato muy similar, la única que es diferente es el modelo Innolet, tal como se ve en la Figura 7. (Altabás Betancor et al., 2021)

Figura 7. Plumas dosificadoras de insulina desechables

Laboratorio	Dispositivo		Características
Novo Nordisk	**Flex Pen**®5		Suministra de 1 a 60 unidades, en incrementos de 1 unidad. Vuelve a cero automáticamente tras la administración de la dosis. No permite seguir cargando dosis si las unidades superan las que restan en la pluma. Permite correcciones de dosis sin desechar medicamento.
	FlexTouch®6		Suministra de 1 a 80 unidades, en incrementos de 1 unidad. Dispone de un muelle para su aplicación, lo que facilita su uso.
	Innolet®7		Suministra de 1 a 50 unidades, en incrementos de 1 unidad. Números grandes. Tamaño grande y ergonómico. Se puede corregir dosis sin desechar medicamento. No permite cargar más dosis de las unidades que restan en el dispositivo.
Sanofi Aventis Deutschland GMHB	**Solostar**®8		Suministra de 1 a 80 unidades, en incrementos de 1 unidad. Menor resistencia a la presión del émbolo. Permite corregir la dosis sin desechar medicamento. No permite cargar más dosis de las que restan en el dispositivo.
	Doublestar®9		Suministra de 2 a 160 unidades, en pasos de 2 unidades. Permite corregir la dosis sin desechar medicamento. No permite cargar más dosis de las que restan en el dispositivo.
Lylli	**Kwik Pen**®10		Suministra de 1 a 60 unidades, en incrementos de 1 unidad. Permite corregir la dosis sin desechar medicamento. No permite cargar más dosis de las que restan en el dispositivo.
	Junior Kwik Pen®11		Administra de 0,5 a 30 unidades en incrementos de 0,5 unidades. Permite corregir la dosis sin desechar medicamento. No permite cargar más dosis de las que restan en el dispositivo.
Mylan	**Pluma para Semglee**®12		Suministra de 1 a 80 unidades, en pasos de 1 unidad. Permite corregir la dosis sin desechar medicamento. No permite cargar más dosis de las que restan en el dispositivo.

Nota. Tomado de "*INSULINAS (1a parte): TIPOS Y PRESENTACIONES*" (p. 3), por Altabás Betancor et al., 2021, *Infarma,* 12. Copyright 2021 por Servicio Canario de Salud.

- **Terapia con infusión continua de insulina (ISCI): Bombas de insulina**

Este tipo de dispositivos permiten la administración continua de insulina en el tejido celular subcutáneo para tratar de evitar el peligro de tener una hipoglucemia y, además, conseguir un óptimo control metabólico. Estos dispositivos son más adecuados para niños más mayores o niños que llevan ya mucho tiempo con diabetes y que saben manejar correctamente las dosis de insulina a administrar. (Castellanos & Ros Pérez, 2020).

El dispositivo está formado por una bomba automatizada que funciona con baterías, un reservorio de insulina de acción rápida y un equipo de infusión con una cánula al final.

Las principales ventajas del uso de la bomba de insulina son:

- **El progreso en el control glucémico**. Numerosos estudios han mostrado que el uso de una bomba de infusión continua de insulina es muy eficaz a la hora de disminuir las cifras de la HbA1c.

- **Incremento del número y tipo de bolos diarios**. Diversos estudios han probado que hay una mejoría en el control metabólico directamente relacionado con el número de bolos que se utilizan diariamente.

  El uso de la bomba, además, mejora la adherencia al tratamiento de los niños y niñas. Esto suele ser causado generalmente por la reducción del número de pinchazos.

- **Reducción de hipoglucemias graves**. El uso de una infusión continua de insulina a nivel de tejido subcutáneo ha demostrado que es más sencillo detener la infusión en caso de una hipoglucemia, consiguiendo así evitar una complicación mayor. Esto es debido a que a diferencia de las inyecciones de insulina convencionales en las que, una vez que se administra la dosis, ya no se puede suspender y la insulina queda dentro del organismo con un efecto que puede durar un periodo de tiempo largo; la bomba va liberando lentamente y de forma continuada insulina, por lo que se puede suspender está infusión en cualquier momento evitando los efectos de larga duración en el organismo de esta hormona. Además, se han visto mejoras también en la reducción de la cantidad de cetoacidosis diabéticas.

- **Mejora de la calidad de vida de los niños y niñas con diabetes de tipo 1**. A pesar de no existir datos de ensayos clínicos sobre la mejora de la calidad de vida de las personas diabéticas, ciertos metaanálisis recientes han mostrado que existe un impacto positivo en la calidad de vida de los niños que utilizan ISCI frente a los que utilizan una terapia de múltiples dosis de insulina (MDI).

Las principales desventajas o efectos adversos del uso de la bomba de infusión continua de insulina son:

- **Hiperglucemia, cetosis y cetoacidosis**. La bomba de infusión continua de insulina utiliza únicamente insulina rápida o de acción corta, por lo que en caso de interrupción el riesgo de tener una cetoacidosis diabética aumenta.

  La interrupción de la infusión de insulina durante al menos una hora aumenta la glucemia, si está situación se prolonga en el tiempo se da rápidamente la formación de cuerpos cetónicos, lo cual en pocas horas se convierte en una cetoacidosis diabética.

- **Fallos en el equipo de infusión**. Los fallos en el equipo de infusión generalmente interrumpen la infusión de insulina, lo cual habitualmente termina en una cetoacidosis diabética.

  Los fallos que se pueden dar son: filtración de insulina, formación de burbujas de aire, acodamiento u oclusión del catéter.

- **Incomodidad del paciente**. Para ciertas personas el uso de la bomba de insulina supone una desventaja ya que sienten que tienen que estar permanentemente unidos a un aparato. Esto los suele hacer pensar continuamente en su situación. Además, el uso de la bomba requiere un entrenamiento previo para su correcto uso.

- **Infección y otros eventos adversos cutáneos**. A pesar de que el número de infecciones cutáneas relacionadas al uso de la bomba de insulina se han reducido con el paso de los años, es posible tener una si no se prepara adecuadamente la piel antes del cambio del equipo de infusión.

(Apablaza et al., 2016)

5.6. Dispositivos para el autocontrol y el manejo

Para el control de la glucemia los dos principales métodos para la monitorización de la glucemia en los niños y niñas con diabetes de tipo 1 son dos, la monitorización de la glucemia capilar y la monitorización continua de glucosa intersticial (MCG). Se ha demostrado que el control de la glucemia retarda la posibilidad de desarrollar complicaciones.

- **Monitorización de la glucemia capilar: glucómetro**

Este tipo de monitorización consiste en la medida de la glucemia capilar mediante un glucómetro, el cual es un dispositivo médico de pequeño tamaño que permite medir la glucemia capilar; una tira reactiva, en la cual se recoge la muestra de sangre; y una lanceta para dar un pinchazo en el lateral del pulpejo del dedo, en la oreja, en la palma de la mano o en el antebrazo. (Damas Fuentes et al., 2017)

Los glucómetros desde su introducción a principios de los años 70 han supuesto para el control de la diabetes un gran avance. En la actualidad es difícil imaginar cómo sería el control y seguimiento de la enfermedad sin estos dispositivos ya que hacen que sea posible conseguir resultados fiables en poco tiempo, unos 5-6 segundos.

(Bedini Chesa et al., 2017)

En la actualidad existen glucómetros que calculan los bolos de insulina rápida que se deberá inyectar el niño o niña teniendo en cuenta la glucemia o glucómetros que incorporan la medición de cuerpos cetónicos. (Damas Fuentes et al., 2017)

- **Monitorización continua de la glucosa intersticial (MCG)**

Este tipo de monitorización consiste en la colocación de un sensor, generalmente en el brazo, abdomen o glúteo del niño o niña, que continuamente está midiendo la glucosa del líquido intersticial. Estas medidas se suelen tomar cada 1 a 5 minutos.

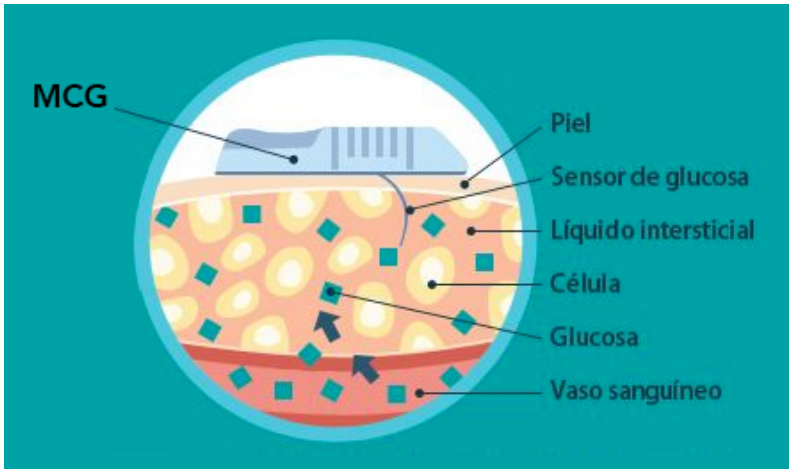
Es importante destacar que el valor que nos puede dar el sensor de la glucemia intersticial no es el mismo que el de la glucemia capilar. (Castellanos & Ros Pérez, 2020)

En la actualidad existen dos tipos de dispositivos que monitorizan continuamente la glucemia intersticial. En primer lugar, están los MCG retrospectivos. Estos dispositivos no permiten ver el valor de la glucemia en tiempo real, sino que sus resultados son analizados por un profesional de la salud posteriormente, cuando se descargan los datos. Este tipo de dispositivos son muy utilizados en los servicios de endocrinología.

Por otra parte, están los MCG que sí muestran el valor de la glucemia en tiempo real, que son los que la mayoría de los niños diabéticos utilizan. (García Candas et al., 2019)

Este tipo de sensores se componen de un sensor que tiene un filamento flexible que se inserta debajo de la piel (véase en la Figura 8) y cuya duración va de los 6 a los 14 días, y un transmisor que manda la información a un dispositivo receptor, el cual informa de la lectura. (Cardona Hernández, 2016)

Figura 8. Sistema de monitorización continua de glucosa



Nota. Obtenido de *Sistemas de monitorización continua de glucosa,* por Cardona Hernández, R., 2016, Derechos de autor 2020 por Fundación para la diabetes Novo Nordisk.

Una de las principales ventajas de los dispositivos que monitorizan de forma continua la glucemia es que permiten calcular las tendencias de la glucemia, por lo que el paciente sabe el valor de su glucemia en el momento en el que se toma y además sabe si su glucemia está subiendo o bajando por lo que es más fácil evitar una hipoglucemia o una cetoacidosis diabética. (Damas Fuentes et al., 2017)

Con los nuevos sensores la información se puede ver en un teléfono móvil y envían una notificación o mensaje a éste en caso de que la glucemia se esté saliendo de los rangos adecuados. Además de prevenir complicaciones, es un sistema que permite que los padres de estos niños estén más tranquilos. (Castellanos & Ros Pérez, 2020)

6. DISCUSIÓN

Después de haber realizado esta revisión bibliográfica ha quedado demostrado que la diabetes tipo 1 es una patología que tiene una gran afectación en los niños, especialmente en las edades más tempranas ya que como todos los estudios han descrito, es a los 5 años cuando más debutan en esta enfermedad. Es una patología crónica que les afecta en todos los niveles de su vida.

Las distintas investigaciones hacen hincapié en la importancia que tiene el tratamiento de esta enfermedad para que los niños y niñas puedan hacer vida normal. Varios de los artículos y páginas web oficiales se centran en el tratamiento o cuidado de 3 puntos clave: la alimentación, el ejercicio y la farmacología.

Se conoce que los principales pilares para el manejo y control de la enfermedad son el tratamiento farmacológico, la actividad física y la alimentación. Por ello realizar el conteo de raciones y llevar una dieta equilibrada es primordial para evitar el sobrepeso y la obesidad. A pesar de ello, hay autores que defienden que en la infancia el acto de alimentarse esta muy unido a la vida social y a los eventos que se producen, por lo que puede conllevar, en ocasiones, a flexibilizar la dieta y la administración de la insulina, para evitar la discriminación social. Un ejemplo de esto se da si el niño diabético va al cumpleaños de algún amigo o amiga. (Anguita et al., 2009)

La actividad física es importante en todas las etapas de la vida, pero es esencial en los procesos o enfermedades crónicas; por lo que es recomendable la realización de ejercicio físico o deporte sin restricciones, pero siempre de forma previamente planificada y con un previo control glucémico. (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK), 2016a); si bien es cierto que otras investigaciones han encontrado que debe restringirse la actividad física estresante, debido a la hipoglucemia, tanto inmediata como retardada, que puede generar su práctica. (García Candas et al., 2019)

En cuanto al tratamiento farmacológico, la mayoría de los estudios han concluido que a pesar de la dificultad que supone el uso de las nuevas tecnologías (bombas de insulina y sensores INRI) debido a la necesidad de entrenamiento que requiere su utilización, las ventajas que ofrecen a niños y niñas con una diabetes no controlada son mayores que las desventajas. (Castellanos & Ros Pérez, 2020) (Apablaza et al., 2016)

La familia es un pilar fundamental en el control y manejo de los síntomas en la edad infantil, por lo que ofrecer una buena formación e información por parte del personal de enfermería es muy importante, para evitar las posibles complicaciones derivadas de la enfermedad. La mayoría de los estudios encontrados destaca la importancia del personal de enfermería dentro del grupo multidisciplinar que lleva a cabo la educación diabetológica. (Montilla-Pérez et al., 2012) (Gómez Jiménez, 2014)

Esto es debido a que son los encargados de ofrecer a las familias y a los niños educación sobre las técnicas de autocontrol y nutrición, ayuda psicológica o incluso apoyo socioemocional. (García Candas, 2017)

7. CONCLUSIONES

- El control de la enfermedad requiere el manejo farmacológico, de la actividad física y la alimentación, y el control de los distintos dispositivos para el autocontrol de los síntomas.
- La familia es un pilar fundamental en el manejo y control de la enfermedad, por lo que es importante hacer hincapié en la instrucción en esos cuidados.
- Enfermería tiene un rol esencial en la alfabetización de las familias ya que dentro del equipo multidisciplinar que realiza la educación es quien enseña la parte práctica y quien más contacto tiene con la familia.

8. PLAN DE INTERVENCIÓN

Los tres pilares fundamentales del cuidado de los niños y niñas con diabetes tipo 1 son la alimentación y el deporte, la farmacología y el autocontrol mediante el uso de dispositivos. Por ello es necesario instruir a las familias en estos tres aspectos mediante una educación diabetológica.

Una vez los niños son diagnosticados de diabetes tipo 1 se debe empezar con la educación sobre el manejo de la diabetes. En niños de 6 a 10 años la educación suele ser mixta, es decir es una educación que se realiza tanto a los padres como a los propios niños que han sido diagnosticados con la enfermedad.

Los niños de entre 6 y 8 años son capaces de notar cuando van a tener una hipoglucemia, pueden aprender a medir y cargar la insulina que es necesaria teniendo en cuenta la glucemia que tienen (con la ayuda de unas tablas de valores) y con 8 años ya pueden auto inyectarse. (García Candas, 2017)

Es importante que ambas partes comprendan que este tipo de diabetes es una enfermedad crónica, por lo que es algo que los acompañará de por vida desde ese momento. Entendiendo así la necesidad de aprender sobre esta nueva situación que les tocará vivir.

La educación terapéutica de la diabetes tipo 1 en la edad pediátrica ha demostrado en numerosos estudios que es primordial para conseguir un mejor control metabólico. Mediante está educación se consigue además la implicación del entorno del niño o niña, empoderando así a la familia. (Alonso Martín et al., 2016)

Estos conocimientos, generalmente en un debut, se imparten durante los cuatro o cinco días que el niño esté hospitalizado, para que de este modo cuando se vayan a casa puedan controlar la enfermedad adecuadamente sin necesitar la ayuda de los profesionales sanitarios más allá de consejos o cuidados en caso de complicación.

Estos planes de educación tienen como objetivo principal que el niño y sus cuidadores obtengan los conocimientos y las aptitudes necesarias para tener un alta sin problemas. (Montilla-Pérez et al., 2012)

La educación diabetológica la hace un grupo multidisciplinar formado por un gran número de profesionales de la salud, pero es el personal de enfermería quien tiene un papel primordial ya que es el encargado de la adecuada adherencia al tratamiento durante la educación y la impartición de conocimientos (pautas de alimentación, información sobre la enfermedad o dónde buscar apoyo psicológico, entre muchos otros). (García Candas, 2017)

El personal de enfermería especializado en la diabetes tipo 1 pediátrica tiene un papel primordial en el equipo multidisciplinar que lleva a cabo la educación ya que es el encargado de instruir la parte práctica. (Gómez Jiménez, 2014)

La ISPAD (International Society For Pediatric and Adolescent Diabetes) establece varios objetivos primordiales en la educación diabetológica.

- Mantener las glucemias cerca de la normalidad, evitando la aparición de las hipoglucemias.
- Garantizar un crecimiento y desarrollo psíquico y físico óptimo.
- Alcanzar una integración en el entorno social completo.
- Lograr que las personas diabéticas participen activamente en el control de la enfermedad.
- Retrasar y/o prevenir la aparición de complicaciones.

Para cumplir estos objetivos a estas familias inicialmente se les enseñará lo más básico sobre la diabetes: qué es la diabetes tipo I, por qué se da esta enfermedad, cuáles son las consecuencias de esta enfermedad en el niño, cómo y cuándo deben medir la glucemia del niño, qué son las raciones y cómo deben medirlas, qué significan las cifras de esas mediciones, cuáles son los tipos de insulina o cuánta insulina debe pincharse según el valor de la glucemia, entre otros muchos temas relevantes.

En la mayoría de los programas educativos se imparten tanto conocimientos teóricos como conocimientos prácticos; ya que es igual de importante que las familias y los niños sepan sobre la diabetes y sobre su manejo. (Anguita et al., 2009)

Y una vez entienden esto, se les introducen conocimientos sobre los diferentes sensores que hay para evitar pinchar constantemente al niño o se les comenta la posibilidad de colocar una bomba de insulina cuando los conocimientos de la familia aumentan, generalmente a partir de los 6 a 12 meses. Estos conocimientos se introducen posteriormente ya que, si algún día hay algún fallo con los sensores o las bombas de insulina, deben saber cómo manejar la enfermedad con materiales más básicos.

La educación que se da a las familias en el hospital se da durante una situación de estrés. En muchos casos este estrés no permite asentar de forma adecuada los conocimientos que se están tratando de transmitir a la familia sobre la enfermedad, por lo que vamos a realizar la siguiente intervención enfermera:

Título de la intervención: Educación diabetológica para los niños y niñas de Tafalla.

Objetivo: El objetivo principal de esta intervención es proveer con las herramientas y conocimientos necesarios a los niños y niñas diabéticos y a sus familias para que sepan manejar la enfermedad.

Grupo diana: La educación estará dirigida a las familias con un niño de entre 6 y 8 años que acaba de ser diagnosticado de diabetes tipo 1, un par de semanas después de la hospitalización. La intervención se centrará en los niños pertenecientes al Centro de Salud de Tafalla.

Lugar: Esta sesión la realizaremos en el propio domicilio de niño o niña para evitar el miedo que puede suponer para un niño de 6 a 8 años ir a consulta del centro de salud o del hospital.

Agentes de salud: Esta sesión la impartirá una enfermera especializada en la diabetes tipo 1 en la edad pediátrica.

Recursos financieros: Los costes de la realización de esta actividad provienen del salario de la enfermera que imparta esta sesión y del coste que suponga imprimir los infogramas que se darán a las familias. Para suplir los costes que implica la realización de esta sesión hablaremos con los profesionales sanitarios de la consulta de endocrinología del Hospital Universitario de Navarra y con el propio centro de salud de salud del niño o niña.

Los **recursos materiales** necesarios para esta sesión serán:

- Un infograma con la información que vamos a explicar para que puedan releer en caso de duda tras la sesión
- El propio glucómetro del niño o niña con sus respectivas lancetas y tiras reactivas
- Las plumas de insulina precargada desechables del niño o niña, para simular cómo debería ser la inyección de la insulina.

Metodología: En la intervención, daremos una sesión en la cual volveremos a explicar la información básica, resolveremos dudas y volveremos a formar a las familias en el uso del glucómetro y de una pluma de insulina precargada desechable.

INFORMACIÓN QUE SE IMPARTIRÁ DURANTE LA EDUCACIÓN DIABETOLÓGICA:

1. **¿Qué es la diabetes tipo 1? ¿Qué es la insulina?**

A los adultos se les puede explicar de forma más técnica qué es esta enfermedad que padece su hijo o hija, y se les puede recomendar una gran cantidad de artículos o libros médicos para que puedan aprender sobre la diabetes y sobre su principal tratamiento, la insulina. Se les puede explicar que: "La diabetes mellitus tipo 1 es una enfermedad crónica y autoinmune en la que se destruyen progresivamente las células β en los islotes Langerhans del páncreas, lo cual causa la inhibición de la producción de insulina, y por tanto la pérdida de la homeostasis de la glucosa, siendo esta la fuente de energía del cuerpo más importante, utilizada por las células para realizar todos los procesos biológicos del cuerpo".

La educación a los niños en cambio debe darse mediante el uso de cuentos, historias o películas. En Navarra, actualmente, a las familias que tienen algún hijo diabético se les entrega un libro llamado "Lo que debes saber sobre la diabetes en la edad pediátrica". En este libro hay un cuento que explica a los niños fácilmente qué es la diabetes y qué es la insulina. (véase la Figura 9). (Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (S.E.E.P), 2019)

Figura 9. Cuento infantil para explicar qué es la diabetes

Nota. Cuento de la Señora Dulce. Adaptado de "*Lo que debes saber sobre la diabetes en la edad pediátrica"* (p. 9) por la Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (S.E.E.P), 2019, Copyright por Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.

En este apartado debemos explicar además cuáles son los niveles de glucemia adecuados y cuáles son los que implican un riesgo tanto de hipoglucemia como de hiperglucemia o cetoacidosis diabética. Por tanto, explicaremos que la glucemia en los niños debe estar entre unos valores de entre 70 - 110 mg / dL en ayunas. Una glucemia por encima de 180 - 200 mg / dL indicaría que el paciente tiene una hiperglucemia y, si está glucemia es mantenida en el tiempo, puede llevar al niño a padecer una cetoacidosis. En cambio, si se encuentra por debajo de 70 mg / dL se consideraría que el paciente tiene hipoglucemia.

2. ¿Qué es una hipoglucemia?

Como se ha mencionado previamente en esta revisión, los niños de estas edades son capaces de reconocer los síntomas de una hipoglucemia por lo que es mucho más sencillo detectarlas a tiempo y poder controlarlas. Además de esto, el uso de los nuevos sensores, que mandan notificaciones cuando la glucemia está baja; y las bombas de insulina, con las cuales la suspensión de la administración de insulina y la consiguiente reducción de sus efectos es prácticamente inmediata, se han reducido el número de casos.

A pesar de la reducción de hipoglucemias, no debemos olvidar que es una de las principales complicaciones y que puede llevar al niño a la muerte. Por ello, es primordial que se explique desde el inicio de la educación:

- ¿Qué es la hipoglucemia?: La hipoglucemia es una situación en la cual el nivel de glucosa en sangre del niño o niña tiene un valor inferior a 70 mg / dL.
- ¿Qué síntomas puede dar está complicación?: Este descenso de la glucemia causa en los niños en primer lugar sintomatología adrenérgica como palidez, sudoración fría, temblores o bostezos entre otros, y posteriormente sintomatología neuroglupénica, es decir causa en los niños alucinaciones, coma, convulsiones, alteración de la conducta u obnubilación. (García, 2019)

3. ¿Cómo debe ser la actividad física/deporte en niños con diabetes tipo 1?

En cuanto a la actividad física es importante que, tanto el niño diabético como sus familiares, entiendan que no hay ningún impedimento a la hora de realizar cualquier tipo de actividad física o deporte siempre y cuando ésta esté programada previamente, para poder controlar la glucemia antes, durante y después de la actividad física con el fin de prevenir complicaciones.

Si el valor de la glucemia es:

- > 250 mg /dL: se debe comprobar la cetonemia y si esta es superior a 0,5 se debe corregir con insulina. 2-3 horas después se debe realizar otro control para comprobar si la cetonemia se ha corregido.
- 100 - 250 mg / dL: el niño puede realizar la actividad física o el deporte programado.
- < 100 mg / dL: se debe ingerir algún alimento para que suba la glucemia. 15 minutos después se debe volver a comprobar si sigue persistiendo la hipoglucemia.

Estos niños y niñas, además, tendrán que cuidar sus pies debido a la mala circulación que suelen tener los niños y niñas con diabetes en los pies. Por lo que a la hora de realizar deporte es recomendable comprar un zapato adecuado, y cuidar los pies antes, durante y después del ejercicio. (National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK), 2016a)

4. ¿Qué cuidados requiere la alimentación de un niño o niña con diabetes 1?

En cuanto a la alimentación de estos niños se debe recomendar una dieta equilibrada. Es primordial que los niños de estas edades participen en la compra, aporten ideas en el momento de la decisión del menú semanal o colaboren en la elaboración de los platos, ya que de este modo se interesarán más por su alimentación y por el control de su enfermedad.

Otro aspecto importante es que los niños sepan identificar qué alimentos les aumentan la glucemia más y cuáles menos. Para esto ellos mismos pueden apuntar qué han comido y qué valor ha marcado el sensor o glucómetro tras la ingesta. De este modo poco a poco irán relacionando los conceptos.

Los padres y familiares de estos niños tienen una tarea ligeramente más complicada. Desde la consulta de enfermería del servicio de endocrinología, se les recomienda apuntar en libretas todo lo que los niños comen y los valores de la glucemia tras la ingesta para llevar un control adecuado. Además, ellos tienen la tarea de elaborar la comida de estos niños y niñas, y deben contar las raciones de carbohidratos (mediante el uso de unas tablas estandarizadas disponibles en los libros o artículos que se les recomienda o en las fundaciones o asociaciones para la diabetes tipo 1) para estimar cuánta insulina se deberá inyectar el niño después de comer.

Es recomendable que en casa los padres utilicen el término de “ración” para que los niños lo vayan integrando e interiorizando, ya que a partir de los 12-13 años son ellos quienes se deben responsabilizar del manejo de su enfermedad. (Anguita et al., 2009)

5. **¿Cómo debe hacerse el control de la glucemia? ¿Cuál es la forma adecuada de inyectar la insulina?**

Como se ha mencionado previamente durante la hospitalización del niño o niña debido al debut diabético, se enseña el manejo y uso de los diferentes dispositivos para el control de la diabetes. Se les enseña cómo deben pincharse para obtener la gota de sangre necesaria para la tira reactiva del glucómetro y se les enseña cómo deben inyectar la insulina.

En cuanto al control de la glucemia es imprescindible que los niños y niñas sigan los pasos reflejados en la Figura 10 (véase abajo):

- En primer lugar, es importante que los niños se laven las manos con agua y jabón para evitar alterar la muestra de sangre.
- En segundo lugar, los niños deben pinchar la yema de alguno de sus dedos. Es importante que este pinchazo se haga en la zona lateral y que se vaya alternando de dedo cada vez que se mida la glucemia.
- A pesar de que en la ilustración no se muestra, en tercer lugar, los niños o sus padres deberán encender el glucómetro y colocar la tira reactiva cuando el aparato la pida.

  Este paso generalmente lo suelen hacer los padres antes de dar el pinchazo para agilizar el proceso, pero es importante que los niños y niñas sepan cómo se debe hacer para realizarlo cuando sus padres no estén con ellos.
- Finalmente, el niño deberá depositar la gota de sangre obtenida en la tira reactiva y esperar a que salga el resultado, el cual suele tardar entre 5 y 6 segundos.

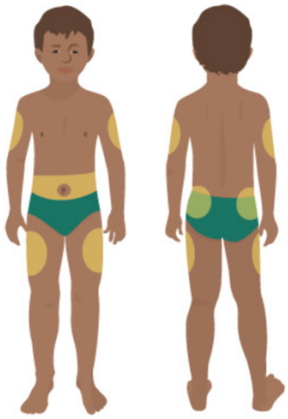
Figura 10. Control de la glucemia

Nota. Pasos a seguir para la medición de la glucemia. Obtenido de "*Lo que debes saber sobre la diabetes en la edad pediátrica*" (p. 29), por la Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (S.E.E.P), 2019, Copyright por Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.

Dependiendo del resultado de la glucemia el niño deberá inyectarse insulina o no, o deberá consumir algún alimento que le suba la glucemia o no. En caso de necesitar inyectar insulina es importante que se sigan estas recomendaciones.

- Las plumas nuevas se deben conservar en la nevera, una vez abiertas se pueden guardar a temperatura ambiente.
- Se debe colocar una aguja nueva y purgarla con la propia insulina de la pluma, es decir, se debe quitar el aire que pueda haber en la aguja. Se suele recomendar purgar con 1 o 2 unidades, pero si con estas cantidades no se observa la salida de insulina se debe repetir el purgado. Rara vez la aguja es defectuosa y no permite la salida de la insulina, pero se debería valorar también está posibilidad en caso de no observarse salida de insulina tras el purgado.
- Se debe escoger la zona de punción adecuadamente. Para ello las zonas recomendadas suelen ser las que se muestran en la Figura 11 y se aconseja que la zona no tenga alguna lesión o enrojecimiento. (Pitone, 2022)

Figura 11. Zonas de inyección de la insulina



Nota. La imagen muestra en amarillo las zonas donde se recomienda la administrar la insulina. Obtenido de "*Cómo aplicar una inyección de insulina",* por Pitone, M. L., 2022, Copyright por The Nemours Foundation.

- Es importante rotar o cambiar la zona de punción cada vez que se vaya a inyectar insulina.
- El procedimiento para la inyección es el siguiente: se debe seleccionar en la pluma la cantidad de insulina a administrar, coger un pellizco amplio para pinchar en la zona subcutánea, pinchar completamente en perpendicular como se muestra en la Figura 12, se debe inyectar todo el contenido sin soltar la piel y esperar unos segundos, retirar la aguja de la piel, soltar el pellizco y por último desechar la aguja.

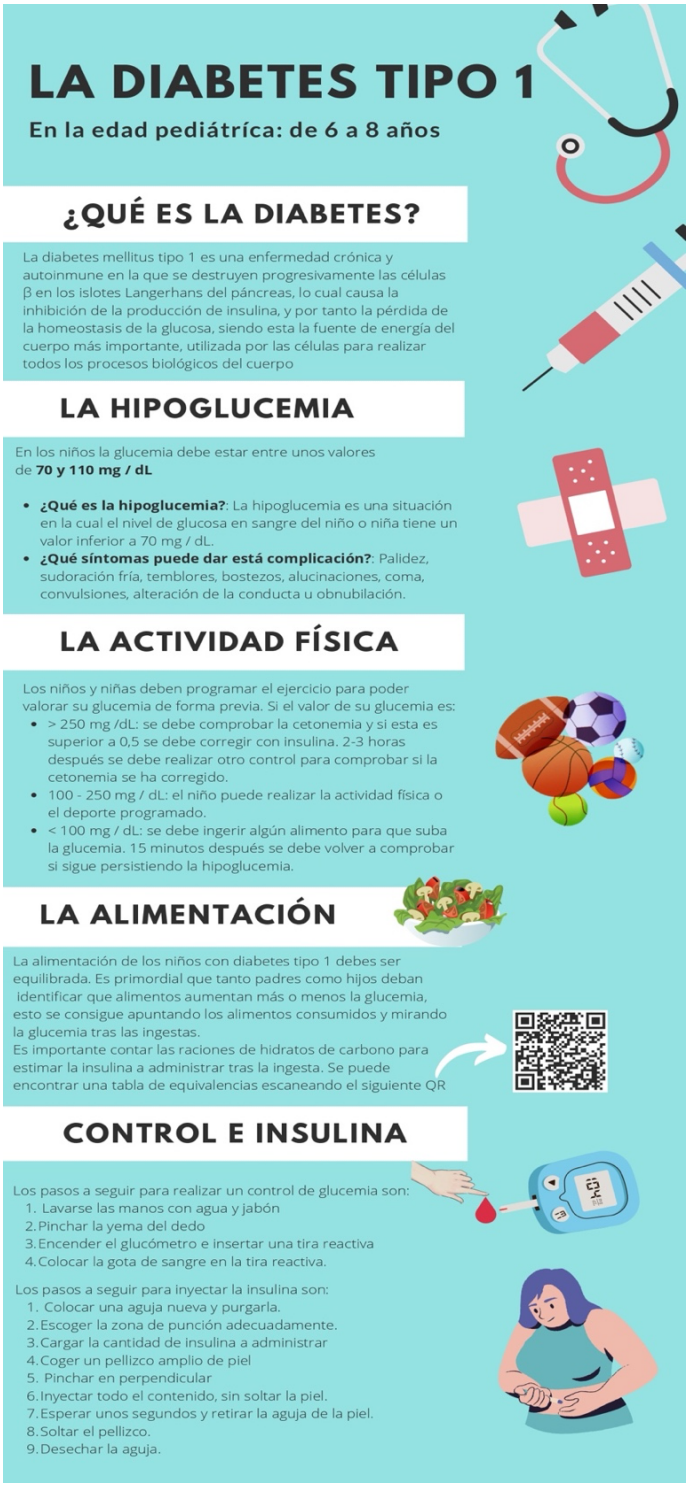
Figura 12. Inyección de insulina

Nota. Forma de inyectar insulina. Obtenido de "*Lo que debes saber sobre la diabetes en la edad pediátrica"* (p. 24)*,* por la Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (S.E.E.P), 2019, Copyright por Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social.

INFOGRAFÍA PARA REPARTIR

En la siguiente imagen (Figura 13) se muestra la infografía que se repartiría a las familias para reforzar los conocimientos adquiridos en el hospital y en nuestra sesión.

Figura 13. Infografía Diabetes tipo 1



Nota. Elaboración propia.

9. BIBLIOGRAFÍA

Alonso Martín, D. E., Roldán Martín, M. B., Álvarez Gómez, M. Á., Yelmo Valverde, R., Martín-Frías, M., Alonso Blanco, M., & Barrio Castellanos, R. (2016). Impacto de la educación diabetológica en el control de la diabetes mellitus tipo 1 en la edad pediátrica. *Endocrinología y Nutrición*, *63*(10), 536–542. https://doi.org/10.1016/J.ENDONU.2016.08.004

Altabás Betancor, M., Montes Gómez, E., Darías Garzón, R., Quintana Arroyo, S., & Pedreira González, O. (2021). INSULINAS (1ª parte): TIPOS Y PRESENTACIONES. *Infarma*, *12*(4), 1–4. https://www3.gobiernodecanarias.org/sanidad/scs/content/89c7236d-9b8f-11eb-a091-6da1bd91722d/INFARMA%20insulinas_1_marzo%202021.pdf

Álvarez Casanovas, M., Alonso Montejo, M. del M., Leiva Gea, I., Jiménez Hinojosa, J. M., Santos Mata, M. Á., Macias, F., Romero Pérez, M. del M., de Toro, M., Martínez, G., Munguira, P., Vivas, G., & López Siguero, J. P. (2019). Estudio de costes directos de la diabetes mellitus tipo 1 en pacientes entre 2 y 16 años en Andalucía. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, *66*(8), 480–486. https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-diabetes-nutricion-13-pdf-S2530016419301065

Anguita, M. C., Gómez, A., Llobet, M., & Yoldi, C. (2009). Educación terapéutica sobre diabetes en la infancia. *Actividad Dietética*, *13*(3), 101–107. https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-nutricion-humana-dietetica-283-pdf-13142117

Apablaza, P., Soto, N., Román, R., & codner, E. (2016). NUEVAS TECNOLOGÍAS EN DIABETES. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *27*(2), 213–226. https://doi.org/10.1016/J.RMCLC.2016.04.011

Atkinson, M. A., Eisenbarth, G. S., Davis, B., & Michels, A. W. (2014). Type 1 diabetes. *Lancet (London, England)*, *383*(9911), 69–82. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60591-7

Barrio Castellanos, R. (2016). Actualización de la diabetes tipo 1 en la edad pediátrica. *Actualización En Pediatría*, 369–377.

Bedini Chesa, J. L., Hortas Nieto, M. L., Lirón Hernández, F. J., Oliver Sáez, P., & González de la Presa, B. (2017). Recomendaciones sobre la evaluación de las prestaciones técnicas de un glucómetro. *Revista Del Laboratorio Clínico*, *10*(4), 189–197. https://doi.org/10.1016/J.LABCLI.2017.01.003

Cardona Hernández, R. (2016, May). *Sistemas de monitorización continua de glucosa*. Fundación de Diabetes Novo Nordisk. https://www.fundaciondiabetes.org/general/articulo/173/sistemas-de-monitorizacion-continua-de-glucosa

Castellanos, R. B., & Ros Pérez, P. (2020). Tecnología en la diabetes tipo 1 en la edad pediátrica. *Pediatría Integral*, *29*(5), 241–247. https://cdn.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2020/xxiv05/01/n5-241-247_RaquelBarrio.pdf

Cervantes-Villagrana, R. D., & Presno-Bernal, J. M. (2013). Fisiopatología de la diabetes y los mecanismos de muerte de las células β pancreáticas. *Revista de Endocrinología y Nutrición*, *21*(3), 98–106. www.medigraphic.org.mx

Céspedes, C., & Bustos, C. (2008). Manejo de la cetoacidosis diabética en niños y adolescentes. *Endocrinol Nutr*, *55*(7), 289–296.

Conde Barreiro, S., Rodríguez Rigual, M., Bueno Lozano, G., López Siguero, J. P., González Pelegrín, B., Rodrigo Val, M. P., & Compés Dea, M. L. (2014). Epidemiology of type 1 diabetes mellitus in children in Spain. *Anales de Pediatría (Barcelona, Spain: 2003)*, *81*(3), 189.e1-189.e12. https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2013.12.010

Damas Fuentes, R., Dominguez Lantigua, P., Majuelos Aicart, L., & Damas Fuentes, M. (2017). Avances en medición de glucosa: del glucómetro tradicional al sistema flash. *Panorama Actual Del Medicamento*, *41*(402), 360–363.

Díaz Naya, L., & Delgado Álvarez, E. (2016). Diabetes mellitus. Criterios diagnósticos y clasificación. Epidemiología. Etiopatogenia. Evaluación inicial del paciente con diabetes. *Medicine (Spain)*, *12*(17), 935–946. https://doi.org/10.1016/J.MED.2016.09.001

Dimeglio, L. A., Evans-Molina, C., & Oram, R. A. (2018). Seminar Type 1 diabetes. *Lancet*, *391*. www.thelancet.com

Durán García, S., Segura, J., Is, L., & Ruilope, M. (2013). Contribución del riñón en la homeostasis de la glucosa. *Medicina Clinica*, *141*(SUPPL. 2), 26–30. https://doi.org/10.1016/S0025-7753(13)70060-5

Fabiola, C., Anzoátegui, R., de Souza Espínola, C., & Alejandra Rolón, M. (2011). Consenso de Diagnóstico y Tratamiento de la Cetoacidosis Diabética en Niños y Adolescentes. *Pediatría. (Asunción)*, *38*, 130–137.

Forga, L. (2015). The epidemiology of type 1 diabetes: Helping to fit the puzzle pieces. *Endocrinologia y Nutricion*, *62*(4), 149–151. https://doi.org/10.1016/j.endonu.2015.02.002

Forga, L., Tamayo, I., Chueca, M., Ibáñez, B., Sainz de los Terreros, A., & Goñi, M. J. (2018). Incidence of type 1 diabetes mellitus in Navarre stabilized in the last eight years. *Endocrinologia, Diabetes y Nutricion*, *65*(5), 274–279. https://doi.org/10.1016/j.endinu.2018.01.003

García Candas, G. (2017). Educación diabetológica en niños con Diabetes Mellitus tipo 1 y su familia. *Enfermería Integral*, *117*, 76–80. www.enfervalencia.org

García Candas, G., Domínguez Menéndez, M. G., & García Álvarez, Y. (2019). Monitorización continua de glucosa y calidad de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 1. *Conocimiento Enfermero*, *6*, 33–48. https://conocimientoenfermero.es/index.php/ce/article/view/84/52

García, E. (2019, January). *Actualización en diabetes tipo 1*. Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria (AEPap). https://www.aepap.org/sites/default/files/pags._445-452_actualizacion_en_diabetes.pdf

Gómez Jiménez, R. (2014). *INTERVENCIÓN DE ENFERMERÍA EN EL DEBUT DIABÉTICO EN EL PACIENTE PEDIÁTRICO* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Valladolid]. https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/5453/TFG-H50.pdf?sequence=1&isAllowed=y

López-Bastida, J., López-Siguero, J. P., Oliva-Moreno, J., Perez-Nieves, M., Jiang, D., Villoro, R., Merino, M., Dilla, T., Reviriego, J., & Vázquez, L. A. (2017). Social economic costs of type 1 diabetes mellitus in pediatric patients in Spain: CHRYSTAL observational study. *Diabetes Research and Clinical Practice*, *127*, 59–69. https://doi.org/10.1016/J.DIABRES.2017.02.033

Lumbreras Fernández, J., & Amil Pérez, B. (2014). POLIURIA Y POLIDIPSIA. *Asociación Española De Pediatría*, *1*, 81–89. www.aeped.es/protocolos/

Montilla-Pérez, M., Mena-López, N., & López-de-Andrés, A. (2012). Efectividad de la educación diabetológica sistematizada en niños que debutan con Diabetes Mellitus tipo 1. *Index de Enfermería*, *21*(1–2), 18–22. https://doi.org/10.4321/S1132-12962012000100005

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK). (2016a, November). *Diabetes Diet, Eating, & Physical Activity*. National Institutes of Health (NIH). https://www.niddk.nih.gov/health-information/diabetes/overview/diet-eating-physical-activity

National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases (NIDDK). (2016b, November). *Pruebas y diagnóstico de la diabetes*. National Institutes of Health (NIH). https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/pruebas-diagnostico

Navarro, S. (2014). A brief history of the anatomy and physiology of a mysterious and hidden gland called the pancreas. *Gastroenterologia y Hepatologia*, *37*(9), 527–534. https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2014.06.007

Osakidetza, Departamento de salud, & Universidad del País Vasco. (2017). Actualización de insulinas. *Boletín INFAC*, *25*(3), 24–31. https://www.euskadi.eus/informacion/boletin-infac/web01-a2cevime/es/

Pitone, M. L. (2022). *Cómo aplicar una inyección de insulina*. Kids Health. https://kidshealth.org/es/parents/injection-graphic.html

Rodríguez Contreras, J., & González Casado, I. (2015). Manejo y seguimiento del niño diabético. *Pediatría Integral*.

https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2015-09/manejo-y-seguimiento-del-nino-diabetico/

Sociedad Española de Endocrinología Pediátrica (S.E.E.P). (2019). *Lo que debes saber sobre la diabetes en la edad pediátrica* (C. y B. S. Ministerio de Sanidad, Ed.; 4th ed.). Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. https://www.mscbs.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/excelencia/cuidadospaliativos-diabetes/DIABETES/Lo_que_debes_saber_sobre_la_diabetes_en_la_edad_pediatrica.pdf

Suarez, L. (2022, February). *Consejos de seguridad para antes y después de hacer ejercicio | Guía Diabetes tipo 1*. Hospital Sant Joan de Déu. https://diabetes.sjdhospitalbarcelona.org/es/diabetes-tipo-1/consejos/consejos-seguridad-antes-despues-realizacion-ejercicio-fisico

Yépez, I., García, R., & Toledo, T. (2012). COMPLICACIONES AGUDAS. CRISIS HIPERGLUCÉMICA. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, *10*(1), 75–83.