

DISEÑO DE UN INSTRUCTIVO PARA EL SEGUIMIENTO INTEGRAL DE NIÑOS  
Y ADOLESCENTES CON DIABETES MELLITUS COMO BASE PARA LA REALIZACIÓN  
DE UNA APP CONTEXTUALIZADA PARA COLOMBIA

ANDREA CASTAÑEDA CARDONA

ANGY TATIANA GARCÍA CANO

ANA MARÍA JIMENEZ MURCIA

Tesis

Asesor

Luis Javier Hernández Montes

Nutricionista dietista y docente

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ORIENTE

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

RIONEGRO (ANT)

2020

## TABLA DE CONTENIDO

ANTECEDENTES .....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	10
JUSTIFICACIÓN .....	11
OBJETIVOS .....	13
Objetivo general .....	13
Objetivos específicos.....	13
MARCO TEÓRICO.....	14
DISEÑO METODOLÓGICO.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
Diabetes Mellitus.....	16
Definición .....	16
Tipos de diabetes .....	16
Insulina .....	17
Epidemiología.....	18
Diabetes Mellitus tipo 1.....	20
Diabetes Mellitus tipo 2.....	24
Clínica.....	28
Diagnóstico .....	29

Complicaciones de la Diabetes Mellitus .....	34
Complicaciones microvasculares .....	34
Complicaciones Macrovasculares .....	37
Hipoglicemia .....	38
Estado hiperglicémico hiperosmolar .....	41
Cetoacidosis diabética .....	43
Desarrollo cognitivo .....	45
Impacto psicológico.....	46
Alteración del crecimiento.....	47
Tratamiento .....	49
Insulinoterapia .....	50
Hipoglicemiantes no insulínicos.....	54
Tratamiento Nutricional .....	57
Macronutrientes .....	58
Micronutrientes.....	65
Conteo de carbohidratos .....	67
Alcohol .....	72
Actividad física.....	72
Manejo del peso.....	74
Educación .....	75

Aplicaciones .....	77
Diagramas de flujo y Prototipo de la app .....	80
CONCLUSIONES .....	91
RECOMENDACIONES.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

#### Lista de Tablas

Tabla 1.Criterios de diagnóstico de la Diabetes según la ADA 2020.....	29
Tabla 2.Pruebas de anticuerpos de islote para diagnóstico de DM1.....	31
Tabla 3.Criterios que definen la Prediabetes .....	32
Tabla 4.Criterios para definir la micro y macroalbuminuria en orina de 24 horas. ....	36
Tabla 5.Objetivos glicémicos en diabetes mellitus en la edad pediátrica, según la ISPAD. ....	50
Tabla 6.Tipos de insulina y duración de la acción.....	52
Tabla 7.Análogos de insulina aprobados por diferentes grupos de edad, por EMA y FDA* .....	52
Tabla 8.Clasificación de los alimentos según su IG y CG.....	60
Tabla 9.Clasificación de los valores de IG y CG.....	61
Tabla 10.Recomendaciones de fibra dietética para los niños y adolescentes. ....	62
Tabla 11. Alimentos Fuente de Ácidos Grasos.....	64
Tabla 12.Fuentes alimentarias de Vitamina C. ....	66
Tabla 13.Ejemplos de tipos de snacks/bebidas para ejercicios comparando su densidad de carbohidratos y energía. ....	74

## Lista de Figuras.

Figura 1.Flujograma integrado de Programación .....	81
Figura 2.Diagrama de pantalla principal.....	82
Figura 3.Diagrama de perfil farmacológico.....	82
Figura 4.Diagrama de control glicémico parte 1. Toma de glicemia.....	83
Figura 5.Diagrama de control glicémico parte 2. Toma de HbA1c e historial de glicemias.....	84
Figura 6.Diagrama de Alimentación parte 1. Elección de tiempos de comida, grupo de Alimentos y porción. ....	85
Figura 7.Diagrama de Alimentación parte 2. Elección de otro grupo de Alimentos y porción....	86
Figura 8.Diagrama de Alimentación parte 3. Elección de otros grupo de Alimentos, porción y composición nutricional.....	87
Figura 9.Diagrama de tratamiento farmacológico. ....	88
Figura 10.Diagrama de actividad física. ....	89
Figura 11.Diagrama de Educación.....	90

## ANTECEDENTES

Las apps o aplicaciones móviles son cada vez más utilizadas en las actividades cotidianas de las personas, desde lo más simple como es el entretenimiento, hasta algo más complejo como es buscar direcciones, o comunicación a larga distancia. “Una aplicación es simplemente un programa informático creado para llevar a cabo o facilitar una tarea en un dispositivo” (Artica Navarro, 2014), estas se crean a partir de la observación de las necesidades de los usuarios con el objetivo de facilitar sus actividades rutinarias y proveer servicios que satisfagan dichas necesidades.

A partir de allí se crean aplicaciones móviles dedicadas específicamente al área de la salud a fin de prestar servicios que contribuyan a facilitar el tratamiento de algunas patologías y brindar educación para promocionar la salud, de esta forma las aplicaciones móviles, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) están destinadas directa o indirectamente a mantener o mejorar los comportamientos sanos, la calidad de vida y el bienestar de las personas (Alonso-arévalo & Mirón-canelo, 2017).

“La Diabetes Mellitus es el trastorno metabólico más común en los países en desarrollo y las aplicaciones móviles de salud son útiles para mejorar el manejo de esta patología”(David & Rafiullah, 2016). Para evaluar su eficacia y funcionalidad se han realizado varios estudios, tales como: S. K. David y M. R. M. Rafiullah (2016), realizaron una revisión sistemática de estudios clínicos que utilizan aplicaciones móviles de salud para el control de la diabetes, cuya metodología fue la búsquedas de revistas indexadas; se obtuvieron resultados positivos, ya que después del uso de las aplicaciones móviles se mejoraron significativamente los resultados clínicos y se concluyó que la facilidad de uso de los sistemas a menudo influye en el cumplimiento del paciente, además

las aplicaciones telefónicas ofrecen importantes beneficios para la atención al paciente, la educación y las modificaciones de comportamiento.

En otro estudio se realizó la revisión de aplicaciones actuales comparadas con pautas basadas en evidencia, se realizó la búsqueda de diferentes aplicaciones en donde su función principal fuera el manejo de la diabetes, en total se revisaron 137 aplicaciones; y se concluyó que si bien una amplia selección de aplicaciones móviles parece estar disponible para personas con diabetes, este estudio muestra que existen brechas obvias entre las recomendaciones basadas en evidencia y la funcionalidad utilizada en las intervenciones de estudio o que se encuentran en los mercados en línea (Chomutare et al., 2011).

En otro estudio publicado en el 2014 se evaluó la eficacia de la aplicación Diabeo System en la mejora de los niveles de HbA1 en 180 pacientes adultos con diabetes tipo 1 durante 6 meses, en el cual se pudo observar una mejora en el control glicémico en usuarios que la utilizaban sin relevancia en el tiempo de uso (Franc et al., 2014).

Si bien se han realizado varios estudios para evaluar el impacto y la calidad de las aplicaciones, todos estos se han enfocado en adultos y a pesar de que existen aplicaciones específicas para niños brindando los servicios especializados para este grupo de edad como Carb Counting With Lenny y mySugr Junior que realizan seguimiento de los niveles de glucosa en sangre, los hidratos de carbono consumidos, las unidades de insulina y la actividad física, todo esto por medio de juegos interactivos y actividades didácticas para facilitar el aprendizaje en el manejo de la aplicación; no se tiene evidencia de su eficacia y la veracidad de este tipo de aplicaciones. “Los niños de todo el mundo son cada vez más apasionados de la tecnología móvil, al demostrar una receptividad y un entusiasmo que exceden en gran medida el de sus padres y

maestros” (GSMA and NTT Docomo, 2013), además su capacidad de aprender a manejar los dispositivos y las aplicaciones es excepcional, esto los convierte en un grupo objeto para implementar este tipo de servicio, y más sabiendo que “La mayoría de los casos de diabetes tipo 1 se producen en niños y adolescentes, y por años la diabetes tipo 2 se observó únicamente en los adultos; y ahora empieza a verse en los niños también”(OMS, 2016), así que por medio de este proyecto se puede generar una estrategia para facilitar el seguimiento y tratamiento de su patología.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La diabetes es una enfermedad crónica, de etiología heterogénea, en la que intervienen tanto factores genéticos como ambientales. Este trastorno metabólico aparece cuando el páncreas no produce suficiente insulina o cuando el organismo no utiliza eficazmente la insulina que produce.

La prevalencia de Diabetes Mellitus en niños y adolescentes se ha incrementado alarmantemente en la última década al igual que se ha observado un aumento paralelo de la obesidad. Cuando esta enfermedad no es controlada y se mantienen constantemente niveles altos de glicemia en sangre trae múltiples complicaciones entre las que se encuentran un mayor riesgo de desarrollar Hipertensión Arterial y Dislipidemia, lo que trae consigo un incremento en el riesgo de sufrir complicaciones cardiovasculares, adicional a esto el paciente diabético también puede desarrollar complicaciones microvasculares que incluyen retinopatía, nefropatía, neuropatía y en estadios más graves problemas macrovasculares como daño cerebral, enfermedad coronaria y pie diabético, lo que hace que sea de suma importancia realizar un tratamiento e intervención eficaz con el fin de prevenir complicaciones agudas y crónicas.

## PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cómo debe ser un adecuado seguimiento integral de un niño con Diabetes Mellitus en la era de la tecnología?
- ¿Cuáles son los elementos más importantes para la creación de una app que permita el seguimiento integral de un niño con DM?
- ¿Qué componentes debe tener un instructivo para diseñar una app?

## JUSTIFICACIÓN

Actualmente la tasa de incidencia de diabetes en la primera infancia aumenta y con ello la necesidad de nuevas herramientas y/o estrategias para poder controlar esta enfermedad y prevenir sus complicaciones. Debido a los grandes avances de la tecnología en los últimos años se ha innovado en el control de esta enfermedad, por lo que se hará uso de estos medios para crear una herramienta enfocada e ilustrada para niños y adolescentes, haciendo posible que tanto los padres como sus hijos puedan utilizarla con eficacia y facilidad. Esto ayudará a que los niños y adolescentes que padecen esta enfermedad en nuestro país tengan una herramienta para tener control de la glicemia, prevenir complicaciones, educar y motivar al usuario a mejorar su calidad de vida, mediante el tratamiento integral con énfasis en el componente nutricional de la enfermedad.

A medida que se dan los nuevos avances tecnológicos el ser humano ha aprendido a adaptarse a estos e incluirlos en su vida cotidiana llegando a tal punto en que la mayor parte de la población posee un celular inteligente, ya sea para entretenimiento o necesidad. Debido a esto, una de las maneras más accesibles y completas para tener una mejor comunicación con el paciente es a través de una aplicación que brinde al usuario todas las herramientas necesarias para tener un óptimo seguimiento de su enfermedad al alcance de sus manos. Cabe señalar que, aunque existen aplicaciones y programas enfocados a esta enfermedad en otros países como Carb Counting With Lenny de Australia y mySugr Junior de Austria; no existe una específica y única para niños diabéticos en Colombia, en la que se pueda hacer una toma integral de datos para el manejo en este grupo poblacional, de manera que contribuya positivamente en la calidad de vida del individuo basada en evidencia científica que soporte cada aspecto de la información del paciente. Además, es de gran importancia resaltar que las aplicaciones encontradas en el mercado no presentan la

inclusión de alimentos autóctonos de Colombia ya sea por el país de origen o la elección de alimentos que estos tuvieron a la hora de ser creadas, es por esto que la aplicación a realizar tendrá dentro de sus componentes, alimentos consumidos frecuentemente por la población colombiana.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Diseñar un instructivo para el seguimiento integral de niños y adolescentes con Diabetes Mellitus como base para la realización de una app contextualizada para la población colombiana.

### Objetivos específicos

- Describir los conceptos principales relacionados con la Diabetes Mellitus.
- Identificar las características principales que se requieren para realizar un adecuado seguimiento nutricional a un niño y adolescente con Diabetes Mellitus.
- Diseñar el prototipo de la aplicación.

## MARCO TEÓRICO

Los avances tecnológicos han traído consigo la necesidad de realizar investigaciones relacionadas con su efectividad, en donde los programas y aplicaciones en el manejo de la diabetes no son la excepción. Estos se han hecho con el objetivo de evidenciar si mejoran los niveles de glicemia plasmática en los individuos y si tiene efectos positivos en el tratamiento en general de esta patología. Es así, como en el año 2011 se estudiaron las características de las aplicaciones tecnológicas para el cuidado de la diabetes en relación con las recomendaciones clínicas avaladas para el autocontrol de la misma, en este estudio se revisaron 137 aplicaciones y se descubrió que, aunque estas presentaban características indispensables para el control glicémico como peso, autocontrol de la glucosa en sangre y muchas más; sólo el 20% de estas aplicaciones presentan el componente de educación y un 7% de educación personalizada (Chomutare et al., 2011).

En otro estudio realizado en Francia se evaluó la eficacia de la aplicación Diabeo System (una aplicación conectada a una página web) en el mejoramiento de los niveles de HbA1 en individuos con Diabetes Mellitus tipo 1, en el cual se observó una mejoría en el control glicémico en los usuarios que utilizaban la función de “sugerencia de la dosis de insulina” de la aplicación sin haber diferencias en el periodo de tiempo utilizada de los usuarios; además, se observó una mayor mejoría en aquellas personas que utilizaban la opción de soporte de motivación de teleconsultas que la aplicación ofrece (Franc et al., 2014).

Así mismo en el año 2016 se realizó una revisión sistemática de aplicaciones de manejo de diabetes por medio de artículos publicados entre los años 2007-2014, donde se encontró que el 76% de los estudios reportaron efectos positivos en los resultados clínicos de los usuarios en los ámbitos de educación y cuidado del paciente (David & Rafiullah, 2016).

## DISEÑO METODOLÓGICO

El trabajo es una revisión de la literatura relacionada con la temática específica de la Diabetes Mellitus en la población infantil; siendo el tratamiento integral con énfasis en el componente nutricional, la base para el diseño de una aplicación para celulares, donde los componentes estén respaldados por evidencia científica.

Inicialmente para la ejecución del trabajo se realizará una búsqueda bibliográfica en bases de datos, teniendo en cuenta los términos clave: tratamiento de la DM en niños y tratamiento de la DM en adolescentes, en artículos publicados entre 2014 y 2020. A partir de los documentos encontrados se elaborará una matriz para clasificarlos según la temática específica y permitir la elaboración de un artículo en donde se recopilará la información obtenida, y de manera detallada se abordarán cada uno de los temas más relevantes e importantes como son, qué es y tipos de Diabetes Mellitus, tratamiento farmacológico, tratamiento nutricional, educación y teorías encontradas acerca de las aplicaciones enfocadas en su manejo.

Posteriormente se procederá a la elaboración de diagramas de flujo para la estructuración y conexión de los componentes técnicos de la aplicación. Por medio de estos, se realizará una representación detallada de cada uno de los pasos a seguir en el proceso de la aplicación, desde el ingreso y registro, creación del perfil, así como la navegación por los componentes que son, insulina, monitorización, alimentación, actividad física y educación.

Así mismo, se diseñará el prototipo de la app, donde por medio de un boceto se distribuirá el espacio y su contenido, y se enmarcarán las funciones disponibles, esto con el objetivo de dar a conocer de una manera ilustrada las ideas pensadas a la hora de la creación de la app.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diabetes Mellitus

#### *Definición*

La Diabetes Mellitus es definida como un grupo de enfermedades endocrino-metabólicas manifestada principalmente por niveles altos de glicemia plasmática constante (hiperglicemia) a causa de una deficiencia pancreática, de las células  $\beta$  de los islotes de Langerhans, en la producción o cuando no puede utilizar la que se produce de manera eficaz. Cuando no se trata oportunamente o no es posible regular los niveles glicémicos sanguíneos, se pueden originar complicaciones como disfunción y falla de diferentes órganos, especialmente ojos, riñones, nervios, corazón y vasos sanguíneos (Barrio, 2016; C. G. Candela & Milla, 2018; Federación Internacional de Diabetes., 2019).

#### *Tipos de diabetes*

En la actualidad se conocen varios tipos de diabetes clasificados en las Guías de la Asociación Americana de Diabetes (ADA, 2020). Durante el desarrollo de este trabajo, se hará un mayor énfasis en la Diabetes Mellitus Tipo 1 y Tipo 2.

- Diabetes Mellitus Tipo 1: Dada por una respuesta autoinmune ante las células  $\beta$  llevando a una carencia total de secreción de insulina.
- Diabetes Mellitus Tipo 2: Dada por una resistencia a la insulina en donde progresivamente se genera un déficit en su secreción.
- Diabetes Gestacional: Diagnosticada en el embarazo sin manifestaciones previas a esta etapa.

- Otros tipos de Diabetes por diversas causas como: Diabetes monogénicas de tipo MODY (diabetes juvenil de inicio en la madurez), síndrome de Wolfram, enfermedades del páncreas exocrino (ej. Fibrosis quística y pancreatitis), diabetes inducida por fármacos y diabetes mitocondrial (ADA, 2020; Louvigné et al., 2018).

### *Insulina*

La insulina es una hormona secretada por las células  $\beta$  de los islotes de Langerhans del páncreas que interviene en la captación, manejo y almacenamiento de nutrientes celulares, entre los cuales se encuentra la glucosa. Los niveles altos de glucosa en el torrente sanguíneo estimulan la liberación de insulina y permite su ingreso a las células del cuerpo por medio de proteínas transportadoras de glucosa (GLUT) para ser utilizada posteriormente como energía (Federación Internacional de Diabetes., 2019; Gutiérrez-Rodelo et al., 2017).

Durante el periodo preprandial (Ayuno), los niveles sanguíneos de insulina son bajos correspondiendo al 50% de su secreción basal total diario (Carreras & Pérez, 2016). Después del consumo de los alimentos, los niveles sanguíneos de glucosa aumentan estimulando la secreción pancreática de insulina en un 50%, permitiendo su absorción, glucólisis y almacenamiento principalmente en el músculo y el tejido adiposo como glucógeno y triglicéridos, respectivamente. Así mismo, permite la inhibición de la degradación de las reservas de glucosa en el hígado (glucogenólisis) y el adipocito (lipólisis), la gluconeogénesis y la secreción de glucagón; al igual que estimula la síntesis de proteínas a nivel muscular (Carreras & Pérez, 2016; Gutiérrez-Rodelo et al., 2017).

La falta de insulina o la incapacidad de responder ante esta hormona conlleva a altos niveles de glucosa en sangre (hiperglicemia), a largo plazo esto provoca daños en el cuerpo y varios órganos y tejidos comenzarán a fallar (Federación Internacional de Diabetes., 2019).

### *Epidemiología*

El número de casos de diagnóstico de la DM ha aumentado a nivel mundial, generando una carga inmensa en los ámbitos social, económico y de salud (Vargas-Uricoechea & Casas-Figueroa, 2016). Según la OMS desde el año 1980 hasta el 2014 la prevalencia de la diabetes se ha incrementado del 4,7% al 8,5%, teniendo una estimación de 422 millones de adultos de todo el mundo con diagnóstico de diabetes en este último año (OMS, 2016).

La diabetes ha presentado una mayor prevalencia en la Región Pacífico Occidental con 163 millones de casos, seguido por el Sudeste Asiático con 88 millones, Europa con 59 millones, Oriente medio y Norte de África con 55 millones, América del Norte y Caribe con 48 millones, América del Sur y Central con 32 millones y África con 19 millones de casos. Se espera que el número de casos aumente significativamente, con un estimado de 578 millones para el 2030 y 700 millones para el año 2045 (Federación Internacional de Diabetes., 2019).

La prevalencia a nivel nacional en Colombia de DM en mayores de 18 años según la OMS (2015) es del 8.5%, igualmente la FID reportó para el año 2019 una prevalencia del 8.4% en adultos de 20-79 años.

La DM2 es denominada como el tipo de diabetes más común con un 90% de los casos reportados mundialmente, sin embargo, no se presentan datos suficientes para poder estimar su incidencia y prevalencia en la población (Federación Internacional de Diabetes., 2019). La

prevalencia de esta en Colombia presenta variaciones dependiendo de la edad, los estudios poblacionales específicos, los criterios diagnósticos utilizados, los antecedentes y el origen de los individuos (Vargas-Uricoechea & Casas-Figueroa, 2015, 2016).

Desde las últimas dos décadas la incidencia de la Diabetes Mellitus en niños ha aumentado, esto se debe, al incremento generalizado de la DM1 y de la obesidad infantil, lo que a su vez ha generado aumento de la DM2 (Louvigné et al., 2018).

Según las estadísticas de la FID del año 2019 se estima que alrededor de 1.110.100 de niños y adolescentes menores de 20 años tienen diabetes tipo 1, con una incidencia estimada de 128.900 nuevos casos cada año. En América del Sur y Central se estima que 127.200 de niños y adolescentes menores de 20 años tienen DM1 lo que representa el 11,4 % de los casos a nivel mundial. Alrededor de 95.800 de estos casos residen en Brasil, el cual lo convierte en el país con el tercer mayor número de niños y adolescentes con DM1 en el mundo, después de los Estados Unidos e India (Federación Internacional de Diabetes., 2019).

Existen pocos datos epidemiológicos realizados en la población menor de 20 años en Colombia, partiendo desde 3 estudios realizados entre el año 2008 y 2013; en estos estudios se encontró la prevalencia de hiperglicemia en ayunas en infantes de 0-9 años en un 7,9%, los individuos entre 10-18 años presentaron valores entre el 0,7 y el 11,3%; y en el grupo de edad entre 15-20 años la prevalencia de hiperglicemia en ayunas e ITG fue del 8,4% y 0,8%, respectivamente (Vargas-Uricoechea & Casas-Figueroa, 2015, 2016). Además, la FID estimó que aproximadamente 1.824 niños y adolescentes menores de 19 años presentan DM1 en Colombia (Federación Internacional de Diabetes., 2019).

Los datos disponibles relacionados a la epidemiología de la DM en niños y adolescentes son escasos, estos surgen de estudios clínicos, estudios de casos, y del cribado de niños y jóvenes obesos. Esta información señala que la incidencia y prevalencia varían de acuerdo a la etnia y región geográfica (Miravet-Jiménez et al., 2020).

### *Diabetes Mellitus tipo 1*

#### *Definición*

La Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) se considera actualmente como una de las patologías crónicas más frecuentes en la infancia, se caracteriza por la disminución de las células  $\beta$  pancreáticas mediada por mecanismos inmunológicos que genera una carencia de insulina endógena y como consecuencia, la dependencia permanente de la insulina exógena. La etiología es multifactorial, intervienen factores genéticos de susceptibilidad, factores ambientales poco conocidos (infecciones por enterovirus) y factores inmunológicos (Barrio, 2016; Boyarska, 2017).

#### *Factores de riesgo*

La diabetes es referida como una de las enfermedades cuya etiología es multifactorial y la cual, de acuerdo con el tipo de diabetes que presente el individuo, este se verá predispuesto a varios factores incidentes a la patología. Los factores de riesgo relacionados a la DM1 son principalmente genéticos, autoinmunes o medioambientales.

El aspecto genético se ve mayormente influenciado en pacientes con la predisposición genética de los genes HLA-DQ y DR, conjuntamente a la presencia de antecedentes familiares de la enfermedad principalmente de familiares de primer grado de consanguinidad (entre un 10-20%

de los Novo- diabéticos). Sin embargo, todavía no se ha identificado con totalidad el mecanismo genético en el desarrollo de la diabetes(Louvigné et al., 2018; Mahan; L. K., 2017).

La predisposición a factores ambientales se encuentra en discusión, sin embargo, se ha relacionado una posible respuesta autoinmune con:

- Enfermedades de etiología infecciosa respiratorias (rubéola, enterovirus) principalmente en el primer año de vida, presentan un mayor riesgo de respuesta autoinmune negativa hacia los islotes.
- Índice de masa corporal (IMC) alto y con un aumento de peso significativo los primeros dos años de vida en individuos genéticamente susceptibles.
- Susceptibilidad alimentaria: Se ha estado estudiando el rol de los alimentos ante el posible riesgo de diabetes. Entre los cuales se ha discutido la influencia de la introducción temprana (antes de los 3 meses) y/o tardía (después de los 7 meses) de cereales, al igual que la proteína de la leche de vaca, gluten y el metabolismo de la vitamina D. El uso de probióticos antes del primer mes de vida se ha relacionado como un factor protector en infantes con predisposición genética (Louvigné et al., 2018; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015; Waeger et al., 2017).

### *Fisiopatología*

La DM1 tiene dos formas, una de ellas es la Diabetes Mellitus de origen inmunitario la cual deriva de una destrucción autoinmunitaria de las células  $\beta$  del páncreas, las únicas células del cuerpo que producen la hormona insulina y la DM1 idiopática la cual alude a las formas de la enfermedad que no tienen una etiología conocida (Mahan; L. K., 2017).

El mecanismo fisiopatológico que determina la aparición de la enfermedad la cual está sujeta a factores genéticos, inmunológicos y ambientales (Juan Pablo Hayes Dorado, 2014) es la destrucción de las células  $\beta$  pancreáticas encargadas de la secreción de insulina, fenómeno que de forma inevitable lleva a la deficiencia absoluta de esta hormona. En la mayoría de los casos esta destrucción se inicia con la presencia de anticuerpos dirigidos frente a la célula  $\beta$ . En los casos en los que no se demuestra la presencia de estos anticuerpos hablamos de DM1 idiopática (C. G. Candela & Milla, 2018).

La destrucción de las células  $\beta$  es provocada por la activación de la respuesta inmune frente a componentes propios del páncreas, en la cual están involucrados linfocitos T-CD4 y T-CD8 ante autoantígenos propios de los islotes de Langerhans en sujetos con haplotipos HLA (antígenos leucocitarios humanos) de predisposición. La producción de neoantígenos provoca la secreción de autoanticuerpos y citoquinas proinflamatorias ante elementos como proinsulina o GAD65, induce a una destrucción progresiva de las células  $\beta$ , déficit insulínico y a la hiperglicemia, dando consecuencia la manifestación clínica de la enfermedad (Boyarska, 2017).

La región HLA, se encuentra situada en el brazo corto del cromosoma 6, posee genes encargados de la codificación de las moléculas DR y DQ, los cuales son responsables de identificar el antígeno a los linfocitos. Cuando se presenta modificaciones en la estructura de su cadena de aminoácidos, puede aumentar el riesgo genético a la Diabetes Mellitus tipo 1 en un 50% (Louvigné et al., 2018).

Como consecuencia de este mecanismo, la enfermedad se presenta en tres fases sucesivas:

- Una fase de predisposición genética en la que, sin embargo, incidentes en el útero y durante los primeros meses de vida pueden afectar al desarrollo y mantenimiento de las células  $\beta$ .

- Una fase en la que, de forma secundaria a un hecho desencadenante (o a la ausencia de exposición a factores protectores), se produce la aparición de la autoinmunidad y, por tanto, de una inflamación local (insulinitis). Esta segunda fase puede ser más o menos larga, y la pérdida de las células  $\beta$  no es lineal. La secreción de insulina disminuye de forma progresiva y existen episodios de hiperglicemias asintomáticas.
- La fase clínica, con hiperglicemia, cuando la destrucción de las células  $\beta$  alcanza cierto grado (60-90%) (Louvigné et al., 2018).

Posteriormente la deficiencia de insulina y la disminución de la glucosa intracelular ponen en marcha mecanismos destinados a aumentar aún más la glicemia. Se activa la vía catabólica por medio de la cual se da la lipólisis proceso por el que se induce la producción de ácidos grasos, que en el hígado serán sometidos a  $\beta$ -oxidación con formación de cuerpos cetónicos, usados como combustible alternativo. Debido a la hiperglicemia se da un estado de hiperosmolaridad extracelular que va a generar glucosuria y deshidratación con depleción de sodio y potasio, además de una cetoacidosis diabética, proceso desembocado por la formación de cuerpos cetónicos, los cuales, por su carácter ácido, disminuyen el PH (Louvigné et al., 2018; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

## *Diabetes Mellitus tipo 2*

### *Definición.*

La DM2 es un trastorno metabólico en el que participan distintos factores predisponentes, como son los componentes social, conductual y ambiental que junto con el aspecto genético aumentan la susceptibilidad. Así mismo, en distintos grupos raciales un componente hereditario de la patología es responsable de su prevalencia. Este tipo de diabetes regularmente se presenta en niños y adolescentes con sobrepeso (IMC entre los percentiles 85 y 95, para la edad y el sexo) u obesidad (IMC mayor al percentil 95) y antecedentes familiares de diabetes tipo 2. En la DM2 se presenta una resistencia a la insulina junto con la alteración de la funcionalidad de las células  $\beta$  pancreáticas, generadas por la hiperglicemia; como efecto se obtiene la producción inadecuada de insulina para compensar la insulina (Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018; Juan Pablo Hayes Dorado, 2014).

### *Factores de riesgo*

En cuanto a los factores de riesgo predominantes para la DM2, se ve influenciado por factores socio ambientales, conductuales y genéticos como:

- *Antecedentes familiares de diabetes:* Los individuos cuyos padres son diabéticos y fueron diagnosticados a edades tempranas presentan un mayor riesgo de padecer Diabetes tipo 2. Así mismo, la incidencia es mayor en jóvenes cuyas madres poseen antecedentes de diabetes gestacional sugiriendo un papel del ambiente intrauterino en la modificación epigenética significativa para el desarrollo de la obesidad y de Diabetes Mellitus tipo 2 (Louvigné et al., 2018; Manrique Hurtado, Helard; Aro Guardi, Pedro; Pinto-Valdivia, 2015).

- *Edad:* La mayoría de casos de DM2 en niños se presenta en un promedio de edad de diagnóstico de 13,5 años a causa de una disminución de la sensibilidad a la insulina relacionado a un aumento de la secreción de hormona de crecimiento en la etapa puberal y en pacientes que presentan más de un factor de riesgo relacionado (Antecedentes familiares, acantosis, obesidad, etc.) (Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018; Louvigné et al., 2018)
- *Etnia o raza:* A lo largo de los años se ha comprobado que el riesgo de desarrollar Diabetes Mellitus tipo 2 es mayor en individuos de descendencia asiática, afroamericana, hispana, etc; a comparación a personas de raza blanca, evidenciado un patrón de susceptibilidad a la resistencia a la insulina en estos grupo étnicos (Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018).
- *Sobrepeso y obesidad:* Un IMC clasificado como sobrepeso u obesidad es uno de los componentes más relacionados con el aumento en la incidencia y predisposición ante la Diabetes Mellitus tipo 2, evidenciándose un aumento en las últimas décadas. El exceso de peso, principalmente abdominal, lleva consigo una mayor síntesis de citoquinas y proteínas proinflamatorias las cuales promueven el estrés oxidativo alterando el metabolismo de la glucosa y llevando hacia la insulinoresistencia (Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018; Díaz Naya & Delgado Álvarez, 2016; Fac & Pajuelo Ramírez, 2018)
- *Dieta y estilo de vida:* Una dieta constituida principalmente de Grasas y Carbohidratos de baja calidad como refrescos azucarados, dulces, postres, carnes procesadas y productos lácteos altos en grasa se ha visto asociado a un mayor riesgo de padecer Diabetes Mellitus tipo 2. El ejercicio físico de manera regular ha sido demostrado como un factor protector ante la insulinoresistencia y el aumento de peso en exceso ante un estilo de vida sedentario (J. M. Candela, 2015; Waeger et al., 2017; Zheng et al., 2017).

Otros factores de riesgo asociados a la diabetes en niños y jóvenes son, Síndrome de Ovario Poliquístico, prediabetes, la enfermedad del hígado graso no alcohólica (NAFLD), hipertensión, acantosis nigricans, dislipidemia, el retraso de crecimiento intrauterino o el peso alto para la edad de gestación y el aumento rápido de peso en el periodo neonatal (Díaz Naya & Delgado Álvarez, 2016; Panagiotopoulos et al., 2018).

### *Fisiopatología*

La DM2 es un trastorno metabólico, que, a diferencia de la DM1, no se debe a un fenómeno autoinmunitario, este se debe principalmente a una Resistencia a la Insulina (RI) acompañada de una disfunción de las células  $\beta$  pancreáticas, resultando en una producción inadecuada de insulina, para compensar el grado de insulino – resistencia.

El mecanismo fisiopatológico que determina la aparición de la enfermedad está sujeto a factores genéticos ya que este tiene un componente hereditario importante, y factores de riesgo ambientales que son los que tienen una mayor influencia en el desarrollo de la enfermedad, entre estos se encuentra el sobrepeso y la obesidad (Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018; C. G. Candela & Milla, 2018; Juan Pablo Hayes Dorado, 2014).

La RI es un fenómeno fisiopatológico en el cual, para una concentración dada de insulina, no se logra una reducción adecuada de los niveles de glicemia (Alejandro Castillo Barcias, 2015). Debido a su relación con la obesidad, por definición todo obeso debería tener RI, ya que como se mencionó anteriormente la obesidad es un factor determinante en el desarrollo de la DM2 (Alejandro Castillo Barcias, 2015).

La obesidad se define como un trastorno de regulación de la energía que termina en un exceso de peso corporal, generalmente a expensas de tejido adiposo, de magnitud suficiente para afectar a la salud (Ricote, 2016). Este exceso de tejido adiposo desencadena todo un proceso: los adipocitos son células que acumulan ácidos grasos en forma de triglicéridos y que producen metabolitos y proteínas de señalización como leptina, adiponectina y factor de necrosis tumoral alfa, sustancias que son capaces de influenciar otros órganos y son las responsables de la RI, afectando principalmente el hígado y el músculo esquelético los cuales almacenan la mayor cantidad de glucosa circulante (Alejandro Castillo Barcias, 2015; Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018).

En respuesta a este proceso las células  $\beta$  pancreáticas con el fin de vencer la RI, producen una mayor cantidad de insulina, hiperinsulinemia, que en un principio logra compensar este fenómeno y mantener los niveles de glicemia normales, sin embargo, con el tiempo las células  $\beta$  pierden su capacidad de mantener la hiperinsulinemia compensatoria, produciéndose así un déficit de insulina que finalmente termina en una hiperglicemia (Alejandro Castillo Barcias, 2015).

### *Clínica*

La destrucción progresiva de las células  $\beta$  da lugar a la aparición de los signos y síntomas de la diabetes, en la población pediátrica los más comunes ante una sospecha de la enfermedad son poliuria, nicturia (micciones frecuentes por la noche), polidipsia (sed excesiva), polifagia (aumento de apetito), glucosuria (presencia de glucosa en la orina), visión borrosa y pérdida de peso; y en algunos casos, se puede presentar cetoacidosis diabética hasta en el 80% de los casos nuevos debido al desconocimiento de la enfermedad, sobre todo en niños menores de 2 años ya que su evolución es más rápida, aunque sus manifestaciones pueden no ser tan específicas desviando su diagnóstico a otras patologías. Ante la presentación de estos síntomas, es necesario implementar las diferentes herramientas de diagnóstico para poder identificar las causas del cuadro clínico y tomar medidas preventivas ante complicaciones de la enfermedad (Barrio, 2016; Boyarska, 2017; Juan Pablo Hayes Dorado, 2014; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

La DM2 en jóvenes predomina en el sexo femenino y la edad media del diagnóstico es de 13,5 años. En la mayoría de los casos se asocia con obesidad como principal factor determinante. La presentación clínica de este tipo de diabetes puede variar un poco en comparación a la DM1, ya que puede presentarse desde hipoglicemia asintomática hasta cetoacidosis y los síntomas comunes son poco manifiestos (Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018).

### Diagnóstico

Tomado de la Asociación Americana de Diabetes 2020 (ADA por sus siglas en inglés)

Para el diagnóstico de la diabetes se pueden utilizar los criterios de glucosa en plasma (Tabla 1):

Valor de glucosa en ayunas (GA); o,

Valor de glucosa en plasma 2h (GP de 2h) durante una prueba oral de tolerancia a la glucosa de 75 g (POTG); o,

Los criterios HbA1c (hemoglobina glicosilada)

Tabla 1. Criterios de diagnóstico de la Diabetes según la ADA 2020

PRUEBA	VALOR	ASPECTOS A TENER EN CUENTA
Glicemia basal en ayunas (FPG)	GA $\geq$ 126 mg / dl (7.0 mmol / L).	En más de una ocasión. (El ayuno hace referencia a una restricción calórica de por lo menos 8 h)
Glucosa en plasma de 2h (GP de 2 h)	GP de 2 h $\geq$ 200 mg / dl (11.1 mmol / L) durante POTG.	La prueba se debe realizar mediante una carga de glucosa que contenga 75 gr de glucosa anhidra disuelta en agua. (Según criterios de la OMS)
Hemoglobina glicosilada (HbA1c)	HbA1c $\geq$ 6.5% (48 mmol / mol).	Utilizando técnica de laboratorio estandarizada y confirmando con hiperglicemia.
Glicemia plasmática	$\geq$ 200 mg / dl (11.1 mmol / L).	En personas con síntomas metabólicos.

Nota: Elaborada a partir de información obtenida de la Asociación Americana de Diabetes (ADA 2020).

Según la ADA, el uso de la HbA1c es un parámetro a considerar, debido a que en diversos estudios se cuestiona su efectividad, asegurando que, aunque presenta una mayor facilidad en la toma de la prueba porque no es necesario el ayuno y presenta una mayor estabilidad preanalítica;

por otro lado, exterioriza un alto costo, existe una disponibilidad limitada de pruebas en varios lugares del mundo, y los niveles se pueden ver alterados por factores como hemodiálisis, embarazo, tratamiento de VIH, edad, origen étnico, antecedentes genéticos, hemoglobinopatías, entre otras.

*Para confirmar el diagnóstico.*

Cuando no hay un diagnóstico clínico claro, se requiere obtener dos resultados alterados ya sea de la misma muestra o de dos muestras separadas. Si se usan dos muestras separadas, se sugiere que la segunda muestra se tome sin demora de la primera, pudiéndose tomar la misma prueba en ambas o diferente.

Por ejemplo, si al tomar HbA1c se obtiene 7,1% (54 mmol/mol) y en un segundo resultado se obtiene 6,9% (52 mmol/mol), se comprueba el diagnóstico de diabetes. Si dos pruebas distintas se encuentran en rangos superiores de los normales, tomadas ya sea de la misma muestra o diferente, también ratifica el diagnóstico. En cambio, cuando el resultado de dos pruebas diferentes es disconforme, se debe repetir la prueba que está por encima de los niveles normales, teniendo en cuenta que el HbA1c se puede ver afectada por los factores ya mencionados.

En presencia de manifestaciones clínicas comunes de la diabetes (polifagia, polidipsia, poliuria, pérdida de peso), basta con tomar la prueba de glucosa plasmática en cualquier momento del día ( $\geq 200$  mg / dl) para diagnosticar la diabetes. Conocer el nivel plasmático de la glucosa es decisivo para reafirmar que la presencia de los síntomas son producto de la diabetes, así mismo, ayudará en el direccionamiento de la toma de decisiones para su correcto manejo.

### *Específico para DM1*

Varios estudios refieren que la medición de autoanticuerpos de islotes en pacientes con riesgo genético de DM1, ayuda al reconocimiento de los posibles individuos que pueden padecer este tipo de diabetes, debido a que al haber un incremento de la cantidad de autoanticuerpos relevantes, se incrementa el riesgo del padecimiento de esta. Las pruebas, en conjunto con una educación sobre la sintomatología y el seguimiento continuo, ayudan al reconocimiento prematuro del inicio de la diabetes.

Para el diagnóstico de la DM1 en niños y adolescentes, deben estar presentes los elementos descritos en la *tabla 2*:

*Tabla 2.* Pruebas de anticuerpos de islote para diagnóstico de DM1

ICA	Anticuerpos anti-islote pancreático.
(GAD65)	Anticuerpos anti-glutamato decarboxilasa.
IAA	Anticuerpos anti-insulina.
(IA-2)	Anticuerpos anti- tirosina. Anticuerpos anti- antígeno 2 beta de islote tipo tirosina fosfatasa.
(ZnT8).	Anticuerpos anti-transportador de zinc.
Péptido C	Esta sustancia se produce en igual cuantía que la insulina y su presencia indica que la insulina se segrega de forma endógena. Por lo tanto, no presentar ninguna cantidad de péptido C en sangre sirve para diagnosticar diabetes tipo 1, ya que indica que tampoco se segrega la insulina.

Nota: Elaborado a partir de información obtenida de Boyarska, A. 2017.

### *Prediabetes*

Término que se utiliza para clasificar a aquellas personas que sus niveles de glucosa no son aptos para ser clasificados como diabetes, pero superan los rangos normales.

La prediabetes más que una entidad clínica, se debe visualizar como un mayor riesgo de padecer diabetes y enfermedades cardiovasculares. Se asocia con obesidad (especialmente obesidad abdominal o visceral), dislipidemia con triglicéridos altos y/o colesterol HDL bajo e hipertensión.

Los pacientes con prediabetes se determinan por la presencia de glucosa alterada en ayunas (GAA) y/o intolerancia a la glucosa (IG) y/o HbA1c 5.7–6.4% (39–47 mmol/mol). Para su diagnóstico se tiene en cuenta alguna de las pruebas descritas a continuación (*Tabla 3*):

*Tabla 3.* Criterios que definen la Prediabetes

Glucosa en plasma en ayunas (GA)	100-125 mg/dl (5.6-6,9 mmol / L)	Glucosa alterada en ayunas (GAA)*
Glucosa en plasma de 2h (GP de 2 h)	PG de 2 h durante 75 g de OGTT 140- 199 mg / dl (7.8 – 11.0 mmol / L)	Intolerancia a la glucosa (IG)
Hemoglobina glicosilada (HbA1c)	5.7–6.4% (39–47 mmol / mol)	

\*Cabe señalar que La Organización Mundial de la Salud (OMS) y muchas otras organizaciones de diabetes definen el límite de IFG a 110 mg / dL (6,1 mmol / L). Elaborada a partir de información obtenida de la Asociación Americana de Diabetes (ADA 2020).

### *Específico para diabetes tipo 2*

Al tener una conexión tan relevante y marcada con la obesidad, la ADA recomienda el cribado de DM2 o prediabetes en niños y adolescentes asintomáticos con sobrepeso (percentil  $\geq$  85) u obesidad (percentil  $\geq$  95) al inicio de la pubertad y que presentan además otros factores de riesgo (Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018):

- Historia materna de diabetes o DMG durante la gestación del niño.
- Antecedentes familiares de DM2 en un familiar de primer o segundo grado de consanguinidad.
- Raza / etnia: Nativo americano, afroamericano, latino, asiático-americano, isleño del Pacífico, etc.
- Signos de resistencia a la insulina o afecciones asociadas con la resistencia a la insulina: Acantosis nigricans, hipertensión, dislipidemia, síndrome de ovario poliquístico o peso al nacer pequeño para la gestación.

En el caso de que los resultados de las pruebas sean adecuados, se sugiere continuar realizando las pruebas cada 3 años, o si se presenta un aumento del IMC se recomienda realizarlas en menos tiempo.

## Complicaciones de la Diabetes Mellitus

Los niños y adolescentes con diabetes pueden presentar múltiples complicaciones crónicas en la edad adulta, estas pueden ser microvasculares, entre las que se encuentran retinopatía, nefropatía y neuropatía diabéticas o complicaciones macrovasculares, afectando a los vasos sanguíneos de mayor calibre como la aorta o la carótida, ocasionando mala irrigación de las extremidades (principalmente las piernas), infarto cerebral e infarto de miocardio.

Los niños y adolescentes con diabetes también pueden presentar complicaciones agudas, las cuales tienen un alto riesgo de mortalidad, entre estas encontramos la hipoglicemia y la hiperglicemia la cual origina la cetoacidosis diabética.

Sin embargo, estas no son las únicas complicaciones que puede padecer un paciente diabético, según investigaciones esta enfermedad también puede provocar afectaciones cognitivas, psicosociales y una pérdida de la estatura ponderal especialmente cuando el diagnóstico se produce en la edad prepuberal y además cuando hay un control glicémico inadecuado persistente (Boyarska, 2017).

### *Complicaciones microvasculares*

#### *Retinopatía*

La retinopatía diabética (RD) es una afectación microvascular producto de episodios de hiperglicemia crónica, caracterizada por oclusión microvascular, isquemia de la retina y un aumento en la vasopermeabilidad que conlleva a la pérdida progresiva de la visión (Jimenez-Báez et al., 2015; Louvigné et al., 2018; Muñoz de Escalona-Rojas et al., 2016). El avance de la

patología dependerá estrechamente del control glicémico, la duración de la diabetes, los niveles de lípidos en sangre y la presión sanguínea del individuo (Jimenez-Baez et al., 2015).

En la edad pediátrica, la prevalencia de la RD es mayor al inicio de la pubertad y 5-10 años después del diagnóstico de la patología, de manera que la ADA recomienda un examen de dilatación ocular inicial 3-5 años después del inicio de la enfermedad si son mayores de 11 años o estén en las primeras etapas de la pubertad; este examen debe repetirse cada 2-4 años dependiendo de la opinión de un profesional de la atención ocular, el control glicémico y un historial de niveles de HbA1C < 8% (ADA, 2020).

### *Nefropatía*

La DM puede generar alteraciones en los vasos sanguíneos, originando un daño renal, a lo que también se conoce como nefropatía diabética.

La nefropatía diabética se manifiesta en diferentes etapas, inicialmente se presenta de manera subclínica, es decir, el paciente no presenta signos ni síntomas; seguidamente, se presenta una microalbuminuria hasta llegar a una macroalbuminuria, que es la presencia y pérdida de proteínas por medio de la orina (Ver *tabla 4*); finalmente, puede llegar hasta una insuficiencia renal crónica, que es la afección progresiva e irreversible de las funciones renales que genera disminución en la calidad de vida de quien lo padece (Boyarska, 2017; Louvigné et al., 2018).

*Tabla 4.* Criterios para definir la micro y macroalbuminuria en orina de 24 horas.

Orina de 24 horas	
Microalbuminuria	30-300 mg/día
Macroalbuminuria	>300 mg/día

Nota: Elaborado a partir de información obtenida de Louvigné et al., 2018

Para su detección, anualmente se evalúa la presencia de microalbuminuria en aquellos pacientes que han evolucionado con la DM durante 5 años o cuando se presenta el inicio de la pubertad, se realiza por medio de una prueba de orina llamado proteína en orina de 24 horas (Boyarska, 2017; Louvigné et al., 2018). Además, en un estudio se evaluó el uso del Coeficiente Proteína / Creatinina en una muestra de orina al azar (CPC) en comparación a la prueba ya mencionada, en donde se encontró que puede ser una prueba más eficiente generando una detección más temprana, por lo tanto, puede generar una disminución en el riesgo de posibles complicaciones (Viteri & Herrera, 2019).

### *Neuropatía*

Es la complicación sintomática más común en pacientes con DM, afecta fibras sensitivas, motoras y autonómicas del sistema nervioso periférico de forma distal en extremidades inferiores. Puede ser causante de lesiones y hasta amputaciones, lo que genera una disminución en la calidad de vida, y por ende genera un alto costo en la salud.

Para su diagnóstico no se requiere la realización de pruebas de forma rutinaria, sino que de forma clínica se hace una exploración física, donde se ejecuta el test de Semmes-Weinstein,

herramienta utilizada específicamente para el diagnóstico de la neuropatía diabética, en conjunto con al menos de una de las siguientes exploraciones: sensibilidad del dolor, vibratoria o temperatura (Louvigné et al., 2018).

### *Complicaciones Macrovasculares*

Se genera la afección de los vasos sanguíneos más grandes como son la aorta, la carótida o los vasos sanguíneos de las extremidades; esto puede causar infarto al miocardio, infarto cerebral y la mala irrigación de la sangre más específicamente en las piernas. Estas complicaciones se presentan mayormente en los adultos, pero desde la infancia se puede tener una prevención, como es el control de la glicemia.

La DM1 está directamente relacionada con la aparición de aterosclerosis en la adultez o hasta se puede generar la calcificación de las arterias coronarias. En niños de 11 años que llevan más de 4 años con la evolución de la DM1, se ha observado el aumento del grosor de la arteria carótida y aórtico, indicando un riesgo cardiovascular. Además, los factores predisponentes de las alteraciones cardiovasculares, como son hipertensión arterial, dislipidemia, tabaquismo, obesidad, diabetes, entre otras, indican un aumento del grosor de las arterias y de lesiones de aterosclerosis.

Los jóvenes con DM1 tienen mayor predisposición a desarrollar el síndrome metabólico (hipertensión arterial, obesidad central con circunferencia abdominal alta, hipertrigliceridemia, colesterol HDL bajo) más específicamente cuando la HbA1c se encuentra elevada, así mismo con el aumento de la HbA1c se incrementa el riesgo de presentar accidentes cerebrovasculares (Boyarska, 2017; Louvigné et al., 2018).

### *Hipoglicemia*

Hipoglicemia en el paciente diabético constituye una complicación del tratamiento y no propiamente de la enfermedad; esta se define como el descenso de la glicemia plasmática por debajo de 70 mg/dl, sin embargo, el nivel de glicemia a partir del cual se presentan manifestaciones clínicas es variable de un paciente a otro. Generalmente, en pacientes con un buen control glicémico, el umbral de percepción es más bajo, mientras que, en pacientes con un mal control metabólico, episodios de hiperglicemia recurrentes e hipoglicemias infrecuentes, el umbral es más alto (Barrio, 2016; Capel & Berges-Raso, 2016).

Cuando la glicemia cae por efecto de la insulina, se produce una respuesta contra reguladora para inhibir la producción de insulina endógena residual, en caso de que quedara; se activa el sistema nervioso simpático secretando varias hormonas con efecto hiperglicemiante como el glucagón, las catecolaminas, el cortisol y la hormona de crecimiento; El glucagón es la principal hormona de contra regulación, la cual actúa estimulando la glucogenólisis y la gluconeogénesis hepática. Las demás hormonas actúan en conjunto con el glucagón con el objetivo de corregir la hipoglicemia, estimulando la producción hepática de glucosa, limitando la captación de glucosa por los tejidos sensibles a la insulina y favoreciendo la movilización de los precursores de la gluconeogénesis (Capel & Berges-Raso, 2016; Louvigné et al., 2018).

Las hipoglicemias pueden ser de dos tipos leve o grave, dependiendo del tratamiento para su corrección. Una hipoglicemia leve es aquella que es percibida por el propio paciente, quien la corrige con el consumo de carbohidratos de rápida absorción para corregirla, mientras que una hipoglicemia grave necesita de una intervención externa para corregirla ya sea mediante el suministro de carbohidratos de rápida absorción o si el estado de conciencia se encuentra alterado

se debe corregir por medio de glucagón intramuscular o una solución de glucosa intravenosa (Capel & Berges-Raso, 2016; Louvigné et al., 2018).

Las causas principales de la hipoglicemia pueden ser:

- Error en la dosis de insulina
- Reabsorción demasiado rápida de la insulina
- Error alimentario
- Endocrinopatía
- Enfermedad digestiva
- Anticuerpos antiinsulina
- Esfuerzo físico prolongado
- Modificación de las percepciones de las hipoglicemias (Medicamentos, alcohol)

(Louvigné et al., 2018)

Las manifestaciones clínicas de la hipoglicemia se dividen en dos tipos: las que corresponden a la reacción neurológica, los cuales se producen por la activación del sistema nervioso autónomo simpático y se presentan por la acción de las catecolaminas; y las que son una expresión de la neuroglucopénica que se producen por carencia de glucosa a nivel del sistema nervioso central.

### *Reacción neurológica*

Signos adrenérgicos:

- Temblores
- Taquicardia

- Ansiedad

Signos colinérgicos:

- Sudoración
- Hambre
- Parestesias
- Palidez

### *Neuroglucopenia*

- Dificultades de concentración
- Cansancio
- Debilidad
- Sensación de calor
- Dificultades para hablar
- Incoordinación
- Trastornos del comportamiento
- Coma
- Convulsiones
- Ceguera cortical, hemiparesia

La neuroglucopenia prolongada (60- 90 minutos) puede producir lesiones irreversibles en el sistema nervioso central y eventualmente la muerte.

Las hipoglicemias nocturnas suelen pasar inadvertidas y manifestarse por cefaleas matinales o dificultades para despertarse, con trastornos del estado de ánimo y dificultades de concentración (Capel & Berges-Raso, 2016; Louvigné et al., 2018).

La detección de estos episodios se realiza rápidamente por medio de la determinación de glicemia en sangre capilar, que en casos de hipoglicemia grave suele ser menor de 50 mg/dl. Además, en pacientes con DM ante la presentación de manifestaciones clínicas debe actuarse de manera inmediata si no es posible determinar la glicemia capilar (Capel & Berges-Raso, 2016).

#### *Estado hiperglicémico hiperosmolar*

El estado hiperglicémico hiperosmolar (EHH) es una complicación que se presenta generalmente en pacientes con DM2, esta se define por una hiperglicemia extrema, hiperosmolaridad y deshidratación severa, lo cual puede conducir a una alteración de la conciencia capaz de inducir un coma, en ausencia de acidosis y cetosis.

El factor principal de esta complicación es la deshidratación; hay un déficit relativo de insulina, con una insulinemia suficiente como para evitar el desencadenamiento de lipólisis y cetogénesis, pero insuficiente como para mantener una correcta captación tisular de glucosa. Se produce una hiperglicemia extrema que conlleva a una diuresis osmótica, que no se compensa con una ingesta de líquido adecuada, llevando así a una deshidratación severa, generando en la mayoría de los casos una disminución de la tasa de filtrado glomerular e insuficiencia renal aguda; también hay un aumento de las hormonas contrarreguladoras que generan mayor hiperglicemia por aumento de la glucólisis y gluconeogénesis hepática, pero a un nivel inferior que en la CAD (Barrera Céspedes et al., 2019; Capel & Berges-Raso, 2016)

Hay factores predisponentes que pueden desencadenar el EHH como lo son la edad avanzada, mal control metabólico de la diabetes, infecciones recurrentes, omisión del tratamiento, entre otros.

Las manifestaciones clínicas de esta complicación suelen ser de días o semanas, el paciente puede presentar o haber presentado poliuria o polidipsia, sin embargo, puede tener alterado el mecanismo de la sed y llegar en fase de oliguria o anuria y, por tanto, estos síntomas pueden no ser evidentes, además de la presentación de síntomas como, pérdida de peso, astenia y adinamia. Al examen físico se puede encontrar hipotermia, dependiendo del grado de hipovolemia: hipotensión, taquicardia, pérdida de la turgencia de la piel entre otros signos de deshidratación, aunque estos pueden no ser tan evidentes, dependiendo principalmente del momento en el cual acuda el paciente.

*Criterios Diagnósticos:*

- Glicemia > 600mg/dl
- Osmolaridad > 320mOsm /Kg
- Ausencia de cetosis < 3mmol/l
- Equilibrio ácido-base conservado (pH > 7,3)
- Bicarbonato > 18 mEq/l

(Barrera Céspedes et al., 2019; Capel & Berges-Raso, 2016)

### *Cetoacidosis diabética*

La cetoacidosis diabética junto con la hipoglicemia severa son las principales complicaciones agudas que puede presentar el paciente diabético.

Esta puede producirse en dos situaciones: al momento diagnosticado con la enfermedad (debut de la enfermedad) o cuando los pacientes con un diagnóstico previo no reciben las dosis de insulina adecuadas (Pozoa et al., 2018).

La cetoacidosis diabética es una complicación aguda grave la cual aparece tras una carencia absoluta de insulina, se genera una contrarregulación hormonal con síntesis de glucagón, catecolaminas, cortisol y hormona de crecimiento, lo cual desencadena un estado catabólico acelerado con un aumento en la producción de glucosa hepática, glucogenólisis y gluconeogénesis, debido a la deficiencia de insulina hay un impedimento en la utilización periférica de la glucosa, lo que resulta en una hiperglicemia, hiperosmolaridad y un aumento en la lipólisis, proteólisis y  $\beta$ -oxidación de ácidos grasos, como metabolismo alternativo para la obtención de energía, con el resultado de una producción hepática de cuerpos cetónicos ( $\beta$ -hidroxibutirato y acetoacetato) causando finalmente la acumulación de metabolitos ácidos y como consecuencia de este proceso aparece la acidosis metabólica, la deshidratación y los trastornos hidroelectrolíticos (Louvigné et al., 2018; Miguel Martín Guerra et al., 2019; Pozoa et al., 2018).

La cetoacidosis diabética es la principal causa de mortalidad en niños con DM1, debido a la deshidratación y a las alteraciones bioquímicas asociadas, especialmente hidroelectrolíticas (sodio, potasio, cloro y fósforo) y ácido-base. Los tres principales factores responsables de mortalidad son la hipopotasemia, la aspiración de líquido gástrico y el edema cerebral.

El edema cerebral es la consecuencia más grave, con una alta tasa de mortalidad asociada, y desarrollo de secuelas neurológicas a largo plazo, teniendo un impacto en funciones cognitivas, disminución del coeficiente intelectual, pérdida de la memoria a corto plazo, entre otros (Louvigné et al., 2018; Pozoa et al., 2018).

Entre los factores de riesgo para desarrollar un episodio de cetoacidosis diabética encontramos:

- Menor edad (< 2 años)
- Bajo índice de masa corporal
- Pertenecer a grupos étnicos minoritarios
- Falta de acceso a atención médica
- Diagnóstico incorrecto al momento de la primera consulta
- Falta de antecedentes familiares de DM1
- Antecedente de infección reciente

(Jefferies et al., 2015; Pozoa et al., 2018)

Los hallazgos clínicos de la cetoacidosis diabética son:

- Poliuria y polidipsia
- Pérdida de peso
- Fatiga
- Disnea
- Manifestaciones digestivas (dolor abdominal, vómitos)
- Polifagia

- Antecedente de enfermedad febril
- Deshidratación (taquicardia, menor turgencia de la piel, mucosas secas, hipotensión ortostática)
- Acidosis metabólica (respiración de Kussmaul, aliento cetónico)
- Estado de conciencia (somnolencia, letargo o coma)

(Boyarska, 2017; Juan Pablo Hayes Dorado, 2014; Louvigné et al., 2018)

*Criterios Diagnósticos:*

- Glicemia > 200 mg/dL
- pH venoso < 7,3
- Bicarbonato plasmático < 15 mmol/L
- Cetonemia y cetonuria

(Juan Pablo Hayes Dorado, 2014; Louvigné et al., 2018; Pozoa et al., 2018)

*Desarrollo cognitivo*

El cerebro es uno de los órganos más afectados por las complicaciones relacionadas a la Diabetes Mellitus principalmente en la edad pediátrica, etapa en la cual, se presenta el mayor desarrollo neurológico. Diversos estudios donde se compara la función cognitiva ante sujetos no diabéticos han señalado que jóvenes con DM1 tienden a presentar una función intelectual ligeramente más baja, afectando diversas áreas cognitivas como: Aprendizaje, velocidad de procesamiento de la información, memoria, eficiencia motriz, y percepción visual (Cato & Hershey, 2016; El Kantar & Paoli, 2019; Louvigné et al., 2018).

Existen diversos factores donde el desarrollo cognitivo en niños con Diabetes Mellitus se puede ver afectado. Individuos con una edad de diagnóstico temprana (< 5 años) tienen más probabilidad de presentar una mayor alteración en funciones ejecutivas, memoria, atención y en los resultados de coeficiente intelectual, subsistiendo hasta la edad adulta (Cato & Hershey, 2016; El Kantar & Paoli, 2019). El desbalance glicémico también puede afectar significativamente la función cognitiva, donde se ha relacionado en diversos estudios, el efecto negativo de episodios frecuentes de hipoglicemias graves en la función cognitiva general, en los rendimientos en la prueba de rapidez motora, en la memoria espacial, visual y verbal (Cato & Hershey, 2016; El Kantar & Paoli, 2019; Louvigné et al., 2018). El grado de exposición a episodios de hiperglicemia y cetoacidosis diabética (CAD) también puede propiciar un mayor daño neuronal y se ha relacionado con un rendimiento cognitivo menor en la velocidad de procesamiento, inteligencia verbal y rapidez motora (Cato & Hershey, 2016; El Kantar & Paoli, 2019). Todo esto conlleva a la promoción de estrategias para prevenir estas complicaciones y su posible repercusión en el desarrollo cognitivo del individuo.

### *Impacto psicológico*

La Diabetes Mellitus tiene un impacto significativo sobre el bienestar psicológico en la edad pediátrica, tanto para el paciente como para sus familiares y personas cercanas. El paciente pediátrico se ve expuesto ante sentimientos de ira, miedo e infelicidad debido a la enfermedad y los diferentes desafíos que esta pueda provocar, como el autocuidado complejo constante, sentimientos de temor a la muerte, cambios en las relaciones familiares, el repudio social, etc. Debido a esto se ha evidenciado que los trastornos psicológicos más frecuentes en pacientes pediátricos son la ansiedad, depresión y trastornos alimentarios lo que puede conllevar al sujeto a una negación de la enfermedad, conflictos familiares y a un descuido en las actividades de

autocuidado de la enfermedad, implicando un mayor riesgo de presentar futuras complicaciones (Gómez-Rico et al., 2014; Hannonen et al., 2015).

El impacto de la diabetes sobre el círculo familiar del paciente presenta varios aspectos. Ante el diagnóstico de Diabetes en la edad pediátrica, las familias presentan diferentes sentimientos de ira, negación, angustia y culpa, ante la realización del nuevo estilo de vida y las complejidades que esta abarca (Henríquez-Tejo & Cartes-Velásquez, 2018). Además, la responsabilidad de las diversas actividades para el control de la enfermedad en la edad pediátrica recae principalmente en los padres lo cual puede provocar un mayor estrés en ellos, principalmente en las madres, ante el miedo de las complejidades del tratamiento, las complicaciones que el infante pueda presentar y los problemas comportamentales de este (Costacamps et al., 2015; Hannonen et al., 2015; Henríquez-Tejo & Cartes-Velásquez, 2018). Debido a esto, el estado emocional de los padres y su apoyo hacia el paciente repercute de manera positiva en el afrontamiento de la enfermedad y en la adherencia al tratamiento principalmente en la dieta, ejercicio, y control glicémico (Costacamps et al., 2015; Henríquez-Tejo & Cartes-Velásquez, 2018).

Con base a lo anterior, es importante incluir dentro de la intervención de la diabetes, la evaluación psicológica del paciente y sus cuidadores, para detectar e intervenir de manera temprana trastornos psicológicos que faciliten la efectividad del tratamiento y su calidad de vida (ADA, 2020).

#### *Alteración del crecimiento*

La DM1 generalmente se presenta en la edad pediátrica y puede generar alteraciones en el crecimiento, ya que este depende del control metabólico, el estado nutricional, la duración y la

edad de inicio de la enfermedad, según el estudio realizado por el hospital de México en el año 2016 en el cual se hizo un seguimiento a pacientes con DM1 menores de 16 años con un seguimiento mínimo de la enfermedad de 12 meses, se puede afirmar que hay una pérdida de la estatura a lo largo de la evolución de la enfermedad y los niños presentan una menor estatura en la edad adulta.

El crecimiento lineal depende del factor de crecimiento similar a la insulina (IGF) tipo I y tipo II, de sus receptores y de las proteínas de unión de alta afinidad (IGFBP-1 a IGFBP-6). Cuando hay un mal control glicémico los IGF y las IGFBP se pueden observar en límites bajos, cuando el control glicémico mejora, las concentraciones de IGF-I aumentan, produciendo una aceleración del crecimiento. Es por lo que cuando la enfermedad se diagnostica en una etapa prepuberal y hay un mal control glicémico persistente, este se asocia con una disminución de crecimiento.

En conclusión, el primer año después del diagnóstico de la enfermedad es de suma importancia para la aceptación y la adaptación de la enfermedad, ya que quienes lo hagan más rápido tienen un mejor pronóstico.

Es por esto que se recomienda un control glicémico estricto con el fin no solo de evitar complicaciones crónicas, sino provocar una alteración del crecimiento lo que puede llevar a una pérdida de centímetros en la talla adulta (Zurita Cruz et al., 2016).

## Tratamiento

El tratamiento del paciente diabético debe ser llevado a cabo por un equipo multidisciplinario compuesto por pediatras diabetólogos, nutricionista, psicólogo y trabajadores sociales, este debe estar enfocado principalmente en la comprensión y adaptación a la enfermedad por parte del paciente y su familia.

El objetivo del manejo en los niños con DM a largo plazo es lograr un crecimiento y desarrollo óptimos, una buena calidad de vida y evitar o disminuir el riesgo de presentar complicaciones agudas y crónicas. Para lograr estos objetivos es necesario mantener un control glicémico adecuado, el cual se logra por medio de unos pilares básicos que son en el caso de la DM1 la administración de insulina y de la DM2 el uso de hipoglicemiantes orales, la alimentación, la actividad física, la automonitorización, la educación diabetológica y la motivación (Juan Pablo Hayes Dorado, 2014; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

Para la DM2 el tratamiento inicial consiste en la reducción del IMC mediante la modificación del estilo de vida, lo cual se hace por medio de dieta y ejercicio con el objetivo de disminuir los valores de HbA1c a  $<7.5\%$  y una glicemia en ayunas  $< 130$  mg/dl, si no se logra alcanzar un control glicémico se inicia el tratamiento farmacológico con hipoglicemiantes orales (Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018).

Los objetivos glicémicos deben ser lo más próximos a la normalidad como sea posible, evitando incrementar el riesgo de hipoglicemias frecuentes graves y leves (Ver *tabla 5*).

*Tabla 5.*Objetivos glicémicos en diabetes mellitus en la edad pediátrica, según la ISPAD.

Momento de la Toma	Objetivos glicémicos
<b>Preprandial</b>	70-126 mg/dL
<b>Posprandial</b>	90-162 mg/dL
<b>Al acostarse</b>	70-126 mg/dL
<b>HbA1c</b>	<7.0%

Fuente: adaptada de ISPAD 2018

### *Insulinoterapia*

La insulinoterapia es la base del tratamiento en los niños y adolescentes con diabetes, principalmente de la DM1, y debe iniciarse lo más pronto posible, a partir de que se tenga el diagnóstico, con el fin de evitar o reducir posibles complicaciones (Boyarska, 2017; Juan Pablo Hayes Dorado, 2014; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

Como se definió anteriormente, en la DM1 se produce una destrucción de las células beta pancreáticas, lo que genera la deficiencia absoluta de insulina, por lo que es indispensable desde el diagnóstico de esta patología el suministro de insulina. En cambio, en la DM2 una de sus características es la resistencia a la insulina, que afecta al hígado, músculo, tejido adiposo y miocardio, y genera una producción en exceso de glucosa por parte del hígado. Este proceso normalmente persiste a lo largo de la evolución de la patología, y los pacientes pueden mantener la secreción de la insulina por un largo tiempo, pero sin una respuesta adecuada de las células beta pancreáticas a la glucosa para mantener la normoglicemia. Pero, con el desarrollo de la enfermedad, se va generando una disminución continua de la función de las células beta, haciendo que muchos pacientes requieran finalmente insulina de manera indeterminada para permitir un control de la glicemia (Carreras & Pérez, 2016).

La insulinoterapia es la base del tratamiento en los niños y adolescentes con diabetes, principalmente de la DM1, y debe iniciarse lo más pronto posible, a partir de que se tenga el diagnóstico, con el fin de evitar o reducir posibles complicaciones. La administración de insulina pretende simular dentro de lo posible la secreción normal del páncreas de esta. Para su administración existen diferentes métodos, como son, mediante el suministro de múltiples dosis de insulina (MDI) con análogos de acción rápida (AAR) y análogos de acción prolongada (AAP), o la infusión subcutánea continua de insulina (ISCI) en forma de bolos.

Con el suministro de la insulina se pretende asemejar la producción normal en el organismo (Ver *tabla 6* y *tabla 7*):

- *Insulina basal/lenta*: Busca imitar la secreción continua del páncreas de pequeñas cantidades de insulina durante el día, se cubren con AAP y ISCI.
- *Bolo comida*: Busca evitar el aumento de la glicemia tras la ingesta de alimentos, se cubre con AAR y ISCI.
- *Bolo corrector*: Busca modificar un nivel de glicemia muy alto para pasarlo a un valor adecuado, se cubre con AAR.

(Boyarska, 2017; Juan Pablo Hayes Dorado, 2014; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015)

Tabla 6. Tipos de insulina y duración de la acción.

Tipo de insulina	Inicio de efecto	Máximo efecto	Fin del efecto
<b>Ultralenta</b>			
- Lantus	1,5-4 horas	No	20-24 horas
- Levemir	1,5- 4 horas	No	12-24 horas
- Degludec	Estable y sin picos de actividad		>24 h
<b>Lentas</b>			
- Humulina NPH	1 hora	3-4 horas	6-8 horas
- Insulatard	2 horas	4-6 horas	10-12 horas
<b>Rápidas</b>			
- Regular	Media hora	2-3 horas	5-6 horas
<b>Ultrarrápidas</b>			
- Humalog	0-15 minutos	40-60 minutos	2-5 horas
- Novorapid	5-15 minutos	1-2 horas	3-5 horas
- Apidra	0-15 minutos	40-60 minutos	2-5 horas

Fuente: G. Johnson, 2019. Contar carbohidratos: estrategia en el control de la diabetes, pág. 30.

Tabla 7. Análogos de insulina aprobados por diferentes grupos de edad, por EMA y FDA\*

	Aprobado por EMA	Aprobado por FDA
Lispro	Niños y adultos (2 años)	Niños y adultos (3 años)
Aspart	≥ 2 unidades	2 unidades
Glulisina	≥ 6 unidades	Niños y adultos 4 unidades
Detemir	≥ 1 unidad	Niños y adultos 2 unidades
Glargina	≥ 2 unidades	Niños y adultos 6 unidades
Degludec	≥ 1 unidad	≥ 1 unidad

\*EMA: European Medicines Agency; FDA: Food and Drug Administration. Fuente: G. Johnson, 2019.

Contar carbohidratos: estrategia en el control de la diabetes, pág. 32.

Se presentan dos métodos para la administración de la insulina:

1. *Múltiples dosis de insulina (MDI)*: La insulina es administrada por medio de inyecciones subcutáneas durante el día, 1 o 2 de AAP y 1 de AAR por cada ingesta de alimentos. Para esto, se pueden utilizar jeringas o bolígrafos. A la hora de inyectar la insulina, se aconseja realizarlo en zonas específicas, como la AAP en glúteos y músculos, y la AAR en abdomen, brazos y músculos; se recomienda estar continuamente intercambiando las zonas por donde se suministra para evitar la aparición de hematomas.
2. *Infusión subcutánea, continua de insulina (ISCI) o bomba de insulina*: En este método la insulina se suministra por medio de una cánula instalada de forma permanente en el tejido subcutáneo, en donde una bomba envía la insulina por medio de un catéter; en condiciones normales la cánula se debe cambiar cada tres días, y solo se suministra un tipo de insulina. Con este método es posible lograr el efecto de la insulina basal con un suministro continuo de cantidades pequeñas de insulina, y así mismo, el efecto de los bolos post ingesta y correctores, al realizar suministros rápidos y con mayor cantidad de insulina. Para el uso de este método es indispensable una educación profunda y específica en el ISCI, ya que es el mismo paciente o la familia quien debe programar la bomba a la hora de realizar el suministro de los bolos de insulina, la cantidad, modificar el ritmo, o demás situaciones, según el estado del paciente. Además, deben estar preparados para utilizar el método MDI en cualquier momento por si llega a fallar el dispositivo; y más sabiendo que el riesgo es aún mayor, debido a que el paciente no tiene en su organismo insulina de acción prolongada (Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

Cada paciente debe ser evaluado de forma individual, debido que tanto la dosis como la distribución de la insulina varía en cada individuo, además, con el tiempo cada paciente va

teniendo cambios, por lo que es importante estar revisando y ajustando constantemente el tratamiento (Boyarska, 2017; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

### *Hipoglicemiantes no insulínicos*

El deterioro progresivo de las células  $\beta$  del páncreas predispone al paciente a recurrir junto a los cambios de estilo de vida, apoyo farmacológico en el cual, el uso de hipoglicemiantes no insulínicos es habitualmente el punto de partida en el tratamiento de la DM2 (ADA, 2020; Ampudia-Blasco & Perelló Camacho, 2016). En la actualidad, los medicamentos hipoglicemiantes no insulínicos aprobados junto a la insulina para el uso pediátrico son la metformina y la liraglutida (ADA, 2020).

El uso de insulina en el tratamiento farmacológico de la DM2, según la ADA (2020), será necesario si:

- En el momento del diagnóstico, no es evidente características específicas entre la DM1 y DM2, al igual que en pacientes con concentraciones glucosa plasmática  $\geq 250$  mg/dL (13.9 mmol/L) y/o HbA1C  $\geq 8.5\%$  (69mmol/mol)
- El individuo presenta en el momento de diagnóstico hiperglicemia en ausencia de acidosis, junto a sintomatología de poliuria, polidipsia, nicturia y/o pérdida de peso, mientras se da inicio al tratamiento con metformina.
- Existe cetosis o CAD, se debe de implementar el uso de insulina e ir introduciendo metformina a medida que los niveles sanguíneos de glicemia sean corregidos.

### *Metformina*

La metformina es el principal medicamento utilizado en niños  $\geq 10$  años con DM2 estables metabólicamente o con un diagnóstico reciente de la enfermedad sin presencia de disfunción renal

(ADA, 2020). La metformina pertenece al grupo de medicamentos llamados biguanidas, cuyo mecanismo de acción se ha relacionado con la inhibición de la producción de glucosa hepática, disminuyendo los niveles plasmáticos de glucosa sin inducir a la hipoglicemia, incrementando la sensibilidad pancreática y la absorción de glucosa a nivel muscular. Se ha demostrado además una mejora en el perfil lipídico, en el control del peso y en algunos casos, en la reducción ligera de este mismo. Es por esto, que la metformina es usada con mayor frecuencia en pacientes con sobrepeso y obesidad (Ampudia-Blasco & Perelló Camacho, 2016; Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018). La dosis a implementar varía según la edad y la patología, es recomendable una dosis inicial de 1-2 comprimidos de 500 mg o de 850 mg/día durante o después de las comidas para disminuir los síntomas gastrointestinales; esta deberá ser ajustada en base a los valores glicémicos con una dosis máxima de 2000 mg/día (AEPED, 2016).

Los efectos secundarios más frecuentes que puede presentar el individuo son alteraciones gastrointestinales como vómito, diarrea, dolor abdominal y meteorismo, los cuales pueden disminuirse al aumentar gradualmente las dosis del medicamento (Ampudia-Blasco & Perelló Camacho, 2016; Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018; Miravet-Jiménez et al., 2020). Sin embargo, este fármaco no es recomendado en casos de CAD, hipoxemia, enfermedad hepática, cardíaca o renal (AEPED, 2016; Calero Bernal & Varela Aguilar, 2018).

### *Liraglutida*

La liraglutida es un análogo agonista del receptor del péptido similar al glucagón 1 (GLP-1) aprobado en el año 2019 por la FDA para el tratamiento de la DM2 en niños  $\geq 10$  años (ADA, 2020). La liraglutida actúa estimulando la secreción de insulina y disminuyendo el glucagón, provocando sensación de saciedad por el retraso del vaciamiento gástrico. Se le ha atribuido en la prevención de eventos cardiovasculares como ictus e infarto agudo de miocardio por su efecto en

la disminución de indicadores de riesgo cardiovascular. Igualmente ayuda en la regulación y pérdida controlada de peso corporal, en donde se da una mayor pérdida de masa grasa visceral y preservación del tejido muscular, siendo un medicamento ideal para pacientes obesos (Ampudia-Blasco & Perelló Camacho, 2016)

En un estudio aleatorio realizado en 25 países, se investigó el efecto de la administración de liraglutida subcutánea (con una dosis máxima de 1,8 mg/día), en pacientes entre 10- 17 años con DM2 que tuvieran tratamiento de metformina, con o sin insulina, frente a un grupo de control (placebo). Otros caracteres de inclusión a tener en cuenta en la investigación fueron: Niveles de HbA1c entre 7.0 y 11.0% y un índice de masa corporal (IMC) mayor que al percentil 85. Se demostró que el uso de liraglutida provocó una disminución de los niveles de HbA1c en un 0.64% en la semana 26 frente a los valores iniciales, mientras que el grupo placebo presentó un aumento de un 0.42%, representando una diferencia de tratamiento estimada del -1,06% en la semana 26 y aumentando a un -1.30% en la semana 52. La presencia de síntomas gastrointestinales fue mayor en el grupo sometido a la liraglutida (Tamborlane et al., 2019).

La ADA (2020) recomienda el uso de liraglutida en pacientes pediátricos cuando no se logra obtener los objetivos glicémicos por medio de la metformina, con o sin insulina basal; y solo si no presentan antecedentes personales/ familiares de carcinoma medular de tiroides o neoplasia endocrina múltiple tipo 2. Los efectos secundarios más frecuentes son náuseas, vómito y diarrea, dependiente de la combinación con metformina y/o la dosis.

## Tratamiento Nutricional

El manejo nutricional del paciente diabético en la edad pediátrica debe ser individualizado, teniendo en cuenta diversos factores como la edad, sexo, actividad física, preferencias alimentarias, tradiciones familiares, religiosas y culturales, etc. (ADA, 2020; Smart et al., 2018)

Es importante establecer un adecuado plan de alimentación, cubriendo los requerimientos y necesidades de cada niño o adolescente con DM, además teniendo en cuenta su estado nutricional y evitando interferencias con el aporte de nutrientes, esto en conjunto con el suministro correcto de medicamentos o la administración de insulina según sea el caso, se pueda asegurar la adherencia al tratamiento y tener una mejor respuesta al control glicémico. Para ello, es importante favorecer una dieta saludable y equilibrada, similar a la de los niños o adolescentes sanos, que contribuya a la disminución de los riesgos de posibles complicaciones, y adaptada a los gustos y condiciones psicosociales.

La ingesta calórica debe proveer el sostenimiento del peso ideal, y beneficiar el adecuado crecimiento, por lo que debe ser monitorizado constantemente. En pacientes con DM se debe evitar el sobrepeso o pérdida anormal de peso, por el alto riesgo de aparición de complicaciones, lo que disminuye la calidad de vida de los pacientes.

Con base en esto, algunas de las metas del tratamiento nutricional son:

- Promover hábitos alimentarios saludables a lo largo de la vida que respete e incluya las preferencias culturales y personales.

- Fomentar la incorporación de diversos alimentos nutritivos que ayuden a regular las dosis de insulina, los niveles plasmáticos en sangre y de igual manera, el mantenimiento de un peso saludable.
- Asegurar un equilibrio del gasto energético, las necesidades energéticas y de nutrientes suficientes y necesarios para el aseguramiento de un crecimiento, desarrollo y control glicémico adecuado.
- Prevenir y/o tratar las complicaciones micro y macrovasculares.
- Brindar apoyo para facilitar las modificaciones del estilo de vida de manera positiva.  
(Smart et al., 2018)

### *Macronutrientes*

#### *Carbohidratos complejos*

Los carbohidratos son la principal fuente de energía, los requerimientos en niños y adolescentes se deben determinar individualmente, teniendo en cuenta la edad, el sexo, la actividad física y las necesidades nutricionales. Deben cubrir el 50-55% del valor calórico total, y se puede lograr un control glicémico óptimo con la cantidad adecuada de insulina o el suministro de medicamentos hipoglicemiantes (Barrio, 2016; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015; Smart et al., 2018).

Es conveniente favorecer el consumo de alimentos fuente de carbohidratos complejos, como cereales integrales, legumbres, frutas y verduras, entre otros; los cuales, tienen una digestión más prolongada, su absorción es más lenta y por ende producen menores picos glicémicos; además, se sugiere el consumo de alimentos con bajo índice glicémico (IG) y evitar o restringir los de elevada Carga Glicémica (CG) (Barrio, 2016; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015;

Smart et al., 2018). “El IG de cada alimento se define como el área bajo la curva de glucosa hasta 2 h tras de la ingesta del alimento comparado con 100 g de pan blanco” (Barrio, 2016).

Es importante saber que para manejar el IG de los alimentos (Ver *tabla 8*) se debe tener en cuenta que, las comidas se componen por varios ingredientes que interaccionan entre sí y la respuesta glicémica puede variar de acuerdo con la velocidad del vaciamiento gástrico o la técnica de preparación. Otra forma más sencilla de tener un mayor control de los carbohidratos es con la Carga Glicémica (CG) de los alimentos (Ver *tabla 8*), este método resulta de multiplicar la cantidad de carbohidratos de un alimento por su IG, acercándose mayormente al verdadero impacto que produce la ingesta de cierto alimento sobre la glicemia (C. G. Candela & Milla, 2018). Tanto el IG como la CG se agrupan teniendo una clasificación de alto, medio o bajo (Ver *tabla 9*)

En el caso de los pacientes que requieren la administración de insulina es estrictamente necesario cuantificar la ingesta de carbohidratos para adecuar la dosis de insulina, para ello se utiliza el sistema de raciones, 1 ración = 10 gr de carbohidratos, y se puede determinar la relación o ratio insulina/ración para cada momento del día, que manifieste la cantidad necesaria de insulina para metabolizar cada ración de carbohidratos, esto contribuye a tener mayor flexibilidad en el consumo de los alimentos, facilita el control glicémico y favorece la calidad de vida (Barrio, 2016; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015; Smart et al., 2018).

Es recomendable que en niños y adolescentes no se restrinjan de forma excesiva los carbohidratos, debido a que puede afectar el crecimiento, genera un estado metabólico de mayor riesgo cardiovascular e incrementa el riesgo de padecer trastornos alimentarios. Así mismo, se recomienda tener horarios establecidos de las comidas para lograr un óptimo control metabólico (Barrio, 2016; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015; Smart et al., 2018).

Para evitar las hiperglicemias postprandiales generadas por los carbohidratos, se aconsejan estrategias tales como, el suministro de insulina 15-20 minutos previos a la ingesta de los alimentos, añadir una porción moderada de proteína a una comida que contiene una gran cantidad de carbohidratos, en el caso de consumir alimentos con alto índice glicémico (IG), se recomienda aumentar el consumo de fibra dietética (Barrio, 2016; Smart et al., 2018).

*Tabla 8.* Clasificación de los alimentos según su IG y CG.

Alimento	IG	CG	Alimento	IG	CG
Cereales de Arroz	82	72	Pan integral	71	32,7
Cereales de maíz	81	70,1	Gomilonas	78	72,6
Barra de muesli	61	39,3	Azúcar de mesa	65	64,9
Cereales integrales	42	32,5	Patata cocida	85	21,4
Berlina	76	37,8	Zanahoria	47	4,7
Pan blanco	70	34,7	Plátano	52	11,9
Uvas	46	8,2	Naranja	42	5
Kiwi	53	7,5	Helado	61	14,4
Piña	59	7,3	Yogur desnatado	27	5,3
Manzana	38	5,8	Leche desnatada	32	1,6
Pera	38	5,7	Leche entera	27	1,3
Sandía	72	1,2	--	--	--

Fuente: Candela & Milla, 2018

Tabla 9. Clasificación de los valores de IG y CG.

CLASIFICACIÓN	IG	CG
Bajo	1 a 55	1 a 10
Medio	56 a 69	11 a 19
Alto	70 o superior	20 o superior

Fuente: G. Johnson, 2019. Contar carbohidratos: estrategia en el control de la diabetes.

### *Carbohidratos simples*

Se debe limitar la ingesta de los carbohidratos simples como fructosa o sacarosa, al 5-10% de las calorías totales, y al consumirlos hacerlo en conjunto con otros alimentos que enlentezcan su absorción, y hacerlo siempre y cuando no se estén desplazando alimentos con mayor contenido nutricional, lo que puede generar una dieta de mala calidad.

Es importante saber que, el consumo de bebidas azucaradas en grandes cantidades, como gaseosas, jugos en caja, refrescos, entre otros, se relacionan con el incremento excesivo de peso, así mismo, generan picos elevados de glucosa postprandial. Para realizar un adecuado intercambio de este tipo de alimentos, se recomienda favorecer y fomentar el consumo de agua o en ocasiones especiales, consumir bebidas dietéticas (Barrio, 2016; Smart et al., 2018).

### *Fibra dietética*

Se debe promover el consumo de alimentos ricos en fibra, como frutas, verduras, legumbres y cereales integrales, debido a que principalmente la fibra soluble contenida en este tipo de alimentos favorece el control glicémico ya que es capaz de prolongar la absorción de los

carbohidratos, retrasando el vaciamiento gástrico, y favorece una respuesta glicémica más adecuada, además, genera saciedad por mayor tiempo; y ayuda a disminuir los niveles de lípidos. Por otro lado, la ingesta alta de alimentos fuente de fibra insoluble, está asociada a menor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.

Generalmente la ingesta de fibra en la población no alcanza a cubrir los requerimientos (Ver *tabla 10*), por lo que teniendo en cuenta los beneficios ofrecidos en esta patología es importante favorecer su consumo, para ello es conveniente realizar un aumento progresivo para evitar molestias estomacales y es necesario hacerlo con una adecuada ingesta de líquidos. Teniendo en cuenta que los alimentos procesados generalmente tienen bajo contenido de fibra, es importante fomentar los alimentos integrales frescos sin procesar (Smart et al., 2018).

*Tabla 10.* Recomendaciones de fibra dietética para los niños y adolescentes.

EDAD	RECOMENDACIONES
<1 año	No determinado
1 año o más	14 gr/1000 kcal
<u>Fórmula alternativa</u>	
>2 años	Edad en años + 5 = gr de fibra por día

Fuente: Smart et al., 2018

### *Proteína*

Los requerimientos de proteína no difieren de la población en general, constituyendo el 15-20% del VCT en ausencia de patología renal, adaptándose a las necesidades y el desarrollo del

individuo (Barrio, 2016; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015). La proteína es un macronutriente que promueve el crecimiento, siempre y cuando se cubran los requerimientos energéticos. Se debe evitar una restricción en el consumo de proteínas debido a la interferencia que puede producir en el crecimiento normal, únicamente en casos especiales como en presencia de nefropatía y niveles de microalbuminuria constantes, se debe evitar una ingesta de proteína <25%, procurando una ingesta mínima según la edad. Se recomienda priorizar el consumo de proteínas de origen vegetal como las leguminosas y de origen animal como pescado, cortes magros de carne y productos lácteos bajos en grasa (Barrio, 2016; Smart et al., 2018).

Diversos estudios han analizado el efecto de las proteínas y grasas sobre el control de la glicemia postprandial, en los cuales se demostró que las comidas altas en proteínas y grasas aumenta la respuesta insulínica, disminuyendo el aumento postprandial temprano (1-2 hrs) y el aumento de la hiperglicemia tardía de 3 hasta 6 horas después de la comida. Debido a lo mencionado, es recomendado:

- Realizar modificaciones en las dosis de insulina cuando se presenten comidas con un alto contenido de grasas y proteínas (Smart et al., 2018).
- No tratar las hipoglicemias con carbohidratos con una alta fuente proteica por su estimulación de insulina endógena (ADA, 2020; C. G. Candela & Milla, 2018; Smart et al., 2018).

### *Grasas*

Se ha evidenciado que el alto consumo de grasas influye en el aumento del riesgo de sobrepeso y obesidad, por lo tanto, es recomendable una ingesta diaria de 25%-35% del valor calórico total (Barrio, 2016; Smart et al., 2018). Sin embargo, es importante brindar una mayor importancia hacia la calidad de grasas a elegir sobre la cantidad a consumir, para la mejora del

perfil lipídico y la prevención de enfermedades cardiovasculares (Smart et al., 2018). (Ver *tabla 11*)

Las grasas saturadas y en especial las grasas trans, aumentan el riesgo cardiovascular, al alterar el perfil lipídico del individuo disminuyendo el C-HDL y del mismo modo, aumentando los niveles de C-LDL (C. G. Candela & Milla, 2018). Por lo cual es recomendado tener un consumo de estas grasas <10% del VCT en la dieta del individuo, moderando el consumo de alimentos como carnes altas en grasa, margarinas, productos de panadería, etc. Así mismo, es ideal tener un patrón de alimentación orientado a alimentos fuentes de ácidos grasos poliinsaturados (<10% VCT); ácidos grasos monoinsaturados (10-20% VCT), que reemplace las grasas saturadas y respondan al control lipídico y glicémico (ADA, 2020; Smart et al., 2018).

*Tabla 11.* Alimentos Fuente de Ácidos Grasos.

<b>Ácidos Grasos Saturados</b>		Mantequilla, carnes grasas, mantequilla, aceite de coco, aceite de palma, frituras, etc.
<b>Ácidos Grasos Trans</b>		Alimentos procesados, productos de panadería, etc.
<b>Ácidos Grasos Insaturados</b>	<b>AG. Monoinsaturados</b>	Aceite de oliva, sésamo y colza; frutos secos como el maní, almendras, avellanas, mantequilla de maní, etc.
	<b>AG. Poliinsaturados</b>	W-3: Pescado azul (atún, salmón, sardinas...) nueces, almendras, brócoli, col, etc.  W-6: Aceite de cártamo, girasol, maíz y soja, etc.

En la actualidad no hay evidencia que respalde la suplementación de ácidos grasos w-3 para el control de la glicemia, sin embargo, se puede considerar su suplementación o un aumento en el consumo de alimentos fuentes como el pescado azul (1-2 veces/semana en cantidades de 80

a 120 gr), cuando los triglicéridos están por encima de los rangos adecuados (ADA, 2020; Smart et al., 2018).

### *Micronutrientes*

Los requerimientos de vitaminas y minerales en niños y adolescentes con DM no difieren de la población en general, por lo cual, la necesidad de suplementación de vitaminas y/o minerales solo es recomendada en presencia de alguna deficiencia nutricional o en condiciones especiales donde el patrón de alimentación no supla con las necesidades del individuo (vegetarianismo, veganismo, etc.) debido a la falta de evidencia de los beneficios en la suplementación en niños diabéticos sin deficiencias subyacentes (Barrio, 2016; C. G. Candela & Milla, 2018; Smart et al., 2018).

#### *Vitamina C*

La vitamina C es una vitamina hidrosoluble considerada como uno de los principales antioxidantes y cofactor en diversos procesos enzimáticos. Debido a la similitud que esta vitamina posee con la molécula de glucosa en su estructura y en los transportadores intracelulares utilizados, GLUT-1 y GLUT-3, se puede presentar alteraciones en su transporte intracelular y provocar así, una deficiencia de la vitamina C en el paciente diabético. Un estudio donde se investigó la relación entre el consumo de frutas y verduras, los niveles de vitamina C y la insulinoresistencia con base en un recordatorio de 24 hrs; se pudo asociar la insulinoresistencia con menores concentraciones de vitamina C en infantes de 9-10 años (Guida et al., 2017).

Una de las consecuencias de esta deficiencia es el déficit en la producción de colágeno, comprometiendo la integridad vascular en diferentes órganos del individuo (Guida et al., 2017).

Debido a esto, es primordial priorizar la inclusión de alimentos ricos en vitamina C encontrada principalmente en diversas frutas y verduras ilustradas en la *Tabla 12*

*Tabla 12.* Fuentes alimentarias de Vitamina C.

FRUTAS	VERDURAS
- Melón cantalupo	- Brócoli, coles de
- Cítricos: Naranjas, mandarinas, limas, limones y pomelos.	- Bruselas y coliflor
- Kiwi, mango, papaya, piña, guayaba	- Pimientos rojos y verdes
- Fresas, frambuesas, moras y arándanos	- Espinaca, repollo, nabos verdes y otras verduras de hoja verde.
- Sandía o melón	- Tomates

### *Vitamina D*

La vitamina D presenta diversas funciones en el organismo, desde la absorción del calcio hasta la estimulación inmunológica, se puede encontrar principalmente a la exposición de la luz solar, pescados grasos (salmón, atún y caballa), los aceites de hígado de pescado y en pequeñas cantidades en alimentos como el hígado de res, el queso y las yemas de huevo (Guida et al., 2017).

A lo largo de los años se han estudiado sus posibles capacidades preventivas de la progresión de la DM. En un estudio se evaluaron los cambios glicémicos después de la suplementación de Vitamina D3 en 53 infantes con DM1 y con deficiencia de Vitamina D, donde se evidenció una mejoría de los niveles de HbA1C a los 3 meses de la suplementación con Vitamina D3 (Mohammadian et al., 2015). Los estudios enfocados en la población pediátrica son limitados por lo cual es necesaria la implementación de más estudios enfocados en el papel de la vitamina D en la regulación de la DM en esta población.

### *Sodio*

La ISPAD (2018) sugiere el consumo limitado en niños con diabetes debido a su relación con disfunciones vasculares. Las pautas para la ingesta de sodio en infantes de 1-3 años: 1,000 mg/día (2.5 g/ día); 4 - 8 años: 1,200 mg/día (3 g/día); > 9 años: 1,500 mg/día (3.8 g /día). Lo anterior, no difiere de los requerimientos de Sodio para la población colombiana según las RIEN.

### *Cromo*

El cromo es conocido por optimizar la secreción y acción de la insulina acentuando un mejor control metabólico. Los niveles plasmáticos de cromo en infantes con DM son significativamente menores a comparación de infantes no diabéticos, conllevando a un deterioro de la función insulínica. Sin embargo, en la actualidad no existen investigaciones donde se estudie el uso de suplementos de Cromo en pacientes pediátricos, por lo tanto, no es conveniente su uso (Guida et al., 2017).

### *Conteo de carbohidratos*

El conteo de carbohidratos es una estrategia nutricional utilizada globalmente con el objetivo de adaptar la dosis de insulina rápida a la cantidad de carbohidratos que contiene una comida y de este modo, tener un mejor control glicémico y disminuir la prevalencia de comorbilidades producidas por la patología en pacientes con DM1 y DM2 (Elise et al., 2019; Johnson, 2019). Dentro de los beneficios que esta estrategia provee al paciente están:

- Mejora los niveles de HbA1c.
- Disminuye el riesgo de hipoglicemia y la hiperglicemia posprandial.
- Disminución de complicaciones microvasculares (Retinopatía, nefropatía y neuropatía).
- Mayor flexibilidad en la elección, frecuencia y momento de las comidas.

Los estudios realizados en la población pediátrica han relacionado este método con una mejora del control glicémico, una mayor flexibilidad y calidad de vida del paciente. Es recomendable que los pacientes con DM1 reciban educación acerca de este método y que este sea introducido desde el inicio de la enfermedad en individuos que posean terapia intensiva de insulina (Elise et al., 2019; Smart et al., 2018).

Existen dos tipos de métodos para implementarla: El conteo básico y El conteo avanzado. El uso de los dos dependerá de las capacidades del individuo en la obtención de conocimientos más complejos y su pertinencia en el tratamiento (Johnson, 2019).

#### *Conteo Básico de Carbohidratos*

El conteo de carbohidratos Básico se enfoca en la educación de los alimentos fuentes de carbohidratos, su elección y porciones adecuadas. En este, se abarca la importancia de establecer horarios de alimentación y un consumo frecuente de las porciones de carbohidratos para asegurar un control glicémico más adecuado y estable. El conteo básico es recomendado en pacientes con DM2 que posean un control adecuado de la enfermedad por medio de actividad física, planes de alimentación saludable y el uso o no de medicamentos (Johnson, 2019).

#### *Conteo avanzado de Carbohidratos*

El conteo avanzado de Carbohidratos tiene como objetivo principal adecuar las dosis de insulina necesarias para la cantidad de Carbohidratos ingeridos que prevean un control en los niveles plasmáticos de la glicemia. Este es adecuado en tratamientos que incluyan múltiples dosis de insulina o de bomba de infusión subcutánea que permita tener una mayor flexibilidad del patrón de alimentación. Para utilizar este método, la persona debe de aprender a determinar su Relación Insulina- Carbohidrato (I:C) y su Factor de Corrección (FC) (Johnson, 2019).

### *Relación Insulina- Carbohidrato (I:C)*

La relación I:C estima las unidades de insulina necesarias para cubrir los gramos de carbohidratos ingeridos. Su proporción depende de la sensibilidad a la insulina de la persona, si la persona presenta una sensibilidad alta una unidad de insulina tendrá la capacidad de cubrir más gramos de Carbohidratos. La sensibilidad se verá influenciada por la edad, sexo, peso, tiempo de la diabetes, actividad física y si la persona se encuentra en la edad puberal (Elise et al., 2019; Johnson, 2019).

El I:C presenta una mayor variación en los pacientes pediátricos a comparación de los adultos durante las diferentes actividades realizadas en el día, lo que puede llegar a la persona a calcular más de un I: C. Las fórmulas utilizadas con mayor frecuencia para determinar la relación I:C en niños son la regla 500,450 o 300, en las cuales su procedimiento es similar, consiste en dividir la variable elegida por el total de dosis de insulina (DDT) (Johnson, 2019; Tascini et al., 2018). Ej.

- Insulina Basal: 18 unidades
- Bolos de insulina rápida: 5 unidades antes del desayuno, 4 unidades antes del almuerzo y 4 unidades antes de la comida.
- DDT:  $18 + 5 + 4 + 4 = 31$  Unidades
- $500 \div 31 = 16,12$ , redondeado a 16.

Esto responde a que, 1 unidad de insulina cubre 16 gr de carbohidratos, I:C :1:16.

### *Factor de corrección (FC)*

El FC o Factor de sensibilidad determina la cantidad de glucosa sanguínea disminuida por una unidad de insulina de acción rápida o corta, en casos donde los niveles sanguíneos están fuera de los valores recomendados, el cual tiende a ser mayor en pacientes pediátricos con un estimado

entre 100-150 mg/dL. La fórmula a utilizar para calcular el FC dependerá del tipo de insulina a utilizar. Las reglas de 1700,1800 o 2000 se utilizan cuando la persona usa análogos de acción rápida o tiene una alta sensibilidad a la insulina. Mientras que la regla de 1500 es recomendada en tratamientos con insulina corta (regular) o que presenten RI. Las fórmulas consisten en la división de la variable elegida por la dosis de insulina total (Johnson, 2019; Tascini et al., 2018).

Ej: La DDT es de 32 unidades, empleando la regla de 1800 sería:

$$1800 \div 32 = 56,25, \text{ redondeado a } 56.$$

Interpretación: Una unidad de insulina de acción corta es capaz de disminuir la glucosa en sangre 56 mg/dL.

Igualmente, para conocer la dosis de insulina necesarias para corregir la glicemia, se debe de identificar las metas pre y posprandiales de cada persona. Ej:

- Meta de glucosa sanguínea: 100 mg/dL.
- FC: 56 mg/dL.
- Glucosa preprandial: 300 mg/dL.
- $300 - 100 = 200$  mg/dL por encima de la meta planteada y la cual deberá ser disminuida con la corrección.
- $200 \div 56 = 3,57$ , redondeado a 4 unidades de insulina necesarias para la corrección.

#### *Calculo dosis de insulina*

Para determinar las dosis de insulinas preprandial para las comidas y refrigerios es necesario el uso de los conceptos descritos. Es recomendable no determinar las dosis por medio de la glucosa posprandial, debido a que las dosis calculadas pueden ser más de las necesarias y llegar a provocar hipoglicemias. Por lo tanto, es necesario instruir a la persona a distanciar las comidas de 3-4 horas con el fin de asegurar las dosis de insulina en base a los niveles preprandiales.

Es aconsejable que la persona cuente precisamente la cantidad de Carbohidratos que va a consumir, utilizando su factor insulina- Carbohidrato, que establezca cuantas dosis de insulina necesita para cada comida y mida los niveles preprandiales de glucosa con el fin de determinar, si es necesario la adición de más dosis de insulina para corregir la glicemia (Johnson, 2019).

Ej:

- Meta de glicemia en sangre: 100 mg/dL.
- I:C = 1:16
- FC = 56 mg/dL.
- Glucosa preprandial: 300 mg/dL.
- Carbohidratos a consumir: 70 gr.
- La dosis de insulina para cubrir los carbohidratos a consumir es:  $70 \div 16 = 4,37$  unidades.

Como la glicemia preprandial está sobre los valores estimados, se debe realizar adicionar más unidades de insulina para su corrección.

- $300 - 100 = 200$  mg/dL a corregir.
- $200 \div 56 = 3,57$  unidades de insulina para corregir la glicemia.

Después de obtener estos datos, se procede a contar el total de unidades de insulina a administrar:

- $4,37$  unidades +  $3,57$  unidades =  $7,94$  unidades de insulina en total en bomba de infusión, o redondeado a 8 unidades si se utiliza jeringa o pluma.

### *Alcohol*

El consumo de alcohol en pacientes diabéticos no es aconsejable debido a la posible influencia de este sobre la inducción de la hipoglicemia prolongada (10-12 horas después) por medio de la inhibición de la gluconeogénesis. De tal manera que es recomendable la ingesta de carbohidratos antes y/o durante y/o después de consumir alcohol; se debe monitorear los niveles de glicemia sanguíneos constantemente, especialmente de noche, para prevenir la hipoglicemia, al igual de la necesidad de regular la dosis de insulina si el consumo se realizó durante o después de la actividad física (Smart et al., 2018).

### *Actividad física*

La manera en la cual el organismo responde ante el ejercicio difiere de manera significativa en el individuo diabético. En individuos no diabéticos, la actividad física provoca la reducción de la secreción de insulina y el aumento de hormonas contrarreguladoras de la diabetes, lo que facilita la producción hepática de glucosa y la estabilidad de los niveles plasmáticos de la misma durante la mayoría del ejercicio. Sin embargo, en el paciente diabético el páncreas no tiene la capacidad de regular los niveles de insulina como respuesta ante el ejercicio provocando hiperglicemia o hipoglicemia durante o después del ejercicio físico (Adolfsson et al., 2018).

En general, los ejercicios aeróbicos provocan una reducción de glucosa en sangre durante o después; Y el ejercicio de alta intensidad o anaeróbico en condiciones de insulina basal provoca un aumento de los niveles de glucosa. Sin embargo, cualquier tipo de ejercicio tiene la posibilidad de disminuir los niveles de glucosa si se mantiene niveles altos de insulina (Adolfsson et al., 2018).

El monitoreo de los niveles plasmáticos de glucosa debe ser constante antes, durante y después del ejercicio físico como prevención e intervención de la hiperglicemia y/o hipoglicemia

inducida por el ejercicio (ADA, 2020). Por lo tanto, es ideal que el individuo realice rutinas de ejercicio programadas donde tenga la posibilidad de adecuar las dosis de insulina prandial en base a la conducta de los valores glicémicos y al tipo de ejercicio por realizar. La programación de actividad física en las horas de la mañana es una adecuada estrategia para la prevención de hipoglicemias nocturnas, en caso de que la actividad física sea espontánea, el consumo de carbohidratos será una de las principales herramientas para la prevención de hipoglicemias (Ver *Tabla 13*) (Adolfsson et al., 2018; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015)

Es recomendado realizar 60 minutos diarios de actividad aeróbica con una intensidad moderada-rigurosa, junto a actividades de fortalecimiento muscular y óseo al menos 3 veces/semana. En caso de presentar niveles glicémicos  $>250$  mg/dL (5.0– 13.9 mmol/L) antes del ejercicio (20-30 minutos antes), se debe de suspender el ejercicio programado hasta evaluar la presencia de cuerpos cetónicos y realizar su respectiva corrección insulínica (ADA, 2020; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

El infante debe tener acceso al consumo de carbohidratos con un alto IG antes, durante y después del ejercicio para asegurar niveles de glicemia estables. Cabe aclarar que el uso de carbohidratos será requerido principalmente en ejercicios de alta intensidad, con una duración mayor de 60 minutos, y de acuerdo a la respuesta glicémica individual del sujeto (ADA, 2020; Adolfsson et al., 2018). Se debe tener una adecuada hidratación durante y después del ejercicio para prevenir la deshidratación (Adolfsson et al., 2018).

*Tabla 13.* Ejemplos de tipos de snacks/bebidas para ejercicios comparando su densidad de carbohidratos y energía.

TIPO DE SNACK	CARBOHIDRATOS POR PORCIÓN (g)	ENERGÍA POR PORCIÓN
½ Banano	15	64
Bebida deportiva isotónica de 25 ml	16	70
Jugo de manzana 150 ml	16	62
Barra de granola	17	132
Chocolate (30 g)	17	156

Fuente: Tomado de ISPAD.

La sensibilidad a la insulina después del ejercicio permanece por varias horas, por lo cual, es ideal el consumo de carbohidratos y proteína sin tener presencia de hiperglicemia 1-2 horas después del ejercicio para restablecer las reservas de glucógeno, favorecer la recuperación muscular y prevenir hipoglicemias (Adolfsson et al., 2018).

#### *Manejo del peso*

La obesidad es frecuente en niños y adolescentes con diabetes, por lo cual, se debe procurar el control y mantenimiento de peso en el infante, abarcando estrategias que fomenten una dieta saludable, ejercicio y un adecuado crecimiento. Por medio de dichas intervenciones se busca lograr una disminución del 7-10% del peso en exceso (ADA, 2020; Rodríguez Contreras & González Casado, 2015). Si por el contrario, el infante presenta una pérdida de peso anormal, es necesario la indagación de su etiología (infecciones, hipertiroidismo, dosis de insulina inadecuada, etc.) (Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

## Educación

Una adecuada educación desde el diagnóstico de la enfermedad, tanto al paciente como a su familia y/o cuidadores, forma la clave del éxito en el manejo de la DM, contribuyendo significativamente en el control de la glicemia. Mediante la educación, se proporcionan los conocimientos y prácticas necesarias a tener en cuenta para realizar un autocuidado, manejar las posibles crisis y llevar a cabo cambios en el estilo de vida para tratar con éxito la patología. Es importante realizar la educación en conjunto con un equipo multidisciplinario, formado en teorías avaladas científicamente y con fundamentos éticos, todos enfocados en el objetivo de llevar un adecuado tratamiento de la DM para evitar posibles complicaciones y permitir llevar una vida lo más normal posible (Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

Es importante renovar y actualizar la información brindada en la educación constantemente, incluyendo los nuevos aspectos estudiados en el manejo de la DM, además, es necesario adaptar la educación a cada paciente y/o cuidadores, teniendo en cuenta factores como la edad, tipo de tratamiento, nivel de escolaridad, entre otros.

Se ha demostrado que las sesiones educativas más eficaces, son las que se basan principalmente en conceptos teóricos claros integrados por los profesionales del equipo multidisciplinario, que están dirigidas a aportar estrategias y habilidades para el autocuidado y soporte psicosocial, estableciendo objetivos, proporcionando estrategias de comunicación y motivación, además, utilizando las nuevas tecnologías en el manejo de la DM para contribuir al adecuado tratamiento (Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

Es indispensable considerar la educación no solo cuando se tenga una crisis o recaída en la patología, sino que debe hacer parte de la cotidianidad de cada paciente, haciendo mayor énfasis

en la conservación de la motivación de quien padece la enfermedad o sus cuidadores (Rodríguez Contreras & González Casado, 2015).

## Aplicaciones

Actualmente la Diabetes Mellitus es el trastorno metabólico más común en los países en desarrollo, y Colombia no es la excepción, además en los niños y adolescentes ha habido un incremento significativo de casos tanto de DM1 como de DM2 (David & Rafiullah, 2016).

Debido a la gran incidencia y al alto costo económico que genera en los países afectados, se ve la necesidad de un abordaje en todas las formas posibles para contrarrestar su velocidad de crecimiento, por medio de la educación, concientización y estrategias que permitan que los pacientes tengan un autocontrol de la patología. Es así, como los teléfonos móviles y sus apps, pueden cumplir un importante papel para divulgar la información y por ende contribuir al adecuado manejo de la enfermedad (David & Rafiullah, 2016).

El gran avance que ha tenido la tecnología de la telefonía móvil y sus apps, ha ofrecido a los pacientes mayor facilidad a la hora de acceder a la información de salud, ha brindado mayor comprensión y ha permitido un autocontrol más eficiente de las diferentes enfermedades (David & Rafiullah, 2016). Debido a la facilidad de acceso a las herramientas tecnológicas, al internet y a la información, se ha acrecentado el número de aplicaciones móviles (apps) creadas, especialmente las dirigidas al área de la salud, y la Diabetes Mellitus (DM) es un tema de gran interés para muchas personas (Quevedo Rodríguez & Wägner, 2019).

MHealth es la tecnología móvil que se está utilizando en la actualidad para perfeccionar los resultados de salud, lo que ha generado el incremento de apps disponibles en el mercado, pero teniendo en cuenta que estas herramientas se pueden utilizar para tomar decisiones relacionadas con la salud, es necesario tener certeza de su confiabilidad (Quevedo Rodríguez & Wägner, 2019).

El uso de las aplicaciones móviles es apropiado para facilitar el tratamiento y manejo de la diabetes, sin embargo, la eficacia de estas herramientas se debe analizar rigurosamente. En un estudio realizado en 2016 “La informática sanitaria innovadora como una estrategia moderna eficaz en el tratamiento de la diabetes: una revisión crítica”, se analizaron estudios clínicos en los que se utilizaron las aplicaciones móviles para el manejo de la diabetes, para ello, realizaron una búsqueda de artículos publicados en PubMed de los años 2007 al 2014, en total se encontraron 21 y en cada uno de ellos se evaluó la tecnología de intervención y la metodología del estudio para comprender mejor los resultados de cada estudio. Se encontró que la mayoría de los estudios manifestaban resultados positivos, en quienes utilizaban las aplicaciones para el manejo de la patología, mejorando significativamente los resultados clínicos debido a su facilidad en el uso de sus sistemas y generando un mayor cumplimiento por parte de los pacientes en el tratamiento (David & Rafiullah, 2016).

En este estudio se concluyó que las apps móviles brindan beneficios significativos para la atención, educación, y transformaciones en la conducta de los pacientes. Por medio de estas herramientas se puede brindar un acompañamiento permanente al paciente, aunque puede ser un desafío debido a que debe contar con infraestructura y personal adecuados (David & Rafiullah, 2016).

En otro estudio realizado en el 2019 “Aplicaciones móviles para la autogestión de la diabetes: una revisión sistemática”, se analizaron todas las aplicaciones relacionadas a la DM que estuvieran disponibles gratuitamente y en español tanto en Android como en iOS, en total se encontraron 794 apps, de las cuales la mayoría tenían como función principal actuar como diario de glucosa en sangre, muchas de ellas tenían acceso libre a información personal de los

dispositivos, muy pocas referían las bases en evidencia científica y únicamente 3 de ellas tenían certificado de calidad (Quevedo Rodríguez & Wägner, 2019).

Para hacer la respectiva revisión se tuvieron en cuenta aspectos como el criterio de calidad y el criterio de usabilidad, para analizar el primer ítem mencionado, se consideraron las recomendaciones del Servicio Andaluz de Salud, organización que cuenta con una estrategia de calidad y seguridad para aplicaciones móviles de salud, en donde se presenta un listado de recomendaciones, y en cada una de ellas se realizó una calificación para definir la calidad. En cuanto a los criterios de usabilidad, se basó en el estudio de Arnhold et al, por medio de una escala Likert de 5 puntos y al final se eligieron aquellas con mayor puntuación (Quevedo Rodríguez & Wägner, 2019).

De acuerdo a la evidencia de investigación encontrada, se sugiere que las apps móviles ofrecen importantes beneficios para la atención del paciente, la educación y las modificaciones del comportamiento, debido a que pueden ser una buena herramienta para abordar las problemáticas relacionadas con la dieta, la adherencia al tratamiento y el control del peso, especialmente cuando se trata de la DM (David & Rafiullah, 2016).

### *Diagramas de flujo y Prototipo de la app*

Con base al documento elaborado con la recopilación de toda la información obtenida durante la revisión bibliográfica, se realizó un diagrama de flujo para la estructuración y conexión de todos los componentes de la aplicación, con el fin de realizar una representación gráfica del flujo o secuencia de los procesos para facilitar la comprensión de su funcionamiento. En la figura 1 se puede observar el flujograma completo, sin embargo este se dividió en varias imágenes para facilitar su comprensión, el diagrama fue construido con varios componentes los cuales pueden ser observados uno por uno entre la figura 2 y la figura 11, en estos se puede evidenciar los procesos de los 5 componentes sobre los cuales se realizó el prototipo de la app los cuales son control glicémico, alimentación, tratamiento farmacológico, actividad física y el componente educativo.

A partir del diagrama de flujo realizado se diseñó un prototipo llamado “Diapp Pediatric” con el fin de previsualizar como quedaría la aplicación a desarrollar, este se presenta por medio de un video explicativo en el cual se puede apreciar cada uno de los mecanismos plasmados en el flujograma (Visualizar) en este se integraron los 5 componentes mencionados anteriormente y la forma en la cual se relacionan para así facilitar el seguimiento de niños y adolescentes con Diabetes Mellitus.

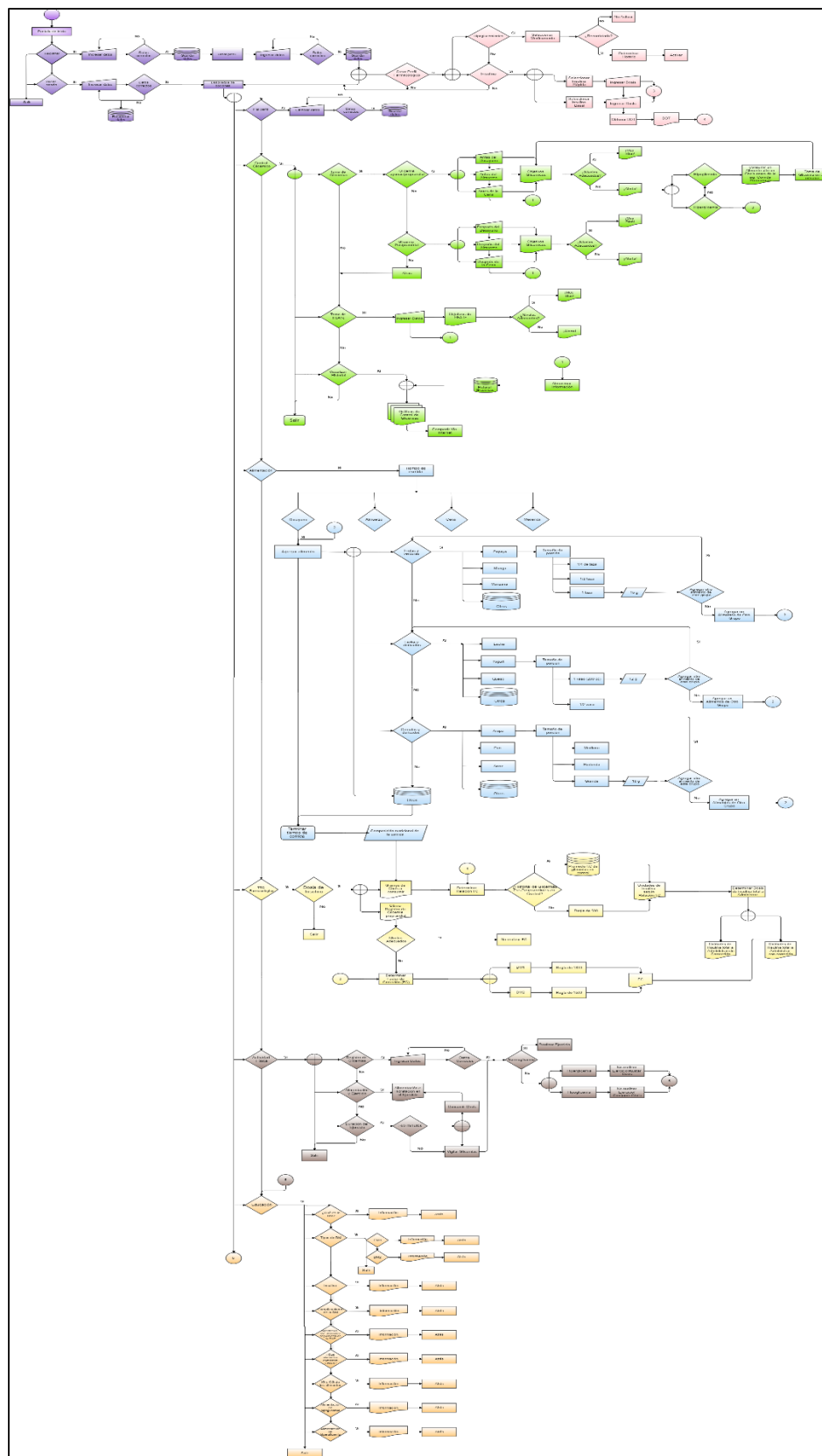


Figura 1. *Flujograma integrado de Programación*

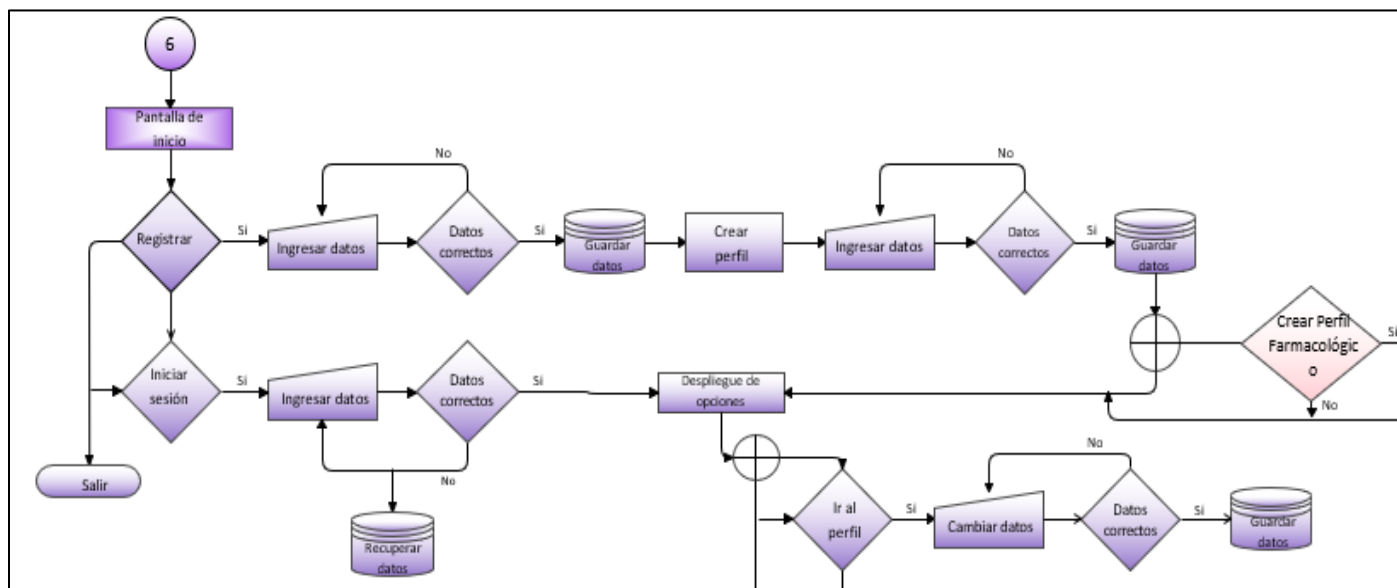


Figura 2. Diagrama de pantalla principal

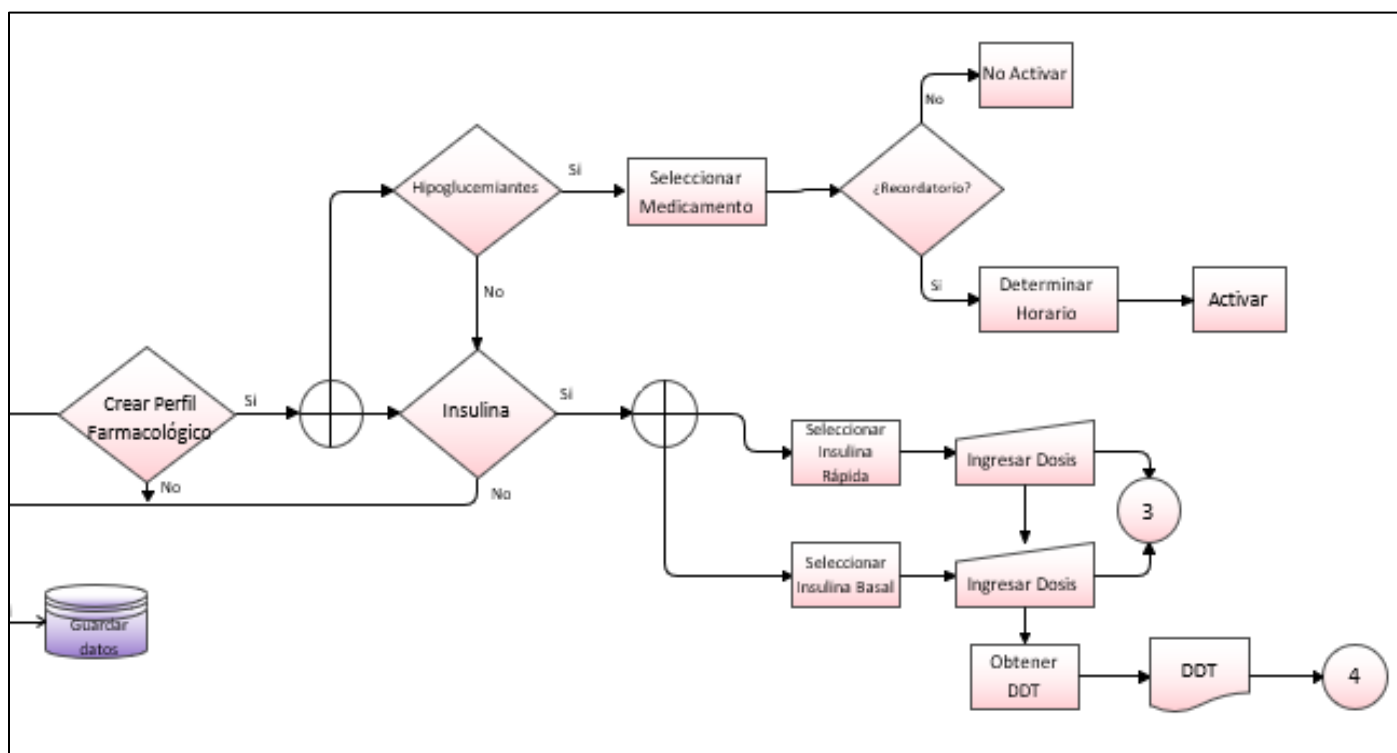


Figura 3. Diagrama de perfil farmacológico

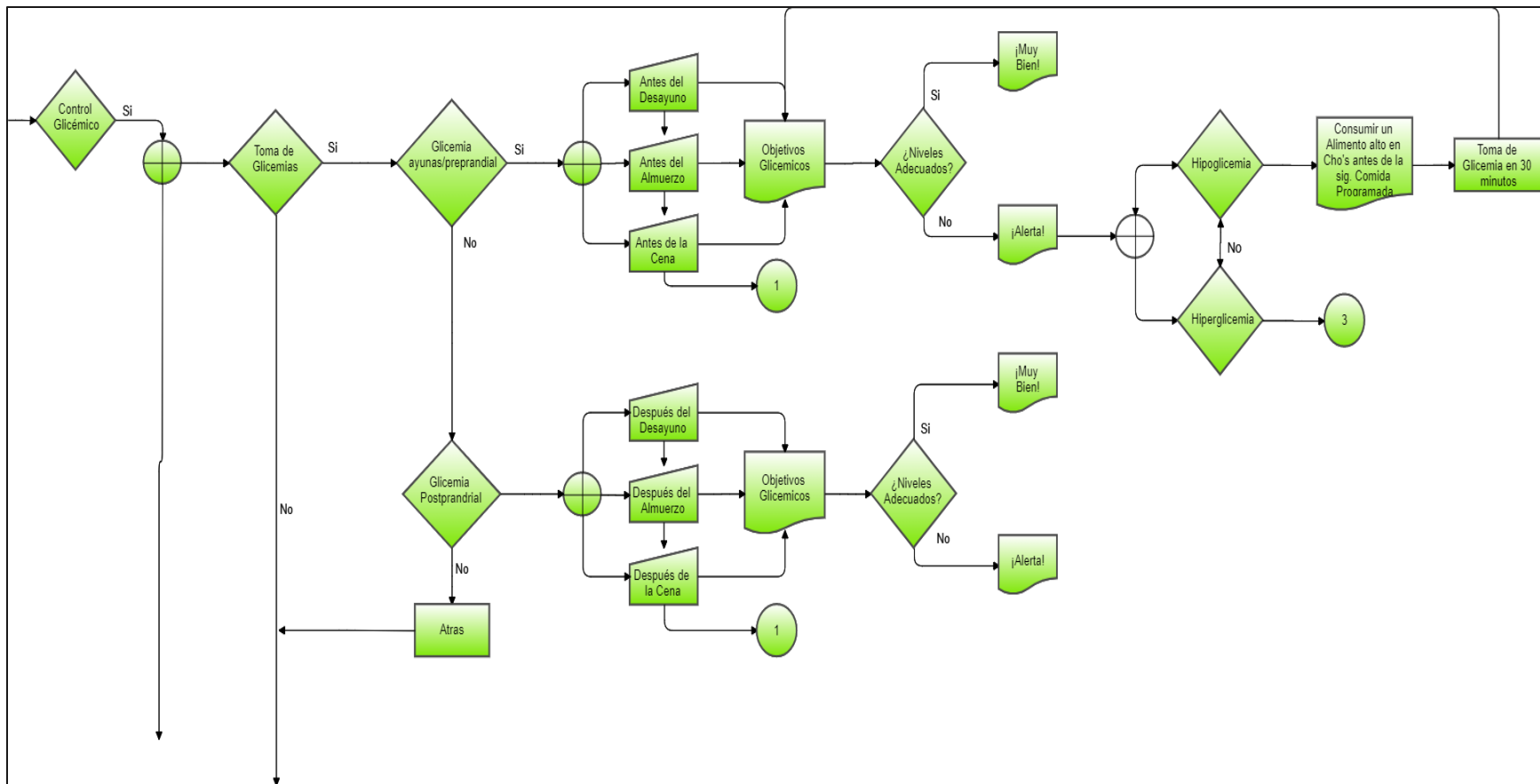


Figura 4. Diagrama de control glicémico parte 1. Toma de glicemia.

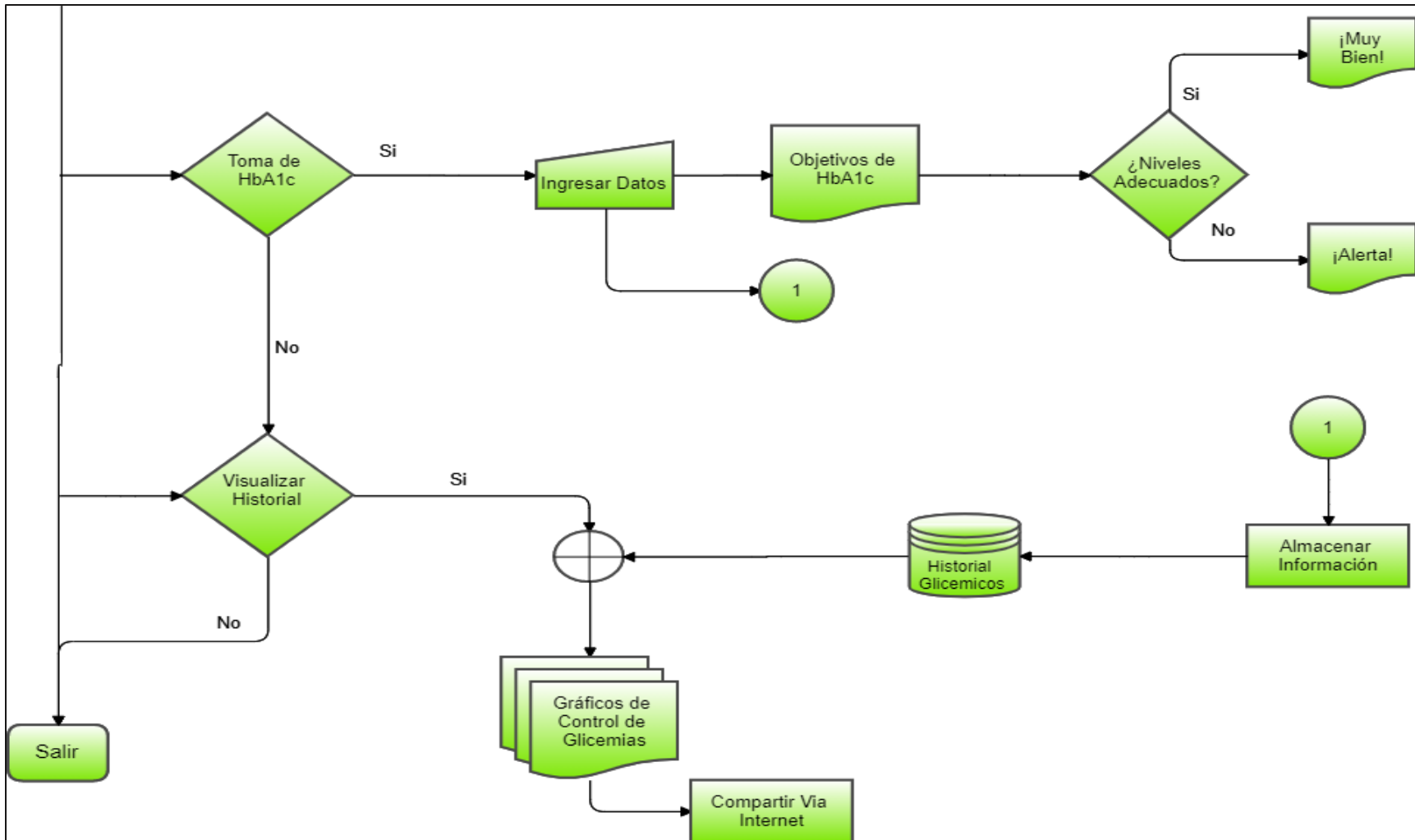


Figura 5. Diagrama de control glicémico parte 2. Toma de HbA1c e historial de glicemias.

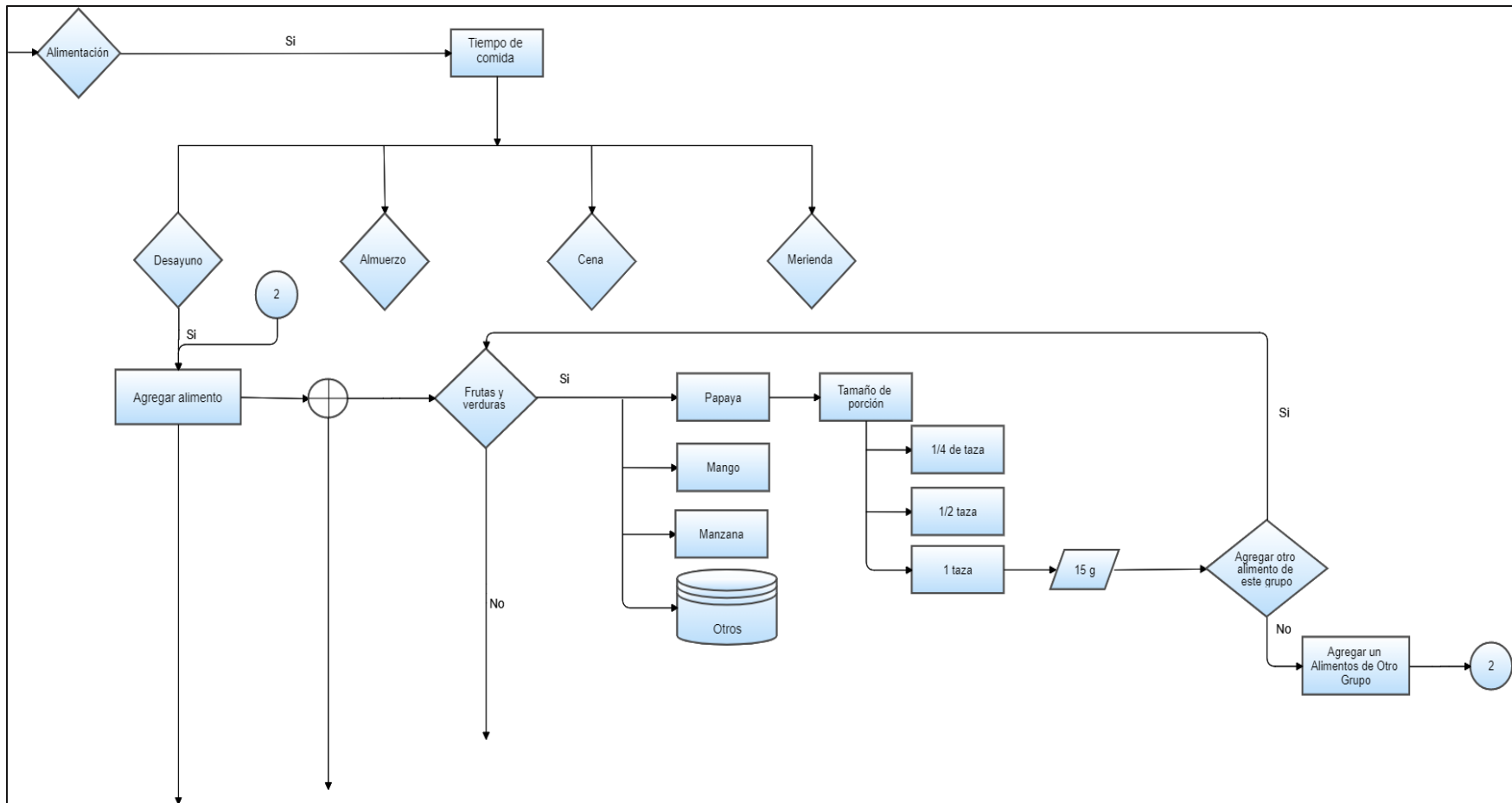


Figura 6. Diagrama de Alimentación parte 1. Elección de tiempos de comida, grupo de Alimentos y porción.

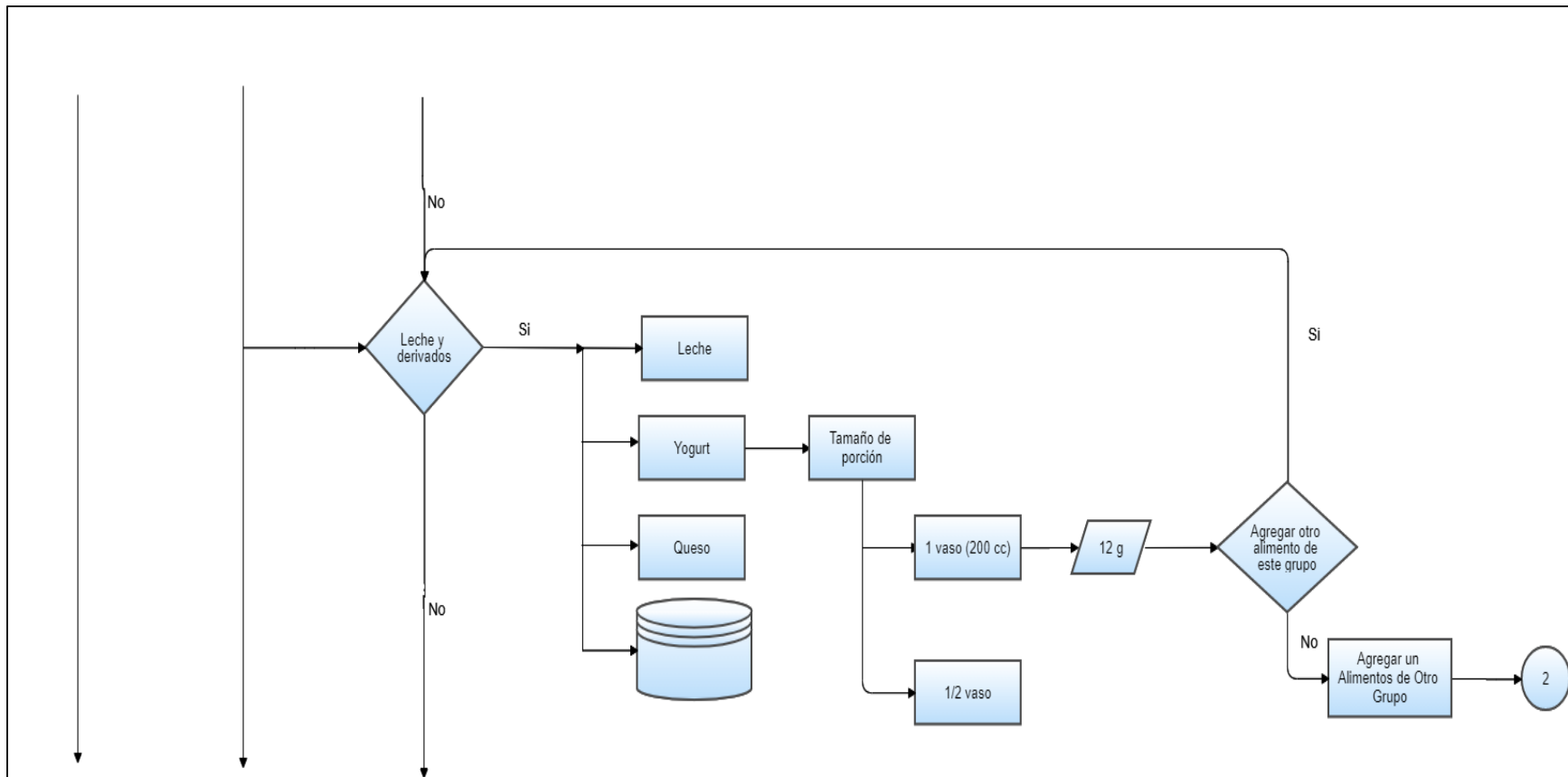


Figura 7. Diagrama de Alimentación parte 2. Elección de otro grupo de Alimentos y porción.

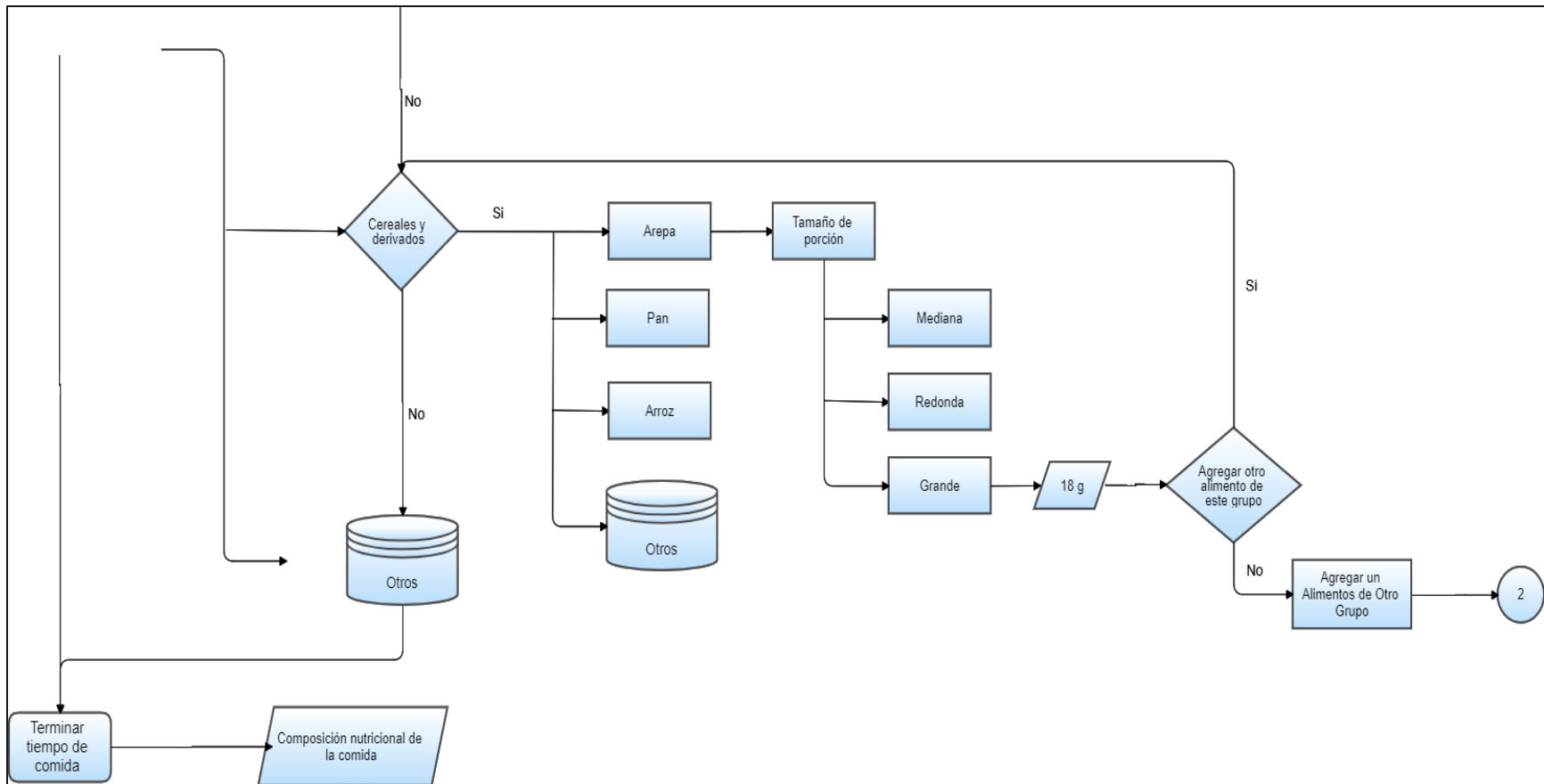


Figura 8. Diagrama de Alimentación parte 3. Elección de otros grupo de Alimentos, porción y composición nutricional.

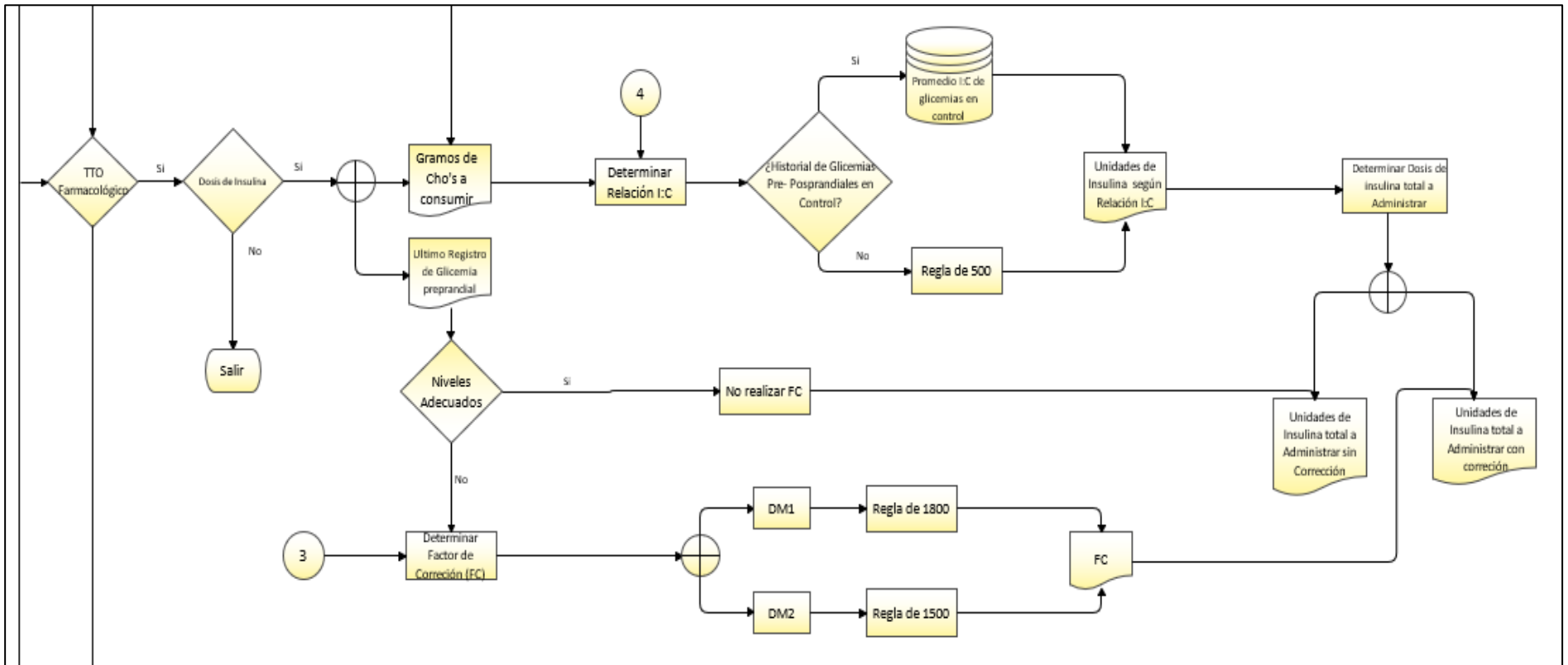


Figura 9. Diagrama de tratamiento farmacológico.

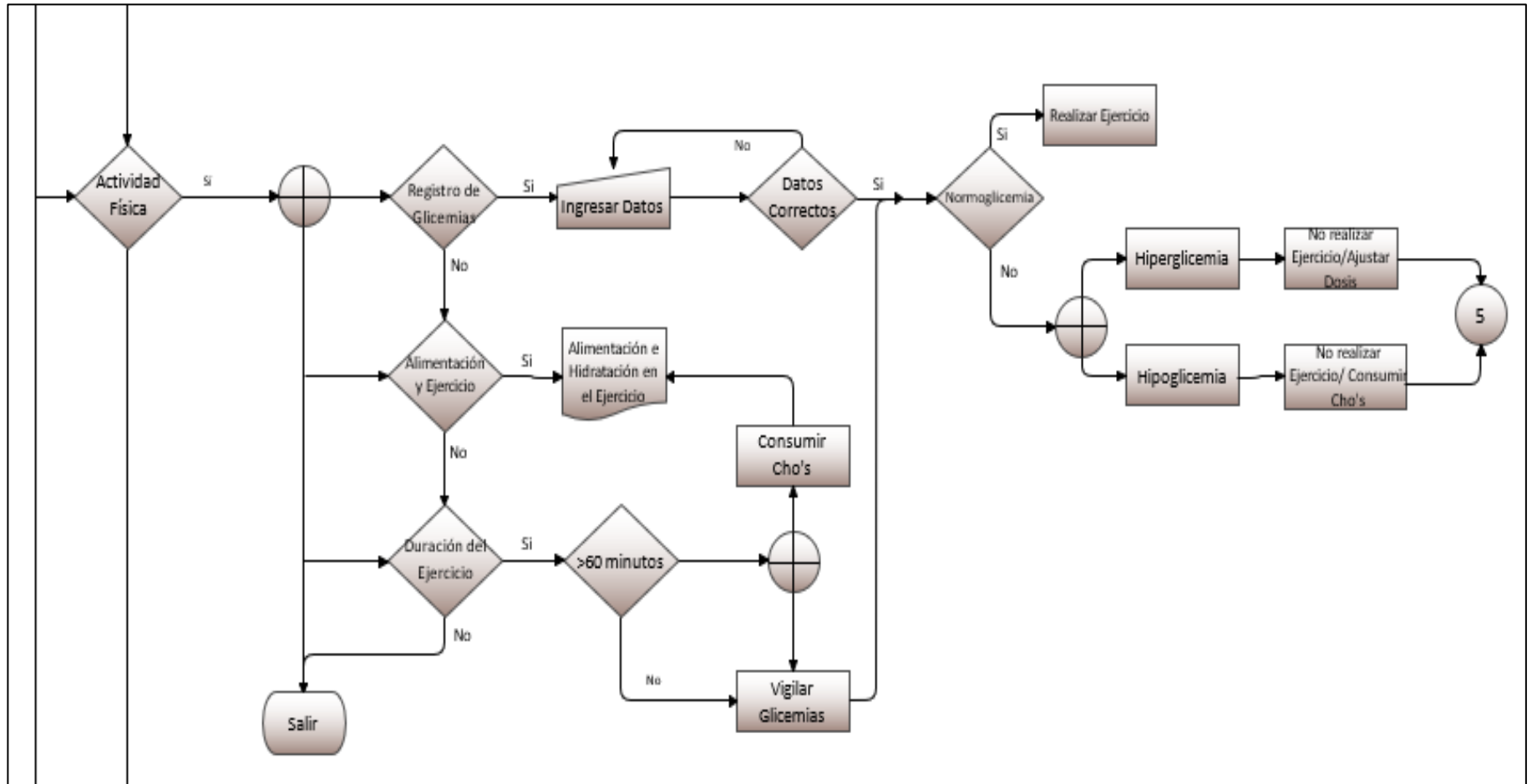


Figura 10. Diagrama de actividad física.

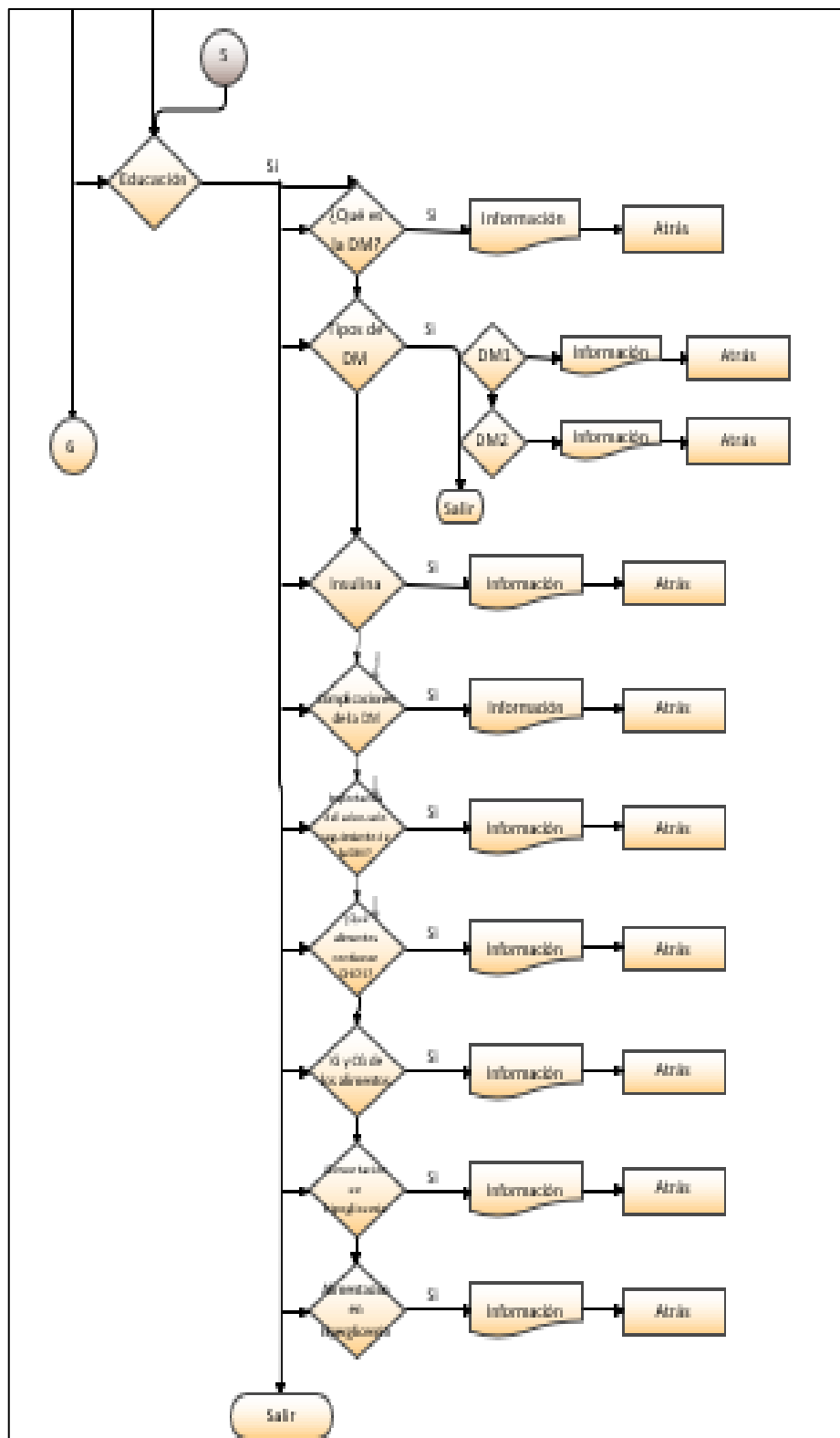


Figura 11. Diagrama de Educación.

## CONCLUSIONES

- Por medio de la presente investigación orientada hacia el seguimiento integral de niños y adolescentes con DM, se impuso una serie de búsquedas bibliográficas en las cuales se evidenció nuevos hallazgos en el tratamiento y control de la DM en niños y adolescentes.
- La mayoría de los artículos encontrados presentaron un mayor enfoque en la Diabetes Mellitus tipo 1 a comparación de artículos enfocados en la Diabetes Mellitus tipo 2, en cuanto a su diagnóstico y tratamiento farmacológico de la patología. Igualmente cabe señalar que los artículos de dicha patología enfocados en la población pediátrica siguen siendo limitados, dentro de los cuales la mayoría presentaba información general o sus criterios eran similares al tratamiento en adultos.
- El conteo de Carbohidratos es una estrategia que ha tomado gran importancia en los últimos años para el control y manejo de la DM1 principalmente, al evidenciarse una mejora en la adherencia al tratamiento y permitiendo una mayor flexibilidad en la elección de alimentos. Es ideal continuar la implementación de esta estrategia en la población pediátrica para que se facilite y mejore el estilo de vida de los pacientes.
- Es necesario realizar mayores investigaciones dirigidas hacia la población pediátrica con DM, al igual que en temas como alternativas y/o complementos en el tratamiento nutricional del paciente, como: El papel y uso de suplementación de vitaminas y minerales en el tratamiento; la eficacia del método de Conteo de Carbohidratos en la mejora de los niveles plasmáticos de la glicemia y su papel en la prevención de complicaciones.
- El uso de aplicaciones móviles para el control de enfermedades ha sido una estrategia que ha mostrado resultados positivos cuando estas presentan un sistema de funcionamiento contextualizado, integral y claro. Aunque en el mercado existen diversas aplicaciones

móviles encaminadas a individuos con DM, la certificación de calidad de dichas aplicaciones enfocadas en esta enfermedad es escasa especialmente en la edad pediátrica; por ende el uso de aplicaciones móviles debe ser considerado como un método de seguimiento eficaz del tratamiento que contribuye a la mejora de la calidad de vida.

## RECOMENDACIONES

- Debido a la existencia de diversas recomendaciones en la intervención nutricional, como la restricción de los Carbohidratos en la dieta, es necesario evaluar de manera individualizada las necesidades nutricionales del paciente con el fin de no comprometer el crecimiento y desarrollo óptimo de este.
- Se espera que por medio de esta investigación, la comunidad de salud Uconiana ejecute más investigaciones encaminadas hacia los aspectos relacionados con la Diabetes Mellitus en niños y adolescentes, que ayude a prestar un manejo más amplio e integro de la enfermedad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADA. (2020). Standards of medical care in diabetes ADA-2020. *Diabetes Care*, 14(SUPPL.), 11–16. <https://doi.org/10.2337/diacare.27.2007.s15>
- Adolfsson, P., Riddell, M. C., Taplin, C. E., Davis, E. A., Fournier, P. A., Annan, F., Scaramuzza, A. E., Hasnani, D., & Hofer, S. E. (2018). ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes*, 19(July), 205–226. <https://doi.org/10.1111/pedi.12755>
- AEPED. (2016). *Metformina*.
- Alejandro Castillo Barcias, J. (2015). *Fisiopatología de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2)*.
- Alonso-arévalo, J., & Mirón-canelo, J. A. (2017). Aplicaciones móviles en salud: potencial, normativa de seguridad y regulación. *Revista Cubana de Información En Ciencias de La Salud*, 28(3), 1–13.
- Ampudia-Blasco, F. J., & Perelló Camacho, E. (2016). Tratamiento de la diabetes mellitus (II). Hipoglucemiantes no insulínicos. *Medicine (Spain)*, 12(18), 1013–1025. <https://doi.org/10.1016/j.med.2016.09.011>
- Artica Navarro, R. L. (2014). *DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES*. [http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4515/Robertho\\_Tesis\\_Titulo\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4515/Robertho_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Barrera Céspedes, M. C., Rafael Méndez, Y., Ruiz, M. Á., Masmela, K. M., Parada, Y. A., Peña, C. A., Perdomo, C. M., Quintanilla, R. A., Ramírez, A. F., & Villamil, E. S. (2019). COMPLICACIONES AGUDAS DE LA DIABETES MELLITUS, VISIÓN PRÁCTICA

PARA EL MEDICO EN URGENCIAS: CETOACIDOSIS DIABÉTICA, ESTADO HIPEROSMOLAR E HIPOGLUCEMIA. *Revista Cuarzo*, 24(2), 27–43.  
<https://doi.org/10.26752/cuarzo.v24.n2.352>

Barrio, R. (2016). Actualización de la diabetes tipo 1 en la edad pediátrica. *AEPap. Curso de Actualización Pediatría*, 3, 369–377. [www.aepap.org](http://www.aepap.org)

Boyarska, A. (2017). *Type 1 Diabetes Mellitus in the pediatric age*. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA ESCUELA.

Calero Bernal, M. L., & Varela Aguilar, J. M. (2018). Infant-juvenile type 2 diabetes. *Revista Clinica Espanola*, 218(7), 372–381. <https://doi.org/10.1016/j.rce.2018.03.020>

Candela, C. G., & Milla, S. P. (2018). *Nutrición y diabetes Conceptos clave*. 16.  
[https://www.kelloggs.es/content/dam/europe/kelloggs\\_es/images/nutrition/PDF/Manual\\_Nutricion\\_Kelloggs\\_Capitulo\\_19.pdf](https://www.kelloggs.es/content/dam/europe/kelloggs_es/images/nutrition/PDF/Manual_Nutricion_Kelloggs_Capitulo_19.pdf)

Candela, J. M. (2015). *PREGUNTA 3 ¿Cuáles son los factores de riesgo para desarrollar diabetes mellitus tipo 2?* <http://www.uptodate.com/contents/>

Capel, I., & Berges-Raso, I. (2016). Complicaciones agudas hiperglucémicas e hipoglucémicas. *Medicine (Spain)*, 12(18), 1035–1042. <https://doi.org/10.1016/j.med.2016.09.013>

Carreras, G., & Pérez, A. (2016). Tratamiento de la diabetes mellitus (III). Insulinoterapia. *Medicine (Spain)*, 12(18), 1026–1034. <https://doi.org/10.1016/j.med.2016.09.012>

Cato, A., & Hershey, T. (2016). Cognition and type 1 diabetes in children and adolescents. *Diabetes Spectrum*, 29(4), 197–202. <https://doi.org/10.2337/ds16-0036>

Chomutare, T., Fernandez-Luque, L., Arsand, E., & Hartvigsen, G. (2011). Features of mobile

diabetes applications: Review of the literature and analysis of current applications compared against evidence-based guidelines. *Journal of Medical Internet Research*, 13(3).  
<https://doi.org/10.2196/jmir.1874>

Costacamps, C. L. T., Velázquez, M. I. A., Casiano, K. D. M., & Torres, M. A. M. (2015). Aspectos cognitivos y psicosociales en menores con Diabetes Mellitus Tipo I en Puerto Rico : Un estudio de caso. *Salud y Conducta Humana*, 2(1), 34–48.  
[https://static1.squarespace.com/static/50c39c53e4b097533b3492dd/t/565a1159e4b022a25108d230/1448743257218/Tirado\\_et\\_al\\_2015.pdf](https://static1.squarespace.com/static/50c39c53e4b097533b3492dd/t/565a1159e4b022a25108d230/1448743257218/Tirado_et_al_2015.pdf)

David, S. K., & Rafiullah, M. R. M. (2016). Innovative health informatics as an effective modern strategy in diabetes management: A critical review. *International Journal of Clinical Practice*, 70(6), 434–449. <https://doi.org/10.1111/ijcp.12816>

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>

El Kantar, Y., & Paoli, M. (2019). Efectos de la diabetes mellitus tipo 1 en la cognición. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, 17.  
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/46085/revision.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Elise, R., Lisa, G. C., Charles, S., Elysabeth, B. S., Frédérique, G., Antoine, T., Nicolas, C., & Marie, H. (2019). Variation of carbohydrate intake in diabetic children on carbohydrate counting. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 150, 227–235.  
<https://doi.org/10.1016/j.diabres.2019.03.010>

Fac, A., & Pajuelo Ramírez, J. (2018). Resistencia a la insulina y diabetes mellitus tipo 2 en adolescentes. *An Fac Med*, 79(3), 200–205. <https://doi.org/10.15381/anales.v79i3.15311>

Federación Internacional de Diabetes. (2019). Atlas de la Diabetes de la FID. Actualización. In *Atlas de la Diabetes de la FID*. [http://www.idf.org/sites/default/files/Atlas-poster-2014\\_ES.pdf](http://www.idf.org/sites/default/files/Atlas-poster-2014_ES.pdf)

Franc, S., Borot, S., Ronsin, O., Quesada, J. L., Dardari, D., Fagour, C., Renard, E., Leguerrier, A. M., Vigerat, C., Moreau, F., Winiszewski, P., Vambergue, A., Mosnier-Pudar, H., Kessler, L., Reffet, S., Guerci, B., Millot, L., Halimi, S., Thivolet, C., ... Hanaire, H. (2014). Telemedicine and type 1 diabetes: Is technology per se sufficient to improve glycaemic control? *Diabetes and Metabolism*, 40(1), 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2013.09.001>

Gómez-Rico, I., Pérez-Marín, M., & Montoya-Castilla, I. (2014). Diabetes mellitus tipo 1: breve revisión de los principales factores psicológicos asociados. *Anales de Pediatría*, 82(1), e143–e146. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2014.04.003>

GSMA and NTT Docomo. (2013). *Children's use of mobile phones: An international comparison 2013*. [http://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2012/03/GSMA\\_ChildrensMobilePhones2012WEB.pdf?utm\\_source=Mobile+Learning+Week+2013\\_v3\\_CfP&utm\\_campaign=8885b82361-UNESCO\\_Mobile\\_Learning3\\_28\\_2013&utm\\_medium=email](http://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2012/03/GSMA_ChildrensMobilePhones2012WEB.pdf?utm_source=Mobile+Learning+Week+2013_v3_CfP&utm_campaign=8885b82361-UNESCO_Mobile_Learning3_28_2013&utm_medium=email)

Guida, S., Niedzwiecki, A., & Ph, D. (2017). Diabetes in Children and the Role of Micronutrients. *Journal of Cellular Medicine and Natural Health*, 1–33.

Gutiérrez-Rodelo, C., Roura-Guiberna Jesús Alberto Olivares-Reyes, A., & Alberto Olivares-

- Reyes, J. (2017). Mecanismos Moleculares de la Resistencia a la Insulina: Una Actualización. *Gac Med Mex*, 153, 214–242. <http://www.idf.org>
- Hannonen, R., Eklund, K., Tolvanen, A., Komulainen, J., Riikonen, R., Delamater, A. M., & Ahonen, T. (2015). Psychological distress of children with early-onset type 1 diabetes and their mothers' well-being. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*, 104(11), 1144–1149. <https://doi.org/10.1111/apa.13144>
- Henríquez-Tejo, R., & Cartes-Velásquez, R. (2018). Psychosocial impact of type 1 diabetes mellitus in children, adolescents and their families. Literature review. *Revista Chilena de Pediatría*, 89(3), 391–398. <https://doi.org/10.4067/S0370-41062018005000507>
- Jefferies, C. A., Nakhla, M., Derraik, J. G. B., Gunn, A. J., Daneman, D., & Cutfield, W. S. (2015). Preventing Diabetic Ketoacidosis. *Pediatric Clinics of North America*, 62(4), 857–871. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2015.04.002>
- Jimenez-Baez, M. V, Marquez-Gonzalez, H., Barcenas-Contreras, R., Morales-Montoya, C., & Espinosa-Garcia, L. F. (2015). Early diagnosis of diabetic retinopathy in primary care\rDiagnostico temprano de retinopatia diabetica en el primer nivel de atencion. *Colombia Medica*, 46(1), 14–18. [http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=emed13&AN=2015890262%5Cnhttp://sfx.ucl.ac.uk/sfx\\_local?sid=OVID:embase&id=pmid:&id=doi:&issn=0120-8322&isbn=&volume=46&issue=1&spage=14&pages=14-18&date=2015&title=Colombia+Medica&atitle](http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&CSC=Y&NEWS=N&PAGE=fulltext&D=emed13&AN=2015890262%5Cnhttp://sfx.ucl.ac.uk/sfx_local?sid=OVID:embase&id=pmid:&id=doi:&issn=0120-8322&isbn=&volume=46&issue=1&spage=14&pages=14-18&date=2015&title=Colombia+Medica&atitle)
- Johnson, G. P. (2019). *Contar carbohidratos: estrategia en el control de la diabetes*. Editorial Universidad de Antioquia.

- Juan Pablo Hayes Dorado. (2014). EDUCACION MEDICA CONTINUA Diabetes mellitus en pediatria. *Rev Soc Bol Ped*, 53(1), 54–63. [http://www.scielo.org.bo/pdf/rbp/v53n1/v53n1\\_a11.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rbp/v53n1/v53n1_a11.pdf)
- Louvigné, M., Decrey, A., Donzeau, A., Bouhours-Nouet, N., & Coutant, R. (2018). Aspectos clínicos y diagnósticos de la diabetes infantil. *EMC - Pediatría*, 53(1), 1–22. [https://doi.org/10.1016/s1245-1789\(17\)88072-0](https://doi.org/10.1016/s1245-1789(17)88072-0)
- Mahan, L. K. (2017). *Krause. Dietoterapia 14th Edición*. Elsevier.
- Manrique Hurtado, Helard; Aro Guardi, Pedro; Pinto-Valdivia, M. (2015). Diabetes tipo 2 en niños. Serie de casos. *Revista Medica Herediana*.
- Miguel Martín Guerra, J., Martín Asenjo, M., Tellería Gómez, P., & Iglesias Pérez, C. (2019). Cetoacidosis diabética como guía diagnóstica: Caso clínico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 30(4), 323–325. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2019.06.007>
- Miravet-Jiménez, S., Pérez-Unanua, M. P., Alonso-Fernández, M., Escobar-Lavado, F. J., González-Mohino Loro, B., & Piera-Carbonell, A. (2020). Management of type 2 diabetes mellitus in adolescents and young adults in primary care. *Semergen*, xx. <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2019.11.008>
- Mohammadian, S., Fatahi, N., Zaeri, H., & Vakili, M. A. (2015). Effect of vitamin D3 supplement in glycemic control of pediatrics with type 1 diabetes mellitus and vitamin D deficiency. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(3), SC05–SC07. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/10053.5683>
- OMS. (2016). Informe Mundial Sobre La Diabetes: Resumen de Orientación. *Organización*

*Mundial de La Salud.*

- Panagiotopoulos, C., Hadjiyannakis, S., & Henderson, M. (2018). Type 2 Diabetes in Children and Adolescents. *Canadian Journal of Diabetes*, *42*, S247–S254. <https://doi.org/10.1016/j.cjcd.2017.10.037>
- Pozoa, P. Del, Aránguizb, D., Córdovaa, G., Scheua, C., Vallea, P., CERdac, J., Garcíad, H., Hodgson, M. I., & Castilloa, A. (2018). Perfil clínico de niños con cetoacidosis diabética en una Unidad de Paciente Crítico. *Revista Chilena de Pediatría*. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v89n4/0370-4106-rcp-00703.pdf>
- Quevedo Rodríguez, A., & Wägner, A. M. (2019). Mobile phone applications for diabetes management: A systematic review. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición*, *66*(5), 330–337. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2018.11.005>
- Ricote, A. I. R. (2016). *FISIOPATOLOGÍA DE LA OBESIDAD*.
- Rodríguez Contreras, J., & González Casado, I. (2015). Manejo y seguimiento del niño diabético. *Pediatría Integral*, *19*(7), 456–466.
- Smart, C. E., Annan, F., Higgins, L. A., Jelleryd, E., Lopez, M., & Acerini, C. L. (2018). ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2018: Nutritional management in children and adolescents with diabetes. *Pediatric Diabetes*, *19*(July), 136–154. <https://doi.org/10.1111/pedi.12738>
- Tamborlane, W. V., Barrientos-Pérez, M., Fainberg, U., Frimer-Larsen, H., Hafez, M., Hale, P. M., Jalaludin, M. Y., Kovarenko, M., Libman, I., Lynch, J. L., Rao, P., Shehadeh, N., Turan, S., Weghuber, D., & Barrett, T. (2019). Liraglutide in children and adolescents with type 2

diabetes. *New England Journal of Medicine*, 381(7), 637–646.  
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa1903822>

Tascini, G., Berioli, M. G., Cerquiglini, L., Santi, E., Mancini, G., Rogari, F., Toni, G., & Esposito, S. (2018). Carbohydrate counting in children and adolescents with type 1 diabetes. *Nutrients*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/nu10010109>

Vargas-Uricoechea, H., & Casas-Figueroa, L. Á. (2015). An Epidemiologic Analysis of Diabetes in Colombia. In *Annals of Global Health* (Vol. 81, Issue 6, pp. 742–753). Elsevier USA.  
<https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.11.001>

Vargas-Uricoechea, H., & Casas-Figueroa, L. Á. (2016). Epidemiology of diabetes mellitus in South America: The experience of Colombia. *Clinica e Investigacion En Arteriosclerosis*, 28(5), 245–256. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2015.12.002>

Viteri, A., & Herrera, E. (2019). Correlación entre el coeficiente proteína / creatinina en una muestra de orina al azar y la proteinuria en orina de 24 horas como prueba diagnóstica de nefropatía diabética en los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 hospitalizados en el servicio d. *Revista Ecuatoriana de Medicina EUGENIO ESPEJO*, 7(11), 1–6.  
<https://doi.org/10.23936/ree.v7i11.46>

Waeger, P., Liptay, S., & Hummel, M. (2017). Type 1 diabetes and celiac disease. *Diabetes, Stoffwechsel Und Herz*, 15(5), 57–62. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803013-4.00003-x>

Zheng, Y., Ley, S. H., & Hu, F. B. (2017). Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Nature Reviews Endocrinology*, 14(2), 88–98.  
<https://doi.org/10.1038/nrendo.2017.151>

Zurita Cruz, J. N., Dosta Martínez, G. E., Villasís Keever, M. Á., Rivera Hernández, A. de J., Garrido Magaña, E., & Nishimura Meguro, E. (2016). Pacientes pediátricos con diabetes tipo 1: crecimiento y factores asociados con su alteración. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México*, 73(3), 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.bmhmx.2016.03.002>