

**MODALIDAD DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO

Informe final de investigación previo a la obtención del título de Licenciada en Ciencias de
la Salud en Laboratorio Clínico e Histopatológico

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título:

Sistematización del uso de pruebas de laboratorio en el diagnóstico de diabetes mellitus
infanto-juvenil

Autor:

Erika Esthefania Romero Colcha

Tutora:

Dra. Luisa Carolina González Ramírez

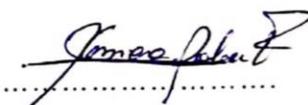
RIOBAMBA – ECUADOR

2021

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

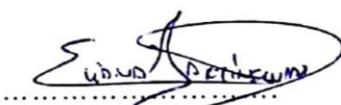
Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: *Sistematización del uso de pruebas de laboratorio en el diagnóstico de diabetes mellitus infanto-juvenil*, dirigido por: la Dra. Luisa Carolina González Ramírez, una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final escrito del proyecto de investigación con fines de graduación en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH. Para constancia de lo expuesto firman:

Mgs. Ximena del Rocío Robalino Flores
Presidente del Tribunal



.....
Firma

Mgs. Eliana Elizabeth Martínez Duran
Miembro del Tribunal



.....
Firma

Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez
Miembro del Tribunal



.....
Firma

CERTIFICADO DEL TUTOR

Yo, Luisa Carolina González Ramírez, docente de la Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico en calidad de Tutora del Proyecto de Investigación titulado: “Sistematización del uso de pruebas de laboratorio en el diagnóstico de diabetes mellitus infanto-juvenil”, propuesto por Erika Esthefania Romero Colcha, egresado de la Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico de la Facultad Ciencias de la Salud, luego de haber realizado las debidas correcciones, certifico que se encuentra apto para la defensa pública del proyecto.

Riobamba, 02 de diciembre de 2021



Firmado electrónicamente por:
LUISA CAROLINA
GONZALEZ
RAMIREZ

Dra. Luisa Carolina González Ramírez

Docente tutor de la carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este trabajo de investigación corresponde exclusivamente a su autora Erika Esthefania Romero Colcha con cédula de identidad 0604585240 y tutora Dra. Luisa Carolina González Ramírez y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Erika Esthefania Romero Colcha

CI: 0660458524-0

DEDICATORIA

En primer lugar, agradezco a Dios porque entre tantas personas en el mundo me permite seguir manteniendo el privilegio de la vida y de gozar de miles de bendiciones en la misma. Además por la dicha de tener a mi familia, que son el motor de cada una de mis actividades, a pesar de la dirección que tomemos.

Dedico la presente tesis a mis padres: Guido y María Lucrecia, quienes con su esfuerzo y apoyo incondicional, nunca permitieron que me detenga en el camino para cumplir mi meta, porque cada día aprendí con su ejemplo a no rendirme por más difícil que sea la situación y a siempre actuar bajo valores y principios de la mano de Dios. A mí querida hermana Eliana, que siempre me alentó cada minuto de la carrera a hacer realidad mis metas y sueños.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	10
INTRODUCCIÓN	10
Páncreas.....	15
Insulina	16
Diabetes mellitus	17
Factores de riesgo	18
Tipos de diabetes	18
Diagnóstico mediante pruebas de laboratorio	20
Complicaciones	23
CAPÍTULO II.....	24
METODOLOGÍA.....	24
Tipo de investigación.....	24
Población.....	24
Muestra.....	25
Criterios de inclusión	25
Criterios de exclusión	25
Estrategias de Búsqueda.....	26
Métodos de estudio	26
Técnicas.....	26
Procedimiento.....	26
Procesamiento estadístico	29
Consideraciones éticas	29
CAPÍTULO III	30
DESARROLLO	30
CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de incidencia estandarizada por edad-sexo (cada 100.000 personas por año) sobre la diabetes tipo 1 en niños y adolescentes de 0 a 14 años.....	12
Figura 2. Tejido endocrino y exocrino del páncreas.....	16
Figura 3. Islotes de Langerhans.....	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de riesgo modificables y no modificables para el desarrollo de diabetes mellitus en la edad pediátrica.	31
Tabla 2. Pruebas de diagnóstico para la diabetes.....	34
Tabla 3. Sensibilidad y especificidad de la hemoglobina glicosilada de acuerdo al punto de corte en varios estudios con niños y adolescentes en el diagnóstico de la diabetes.	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tipos de diabetes	50
Anexo 2. Consecuencias de una diabetes mal controlada.....	50
Anexo 3. Diabetes mellitus de origen autoinmune.....	51
Anexo 4. Algoritmo diagnóstico de la diabetes mellitus tipo 2	52
Anexo 5. Algoritmo diagnóstico de la diabetes mellitus tipo 1	53

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación tuvo el objetivo de recopilar información relacionada con las pruebas de laboratorio que contribuyen al diagnóstico de diabetes mellitus infanto-juvenil, a partir del análisis de fuentes de información primaria y secundaria. La metodología empleada en este trabajo fue de enfoque cualitativo, nivel descriptivo, diseño documental, corte transversal y retrospectivo, utilizando una población de 84 fuentes bibliográficas útiles y relacionadas con el objeto de estudio; se utilizó información de sitios web, reportes epidemiológicos, manuales digitales, y artículos científicos publicados en NCBI, BVS, Elsevier, Pubmed Scielo, Redalyc y Medigraphic, durante los últimos 10 años para llevar a cabo el criterio de actualidad. Para la obtención de datos se aplicó la estrategia de búsqueda avanzada en las bases de datos y buscadores web, seleccionando palabras clave, y filtrando la información, en idioma español e inglés, y en el ámbito de salud. Los resultados obtenidos fueron que, para el diagnóstico de la diabetes mellitus infanto-juvenil los exámenes de laboratorio establecidos por la Asociación Americana de Diabetes siguen siendo las pruebas de oro, como son la glucosa basal, al azar, tolerancia oral de la glucosa y la hemoglobina glicosilada. Sin embargo, esta última es cuestionada por su baja sensibilidad y variabilidad biológica en niños y adolescentes. Los escasos antecedentes sobre el tema y el creciente número de casos es un llamado de atención para desarrollar estrategias que permitan una detección temprana en niños y adolescentes y disminuir el riesgo de complicaciones y mortalidad.

Palabras clave: Diabetes mellitus, infanto-juvenil, pruebas de laboratorio, glucosa, hemoglobina glicosilada.

ABSTRACT

The following research work aimed to collect information related to laboratory tests that contribute to the diagnosis of infant-juvenile diabetes mellitus, based on the analysis of primary and secondary information sources. The methodology used in this work was a qualitative approach, descriptive level, documentary design, cross-sectional and retrospective. By using a population of 84 useful bibliographic sources related to the object of study; the study got information from websites, epidemiological reports, digital manuals, and scientific articles published in NCBI, BVS, Elsevier, Pubmed Scielo, Redalyc and Medigraphic, during the last decade to carry out the current affairs criterion. Therefore, to obtain data, the advanced search strategy was applied in databases and web search engines, selecting keywords, and filtering the information in Spanish and English and the health field. The results obtained were that, for the diagnosis of diabetes mellitus infant-juvenile, the laboratory tests established by the American Diabetes Association are still the gold tests, such as basal glucose, random, oral glucose tolerance and glycosylated hemoglobin. However, the last-mentioned; is questioned for its low sensitivity and biological variability in children and adolescents. The insufficient background on the subject and the growing number of cases is a wake-up call to develop strategies that allow early detection in children and adolescents and decrease the risk of complications and mortality.

Keywords: Diabetes mellitus, infant-juvenile, laboratory tests, glucose, glycosylated hemoglobin.

DARIO
JAVIER
CUTIOPALA
LEON



Firmado
digitalmente por
DARIO JAVIER
CUTIOPALA LEON
Fecha: 2021.12.16
11:39:30 -05'00'

Reviewed by:
Lic. Dario Javier Cutiopala Leon
ENGLISH PROFESSOR
c.c. 0604581066

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus (DM) es un trastorno metabólico crónico que genera la elevación de los niveles de glucosa en sangre (hiperglicemia)¹. Existen distintos tipos de diabetes como la tipo 1 y 2, la gestacional y otros tipos de diabetes específicos. En este último grupo se engloban múltiples variedades de diabetes con características patogénicas similares a las DM tipo 1 o DM tipo 2. Las más importantes en relación a niños y adolescentes son la diabetes tipo 1 y 2. De acuerdo a varios estudios se conoce que antes de 1990 era poco común encontrar niños o adolescentes con diabetes tipo 2 siendo muy frecuente la diabetes tipo 1, es decir, que la primera era una enfermedad de personas adultas. A partir de esa década se produjo un incremento notable en el número de casos de diabetes tipo 2 en la edad pediátrica².

Si la diabetes mellitus no es controlada o diagnosticada de forma temprana puede tener complicaciones severas, debido a que la hiperglicemia puede llegar a concentraciones nocivas para los sistemas fisiológicos del organismo, produciendo la disfunción de varios órganos como los ojos, los riñones, la piel, el corazón y el cerebro³.

De ahí la importancia de una detección temprana y un diagnóstico confiable de la diabetes mellitus, dentro del cual las pruebas de laboratorio juegan un papel fundamental. En los países desarrollados, se calcula que más del 80% de las decisiones médicas se realizan en base a las pruebas de laboratorio⁴. Algunas de las pruebas de laboratorio que ayudan para el diagnóstico de dicha enfermedad son: glucosa en ayunas, glucosa al azar, prueba de tolerancia a la glucosa y la hemoglobina glicosilada (HbA1c)⁵.

De acuerdo a la Federación Internacional de Diabetes (FID) para el 2019, el número de personas con diabetes a nivel mundial fue de 463 millones, de estos, más de un millón eran niños y adolescentes. Los decesos provocados por la misma fueron de cuatro millones de personas de entre 20 y 79 años de edad ese mismo año. Se proyecta que el número de pacientes diabéticos incremente a 578 millones para el año 2030, y a 700 millones para 2045.

Los países con el mayor número personas con diabetes son China, India y los Estados Unidos de América, y se estima que sigan siéndolo hasta el 2030.

Al mismo tiempo se tiene cifras considerables de personas que padecen la enfermedad, pero no han sido diagnosticadas, es decir desconocen que padecen diabetes. En 2019, uno de cada dos (50,1%), es decir, 231,9 millones de los 463 millones de personas con diabetes (predominando la diabetes tipo 2), en un rango de edad de 20 a 79 años, desconocen que tienen esa afección⁶.

Los registros demuestran la necesidad inmediata de una mejor estrategia para optimizar la detección temprana de la diabetes, para conocer las cifras reales a nivel mundial. Es fundamental una detección temprana, dado que la evolución de la diabetes sin diagnosticar puede tener efectos negativos, con mayor riesgo de complicaciones a largo plazo y considerables gastos en atención médica. La proporción más alta de la diabetes sin diagnosticar ocurre en el continente Africano (59,7%), y estando en quinto lugar América del Sur y Central (41,9%)⁶.

La población pediátrica con diabetes tiene un crecimiento anual. En el continente europeo la mayor parte de niños y adolescentes padecen de diabetes tipo 1, sin embargo, en otros países como Japón, es más común la diabetes tipo 2 en este grupo de edad⁶.

A nivel mundial, para el año 2015 alrededor del 0,02% de la población menor de 15 años (1.800 millones de personas) tenían diabetes mellitus tipo 1 (DM1), es decir, alrededor de 500.000 niños, teniendo una incidencia de 80.000 nuevos casos cada año⁷. En Estados Unidos, durante el 2018, se estimó que 210.000 niños y adolescentes menores de 20 años (25 por cada 10.000) fueron diagnosticados con diabetes; de los cuales 187.000 tenían DM1⁸.

Posteriormente, en el año 2019 de acuerdo al informe de la FID estas cifras aumentarían, existiendo así, 1.110.100 de niños y adolescentes menores de 20 años con dicha enfermedad. Estimando así que cerca de 98.200 de la población infanto-juvenil menores de 15 años reciben cada año el diagnóstico de diabetes tipo 1 y este número crece a 128.900 tomando en

cuenta hasta menores de 20 años. Las regiones con mayor número de casos prevalentes e incidentes son Europa, América del Norte y Caribe, Sudeste Asiático, Oriente Medio, Norte de África, América del Sur y Central, África⁶(Figura 1).

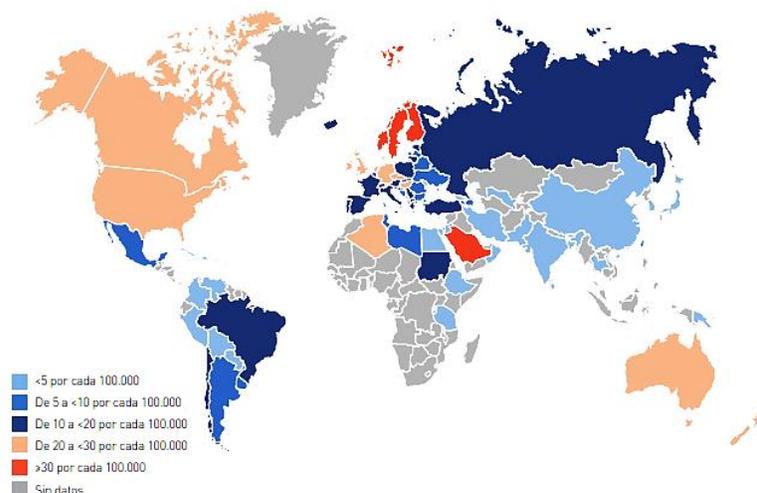


Figura 1. Índice de incidencia estandarizada por edad-sexo (cada 100.000 personas por año) sobre la diabetes tipo 1 en niños y adolescentes de 0 a 14 años

Fuente: IDF Diabetes Atlas 2019

En América del Sur y Central se estima que 127.200 niños y adolescentes menores de 20 años tienen diabetes tipo 1 en la región. De los cuales 95.800 de ellos viven en Brasil, convirtiéndolo en el país con el tercer mayor número de niños y adolescentes con este tipo de diabetes en el mundo, después de los Estados Unidos e India⁶.

En cuanto a la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), tiene una incidencia entre los 12 y 16 años de edad, rango que coincide con los estadios medios o finales de la pubertad. Aunque la DM1 sigue siendo la más común en la edad pediátrica en varios países, la DM2 ha llegado a superarla en la población de Japón y Taiwán donde puede llegar a ser de 3 a 6 casos por cada 100.000 jóvenes. Por otro lado, en Estados Unidos se tiene una incidencia de 5.000 casos por año, siendo más frecuente en indígenas americanos, afroamericanos e hispanos⁹.

Existen datos sobre el incremento de la DM2 en niños y adolescentes en ciertos territorios como Europa, Oriente Medio, Norte de África, América del Sur y Central son algunos de

ellos. No obstante, son escasos los registros, por no ser una enfermedad de registro obligatorio. La población infanto-juvenil con diabetes mellitus tipo 1 y 2 corre el riesgo de padecer complicaciones en los primeros años de la edad adulta, lo cual tiene un efecto importante en la persona, el núcleo familiar y la sociedad⁶.

Estudios relacionados con la DM2 en niños y jóvenes establecen una significativa relación con el incremento de la obesidad en estos grupos etáreos⁹. Y esto se ve reflejado en las estadísticas indicando que, la obesidad y el sobrepeso se han incrementado entre el 7 y 12% en niños menores de 5 años, así pues, en América uno de cada cinco jóvenes es obeso. Según Hospedales, asesor principal en enfermedades no transmisibles: “La diabetes ha alcanzado proporciones de epidemia en América Latina y el Caribe, obteniendo los porcentajes más altos de diabetes en el mundo. Si no se realizan acciones inmediatas al respecto el problema únicamente seguirá creciendo”¹⁰.

En la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Ecuador (Ensanut) del año 2012, se muestra que en el país el 0,2 % de la población entre 10 y 19 años tiene diabetes. La mayoría de ellos viven en la zona urbana y la minoría en la zona rural. La ciudad de Quito y la costa urbana tienen los mayores números en diabetes¹¹. Mientras tanto, en la provincia de Chimborazo y específicamente en la ciudad de Riobamba, no existen estudios epidemiológicos en relación con la diabetes mellitus en niños y adolescentes. Únicamente se encontró el estudio realizado por Segura, quien describe que de 360 pacientes diabéticos atendidos en el Hospital Andino de Riobamba, 17 de eran adolescentes, lo que representa el 4,72% de la población analizada¹².

Sin embargo, teniendo en cuenta la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la ciudad de Riobamba, específicamente en los estudiantes escolares y adolescentes del área urbana es considerable, debido a que alcanzan un promedio total de 24,1% mostrando una pequeña diferencia porcentual entre escolares (27,7%) y adolescentes (21,5%), esto se observa en la mayor parte de hijos de familias de bajos recursos económicos. Por lo que se estima que los niños y adolescentes corren riesgo de llegar a desarrollar diabetes mellitus¹³.

La diabetes mellitus es una de las patologías crónicas que puede presentarse en la edad pediátrica. En realidad, no se trata de una única enfermedad, sino que incluyen un grupo de alteraciones metabólicas, caracterizadas por la hiperglucemia persistente, siendo la causante de gran parte de las complicaciones que pueden llegar a desarrollar los pacientes diabéticos con el transcurso del tiempo¹⁴. Dentro de la sintomatología que puede llegar a presentar un niño diabético se encuentra: poliuria (micción excesiva), nicturia (micción nocturna frecuente), polidipsia (sed excesiva), visión borrosa, úlceras en la piel, retardo en la cicatrización, acrocordones (verrugas alrededor del cuello), acantosis nigricans (coloración oscura del cuello, codos o axilas), pequeños lunares rojos en la piel, pliegues en el lóbulo de la oreja y pérdida de peso; sin embargo en algunos casos la diabetes es asintomática¹⁵.

En la población infanto-juvenil, el 90% de los casos son de diabetes mellitus de tipo 1, ocasionado por un déficit de producción de insulina, ya que las células encargadas de producirla son destruidas por el sistema inmune del propio individuo. Por el contrario, la diabetes mellitus de tipo 2, afecta frecuentemente a personas adultas, o asociada a obesidad en niños y adolescentes, que es causada por un inadecuado funcionamiento del páncreas que limita o impide la producción de insulina en el organismo¹⁶.

Como consecuencia de esta enfermedad los pacientes pediátricos presentan una mayor incidencia de: depresión, estrés psicológico, ansiedad y trastornos de la conducta alimentaria⁷. De igual forma con el tiempo desencadena la falla de varios órganos y sistemas, de forma específica riñones, ojos, nervios, corazón, piel y vasos sanguíneos¹⁷. De ahí la importancia de tener un diagnóstico temprano apoyados en pruebas de laboratorio para evitar complicaciones a futuro.

Atendiendo esta situación se plantea el siguiente problema científico:

¿Cuáles son las pruebas de laboratorio que contribuyen al diagnóstico de diabetes mellitus en niños y adolescentes?

El laboratorio clínico constituye un elemento fundamental de los servicios de salud debido que desarrolla labores asistenciales, docentes y de investigación. El médico solicita apoyo del laboratorio porque necesita información confiable y oportuna sobre los niveles los analitos para la toma de decisiones relacionadas con el tratamiento en beneficio del paciente. El médico observa en el paciente una serie de manifestaciones clínicas, incluyendo signos y síntomas, los cuales, para ser objetivos, deben ser traducidos a datos cuantitativos que solamente se obtienen con las pruebas de laboratorio⁴.

Este estudio tiene como objetivo general recopilar información relacionada con las pruebas de laboratorio que contribuyen al diagnóstico de diabetes mellitus infanto-juvenil, a partir del análisis de fuentes de información primaria y secundaria, que serán de ayuda fundamental para la adecuada implementación de recursos terapéuticos de manera oportuna y proporcionada al riesgo de los pacientes por parte del personal médico.

Los principales beneficiarios serán los niños y adolescentes que presenten esta enfermedad o aquellos que deseen prevenirla. Incluso es de gran ayuda para médicos especialistas o instituciones de salud donde se brinda atención médica de dichos pacientes, también contribuirá con la formación de los laboratoristas clínicos y bioquímicos para el diagnóstico correcto de diabetes mellitus infanto-juvenil.

Al compilar información sobre el diagnóstico de la diabetes mellitus en la población infanto-juvenil, analizarla, interpretarla y desarrollar el marco teórico, se amplía en gran medida los diferentes conceptos que permiten comprender de mejor manera el problema planteado. De forma específica la fisiopatología de la diabetes mellitus, las pruebas de laboratorio que ayudan a su diagnóstico, y con ello dar respuesta al problema de investigación planteado.

Páncreas

El páncreas es una glándula con forma alargada, ubicada en la cavidad abdominal por detrás del estómago. Mide aproximadamente entre 15 y 23 cm de largo, con un peso que oscila entre 70 y 150 gramos¹⁸. Es una glándula mixta, conformada por tejido exocrino constituida por células acinares generadoras de enzimas digestivas, también, presenta un tejido endocrino

formado por las células de los islotes de Langerhans, que producen hormonas¹⁹ (Figura 2):.El páncreas tiene dos funciones que son:

- **Función exocrina (digestión):** Secreta enzimas (proteasas, amilasa y lipasa) en el intestino delgado para facilitar la absorción de las proteínas, carbohidratos y grasas.
- **Función endocrina (funciones metabólicas):** Secreta las hormonas insulina y glucagón al torrente sanguíneo para mantener niveles adecuados de glucosa¹⁸.

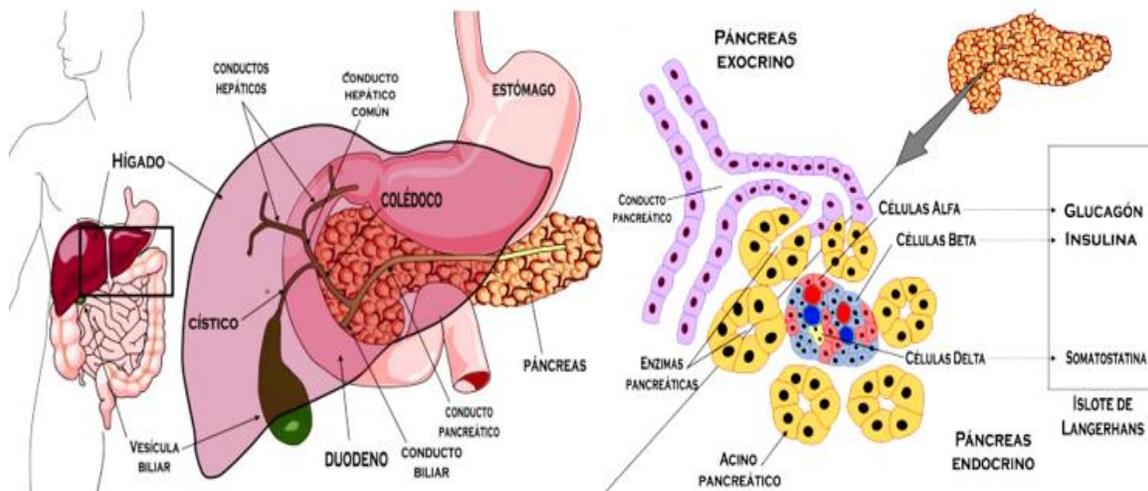


Figura 2. Tejido endocrino y exocrino del páncreas.

Fuente: Anatomía y fisiología del páncreas endocrino. Mora Palma y De la Vega Jiménez, 2018.

Insulina

La insulina es una hormona secretada por el páncreas específicamente por las células beta (Figura 3), en respuesta a la presencia de glucosa en sangre y en menor medida, por otras sustancias contenidas en los alimentos. La acción de esta hormona es necesaria para el correcto aprovechamiento de los alimentos²⁰.

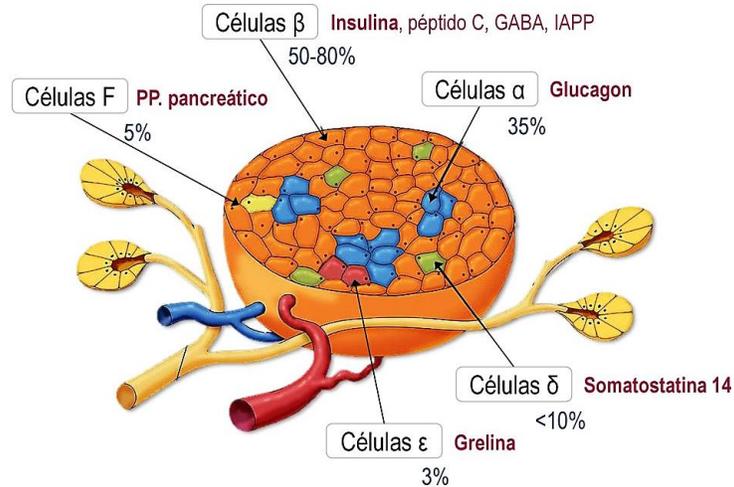


Figura 3. Islotes de Langerhans

Fuente: Cabrera O, Berman DM, Kenyon NS, Ricordi C, Berggren PO, Caicedo A. The unique cytoarchitecture of human pancreatic islets has implications for islet cell function. Proc Natl Acad Sci. 2006

Diabetes mellitus

La diabetes mellitus no es una entidad clínica homogénea, sino que comprende un conjunto de alteraciones metabólicas caracterizadas por la hiperglucemia crónica, siendo esta el resultado de fallos en la secreción de insulina o daño de los receptores de insulina que impiden su ingreso a la célula. Como resultado de ello se producen alteraciones en el metabolismo de los hidratos de carbono, los lípidos y las proteínas²¹.

Dentro de la sintomatología en los niños y adolescentes lo primero que puede llamar la atención es que a pesar de comer mucho (polifagia), tienden a adelgazar. En otras ocasiones, especialmente en niños pequeños, pierden el apetito (anorexia) y también pierden peso. Además, habrá una necesidad excesiva de orinar (poliuria), cuando esto ocurre, el niño tendrá mucha sed y beberá abundante líquido (polidipsia) y consumirá mayor cantidad de alimentos de lo habitual (polifagia). También, puede presentar agotamiento (astenia). Al mismo tiempo puede haber cambios en el carácter volviéndose apático o irritable¹⁶.

Al transcurrir el tiempo, la falta de insulina va progresando, y los síntomas pueden evolucionar hacia una situación de mayor gravedad, llamada cetoacidosis diabética, acompañada con vómitos, inapetencia, dolor abdominal, deshidratación, alteraciones respiratorias, tendencia al sueño e incluso la pérdida de la conciencia. Para prevenir estas complicaciones, es necesario ir al médico ante los síntomas iniciales, para un diagnóstico temprano¹⁶.

Factores de riesgo

Dentro de los principales factores de riesgo para desarrollar diabetes mellitus en niños y adolescentes son una inadecuada alimentación con excesivo consumo de hidratos de carbono, sedentarismo, obesidad o sobrepeso, antecedentes familiares de diabetes (factor genético), alteraciones en la regulación de la glucosa²².

La obesidad, se ha convertido en principal factor de riesgo de la diabetes, a nivel mundial la mayoría de los casos de diabetes mellitus son atribuidos a la obesidad o sobrepeso, y juntas estas dos enfermedades incrementan siete veces el riesgo de muerte²³. En nuestro país el sobrepeso y la obesidad en la población infanto-juvenil es una preocupación creciente. En Ecuador en el año 2012, se reporta que 1 de cada 10 niños menores de cinco años ya sufre alguna de estas condiciones. Esta cifra va en aumento con la edad: 1 de cada 3 niños en edad escolar y 1 de cada 4 adolescentes tienen obesidad o sobrepeso²⁴.

Tipos de diabetes

- Diabetes mellitus tipo 1

La diabetes mellitus tipo 1 es una enfermedad autoinmune multifactorial que se caracteriza por una deficiencia parcial o total de insulina como resultado de la destrucción crónica progresiva de las células beta del páncreas. Esto puede ser por causas genéticas o ambientales. Generalmente la clínica empieza a aparecer cuando se han destruido aproximadamente el 90% de las células beta⁷.

La triada clásica en niños y adolescentes es la manifestación de poliuria, polidipsia y pérdida de peso. La sintomatología en algunos casos tiene una progresión más rápida apareciendo: vómitos, deshidratación, y alteración de la conciencia, cuadro correspondiente a cetoacidosis diabética²⁵.

Para demostrar que es de origen autoinmune se emplea la detección de autoanticuerpos. En la práctica clínica los autoanticuerpos que son comúnmente analizados son los dirigidos contra la insulina (IAA), contra la descarboxilasa del ácido glutámico (anti-GAD), contra el antígeno de insulinoma tirosinfosfatasa-like (anti-IA2) y contra células del islote (anti-ICA)⁷. En cuanto a los factores ambientales que pueden causar la respuesta autoinmune aún son desconocidos. Sin embargo, se discute la posible influencia de factores infecciosos (rubéola, enterovirus), antígenos alimentarios (proteína de leche de vaca, gluten, metabolismo de la vitamina D), entre otros⁷.

Independientemente de la causa, esto conlleva a la deficiencia de insulina y la consiguiente disminución de la glucosa intracelular; lo cual producirá el incremento de la glucemia y la formación de cuerpos cetónicos como energía alterna. Los cuerpos cetónicos, tienen un carácter ácido, disminuyendo así el pH, desarrollando una cetoacidosis diabética⁷.

- **Diabetes mellitus tipo 2**

La diabetes mellitus tipo 2 se produce cuando la secreción de insulina es inadecuada para satisfacer el incremento en las demandas provocada por la resistencia a la insulina. El cuadro clínico inicia con signos y síntomas como la obesidad y el sobrepeso que se presenta entre el 85 y 95% de los casos y la acantosis nigricans hasta en el 90% de ellos que hacen posible la sospecha clínica, sin embargo, el médico requiere confirmar el diagnóstico con los análisis de laboratorio donde se evidencia la hiperglucemia, y entre el 8 y 25% de pacientes presenta cetoacidosis²⁵.

En personas con predisposición genética algunos factores como la obesidad y el sedentarismo, facilitan el desarrollo de la insulino-resistencia en varios tejidos. Por este

motivo las células beta deben incrementar su secreción para mantener el equilibrio metabólico, si el paciente permanece sin control, da lugar a hiperglucemia y en consecuencia a la diabetes mellitus tipo 2. Además, se relaciona con factores del síndrome de resistencia insulínica que son la hipertensión arterial, acantosis nigricans, hiperandrogenismo ovárico, hígado graso no alcohólico e hiperlipidemias²⁵.

Diagnóstico mediante pruebas de laboratorio

- Glucemia basal

Análisis que mide la concentración de glucosa en sangre de un paciente con un estado de ayunas mínimo 6 u 8 horas, su resultado es expresado en miligramos por decilitro (mg/dl). Si los niveles de glucemia se elevan por encima a los valores establecidos, se denomina hiperglucemia, mientras que, si descienden se está ante una hipoglucemia. El examen se realiza por la mañana mediante la obtención de una muestra de sangre venosa en la que se separa el suero que es la muestra biológica donde se determina el nivel de glucosa.

Es importante destacar que para obtener un resultado confiable el paquete celular debe separarse del suero lo más pronto posible, para evitar la disminución de la glucosa en el suero debido al metabolismo de los eritrocitos. Para ello se recomienda el uso de tubos tapa amarilla que contienen un gel separador de suero. Los valores de referencia para la glucemia basal de niños adolescentes y adultos son de 70 a 100 mg/dl²⁶.

- Glucosa postprandial

Al valor de glucosa en sangre tras haber ingerido alimentos se denomina glucosa postprandial. Transcurrido un tiempo de 60 a 90 minutos el valor de la glucosa no debe sobrepasar de los 160 mg/dl desde el momento que se ingirió algún alimento. Los niveles de glucemia luego de tres horas de la ingesta deben volver a los valores normales. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, el paciente tiene una hiperglicemia postprandial cuando el valor de la glucosa en plasma sanguíneo es mayor a 140 mg/dl, a las dos horas de haber ingerido alimentos²⁶.

- **Prueba de tolerancia oral a la glucosa**

La prueba de tolerancia oral a la glucosa evalúa la capacidad del organismo para regular los niveles de glucosa en sangre. Es de gran utilidad en el diagnóstico de diabetes mellitus. Para este examen el paciente debe tener 8 horas de ayuno, posterior a ello se toma una muestra sanguínea para medir los niveles de glucemia basal, que puede obtenerse de manera inmediata en el laboratorio con un glucómetro portátil, al que se le introduce una pequeña cantidad de sangre contenida en la jeringa para evitar el pinchazo del dedo en el paciente. Sí los niveles de glucosa en sangre se encuentran por debajo de 125 mg/dl se procede a la prueba, sí los valores resultan superiores debe consultarse al médico sobre los posibles efectos adversos que tendrá la ingestión de una solución glucosada al paciente.

Sí el paciente es adulto y presenta valores de glucemia dentro del rango de referencia debe ingerir a pequeños sorbos una carga de 75 gramos de glucosa anhidra disuelta en agua durante el lapso de 5 minutos. Sí se trata de un niño o un adolescente la concentración de la solución glucosada se debe calcular multiplicando por 1,75 los kilogramos de peso del paciente. Dos horas después, se toma una segunda muestra sanguínea para medir los valores de glucemia poscarga²⁶.

- **Hemoglobina glicosilada**

La hemoglobina glicosilada (HbA1c) es el porcentaje de la fracción de hemoglobina que permanece dentro del glóbulo rojo, que tiene glucosa adherida. Es un análisis de sangre que se realiza para el diagnóstico de la diabetes mellitus y para el control de la eficacia del tratamiento instaurado en el paciente diabético. Indica el nivel de glicemia en sangre promedio en los últimos dos o tres meses. A mayores niveles de glucemia, mayor será el porcentaje de HbA1c. El valor normal de la HbA1c, debe encontrarse por debajo del 6,5% tanto en niños y adolescentes, como en adultos²⁷.

- **Glucosuria**

Los niveles elevados de glicemia dan como resultado la glucosuria (presencia de glucosa en la orina). En las nefronas la glucosa es reabsorbida en su totalidad, sin embargo, cuando los

valores de glucemia son elevados, alrededor de los 180 mg/dl de glucosa en sangre, la nefrona da paso a que la glucosa se elimine por la orina para compensar la sobrecarga, que no es disminuida por la insulina. Con la utilización de la tira reactiva se puede dar a conocer la presencia de glucosuria, este método está basado en la reacción específica de glucosa – oxidasa/peroxidasa, pero debe ser reconfirmada mediante la técnica de Benedict para informarse con 1 a 4 cruces según la cantidad²⁸.

Cuando un paciente presenta glucosuria, pero los niveles de glucemia entran en el rango de referencia considerado normal, debe consultarse al paciente, es posible que después de haber tomado la muestra de orina para el análisis se haya inyectado insulina, algunas veces el Laboratorio no da la orientación necesaria al paciente y el día del análisis se realiza la aplicación rutinaria de insulina, trayendo como consecuencia una incoherencia en los resultados obtenidos²⁸.

- **Cetonuria**

La determinación de cetonuria se realiza mediante la tira reactiva, la cual detecta ácido acetoacético desde 5 mg/dl. Cuando hay un descenso de insulina el organismo usa la grasa almacenada como fuente secundaria de energía produciendo las cetonas. La cetonuria es característica de la diabetes mellitus tipo 1²⁸.

- **Determinación de insulina**

La medición de insulina en sangre es un examen que ayuda a conocer si el paciente presenta valores normales, disminuidos, o elevados. Su valor de referencia se encuentra entre 60 a 100 mg/dl. La hipoinsulinemia es más frecuente en niños o adolescentes con diabetes tipo 1, mientras que, la hiperinsulinemia llega a aparecer cuando se presenta resistencia a la insulina²⁹.

- **Determinación de anticuerpos**

Para demostrar que la enfermedad es de origen autoinmune se emplea la detección de autoanticuerpos. En la práctica clínica los autoanticuerpos que son comúnmente analizados son los dirigidos:

- contra la insulina (IAA)
 - contra la descarboxilasa del ácido glutámico (anti-GAD)
 - contra el antígeno de insulinoma tirosinofosfatasa-like (anti-IA2)
 - contra células del islote (anti-ICA)⁷.
- **Perfil lipídico**

La diabetes mellitus provoca alteraciones de las lipoproteínas por lo cual es recomendable la determinación de triglicéridos, colesterol total, HDL-colesterol y LDL-colesterol³⁰.

La fisiopatología de las irregularidades de los lípidos a consecuencia de la hiperglucemia se presenta con un aumento en los triglicéridos plasmáticos, como consecuencia del incremento en la producción de lipoproteína de muy baja densidad (VLDL), provocada por concentración alta de ácidos grasos libres circulantes, secundaria a la deficiencia relativa de insulina. Los pacientes diabéticos, asimismo, presentan niveles de colesterol de la lipoproteína de baja densidad (LDL) elevados comparados con individuos no diabéticos³¹.

La insulina juega un papel fundamental en el metabolismo de los lípidos. En el tejido adiposo inhibe la lipasa sensible a hormonas, provocando un efecto antilipolítico, promoviendo el depósito de triglicéridos en los adipocitos y así reduce la liberación de ácidos grasos libres desde el tejido adiposo a la circulación sanguínea. Esta en pacientes sin diabetes, induce la disminución de 67% del contenido de triglicéridos de las VLDL. La insulina reduce la producción de VLDL al disminuir los ácidos grasos libres circulantes, que son sustratos para su formación, y también por un efecto inhibitorio directo en los hepatocitos³¹.

Complicaciones

Dentro de las complicaciones agudas que produce la diabetes se encuentra: accidentes cardiovasculares o cerebrovasculares, lesiones neurológicas, coma e incluso la muerte en caso de no ser tratada. De igual forma la hiperglucemia crónica de la diabetes causa daños con el pasar del tiempo, produciendo fallo en varios órganos: especialmente corazón, ojos, riñones, vasos sanguíneos y nervios³².

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo y nivel descriptivo debido a que utilizó la recolección y análisis de información obtenida de bases de información científica relacionados a las pruebas de diagnóstico de la diabetes mellitus infanto-juvenil para responder al problema de investigación planteado y realizar una oportuna interpretación de los mismos.

El tipo de investigación según la cronología de los hechos fue transversal de tipo retrospectivo, pues se investigó información y estudios realizados en el pasado, para esta investigación se trabajó con diferentes fuentes de información y documentos que se obtuvieron de bases de datos y sitios web confiables publicados dentro de los últimos 10 años, los cuales sirvieron para recolectar información del objeto de estudio.

El diseño de investigación fue documental o bibliográfico por la recopilación de información sobre el tema en los siguientes sitios web: NCBI, BVS, Redalyc, Scielo, Pubmed, Mendeley, Elsevier, Google Scholar, Medigraphic, dentro de los cuales se examinó artículos con ensayos clínicos, revisiones científicas y documentos.

Población

Para la población de esta investigación se empleó bibliografía extraída de diferentes fuentes primarias y secundarias de información de donde se obtuvieron: manuales y libros digitales disponibles en la Organización Panamericana de la Salud (OPS), y la Organización Mundial de la Salud sobre la diabetes mellitus en niños y adolescentes; artículos científicos de diferentes bases de datos como NCBI, BVS, Redalyc, Scielo, Pubmed, Mendeley, Elsevier, Google Scholar, Medigraphic; informes epidemiológicos de diabetes mellitus de la OPS/OMS y del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, entre otros.

La población de estudio quedó establecida en un total de 84 fuentes bibliográficas de información científica que están conformadas por: 56 artículos científicos, 10 manuales, 11 informes epidemiológicos, 4 sitio web y 3 libros. El número de artículos científicos que se obtuvo de cada base de datos fueron: 4 artículos de NCBI, 4 de BVS, 4 de Redalyc, 8 de Scielo, 5 de Pubmed, 7 de Elsevier, 14 de Google Scholar, 7 de Medigraphic, 3 de Scopus.

Muestra

La muestra que se seleccionó fue de 58 fuentes bibliográficas útiles que relacionaban su contenido estrechamente con las variables del objeto de estudio. Esta muestra está conformada por: 47 artículos científicos, 5 manuales, 5 informes epidemiológicos y 1 sitio web. El número de artículos científicos que se obtuvo de cada base de datos fueron: 2 artículos de NCBI, 2 de BVS, 4 de Redalyc, 8 de Scielo, 5 de Pubmed, 5 de Elsevier, 14 de Google Scholar, 7 de Medigraphic. Para esta muestra seleccionada se aplicó un tipo de muestreo no probabilístico porque los criterios de inclusión y exclusión fueron a criterio del autor de la investigación.

Criterios de inclusión

- Artículos científicos con relación a diabetes mellitus en niños y adolescentes, pruebas de laboratorio para la diabetes mellitus.
- Artículos en idioma español o inglés, dentro del rango de 5 a 10 años de vigencia.
- Artículos provenientes de bases de datos de revistas indexadas y documentos de organizaciones internacionales (OMS/OPS)

Criterios de exclusión

- Artículos científicos incompletos o sin acceso abierto, con relación a diabetes mellitus sin información de pruebas de laboratorio.
- Artículos en portugués, chino.
- Información de blogs, resúmenes.

Estrategias de Búsqueda

En la presente investigación se aplicó en primer lugar la selección de palabras clave sobre el objeto de estudio (dentro de estas palabras claves utilizadas fueron: diabetes mellitus, infanto-juvenil, niños y adolescentes, pruebas de laboratorio, hiperglucemia, hemoglobina glicosilada), se optó por la búsqueda en las bases de datos previamente mencionadas escribiendo las palabras claves, en los resultados se filtraron por años y áreas temáticas relacionados a salud y medicina. Para una búsqueda más exacta se utilizó operadores booleanos (AND y NOT) que ayudan a y obtener mejores fuentes bibliográficas del tema. Luego se seleccionó la mejor información que ayude a responder al problema de investigación.

Métodos de estudio

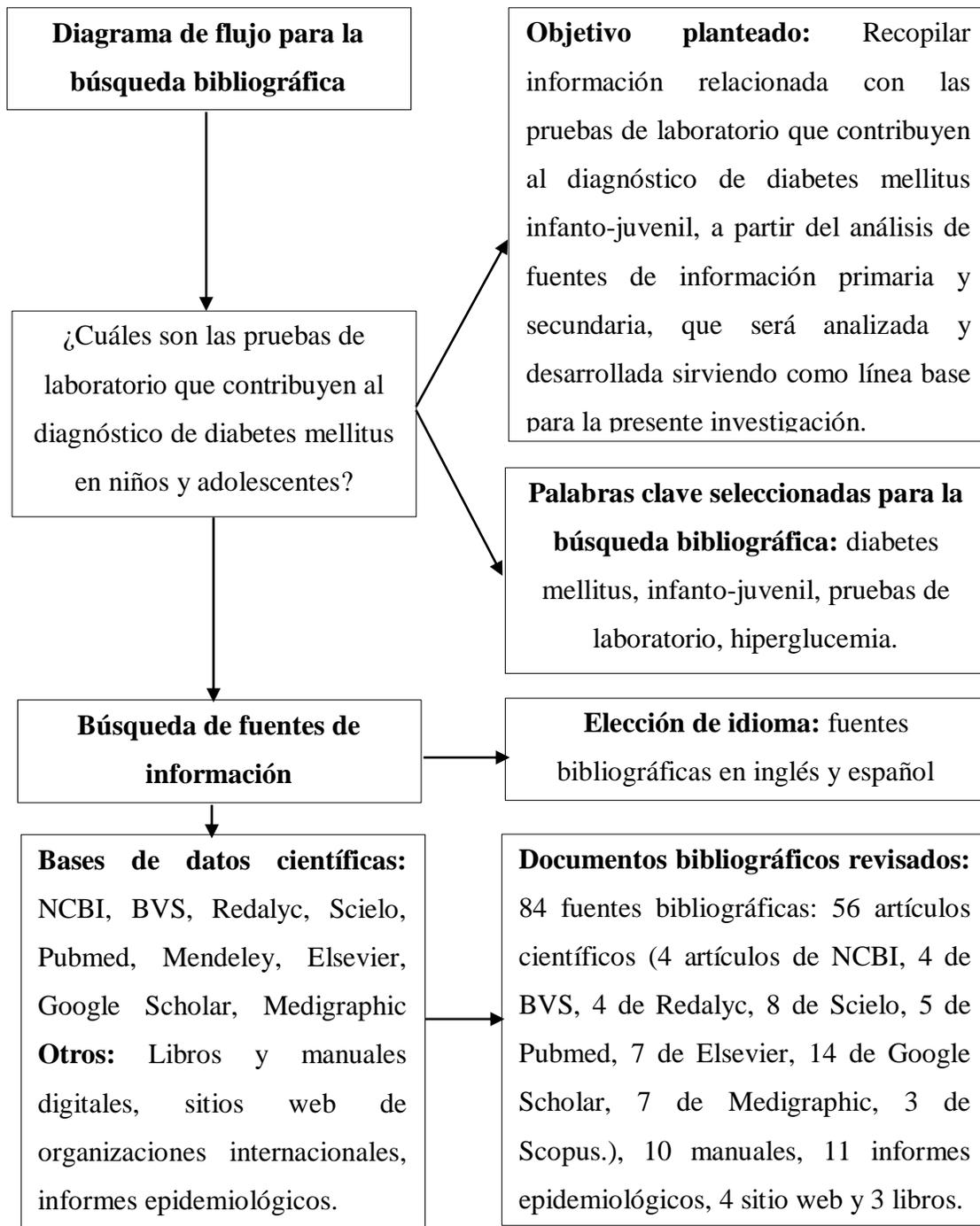
Se aplicó el método teórico porque solo se realizó el análisis de los artículos científicos, libros y manuales digitales, sitios web de organizaciones internacionales e informes con respecto al objeto de estudio para su respectiva síntesis y desarrollo de la investigación.

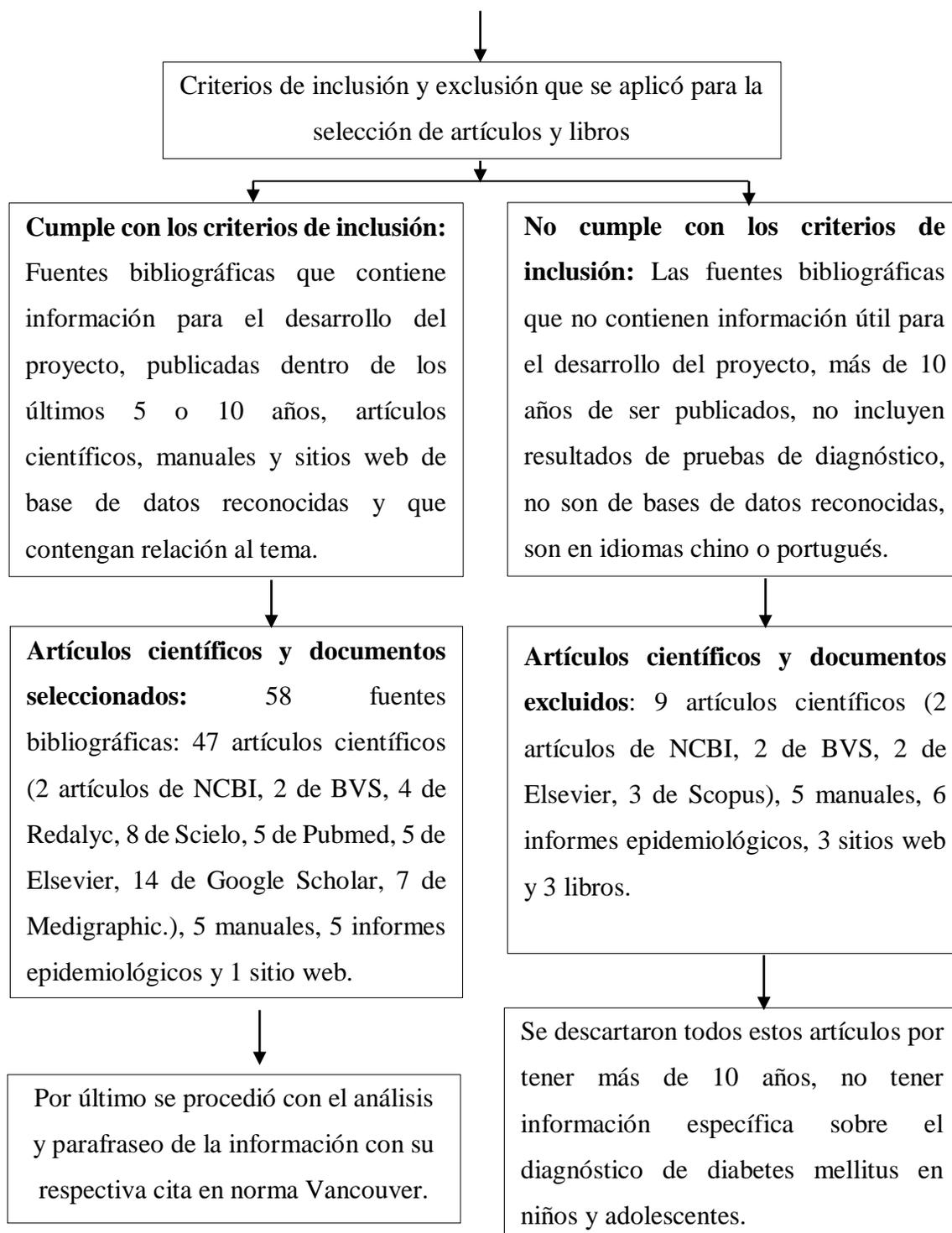
Técnicas

Al tratarse de un proyecto de revisión bibliográfica las técnicas que se usaron en la recopilación de la información fueron la búsqueda de información científica mediante el empleo de buscadores de información científica como Google Académico y bases de datos como NCBI, BVS, Redalyc, Scielo, Pubmed, Mendeley, Elsevier, Medigraphic de los cuales se seleccionaron documentos los cuales aportan a la investigación.

Procedimiento

Para la búsqueda de documentos bibliográficos de carácter científico usados en la investigación se procedió como se muestra en el diagrama de flujo que se encuentra a continuación.





Procesamiento estadístico

Solo se recolectó datos cualitativos para su análisis y luego se procedió a la selección de información útil para ser incorporados en el proyecto de investigación. No se requirió ningún procesamiento estadístico para esta investigación.

Se recolectaron datos cualitativos para el análisis de contenidos, interpretación de resultados y selección de información para acumular evidencias mediante la triangulación de la información.

Consideraciones éticas

Debido a que es un trabajo de investigación de revisión documental no es necesario un comité de ética ya que no se trabajó con seres vivos o muestras biológicas.

CAPÍTULO III

DESARROLLO

Para el presente proyecto de investigación de carácter bibliográfico, las principales fuentes de consulta fueron seleccionadas de acuerdo al contenido del documento descargado y a la actualidad de la información. Se logró recolectar información científica de distintas bases de datos como NCBI, BVS, School Google, Redalyc, Scielo, Medigraphic, Elsevier, las cuales fueron la base para el desarrollo del proyecto de investigación; adicionalmente se trabajó también con informes epidemiológicos (obtenidos de la FID, OMS y Ministerio de Salud Pública del Ecuador), manuales y libros digitales de libre acceso y totalmente descargables en formato PDF de la web.

Las principales circunstancias que conllevan al inicio de diabetes mellitus son el déficit de insulina, provocado por la falla en el funcionamiento o por la disminución de las células β , provocando una elevación en la resistencia a la insulina manifestada por un aumento en la producción hepática de glucosa y por la menor captación de glucosa en tejidos insulinosensibles, especialmente musculoesquelético, hígado y tejido adiposo³³.

De acuerdo a varios artículos analizados el número de personas con diabetes se ha cuadruplicado en los últimos 40 años, poniendo en evidencia la necesidad de toma de medidas urgentes contra dicha enfermedad. Asimismo, el valor de los servicios médicos para personas diabéticas es tres veces mayor que para una persona sin diabetes. Los estudios evidencian que aproximadamente un tercio de las personas diabéticas no están diagnosticadas y llegan a desarrollar complicaciones en el momento del diagnóstico, aumentando así, las posibilidades de complicaciones crónicas o una mortalidad prematura.

La diabetes mellitus representa un grave problema de salud a nivel mundial, con un alto índice de prevalencia en los diferentes países alrededor del mundo. Esto nos lleva analizar cuáles son las causas que hacen que las cifras de nuevos casos de diabetes en el mundo crezcan de una manera acelerada especialmente en niños y adolescentes. En la Tabla 1 se

establecen los factores de riesgo más comunes que conllevan a desarrollar diabetes mellitus tipo 1 o 2 en edad pediátrica.

Tabla 1. Factores de riesgo modificables y no modificables para el desarrollo de diabetes mellitus en edad pediátrica

Factor de riesgo		Descripción
No modificable	Genéticos	Como en otras patologías de origen autoinmune, se tiene una predisposición genética, sobre la que algún factor ambiental desencadena una respuesta autolesiva del propio sistema inmunitario sobre las células beta del páncreas desencadenando la enfermedad.
	Grupo étnico o racial	Afroamericanos, hispano, nativos americanos, asiático-americano e isleños del Pacíficos.
Modificable	Sedentarismo	Un estilo de vida sedentario reduce el gasto de energía y promueve el aumento de peso, lo que eleva el riesgo de diabetes mellitus tipo 2.
	Obesidad y sobrepeso	En el momento que el tejido adiposo excede su capacidad de almacenar lípidos se produce un desbordamiento lipídico almacenándose este en tejidos no adiposos (corazón, hígado), aumentando la cantidad de ácidos grasos y desarrollando lipotoxicidad por lo cual se eleva la glucosa y se reduce de capacidad de producción de insulina. Además, puede llegar a producir resistencia a la insulina, aumentando el riesgo de desarrollar complicaciones graves.
	Alimentación	El consumo de abundantes hidratos de carbono contenidos en pan, pasta, refrescos azucarados, comida chatarra, dulces, postres, es decir una dieta con un alto contenido calórico pueden desencadenar en diabetes mellitus 2.

Lara et al (2017), en su estudio estiman que los hijos de un progenitor diabético tienen un 40% de riesgo de desarrollar diabetes mellitus, frente al riesgo existente en la población en general siendo este de un 7% y si ambos progenitores son diabéticos, el riesgo aumentará a un 70%³⁴. Teniendo un mayor riesgo hereditario la diabetes tipo 2 en comparación que la tipo 1. En el caso de hermanos gemelos, cuando uno de ellos tiene diabetes tipo 1, únicamente en la mitad de los casos, el otro gemelo desarrollará la enfermedad, mientras tanto, en la diabetes tipo 2, si uno tiene la enfermedad, el otro tiene un 80% de posibilidades de desarrollarla³⁵.

Wagner et al (2011), comprueban en su investigación “Genética en la diabetes mellitus”, que el principal determinante genético para la diabetes mellitus tipo 1 es la región del complejo mayor de histocompatibilidad, específicamente en el cromosoma 6, seguido del gen de la insulina y de la proteína tirosina fosfatasa no receptora de tipo 22. La mayor parte de estos genes relacionados con esta enfermedad afectan la regulación de la tolerancia inmunológica o a mecanismos implicados en la respuesta inmune. Mientras, para la diabetes tipo 2 existen más de 20 genes, que afectan la regulación de la masa celular beta y la secreción de insulina³⁶.

La diabetes mellitus es una patología multifactorial en la que el riesgo de contraerla se incrementa cuando existen factores de riesgo genéticos o ambientales, sin embargo, ese riesgo aumenta aún más cuando ambos factores coinciden en la misma persona; poniendo en evidencia que no basta la carga genética que se hereda de los progenitores, sino que se necesita de un ambiente predisponente para expresar la enfermedad. Benavides et al (2018), menciona que a diferencia de lo estimado en diversos estudios, para ellos la historia familiar no es el antecedente de mayor relevancia, sino los múltiples factores ambientales entre los que cuentan el modo de alimentación y el sedentarismo, aumentan exponencialmente su aparición³⁷.

Rodríguez y González (2015), refieren que los factores ambientales que inducen la respuesta autoinmune aún son inciertos, pero puede haber una posible influencia de factores infecciosos como la rubéola, enterovirus, antígenos alimentarios como la proteína de leche de vaca, el

gluten o alteraciones del metabolismo de la vitamina D, entre otros⁷. Aguirre et al (2012), añade otros factores como parto por cesárea y una exposición limitada a microorganismos durante la infancia³⁸.

Por otra parte, la epidemia mundial de la diabetes se ha elevado simultáneamente al acelerado aumento en la prevalencia de obesidad, el cual a su vez tiene relación con la rápida urbanización, los cambios en el tipo de alimentación y un estilo de vida cada vez más sedentario. Las naciones que tienen un veloz desarrollo económico experimentan un mayor incremento en la prevalencia de diabetes tipo 2³³.

Hernández et al (2016), concuerdan en que algunos aspectos como la automatización en los puestos de trabajo, los avances en la tecnología, la falta de tiempo y las mejoras en el transporte, conllevan a las personas al consumo de comida rápida rica en calorías y al sedentarismo. En este sentido se puede considerar a la obesidad como el factor de riesgo de mayor importancia para el desarrollo de diabetes mellitus tipo 2, convirtiéndose de esta forma en uno de los problemas de salud pública más relevantes de este siglo³⁹. Otros factores de riesgo modificables en adolescentes incluyen el estrés crónico, depresión y trastornos relacionados con el sueño. Así como, cierta medicación por ejemplo esteroides o diuréticos, pueden aumentar el riesgo de diabetes mellitus^{40, 41}.

Varios estudios demuestran que en Ecuador hay un alto porcentaje de niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad en especial en las zonas urbanas. Estos llevan vidas sedentarias (inactividad física, varias horas diarias en la computadora o la televisión) con dietas de alto contenido calórico (comida chatarra) lo que aumenta su predisposición de desarrollar diabetes^{11, 24}. No obstante Mota et al (2021), apunta que una intervención de enseñanza en el estilo de vida para prevenir la diabetes en niños es posible. Existe suficiente evidencia que demuestra que un estilo de vida saludable disminuye las tasas de incidencia en todos los grupos de edad⁴².

Una combinación de estos factores de riesgo hace que la enfermedad se desarrolle en un número considerable de niños y adolescentes. Haciéndolos más propensos a complicaciones

en un futuro sino se llega a realizar un diagnóstico temprano. De ahí la importancia de un diagnóstico prematuro de la diabetes basado en la clínica y apoyado en las pruebas de laboratorio.

En la Tabla 2 se enlistan las pruebas estandarizadas para el diagnóstico de la diabetes mellitus establecidas en la guía Asociación Latinoamericana de Diabetes³².

Tabla 2. Pruebas de diagnóstico para la diabetes

Prueba	Normal	Diabetes mellitus	Observaciones
Glucemia en ayuno	<100 mg/dL	≥ 126 mg/dL	La persona debe estar en ayuno (ausencia de ingesta calórica durante al menos 8 h).
Glucosa al azar	<140 mg/dL	≥ 200 mg/dL	En un paciente con síntomas clásicos de hiperglucemia.
Prueba de tolerancia oral a la glucosa (2h)	<140 mg/dL	≥ 200 mg/dL	Esta debe desarrollarse como explica la Organización Mundial de la Salud, usando una carga de glucosa que contenga el equivalente a 75 g de glucosa anhidra disuelta en agua.
Hemoglobina glicosilada	<5,7 %	≥ 6,5%	La prueba debe realizarse en un laboratorio que use un método certificado por el Programa Nacional de Estandarización de Glicohemoglobina y estandarizado según el ensayo de control y complicaciones de la diabetes.

Jiménez et al (2020), recomiendan realizar pruebas de detección de diabetes a los 10 años o después del inicio de la pubertad, en niños con sobrepeso u obesidad que cuentan con uno o más factores de riesgo adicionales. Si los resultados de las pruebas son normales es necesario

repetir, al menos, cada tres años o más frecuentemente si el índice de masa corporal es elevado⁴³. Mientras que, si los resultados se encuentran alterados estos deben repetirse para su reconfirmación, salvo cuando existan signos evidentes de diabetes mellitus tipo 2, donde la glucemia al azar sea ≥ 200 mg/dl, este será suficiente.

La Asociación Americana de Diabetes determina que la diabetes se puede diagnosticar según los criterios de glucosa plasmática, ya sea el valor de glucosa plasmática en ayunas, glucosa al azar, prueba de tolerancia oral a la glucosa, o con los criterios de la hemoglobina glicosilada. Explicando que no hay una prueba superior a otra y que cada una de ellas no detecta la diabetes mellitus en las mismas personas⁴⁴.

La glucosa plasmática en ayunas y la prueba de tolerancia a la glucosa pueden usarse para diagnosticar diabetes. La concordancia entre estas dos pruebas no siempre va a ser igual, de la misma manera que la concordancia entre la hemoglobina glicosilada y cualquiera de las pruebas basadas en determinación glucosa. Si se observa una comparación con los puntos de corte de la glucosa plasmática basal y la hemoglobina glicosilada, el valor de la prueba de tolerancia a la glucosa diagnóstica a más personas con diabetes o con riesgo a padecerla. En las personas en las que exista discordancia entre los valores de hemoglobina glicosilada y los de la glucosa, la glucosa plasmática de ayunas y la prueba de tolerancia a las dos horas son más precisas⁴⁴.

La hemoglobina glicosilada tiene algunas ventajas en comparación con las otras pruebas, incluyendo una mayor facilidad debido a que no requiere ayuno, su estabilidad preanalítica es elevada y existen menos alteraciones producidas por el estrés, los cambios en la alimentación o la enfermedad. Aunque, estas ventajas pueden verse compensadas por la menor sensibilidad de la prueba en el punto de corte designado, un mayor valor por el test, una disponibilidad limitada de pruebas en ciertas regiones del mundo en desarrollo y la correlación imperfecta entre esta prueba y la glucosa promedio en ciertos individuos. El umbral de diagnóstico de esta prueba se encuentra en $\geq 6,5\%$, diagnosticando así, solo el 30% de los casos de diabetes identificados conjuntamente utilizando todas las pruebas antes mencionadas, de acuerdo a la Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición⁴⁴.

Rodríguez et al (2021), establecen que, al usar la hemoglobina glicosilada para diagnosticar la diabetes, es importante considerar que esta es una medida indirecta de los niveles promedio de glucosa en sangre y se debe tener en cuenta otros factores que pueden afectar la glicación de la hemoglobina independientemente de la glucemia, como son la hemodiálisis, el embarazo, el tratamiento del VIH, edad, raza / etnia, antecedentes genéticos y anemia / hemoglobinopatías⁴⁵.

Los niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad en quienes se está tomando en cuenta el diagnóstico de diabetes tipo 2 deben tener un panel de autoanticuerpos pancreáticos probados para descartar la probabilidad de diabetes tipo 1 autoinmune⁴⁶. Rodríguez y González mencionan que los autoanticuerpos regularmente analizados en la práctica clínica son los dirigidos contra: la insulina (IAA), las células del islote (anti-ICA), el antígeno de insulinoma tirosinofosfatasa-like (anti-IA2) y la descarboxilasa del ácido glutámico (anti-GAD)⁷.

Se recomienda que los anticuerpos se midan en un laboratorio alineado con el Programa de Estandarización de Autoanticuerpos Pancreáticos del Instituto Nacional de Diabetes y Enfermedades Digestivas y Renales (NIDDK) debido a que los ensayos comerciales actualmente disponibles pueden no ser lo suficientemente sensibles o específicos⁴⁶. Otros análisis que pueden ayudar a diferenciar los tipos de diabetes son la determinación del péptido C o la insulina.

Sin embargo, existen pruebas que orientan al médico en el diagnóstico clínico de diabetes o riesgo de padecerla. Al realizar un examen químico de orina pueden hallarse valores elevados de glucosa que se produce por una hiperglicemia (diabetes mellitus) o debido a una glucosuria renal. Por tanto los pacientes que tienen glucosuria requieren análisis de sangre para confirmar o descartar un diagnóstico de diabetes^{47, 48}. Se sospecha de diabetes mellitus en una persona cuando en el uroanálisis se detecta glucosuria y cuerpos cetónicos, la presencia de estos puede ser causada por una disminución en la concentración de insulina⁴⁹.

Por otro lado, en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad, se considera entre los principales factores de riesgo el hallazgo de un perfil lipídico aterogénico donde existe mayor cantidad de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y una baja cantidad de lipoproteínas de alta densidad (HDL), situación que lleva al médico a valorar la resistencia a la insulina e incluso la presencia de síntomas de diabetes⁵⁰.

Las pruebas de diagnóstico antes mencionadas son utilizadas tanto en la población pediátrica como para personas adultas, teniendo en cuenta la menor concentración de la solución glucosada que debe administrarse a niños y adolescentes, siendo calculada de acuerdo al peso del paciente. En todos los artículos analizados utilizan los criterios de diagnóstico establecidos por la Asociación Americana de la Diabetes. Sin embargo, varios de ellos concuerdan en que la prueba de hemoglobina glicosilada tiene una baja sensibilidad en esta población y no debe ser considerada como una prueba de diagnóstico en niños y adolescentes. La mayor parte de las publicaciones sugieren la necesidad de continuar los estudios para que la información acerca de este tema sea más precisa.

Teniendo en cuenta que la sensibilidad de una prueba es la capacidad para determinar correctamente aquellas personas que tienen la enfermedad y la especificidad es la capacidad de una prueba para identificar aquellos individuos que no la tienen, la Tabla 3 muestra la sensibilidad y especificidad de la prueba de hemoglobina glicosilada obtenida por distintos autores en estudios con niños y adolescentes diabéticos.

Tabla 3. Sensibilidad y especificidad de la hemoglobina glicosilada de acuerdo al punto de corte en varios estudios con niños y adolescentes en el diagnóstico de la diabetes

Autor	Niños y adolescentes	Punto de corte	Sensibilidad	Especificidad
Lee et al. ⁵² (2011)	1.156 México – americanos	5,7%	50%	98,3%
Rivera et al. ⁵³ (2015)	109 Mexicanos	≥ 6.5%	12,5%	89,8%
		5,45%	62,5%	57,1%

Nowika et al.⁵⁴ (2011)	1.156 Caucásicos, afroamericanos e hispanos.	5,5%	57%	59,9%
		5,8%	67,7%	87,64%

Para saber la eficacia de una prueba, es necesario establecer un punto de corte (PC) que permita determinar aquellos individuos con un resultado positivo o negativo. Este especificará además la sensibilidad y especificidad de la prueba ⁵⁵.

Para el diagnóstico de la diabetes mellitus se han estudiado diversos grupos étnicos y etarios en diferentes partes del mundo, según los resultados obtenidos se recomienda que el punto de corte de la hemoglobina glicosilada se encuentra entre 5,6 y 7,0 %. De forma específica en la población pediátrica, Lee et al., después de analizar 1.156 adolescentes con sobrepeso con edades comprendidas entre 12 y 18 años y 6.751 adultos entre 19 y 79 años de diferentes grupos étnicos (México - americanos) llegaron a la conclusión que el punto de corte recomendado para la HbA1c de 6,5 %, este analito no resulta un buen predictor de diabetes mellitus en adolescentes al comparar los resultados obtenidos en adultos, finalmente recomiendan un punto de corte de 5,7% para un mejor diagnóstico en adolescentes debido a que tiene una mayor sensibilidad⁵².

Rivera et al (2015), utilizaron esta prueba con el punto de corte $\geq 6,5\%$ en el estudio de 119 niños y adolescentes mexicanos, donde la sensibilidad de la HbA1c como prueba diagnóstica fue del 12,5 % con una especificidad del 89,9 %, evidenciando la poca eficiencia de esta prueba en el diagnóstico de diabetes mellitus en la población pediátrica⁵³. Al igual que Nowika et al (2011), usaron este punto de corte en 1.156 adolescentes obesos de diferentes etnias, en el cual para los de procedencia hispana se evidencio una baja sensibilidad y especificidad, además, se obtuvo otras variaciones según el grupo étnico, con valores más altos en afroamericanos, más bajos en los caucásicos y niveles intermedios en hispanos (5,38 % \pm 0,38).

Se ha sugerido un punto de corte de HbA1c de 5,8 %, para niños y adolescentes, debido a que su especificidad y sensibilidad son elevadas en este punto, 87,6% y 67,7 %

respectivamente, en comparación con otros puntos de corte⁵⁴. Por otra parte, hay que reconocer que esta prueba cuenta con una alta especificidad en cualquier punto de corte.

Por lo tanto, se puede concluir, con los estudios consultados, que el punto de corte de HbA1c $\geq 6,5$ %, recomendado a nivel internacional para el diagnóstico de diabetes mellitus, muestra una sensibilidad y especificidad diferente en distintos grupos etarios, étnicos e incluso según el género estableciendo que la hemoglobina glicosilada no debe ser utilizada como única prueba en diagnóstico de diabetes mellitus en niños y adolescentes^{54, 56}.

En Ecuador, de acuerdo a los informes del Ministerio de Salud Pública, no existe una estandarización de la metodología para el uso de la HbA1c y debido a su elevada variabilidad biológica y alto costo no se sugiere esta prueba como único método de diagnóstico de diabetes⁵⁷. Por otro lado, algunos autores afirman que tanto la determinación de la glucemia en ayunas, glucemia al azar, prueba de tolerancia a la glucosa o determinación de hemoglobina glicosilada son excelentes para el diagnóstico de diabetes mellitus, siempre y cuando se apliquen partiendo de un adecuado juicio clínico y reconociendo las fortalezas y debilidades de cada prueba diagnóstica⁵⁸.

CONCLUSIONES

La diabetes mellitus es una enfermedad donde algunos factores de riesgo hacen que aparezca de manera temprana en niños y adolescentes. Es posible que una combinación de inadecuada alimentación, sobrepeso, obesidad, sedentarismo, predisposición genética, alteraciones hormonales y metabólicas, glucotoxicidad y lipotoxicidad, así como, factores medio ambientales contribuyan al deterioro de la función de las células β y favorezcan el desarrollo de la enfermedad en la edad pediátrica.

El diagnóstico de la diabetes mellitus infanto-juvenil se basa en pruebas de laboratorio estandarizadas por la Asociación Americana de la Diabetes como son la glucosa plasmática basal, glucosa al azar, tolerancia oral a la glucosa (con concentraciones calculadas según el peso) y la hemoglobina glicosilada (con punto de corte 5,7). Otras pruebas de ayuda para la diferenciación entre diabetes mellitus tipo 1 y 2 son la utilización de autoanticuerpos, péptido C e insulina. Además, existen algunos indicadores de esta enfermedad en ciertas pruebas como presencia de cetonuria y glucosuria que pueden orientar al personal de salud sobre la presencia de la enfermedad.

Tanto en personas adultas como en niños y adolescentes el diagnóstico de la diabetes es similar. Sin embargo basados en el punto de corte de la hemoglobina glicosilada, no es recomendada como una prueba de diagnóstico por su baja sensibilidad en este tipo de población. Concluyendo así que el uso de pruebas basadas en la glucosa, tienen una mejor especificidad y sensibilidad al momento de realizar el diagnóstico de diabetes mellitus.

Al realizar una recopilación de información acerca del tema se puede reflexionar sobre la escasa cantidad de publicaciones sobre el diagnóstico de diabetes mellitus en niños y adolescentes. El creciente número de casos a nivel mundial es un llamado de atención para desarrollar estrategias que permitan una detección temprana en niños y adolescentes y disminuir el riesgo de mortalidad y complicaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Núñez AC. Paciente con diabetes mellitus tipo 2 descompensada, complicaciones y asociada a reingresos hospitalarios. [Tesis doctoral]. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2015. [consultado 14 de julio de 2021] Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/9431/1/CASO%20CLINICO%20DIABETES%20MELLITUS%20TIPO%202%20ANDREA%20NUNEZ.pdf>
2. Palomar A, Turón R, Palomar L. Educación sanitaria para pacientes pediátricos con debut diabético. Portalesmedicos.com [Internet] 2020 [consultado 14 de julio de 2021]; XV (17): 901. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/educacion-sanitaria-para-pacientes-pediatricos-con-debut-diabetico/>
3. Cervantes RD, Presno JM. Fisiopatología de la diabetes y los mecanismos de muerte de las células β pancreáticas. Revista de Endocrinología y nutrición. [Internet] 2013 [consultado 14 de julio de 2021]; 21 (3): 98 -106. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/endoc/er-2013/er133a.pdf>
4. Terrés AM. Detección, diagnóstico y control de la diabetes mellitus sobre la base de una tabla de nueve campos: GBA, HbA1c, GPT. Medigraphic.org. [Internet] 2012 [consultado 14 de julio de 2021]; 59 (2): 69 -79. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2012/pt122b.pdf>
5. Organización Mundial de la Salud. Informe mundial sobre la diabetes. [Internet] 2016 [consultado 14 de julio de 2021]. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204877/WHO_NMH_NVI_16.3_spa.pdf?sequence=1
6. Rhys W. ATLAS DE LA DIABETES DE LA FID. [Internet]. Bélgica: Suvi Karuranga, Belma Malanda, Pouya Saeedi, Paraskevi Salpea; 2019 [consultado 14 de julio de 2021]. Disponible en: https://diabetesatlas.org/upload/resources/material/20200302_133352_2406-IDF-ATLAS-SPAN-BOOK.pdf#page=38&zoom=auto
7. Rodríguez J, González I. Manejo y seguimiento del niño diabético. Pediatría integral. [Internet] 2015 [consultado 14 de julio de 2021]; XIX (7): 456-466. Disponible en:

- <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2015-09/manejo-y-seguimiento-del-nino-diabetico/>
8. Centros para el Control y Prevención de Enfermedades. Informe Nacional de Estadísticas de la Diabetes, 2020. [Internet] 2020 [consultado 14 de julio de 2021]. Disponible en: https://www.cdc.gov/diabetes/pdfs/data/statistics/NDSR_2020_Spanish-508.pdf
 9. Carvajal Martínez F, Bioti Torres Y, Carvajal Aballe M. Diabetes mellitus tipo 2: una problemática actual de salud en la población pediátrica. cysa [Internet]. 2020 [citado consultado 15 de julio de 2021]; 4(1):17-6. Disponible en: <https://revistas.intec.edu.do/index.php/cisa/article/view/1670>
 10. Organización Panamericana de la Salud. La diabetes muestra una tendencia ascendente en las Américas. [Internet] 2012 [consultado 15 de julio de 2021]. Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=7453:2012-diabetes-shows-upward-trend-americas&Itemid=1926&lang=es
 11. Freire WB et al. Tomo I: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la población ecuatoriana de cero a 59 años. ENSANUT-ECU 2012. Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito-Ecuador [Internet] 2014 [consultado 14 de julio de 2021]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf
 12. Segura VF. Insulina y hemoglobina glicosilada para monitoreo de diabetes mellitus. Hospital Andino de Riobamba. Mayo 2017- Junio 2018. . [Tesis]. Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo; 2018. [consultado 15 de julio de 2021]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5102/1/UNACH-EC-FCS-LAB-CLIN-2018-0010.pdf>
 13. Ramos P, Carpio T, Delgado V, Villavicencio V. Sobrepeso y obesidad en escolares y adolescentes del área urbana de la ciudad de Riobamba, Ecuador. Rev Esp Nutr Hum Diet [Internet]. 2015 [consultado 15 de julio de 2021]; 19(1): 21-27. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/renhyd/v19n1/original3.pdf>

14. Rubio O, Arjente J. Diabetes mellitus: formas de presentación clínica y diagnóstico diferencial de la hiperglucemia en la infancia y adolescencia. *Anales de Pediatría*. [Internet] 2012 [consultado 15 de julio de 2021]; 77 (5): 344. Disponible en: https://www.adolescenciasema.org/usuario/documentos/11_-Diabetes_paginado.pdf
15. Hayes JP. Diabetes mellitus en pediatría. *Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría*. [Internet]. 2014 [consultado 15 de julio de 2021]; 53(1): 54-59. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-06752014000100011&lng=es.
16. Arroyo FJ, Bahillo MP, León MC, Barreiro SC, Lozano MF, Gea IL, Frías MM, Delgado AM, Sánchez J, Echeverría IR. Lo que debes saber sobre la diabetes en la edad pediátrica. [Internet]. Madrid, España: Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. 2019 [consultado 15 de julio de 2021]. Disponible en: https://www.mscbs.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/excelencia/cuidadospaliativos-diabetes/DIABETES/Lo_que_debes_saber_sobre_la_diabetes_en_la_edad_pediatic.a.pdf
17. Rojas E, Molina R, Rodríguez C. Definición, clasificación y diagnóstico de la diabetes mellitus. *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*. [Internet] 2012 [consultado 15 de julio de 2021]; 10 (1): 7-12. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3755/375540232003.pdf>
18. Carrato A. Páncreas: Guía para pacientes y familia [Internet]. España: Grupo Español de Pacientes con Cáncer (GEPAC); 2017 [consultado 16 de julio de 2021]. Disponible en: https://cdn.goconqr.com/uploads/media/pdf_media/17930630/f2deb315-1b22-4425-aef9-27ecb17c414c.pdf
19. Rojano RJ, Storino MA, Serrano RJ, Contreras J, Almonte L, Agreda N. Sobrevida de los islotes β pancreáticos y uso de hipoglucemiantes orales: un gran reto para el médico actual. *Rev. Venez. Endocrinol. Metab.* [Internet]. 2016 Feb [consultado 16 de julio de 2021], 14(1):5-15. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102016000100002&lng=es.

20. Guía práctica de las insulinas. Menarini Diagnósticos, SA. [Internet] 2017 [consultado 16 de julio de 2021]. Disponible en: https://www.solucionesparaladiabetes.com/biblioteca/guias/GUIA_INSULINAS_Menarini-Diagnostics.pdf
21. Contreras J, Fernández A, Aguirre L, Puy M. Guía práctica para el manejo de la Diabetes Mellitus tipo 2. Bilbao: Universidad del País Vasco. [Internet] 2019 [consultado 16 de julio de 2021]. Disponible en: https://www.ciberisciii.es/media/581876/guiadm2_upv_ehu.pdf
22. Martínez J. ¿Cuáles son los factores de riesgo para desarrollar diabetes mellitus tipo 2? Guía de actualización en diabetes. [Internet] 2015 [consultado 16 de julio de 2021]. Disponible en: <https://redgdps.org/gestor/upload/GUIA2016/P3.pdf>
23. Córdova VH, Vega CA, Ortega MJ, Medallo R. Obesidad y diabetes, enfermedades interconectadas. Med Int Mex. [Internet] 2020 [consultado 16 de julio de 2021].36 (1):77-82. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2020/mim201j.pdf>
24. UNICEF. Obesidad infantil: Ecuador. [Internet] 2012 [consultado 16 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.unicef.org/ecuador/obesidad-infantil>
25. García B, Merino G, Maulino N, Méndez C. Diabetes mellitus en niños y adolescentes. Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo. Venezuela [Internet] 2012 [consultado 16 de julio de 2021]; 10 (1): 13-21. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3755/375540232004.pdf>
26. Padilla ED. Perfil glicémico como ayuda diagnóstica de diabetes mellitus. Hospital Andino. Riobamba. Mayo 2017- Junio 2018. [Tesis]. Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo; 2018. [consultado 16 de julio de 2021]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5101/1/UNACH-EC-FCS-LAB-CLIN-2018-0009.pdf>
27. Bracho NM. Hemoglobina glicosilada o hemoglobina glicada, ¿cuál de las dos? Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente. Venezuela. [Internet] 2015 [consultado 16 de julio de 2021]; 27 (4): 521-529. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427744808002.pdf>

28. Cromatest. Tiras reactivas para urianalisis. [Internet] 2017 [consultado 16 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.linear.es/ficheros/archivos/Linear%20U034-111%20Insert%20Spanish%20110812.pdf>
29. Chamba PX. Investigación de hiperinsulinemia como predictor de diabetes en personas obesas e hipertensas que asisten al Hospital Universitario de Guayaquil. [Tesis]. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2015. [consultado 17 de julio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8961/1/BCIEQ-T-0120%20Chamba%20Rugel%20Paola%20Ximena.pdf>
30. Corella M. Perfil lipoproteico de riesgo en pacientes con diabetes mellitus tipo 1. Anales de pediatría. [Internet] 2013 [consultado 16 de julio de 2021]; 79 (5): 335-336. Disponible en: <https://www.analesdepediatria.org/es-pdf-S169540331300074X>
31. Villalta D, Briceño Y, Miranda T, Abbate M, Hernández G, Paoli M. Dislipidemia en Diabetes Mellitus Tipo 1: Características y factores de riesgo asociados en pacientes del Instituto Autónomo Hospital Universitario de Los Andes, Mérida, Venezuela. Rev. Venez. Endocrinol. Metab. [Internet]. 2017 Jun [consultado 16 de julio de 2021]; 15(2): 86-97. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102017000200004&lng=es.
32. ALAD. Diagnóstico, Control y Tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2 con Medicina Basada en Evidencia Edición 2019. [Internet] 2019 [consultado 16 de julio de 2021]. Disponible en: https://revistaalad.com/guias/5600AX191_guias_alad_2019.pdf
33. Pérez I. Diabetes mellitus. Gac Med Mex [Internet] 2016 [consultado 14 de septiembre de 2021]; 152 (1): 50-55. Disponible en: https://www.anmm.org.mx/GMM/2016/s1/GMM_152_2016_S1_050-055.pdf
34. Lara, LC, Farrill LA, Martínez EA. Interacción genoma-ambiente en la génesis de la diabetes mellitus tipo 2. Acta Med Cent. [Internet] 2017 [consultado 14 de septiembre de 2021]; 11(4):70-80. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2017/mec174h.pdf>

35. Colino E. Tipos de diabetes. Fundación para la diabetes. [Internet] 2017 [consultado 14 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.fundaciondiabetes.org/infantil/177/tipos-de-diabetes-ninos>
36. Wiebe JC, Wagner AM, Novoa FJ. Genética de la diabetes mellitus. Rev. Nefrología. [Internet]. 2011 [consultado 15 de septiembre de 2021], 2(1):1-119. Disponible en: <https://revistanefrologia.com/es-genetica-diabetes-mellitus-articulo-X2013757511002452>
37. Benavides YM, Castillo GA. Factores asociados a Diabetes Mellitus tipo 1 en niños y adolescentes atendidos en el Hospital Infantil Manuel de Jesús Rivera en el período de Marzo a Mayo 2016 [Internet]. 2018 [consultado 15 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/10473/1/99377.pdf>
38. Aguirre MA, Rojas J, Cano R, Villalobos M, Paoli M, Berrueta L. Diabetes mellitus tipo 1 y factores ambientales: La gran emboscada. Rev. Venez. Endocrinol. Metab. [Internet]. 2012 [consultado 15 de septiembre de 2021], 10(3):122-134. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102012000300002&lng=es.
39. Hernández M., Batlle MA., Martínez B., San Cristóbal R., Pérez S, Navas S, Martínez JA. Cambios alimentarios y de estilo de vida como estrategia en la prevención del síndrome metabólico y la diabetes mellitus tipo 2: hitos y perspectivas. Anales Sis San Navarra [Internet]. 2016 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 39(2): 269-289. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272016000200009&lng=es.
40. Hannon, TS, Rofey, DL, Lee, SJ, Arslanian, SA. Síntomas depresivos y marcadores metabólicos de riesgo de diabetes tipo 2 en adolescentes obesos. [Internet]. 2013 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 14(7): 497-503. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23551914/>
41. Koren D, Levitt Katz LE, Brar PC, Gallagher PR, Berkowitz RI, Brooks LJ. Sleep Architecture and Glucose and Insulin Homeostasis in Obese Adolescents. Rev. Diabetes Care. [Internet]. 2011 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 34(11): 2442 - 2447. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3198280/>

42. Mota SV, Reyes CA, Estefan JP, Martínez CD, Calero PMFG, Velázquez HB. Evaluación de una intervención educativa en el estilo de vida para prevenir prediabetes o diabetes tipo 2 en niños mexicanos. *An Med Asoc Med Hosp ABC*. [Internet].2021 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 66(1):25-35. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2021/bc211e.pdf>
43. Jiménez SM, Pérez MP, Fernández MA, Escobar FJ, González B, Piera A. Manejo de la diabetes mellitus tipo 2 en adolescentes y adultos jóvenes en atención primaria. *Rev. SEMERGEN*. [Internet].2020 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 46(6):415-424. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-manejo-diabetes-mellitus-tipo-2-S1138359319304435>
44. Asociación Americana de Diabetes. Clasificación y diagnóstico de la diabetes: Estándares de atención médica en diabetes — 2021. *Diabetes Care*. [Internet].2021 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 44(1):15-33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33298413/>
45. Rodríguez M, Soler JA, Brizuela O, Santisteban HN, Berro AL Valor pronóstico de la hemoglobina glicada HbA1c en el padecimiento de retinopatía diabética en pacientes con diabetes mellitus tipo II. *Multimed*. [Internet].2021 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 24(2) Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/multimed/mul-2020/mul202k.pdf>
46. Asociación Americana de Diabetes. Clasificación y diagnóstico de la diabetes: Estándares de atención médica en diabetes — 2021. *Diabetes Care*. [Internet].2021 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 44(1):180-199. Disponible en: https://care.diabetesjournals.org/content/44/Supplement_1/S180
47. Medicina y laboratorio. Glucosa. *Diabetes Care*. [Internet].2021 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 22(11):577-583. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/883397/abc-glucosa.pdf>
48. Parra E, Martínez J. Interpretación de los análisis en la diabetes mellitus. *SEMFYC*. [Internet].2019 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 15(2):91-92. Disponible en: https://amf-semfyc.com/web/article_ver.php?id=2386

49. Saldarriaga S. Cetoacidosis diabética en niños. *Medicina y laboratorio*. [Internet]. 2016 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 22(11):511-523. Disponible en: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/883391/cetoacidosis-diabetica.pdf>
50. Calagua M, Falen J, Del Águila C, Lu-de Lama R, Rojas MI. Características clínicas y bioquímicas de la diabetes mellitus tipo 2 (DMt2) en el Instituto Nacional de Salud del Niño. *An. Fac. med.* [Internet]. 2012 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 73(2):141-146. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832012000200010&lng=es.
51. Donis JH. Evaluación de la validez y confiabilidad de una prueba diagnóstica. *Avances en Biomedicina*. [Internet]. 2012 [consultado el 16 de septiembre del 2021]; 1 (2): 73-81. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3313/331328015005.pdf>
52. Lee JM, Wu EL, Tarini B, Herman WH, Yoon E. Diagnosis of diabetes using hemoglobin A1c: should recommendations in adults be extrapolated to adolescents? *J Pediatric*. [Internet]. 2011 [consultado el 16 de septiembre del 2021]; 158 (6): 947-952. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21195416/>
53. Rivera A, Zurita JN, Garrido E, Fiorentini GM, Nishimura E. La hemoglobina glucosilada A1c como prueba diagnóstica para diabetes mellitus en adolescentes con sobrepeso u obesidad. [Internet]. 2015 [consultado el 16 de septiembre del 2021]; 53 (3): 294-299. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2015/ims153j.pdf>
54. Nowicka P, Santoro N, Liu H, Lartaud D, Shaw MM, Goldberg R, Guandalini C, Savoye M, Rose P, Caprio S. Utility of Hemoglobin A1c for Diagnosing Prediabetes and Diabetes in Obese Children and Adolescents. *Diabetes Care*. [Internet]. 2011 [consultado el 16 de septiembre del 2021]; 34 (6): 1306-1311. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3114343/>
55. Pruebas diagnósticas. SERGAS [Internet]. 2011 [consultado el 16 de septiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.sergas.es/Saude-publica/Documents/1932/6-Ayuda%20Pruebas%20diagnosticas.pdf>
56. Nadal JF, Arno AG. ¿Cuál es la validez diagnóstica de la hemoglobina glucosilada para el diagnóstico de la diabetes frente a la sobrecarga oral de glucosa y la glucemia

- basal en plasma venoso? GUÍA DE ACTUALIZACIÓN EN DIABETES. [Internet]. 2015 [consultado el 16 de septiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.redgdps.org/gestor/upload/GUIA2016/P2.pdf>
57. Ministerio de Salud Pública. Guía de Práctica Clínica (GPC) de Diabetes mellitus tipo 2. Primera Edición Quito: Dirección Nacional de Normatización; [Internet]. 2017 [consultado el 16 de septiembre del 2021]. Disponible en: https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Diabetes-mellitus_GPC.pdf
58. Jiménez SM, Pérez MP, Fernández MA, Escobar FJ, González B, Piera A. Manejo de la diabetes mellitus tipo 2 en adolescentes y adultos jóvenes en atención primaria. Rev. SEMERGEN. [Internet].2020 [consultado el 15 de septiembre del 2021]; 46(6):415-424. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-familia-semergen-40-articulo-manejo-diabetes-mellitus-tipo-2-S1138359319304435>

ANEXOS

Anexo 1. Tipos de diabetes

Clasificación etiológica de la diabetes mellitus

Diabetes tipo 1
Autoinmune
Idiopática
Diabetes tipo 2
Otros tipos específicos de diabetes
Defectos genéticos de la función de las células beta
Defectos genéticos en la acción de la insulina
Enfermedades del páncreas exocrino
Endocrinopatías
Inducida por drogas o fármacos
Infecciones
Formas raras de diabetes mediadas por procesos inmunes
Otros síndromes genéticos ocasionalmente asociados con diabetes
Diabetes gestacional

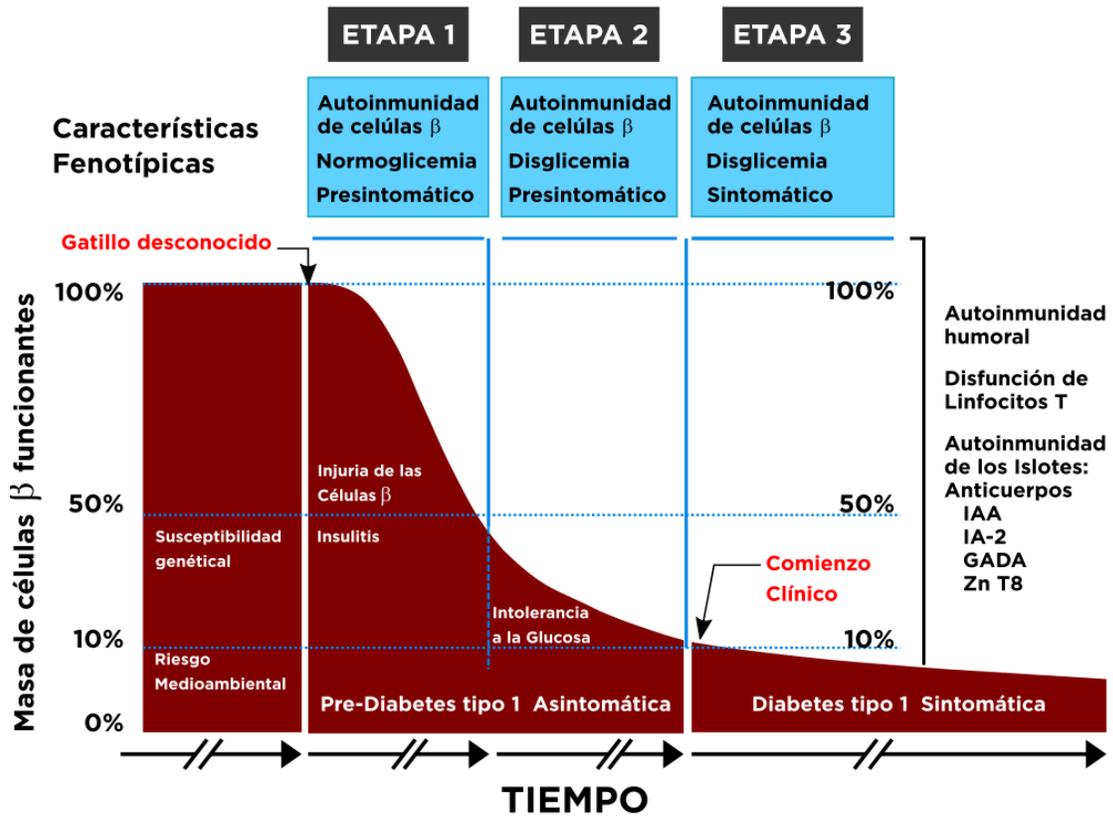
Fuente: Mediavilla JJ. La diabetes tipo 2. Elsevier. Vol. 39. Núm. 1. 2002.

Anexo 2. Consecuencias de una diabetes mal controlada



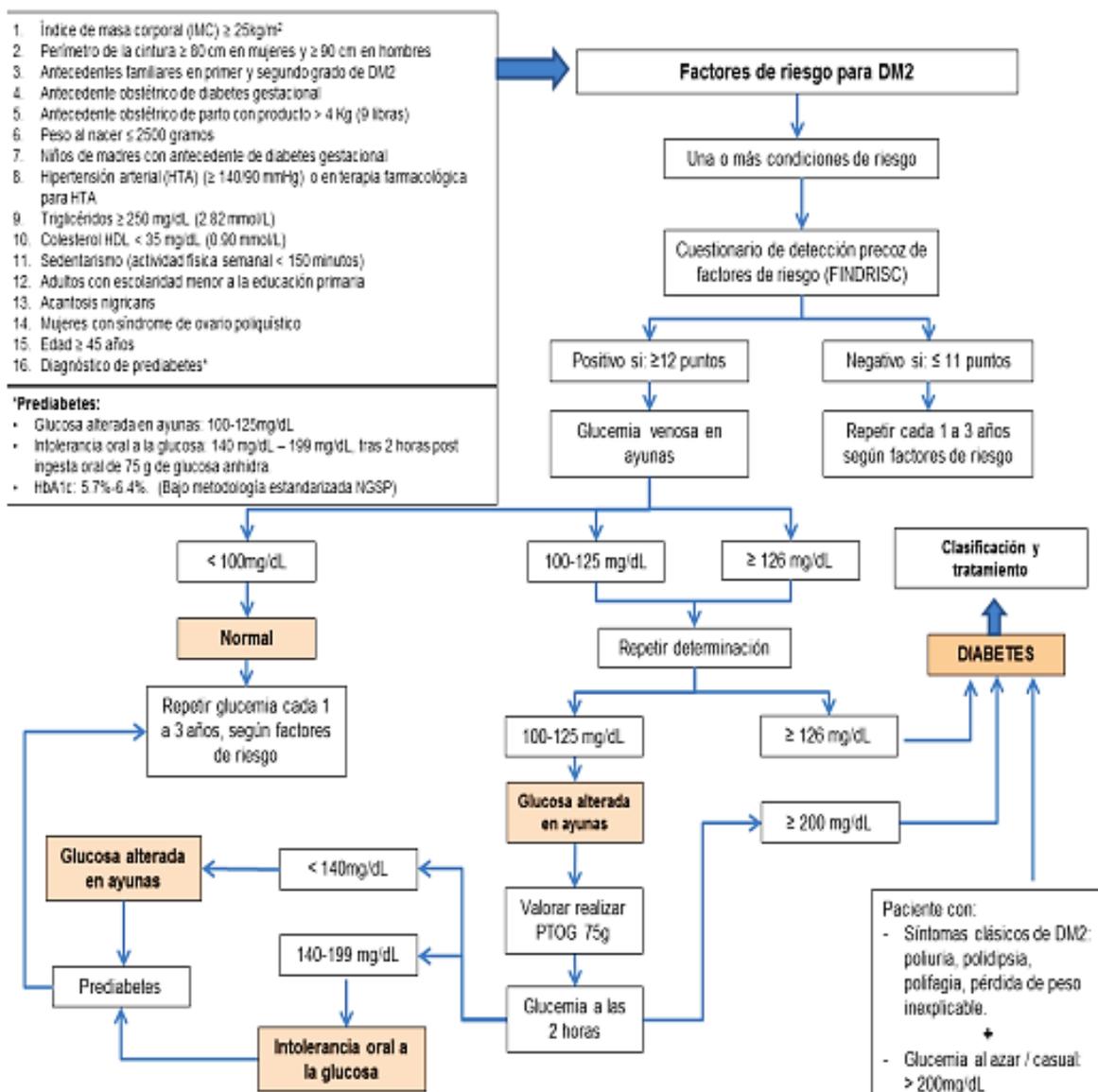
Fuente: Fundamentos de medicina y enfermería, 2020.

Anexo 3. Diabetes mellitus de origen autoinmune



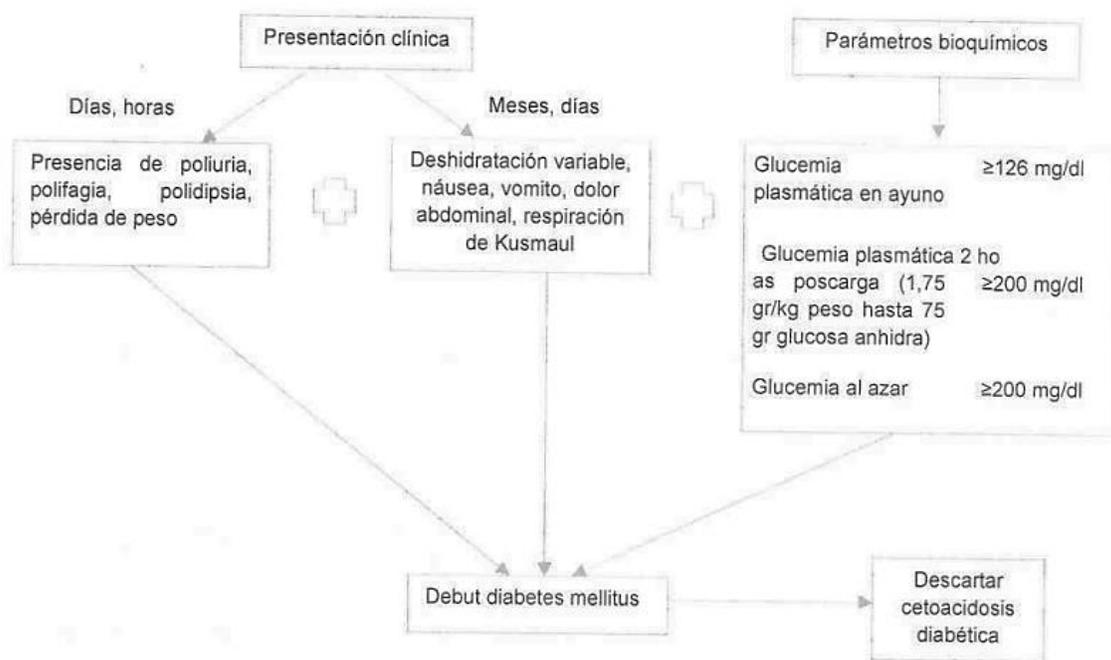
Fuente: Diabetes Mellitus: Anticuerpos Anti-ZnT8, 2016.

Anexo 4. Algoritmo diagnóstico de la diabetes mellitus tipo 2



Fuente: Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Diabetes mellitus tipo 2. Guía de Práctica Clínica. Quito: Ministerio de Salud Pública, Dirección Nacional de Normatización, 2017.

Anexo 5. Algoritmo diagnóstico de la diabetes mellitus tipo 1



Fuente: Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Diabetes mellitus tipo 1: diagnóstico y manejo. Protocolo. Quito: Ministerio de Salud Pública, Dirección Nacional de Normatización - MSP; 2019.