



**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 Laboratorio Clínico e Histopatológico

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Diagnóstico bioquímico y hematológico de los trastornos del metabolismo en población  
infanto-juvenil

**Autora:** Janeth Patricia Moyón Llamuca

**Tutor:** Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez

**Riobamba – Ecuador**

**2021**

## REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título: “Diagnóstico bioquímico y hematológico de los trastornos del metabolismo en población infanto-juvenil”. Presentado por Janeth Patricia Moyón Llamuca, dirigido por el Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez, 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. Mercedes Balladares Saltos

**Presidente del Tribunal**

**Firma**

Mgs. Yisela Ramos Campi

**Miembro del Tribunal**

**Firma**

Mgs. Elena Brito Sanaguano

**Miembro del Tribunal**

**Firma**

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Yo, Carlos Iván Peñafiel Méndez, docente de la Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico en calidad de Tutor del Proyecto de Investigación titulado: **Diagnóstico bioquímico y hematológico de los trastornos del metabolismo en población infanto-juvenil** propuesto por la Srta. **Janeth Patricia Moyòn Llamuca**, egresada de la Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico de la Facultad Ciencias de la Salud, está apto para la revisión por parte de los miembros del tribunal.

Riobamba, 21 de marzo de 2022

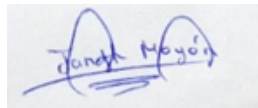


Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez

**Docente tutor de la carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico**

## **DERECHO DE AUTORÍA**

Yo, Janeth Patricia Moyón Llamuca con C.I: 0604346650, soy responsable de las ideas, criterios, pensamientos y resultados expuestos en el presente trabajo de investigación y los derechos de autoría pertenecen a la prestigiosa Universidad Nacional de Chimborazo.

A handwritten signature in blue ink that reads "Janeth Moyón". The signature is stylized with loops and a horizontal line underneath.

.....  
Janeth Patricia Moyón Llamuca

C.I: 0604346650

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de Chimborazo por haberme permitido formarme en sus aulas, en las que se imparte el conocimiento por excelentes profesionales, para la carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi tutor Mgs. Carlos Iván Peñafiel Méndez, quien me brindó su apoyo, con su paciencia y sabiduría me ayudo en todo momento de la etapa de mi aprendizaje y el desarrollo de esta investigación para llegar a la culminación esperada.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir, por fortalecer mi corazón y por la grande misericordia que tiene hacia mi persona, por haber puesto en mi camino a aquellas personas especiales que están a mi lado guiándome cada día por el camino correcto.

A mi madre Blanquita Llamuca por darme la vida, creer en mí y por estar siempre a mi lado apoyándome; gracias por darme una profesión para mi futuro y a mi padre Greogorio Moyón, por ser mi fuerza, demostrarme su amor incondicional y aportar durante mi trayecto de estudio para poder llegar a ser una profesional.

A mis hermanas y hermanos por ser mi pilar en cada uno de mis procesos, los cuales me han brindado su apoyo, amor para seguir adelante en mis estudios y cumplir una más de mis metas propuestas y por comprenderme en los momentos que más lo he necesitado, por ser mi motivación y por la sabiduría de cada uno de ellos que me transmiten cada día.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Trastorno metabólico .....	3
Síndrome Metabólico .....	3
Criterios diagnósticos para el Síndrome Metabólico.....	3
Factores que influyen en la prevalencia del Síndrome Metabólico.....	3
Pruebas Bioquímicas para el diagnóstico del Síndrome Metabólico .....	8
Glucosa en ayunas .....	8
Glucosa postprandial .....	9
Hemoglobina glicosilada .....	9
Colesterol.....	10
Triglicéridos .....	10
Insulina .....	10
Pruebas Hematológicas para el diagnóstico del Síndrome Metabólico.....	11
Hemoglobina .....	11
Hematocrito .....	11
Glóbulos rojos .....	12
Índices Eritrocitarios.....	12
Prevención del Trastorno Metabólico.....	12
Tratamiento para el Síndrome Metabólico .....	13
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>14</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
Tipo de investigación .....	14
Población .....	14
Criterios de inclusión.....	14
Criterios de exclusión .....	15
Método de estudio .....	15
Técnicas y procedimientos .....	15
Procesamiento estadístico.....	15
Consideraciones éticas.....	16

Estrategia de búsqueda .....	16
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>18</b>
<b>DESARROLLO .....</b>	<b>18</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>23</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Pruebas bioquímicas y hematológicas que les realizaron a la población infanto-juvenil. ....	18
<b>Tabla 2.</b> Frecuencia con la que se presenta el Síndrome Metabólico de acuerdo a sus factores de riesgo. ....	20
<b>Tabla 3.</b> Correlación de las pruebas bioquímicas y hematológicas con el Síndrome Metabólico. ....	21

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Etapas de desarrollo humano .....	2
<b>Ilustración 2.</b> Grados de Índice de Masa Corporal según la OMS.....	5

## **RESUMEN**

Los trastornos metabólicos se desarrollan hasta convertirse en Síndrome Metabólico, siendo uno de los principales problemas de salud a nivel mundial. Este proyecto tuvo como objetivo conocer el diagnóstico de los trastornos metabólicos mediante las pruebas bioquímicas y hematológicas en la población infanto-juvenil. Se utilizó una metodología de tipo descriptivo, documental, transversal y retrospectivo debido a que se recopiló información obtenida de fuentes científicas como: Scielo, Pubmed, Medigraphic, Scopus, Dialnet y tesis de repositorios. Se consideró como un estudio cualitativo porque no existe manipulación de variables y simplemente es una descripción de estudios anteriormente publicados. La población de estudio está conformada por 115 fuentes bibliográficas con un rango de tiempo entre 2011 al 2021, obteniendo una muestra de 35 documentos actualizados dentro de los criterios de inclusión, dando como resultados en poblaciones comprendidas entre los 5-16 años a quienes se aplicaron pruebas bioquímicas basados en el criterio ATPIII, en donde la población infanto-juvenil debe presentar al menos tres componente para determinar la presencia de Síndrome Metabólico, siendo los más destacados las siguientes pruebas con sus valores alterados con una glucosa  $\geq 100$  mg/dL, triglicéridos  $\geq 110$  mg/dL y el descenso de cHDL  $\leq 40$  mg/dL, la mayoría de personas que padecen esta enfermedad son aquellas que presentan valores alterados y también se da debido a que tienen una alimentación inadecuada con poco aporte nutritivo y sedentarismo. Por este motivo, es importante conocer que estas pruebas de laboratorio clínico pueden ser utilizadas para el diagnóstico de patologías con mayor gravedad.

**PALABRAS CLAVES:** Trastorno Metabólico, Obesidad, Sedentarismo, cHDL, Triglicéridos.

## Abstract

Metabolic disorders develop into Metabolic Syndrome, one of the leading health problems worldwide. This project aimed to diagnose metabolic disorders through biochemical and hematological tests in the infant-juvenile population. A descriptive, documentary, cross-sectional, and retrospective methodology was used because the information was obtained from scientific sources such as Scielo, Pubmed, Medigraphic, Scopus, Dialnet, and repository theses. It was considered a qualitative study because there is no manipulation of variables, and it is simply a description of previously published studies. The study population consists of 115 bibliographic sources with a time range between 2011 and 2021, obtaining a sample of 35 documents updated within the inclusion criteria, giving as results in populations between 5-16 years who applied biochemical tests based on the criterion ATP III. The infant-juvenile population must present at least three components to determine the presence of Metabolic Syndrome, with the most outstanding being the following tests with their altered values with a glucose 100 mg/dL, triglycerides 110 mg/dL, and the decrease of cHDL 40 mg/dL. The majority of people suffering from this disease have altered values. It is also because they have an inadequate diet with little nutritional input and a sedentary lifestyle. For this reason, it is essential to know that these clinical laboratory tests can be used to diagnose pathologies with greater severity.

**Keywords:** Metabolic Disorder, Obesity, Sedentarism, cHDL, Triglycerides.



Firmado electrónicamente por:

YESENIA  
CECILIA  
MERINO  
UQUILLAS

Reviewed by:

Lcda. Yesenia Merino Uquillas

ENGLISH PROFESSOR C.C. 0603819871

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Se ha visto un incremento de los trastornos metabólicos que se convierten en Síndrome Metabólico, debido a condiciones como obesidad, resistencia a la insulina, hipertensión, hipertrigliceridemia, hiperglucemia y descenso del colesterol HDL, predictores de enfermedad cardiovascular y Diabetes Mellitus tipo 2. A esto se ve asociado la Hepcidina como un regulador clave en los desórdenes del metabolismo de hierro observados en la patogénesis de anemia en enfermedades crónicas. En la actualidad muchos especialistas han puesto un gran interés de estudio sobre este tema ya que se ha convertido en uno de los principales problemas de salud pública del siglo XXI <sup>4,11,32</sup>.

La prevalencia del Síndrome Metabólico es de aproximadamente el 30% en países ricos, siendo esta razón el aumento en las tasas de Diabetes Mellitus Tipo 2 y obesidad. En un artículo publicado en el año 2017 por Romain P y colaboradores, en una recopilación de la información que aparecen en las bases de datos PubMed, Europe PMC y SciELO en donde incluyeron datos sobre los componentes del Síndrome Metabólico de la población de 4 a 19 años en la cual analizaron 23 estudios, realizados en 12 países de América en donde sólo 3 consideraron el factor edad, obesidad y las dislipidemias, mientras que los menos relevantes fueron a la hiperglicemia y la hipertensión <sup>2,4,18</sup>.

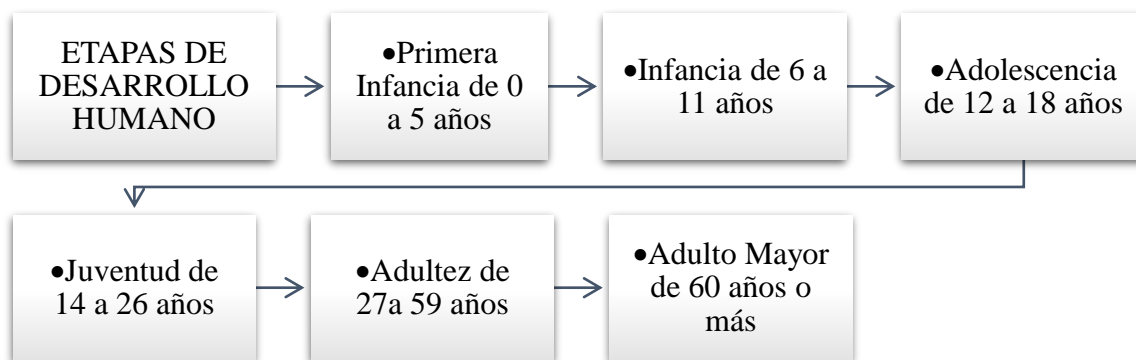
En una publicación en el año 2015 en España por García en 3.534 niños y adolescentes de 2 a 24 años arrojan una prevalencia de obesidad del 6,3% y de sobrepeso del 18,1%. En Andalucía en una población de 2 a 16 años de edad han cifrado con un 9,5 y 22,4% lo que significa que un tercio de los niños y adolescentes tiene exceso de peso. La obesidad infantil es un factor de riesgo independiente para la edad adulta, también si el adolescente con obesidad o sobrepeso adelgazara tiene un riesgo relativo de 1,8% de mortalidad de cualquier causa y de 2,3% de mortalidad de causa cardiovascular en edad adulta con respecto al adolescente con normopeso <sup>1,32</sup>.

De acuerdo una investigación publicada en el año 2015 en Ecuador por un Grupo de Investigación en Alimentación y Nutrición Humana, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde se estudiaron 3.680 estudiantes entre 5 y 19 años, 1.581 escolares y 2.099 adolescentes. La prevalencia de sobrepeso y obesidad en estudiantes escolares y

adolescentes del área urbana de la ciudad de Riobamba es alta (24,1%) y es mayor en escolares (27,7%) que en adolescentes (21,5%), siendo la obesidad un problema severo de Salud Pública y una de las principales causas del Síndrome Metabólico<sup>3</sup>.

De acuerdo a las publicaciones por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador indica que, las etapas de desarrollo humano son un grupo de cambios biológicos, físicos, emocionales, psicológicos y sociales que atraviesan las personas a lo largo de su trayectoria de vida<sup>18</sup>.

### **Ilustración 1.** Etapas de desarrollo humano



**Fuente:** Ministerio de Salud Pública, 2016.

Para muchos profesionales, la infancia es el período más importante del desarrollo humano, durante el cual adquieren las habilidades psicosociales y emocionales necesarias para un crecimiento saludable y sienta las bases de lo que será el individuo en el futuro. En la juventud, comienzan las primeras interacciones sociales adultas, aunque el individuo carece aún de madurez emocional<sup>18</sup>.

### **Metabolismo**

Es una serie de reacciones químicas que tienen lugar en las células del cuerpo, donde intervienen simultáneamente dos actividades: el anabolismo, o metabolismo constructivo interviene en la fabricación de tejidos corporales y la creación de reservas de energía, y el catabolismo, o metabolismo destructivo actúa en la descomposición de tejidos corporales y de reservas de energía para generar el combustible necesario para las

funciones corporales. Los principales elementos constructivos del organismo son los hidratos de carbono, proteínas y grasas<sup>1,7</sup>.

### **Trastorno metabólico**

El trastorno metabólico es un conjunto de reacciones químicas anormales que afectan el metabolismo del cuerpo y la capacidad para descomponer los alimentos, generalmente vienen dados por los aminoácidos debido a su falta de asimilación y la capacidad del organismo a llevar a las células. Existen diferentes grupos de trastornos, algunos afectan la descomposición de los aminoácidos, los carbohidratos o los lípidos<sup>36</sup>.

### **Síndrome Metabólico**

Es un conjunto de trastornos que son considerados factores de riesgos para desarrollar Diabetes Mellitus Tipo 2 y enfermedad cardiovascular; se caracteriza por la aparición de la obesidad central, dislipidemias, anormalidades en el metabolismo de la glucosa e hipertensión arterial, asociados a la resistencia a la insulina. Esto lleva a los profesionales de salud a no tratarla como una enfermedad única, sino como la asociación de muchos factores que pueden aparecer de forma simultánea o secuencial en un mismo individuo<sup>3,33</sup>.

(ANEXO 1)

### **Criterios diagnósticos para el Síndrome Metabólico**

De acuerdo a una publicación en la Rev. Ecu. Med. Eugenio Espejo, Vol. 5- Numero 6 en el año 2016 en Ecuador por Cesar I. Ruano Nieto, existe dos entidades que han publicado criterios de diagnóstico para el Síndrome Metabólico en diferentes edades y son los que han utilizado actualmente. De acuerdo al Panel de Expertos del Programa de Educación Nacional de Colesterol de EEUU (ATPIII) y a la Internacional Diabetes Federation (IDF)<sup>5,32</sup>. (ANEXO 2)

### **Factores que influyen en la prevalencia del Síndrome Metabólico**

Existe varios factores, algunos de ellos modificables, los mismos que se encuentran relacionados entre sí e incluyen:

La variabilidad de la dieta, en las personas con ingresos altos tienden a tener tasas más altas de obesidad y sobrepeso, consumen más calorías en la dieta y menos actividad física.

Por el contrario, en los países de bajos ingresos, la falta de acceso a instalaciones deportivas, educación, nutrición y recursos que les permitan reducir el riesgo de sobrepeso y sus consecuencias metabólicas dificulta la situación<sup>18</sup>.

La ingesta alta de calorías y el mayor consumo de carbohidratos en la juventud son asociados con el aumento de triglicéridos y HDL-bajo. Asimismo, la deficiencia de vitaminas A y D, zinc, y magnesio es un factor de riesgo en niños y adolescentes para la aparición de alteraciones metabólicas en la infancia<sup>10,32</sup>.

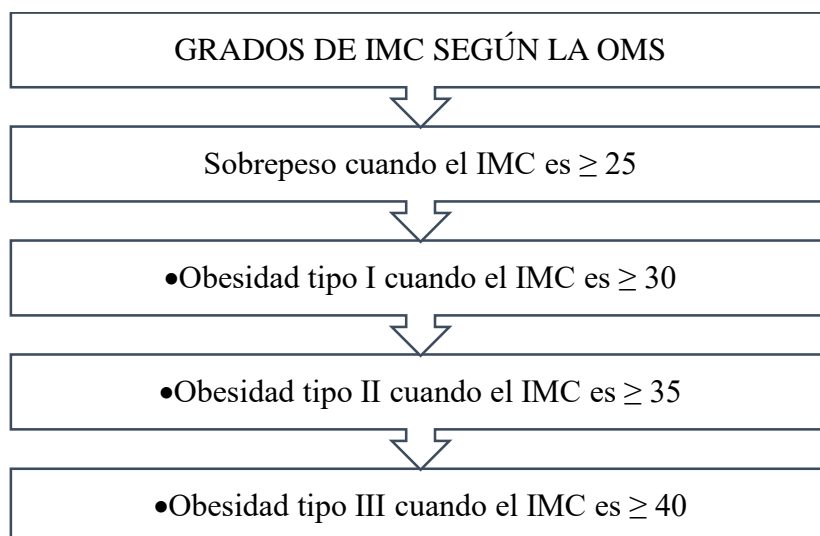
Los antecedentes familiares, la hiperglucemia y la hipertensión están relacionados con la herencia genética. La presión arterial y la hiperglicemia, así como las dislipidemias dependen del peso al nacimiento también se relaciona con la presión diastólica, glucosa, lipoproteína de baja densidad LDL, obesidad y HDL. Así, un peso al nacimiento alto o bajo se consideran factores de riesgo para el desarrollo del Síndrome Metabólico en la infancia y la juventud<sup>11,32</sup>.

La resistencia a la insulina es el principal factor fisiopatológico para el desarrollo del Síndrome Metabólico incluso en la infancia, que conduce a la adquisición de riesgos cardiometabólicos. También en la mayoría de casos de prediabetes y diabetes, se debe al desarrollo de resistencia a la insulina, que es una acumulación de lípidos en el órgano que impide respuesta a la insulina, por lo que el páncreas deberá hacer un doble esfuerzo para regular los niveles de glucosa en sangre, por esto deberá secretar más insulina de lo habitual<sup>11,26</sup>.

Desde 1960 se ha desarrollado un estudio más profundizado de la obesidad y la grasa corporal como uno de los factores principales para el desarrollo del Síndrome Metabólico debido que el adipocito contiene en su membrana una gran cantidad de receptores hormonales, siendo así que lo llamaron un órgano endocrino por su participación en la regulación metabólica. Es importante llevar un control de medidas antropométricas incluido el Índice de Masa Corporal (IMC) siendo de gran ayuda para prevenir o tratar este problema, razón por la cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) propuso la definición sobre obesidad y sobrepeso<sup>33</sup>. **(ANEXO 3)**



**Ilustración 2.** Grados de IMC según la OMS.



**Fuente:** Organización Mundial de la Salud 2012.

En las últimas décadas se ha producido un aumento en la incidencia y prevalencia de obesidad y las consecuencias metabólicas. La grasa corporal y su distribución crea una fuerte relación entre el riesgo aterogénico y el Síndrome Metabólico, como factor de riesgos cardiovasculares. Estudios demuestran una estrecha relación entre obesidad y Diabetes Mellitus tipo 2, considerando que la resistencia a la insulina y la hiperinsulinemia coexisten en un individuo obeso<sup>12,33</sup>.

En la dislipidemia, los pacientes con Síndrome Metabólico presentan una alteración lipídica caracterizados por un colesterol HDL bajo, triglicéridos elevados, y valores habitualmente normales de colesterol LDL, pero las partículas de LDL son más pequeñas y densas, ya que se asocia con mayor riesgo aterogénico. Las HDL es el responsable de transportar el colesterol restante desde los tejidos al hígado para la eliminación o almacenamiento para otras funciones, ya que los niveles elevados reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular<sup>13,26</sup>.

Los factores que conducen a la hipertensión arterial pueden afectar el funcionamiento de las paredes arteriales; y la consiguiente disfunción endotelial, conduce a la hipertensión por la disminución de la producción de óxido nítrico y endotelina. De manera similar se han descrito asociaciones entre hipertensión arterial y Diabetes Mellitus, pero la interrelación con la obesidad o las dislipemias sugiere que la base de esta asociación epidemiológica puede responder a vínculos fisiopatológicos. Los estudios han encontrado

que los pacientes hipertensos tienen curvas anormales de hiperglucemia e hiperinsulinemia<sup>11,28</sup>.

HDL y su relación con el Síndrome Metabólico, las HDL son las encargadas de transportar todo el colesterol restante desde los tejidos hacia el hígado para ser eliminados o almacenados para otras funciones, ya que un nivel elevado disminuye la incidencia de riesgos cardiovasculares. De igual forma uno de los principales factores que conllevan a este padecimiento es un nivel bajo de colesterol HDL. Por esa razón una de las pruebas de laboratorio de primera mano es el análisis de HDL colesterol, para llevar un control adecuado en el metabolismo de los lípidos e intervenir en el desarrollo de patologías agravadas<sup>33</sup>.

La Hipertrigliceridemia es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades del corazón. Por lo general en un individuo con triglicéridos elevados, se suele presentar también niveles altos de colesterol LDL y bajos de colesterol HDL. Siendo importante un control adecuado en los niveles de perfil lipídico mediante análisis de laboratorio si se sospecha de un posible Síndrome Metabólico<sup>11</sup>.

### **Diabetes Mellitus Tipo 1**

Es una enfermedad de base autoinmune donde se produce la destrucción de los islotes pancreáticos con el consiguiente déficit de insulina, de manera que el organismo no es capaz de mantener la glucemia y por ende la normalidad metabólica. Siendo una de las enfermedades crónicas más relevantes en las edades pediátricas. Su tratamiento consiste en sustituirla con su administración exógena de insulina, una terapia nutricional adecuada y el ejercicio físico, los síntomas incluyen la polifagia, polidipsia, poliuria y pérdida de peso<sup>35</sup>.

### **Diabetes Mellitus Tipo 2**

Es una enfermedad endocrinometabólica viene dado cuando el cuerpo no responde a la insulina con normalidad, cuyo origen puede ser genético o adquirido. Se caracteriza por la acumulación de triglicéridos en los islotes pancreáticos aumenta la expresión de la enzima óxido nítrico sintetasa inducible, incrementando los niveles de óxido nítrico y produciendo alteración en la función y finalmente apoptosis beta celular. A su vez aumenta progresivamente los niveles de glucosa en sangre primero en etapas de

prediabetes y llegando finalmente a la Diabetes Mellitus, muchos adolescentes y niños que padecen esta enfermedad tienen sobrepeso<sup>14,35</sup>. **(ANEXO 4)**

## **Anemia**

Insuficiencia de glóbulos rojos saludables debido a la falta de hierro en el cuerpo. Debido a la deficiencia de hierro, los glóbulos rojos no pueden transportar suficiente oxígeno a los tejidos del cuerpo. El valor normal de referencia considerado para un sujeto depende de los factores como edad, sexo, altura sobre el nivel del mar, condiciones medio ambientales y estado fisiológico<sup>25</sup>.

### **Anemia de las enfermedades crónicas asociada a obesidad**

La hormona Hpcidina (Hpc), es un pequeño polipéptido catiónico, rico en cisteína, 25 aminoácidos y 4 puentes disulfuro, descubierto por Nicholas en 2001, a partir de una muestra de orina humana y plasma humano ultrafiltrado (LEAP-1). Es un importante regulador de la absorción de hierro y su distribución en los tejidos y su patogénesis que causa o contribuye al desarrollo de anemia de las enfermedades crónicas (AEC)<sup>3,35</sup>.

La etiología de la AEC asociada a la obesidad incluye una inadecuada ingesta de Fe en la dieta, mayores requerimientos del mismo elemento en sujetos obesos debido al mayor volumen de sangre, sustentado en el deterioro de la absorción intestinal, restricción de la liberación de hierro de los depósitos e inadecuada biodisponibilidad del mismo a causa de la inflamación. La elevada producción de hepcidina en la obesidad, la convierte en un buen candidato para dar cuenta de la hipoferremia y la anemia. Fue ahí cuando informaron por primera vez Wenzel y Cois sobre este tema<sup>2,30</sup>. **(ANEXO 5)**

Según un estudio publicado en el 2013 por Cailliat MC y Fink NE en Buenos Aires, describen que desde que se descubrió la hepcidina, existen 4 factores que influyen en la absorción de Fe de la dieta: el nivel de eritropoyesis, las reservas de hierro, la hipoxia y la inflamación. Siendo así que los niveles aumentados de Hpc conllevan a la disminución de absorción de hierro, quedando atrapado dentro del enterocito pues no dispone de una proteína que lo exporte hacia la sangre, siendo interrumpida totalmente la liberación de hierro hacia la sangre en presencia de niveles elevados de hepcidina<sup>35</sup>.

## **Obesidad y Hepcidina**

Se ha visto una sobrecarga de hierro en pacientes con ferritina sérica elevada y saturación de transferrina normal ya que la gran mayoría de estos pacientes tienen sobrepeso, hiperlipidemia, hipertensión y metabolismo anormal de la glucosa. Se ha observado que los niveles de ferritina sérica se correlacionan positivamente con la glucosa e insulina en ayunas y negativamente con la sensibilidad a la insulina, por lo que existe evidencia de que la hiperferritinemia en la obesidad debería ser una explicación basada en la resistencia a la insulina.<sup>2,3</sup>

La acumulación de tejido adiposo intraabdominal en parte es responsable del desarrollo del Síndrome Metabólico, ya que el exceso se asocia con la fisiopatología de la resistencia a la insulina, mientras que su evaluación clínica, la circunferencia de cintura, es uno de los criterios que definen el mismo. Por lo tanto, existe una relación entre el Síndrome Metabólico y niveles elevados de ferritina sérica. En los niños obesos, se ha demostrado que el aumento de la producción de hepcidina está mediado por la leptina<sup>35</sup>.

## **Hepcidina y anemia de las enfermedades crónicas**

La AEC, hace más de 50 años se describió como anemia normocítica, normocrómica, pero puede ser microcítica e hipocrómica a medida que avanza la enfermedad, y se caracteriza bioquímicamente por bajo hierro plasmático y total, de la saturación de transferrina y de sideroblastos, aumento del Fe retículo endotelial y valores normales de transferrina sérico. Actualmente, la espectrometría de masas y el ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas (ELISA) se puede utilizar como técnica para la determinación de Hpc. En la AEC, el hierro está presente in vivo, pero mal distribuido, siendo atrapado en los macrófagos y por lo que carece de eritropoyesis.<sup>3,25</sup>

## **Pruebas Bioquímicas para el diagnóstico del Síndrome Metabólico**

### **Glucosa en ayunas**

La glucosa es el carbohidrato más importante en sangre periférica y cuando se oxida es la principal fuente de energía celular en el cuerpo, transformándose del alimento en glucógeno y ácidos grasos para su almacenamiento en el hígado y tejido adiposo. Según los estudios de la IDF y el ATP III, establece el valor de glucosa en ayunas >100 mg/dl,

sin embargo, la OMS define >110 mg/dl. Diferentes estudios han demostrado que el 30% de las mujeres entre 14 y 19 años con Síndrome de Ovario poliquístico presentan alteraciones de la tolerancia a la glucosa, y el 55%-75% asocian sobrepeso/obesidad<sup>6,15,33</sup>.

Recomendaciones previas a la toma de muestra para análisis de glucosa: **(ANEXO 6)**

- Ayuno previo del paciente de 8-12 horas
- No debe fumar
- No ingerir alcohol
- Durante la prueba o momentos antes de la misma el paciente debe permanecer en reposo
- Hora de toma de muestra entre las 7-9 horas de la mañana
- Si consume medicamentos informar al profesional de la salud

### **Glucosa postprandial**

Es un análisis de laboratorio donde se determina los niveles de glucosa en sangre, dos horas después de la ingesta de alimentos, este parámetro es utilizado en el diagnóstico de diabetes y otras patologías del metabolismo de la glucosa. Algunos autores señalan que la glucosa postprandial es un mejor marcador de la diabetes que la glucosa en ayunas<sup>33</sup>.

Existe diferentes discusiones entre varias sociedades científicas para establecer los valores de referencia de glucosa postprandial, de acuerdo a un estudio de la IDF y el ATP III, definen mayor 140 mg/dl, pero 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 alimentos<sup>13, 33</sup>.

### **Hemoglobina glicosilada**

La prueba de hemoglobina glicosilada (HbA1c), en sangre es utilizada para la detección de Diabetes Mellitus Tipo 2 y prediabetes, indispensable para el control eficaz del tratamiento insaturado del paciente diabético este análisis se puede utilizar sola o en combinación con otras pruebas. Basándose en la medición de la cantidad de hemoglobina que está dentro del glóbulo rojo de 100 a 120 días, que tiene glucosa adherida. Cuando el nivel de glucemia es mayor, el porcentaje de HbA1c será mayor, por lo tanto, el valor normal debe encontrarse por debajo del 5,6% tanto en niños, adolescentes y en adultos<sup>15</sup>.

## **Colesterol**

Es el principal esteroide del organismo indispensable en la formación de las membranas celulares, ya que permite la división celular. Por esta razón, el colesterol como tal no llega a ser dañino en niveles controlados, sin embargo, un aumento en sus niveles puede resultar perjudicial para el organismo. De acuerdo a los criterios de las sociedades científicas IDF y ATPIII determina el valor de referencia utilizado de HDL-colesterol <40 mg/dl en ambos sexos. Las proteínas se clasifican según su densidad: <sup>6,33</sup>.

- Lipoproteínas de muy baja densidad o VLDL: son producidas en el hígado, contenidas en un 70% por triglicéridos, encargadas de transportar triglicéridos endógenos hacia demás órganos<sup>6</sup>.
- Lipoproteínas de baja densidad o LDL: estas partículas son ricas en colesterol, conteniendo aproximadamente un 50% de este<sup>33</sup>.
- Lipoproteínas de alta densidad o HDL: se producen en el hígado en un 30% y en el intestino en un 70%, tiene como función extraer el colesterol sobrante de las células y transportarlas de regreso hacia el hígado para luego ser desechadas en forma de colesterol y ácidos biliares mediante las heces<sup>6</sup>.

## **Triglicéridos**

La mayor parte del tejido adiposo del cuerpo del adolescente está formada por triglicéridos que son grasas que se encuentra en el torrente sanguíneo, forman parte de los lípidos, al igual que el colesterol y los fosfolípidos, a excepción de los triglicéridos que se almacenan en forma de energía para nuestro cuerpo, se determina un valor de referencia <150mg/dl. El un aumento de estas grasas puede provocar problemas como aterosclerosis. Cuando una persona tiene triglicéridos altos, a menudo hay niveles altos de LDL-colesterol y también bajos niveles de HDL-colesterol<sup>10,33</sup>.

## **Insulina**

Es una hormona que permite que la glucosa ingrese a las células, es indispensable en el mantenimiento de niveles de glucosa en la sangre, la resistencia a la insulina se caracteriza por la incapacidad de una concentración determinada de insulina para incrementar la utilización celular de glucosa. La obesidad central, hipertrigliceridemia, hiperinsulinemia, las anomalías del colesterol relacionadas con las HDL y la hipertensión arterial, son

trastornos relacionados con la insulinoresistencia, que en conjunto constituyen el Síndrome Metabólico<sup>17</sup>.

Los niveles de insulina en sangre es un análisis que ayuda a conocer si el paciente presenta valores normales, disminuidos o elevados. Dentro de los valores de referencia se encuentra de 4.03-23.46 uIU/ml. La hipoinsulinemia es más frecuente en niños o adolescentes con Diabetes Tipo 1, mientras tanto, que la hiperinsulinemia aparece cuando se presenta resistencia a la insulina<sup>33</sup>.

### **Otra prueba para el diagnóstico del Síndrome Metabólico**

#### **Hepcidina**

La Hpc es una hormona que controla el metabolismo del hierro, para la medición se puede detectar en suero, plasma y orina mediante estudio bioquímico por kit de ELISA. Es recomendable recoger las muestras por la mañana entre 7:00 a 9:00 am, en ayunas. Para el dosaje establecen los niveles de Hpc de 29 – 254 ng/mL en hombres y 17 – 286 ng/mL en mujeres, tanto en condiciones fisiológicas y patológicas, a lo largo de la mañana y la tarde los niveles de hepcidina se verán aumentados, esta a su vez tiene un ritmo circadiano y su concentración fluctúa durante las 24 horas<sup>3, 30</sup>.

### **Pruebas Hematológicas para el diagnóstico del Síndrome Metabólico**

Estas pruebas de laboratorio están relacionadas con el diagnóstico de Síndrome Metabólico:

#### **Hemoglobina**

Es una proteína globular responsable de transporte de oxígeno desde el medio exterior hasta el nivel celular, los valores de referencia en niños es 12,5 g/dl y en adolescentes 14 g/dl<sup>9</sup>.

#### **Hematocrito**

Es la relación existente entre el volumen de eritrocitos y el volumen total de sangre, expresado como porcentaje, los valores de referencia son en niños 40% y en adolescentes 42%. Los valores normales de la hemoglobina y del hematocrito muestran amplias variaciones en función de la edad, sexo, raza y altura sobre el nivel del mar<sup>9,30</sup>.

## Glóbulos rojos

También conocidos como eritrocitos o hematíes, son las células más numerosas de la sangre, llevan oxígeno de los pulmones a todas las células del cuerpo. La hemoglobina es uno de sus componentes principales y su función es transportar oxígeno a diferentes tipos de tejidos del organismo, entre los valores de referencia tenemos en hombre: 4,35-5,65 mil millones de células/l y en mujer: 3,92-5,13 mil millones de células/l<sup>26</sup>.

## Índices Eritrocitarios

Son útiles en el estudio de las anemias, se consiguen mediante diferentes fórmulas matemáticas.

- Volumen corpuscular Medio (VCM): mide el tamaño promedio de los eritrocitos, con un valor de referencia de 83.5 fl. Clasifica a las anemias en microcíticas, macrocíticas y normocíticas<sup>10</sup>.
- Ancho de Distribución Eritrocitaria (ADE): permite saber si los hematíes son uniformes de tamaño o no. Si VCM bajo y ADE alto orienta a ferropenia<sup>10</sup>.
- Hemoglobina Corpuscular Media (HCM): indica la cantidad de hemoglobina en los eritrocitos, con un valor de referencia de 26.1 pg. Si la hemoglobina es baja, puede significar: anemia por deficiencia de hierro y si la hemoglobina esta aumentada, puede presentarse: anemia por deficiencia de vitamina B<sup>8</sup>.
- Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CCHM): es la concentración de hemoglobina en los hematíes, con un valor de referencia de 31.3 g/dl. Suele estar aumentado en esferocitosis y xerocitosis<sup>10</sup>.

## Prevención del Trastorno Metabólico

Según la Dra. Cristina P. Grosso, manifiesta que para la prevención de dicho trastorno es importante tener un compromiso con el estilo de vida totalmente saludable ya que puede prevenir las afecciones que causan el Síndrome Metabólico incluyendo los siguientes parámetros<sup>33, 22, 25</sup>:

- **Momento de inicio:** una lactancia materna hasta los 6 meses de edad, por su menor aporte calórico y sobre todo proteico<sup>33</sup>.



- **Cambios en la actividad física:** es eficaz un aumento de actividad física en la prevención y el tratamiento de la obesidad y del trastorno Metabólico<sup>13</sup>.
- **Alimentación insulino sensibilizante:** reducir el consumo de grasas saturadas, grasas insaturadas “trans” y colesterol, la ingesta de carbohidratos simples y el consumo de fruta, verdura, cereales y granos enteros que aportan fibra y magnesio<sup>22</sup>.
- **Restricción calórica:** de grasas a menos del 30% del aporte calórico de la dieta y de proteínas al 15%, manteniendo el aporte de carbohidratos en el 55%. Restricción de todos los carbohidratos (simples y complejos) y aumento en su lugar de la ingesta de grasas monoinsaturadas<sup>25</sup>.
- **Terapia conductual:** estos incluyen como llevar un diario de alimentación y actividad física, limitar la compra de alimentos hipercalóricos, comer despacio, sustituir conductas de sobrealimentación por otras<sup>22</sup>.

### **Tratamiento para el Síndrome Metabólico**

Existen dos medicamentos que pueden prescribir, el medicamento contra la obesidad, Orlistat, siendo un inhibidor de lipasas gástricas y pancreática que reduce la absorción del 30% de las grasas ingeridas con un beneficio secundario para el Síndrome Metabólico y la otra antidiabética metformina, que tiene un efecto primario<sup>32</sup>.

Lo importante es la sensibilidad a la insulina, pero la eficacia de ambas es muy limitada. Las medidas farmacológicas están indicadas en la obesidad complicada (con algunas comorbilidades secundarias, como el Síndrome Metabólico) siempre que el paciente haya entrado en la pubertad (no aprobado en niños y adolescentes)<sup>16,32</sup>.

Sin duda la cirugía bariátrica es la intervención más prometedora dado que el resto de las medidas pierden eficacia a largo plazo. Actualmente en España solo se lleva a cabo en mayores de 18 años, sin embargo, la mayoría de los países desarrollados la utilizan también en jóvenes<sup>32</sup>.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **Tipo de investigación**

Nivel descriptivo: se recopila información sobre el tema, la misma que se obtiene de artículos, revistas científicas, libros y tesis digitales sobre el diagnóstico bioquímico y hematológico de los trastornos del metabolismo en población infanto-juvenil.

Diseño documental: porque la investigación se recopila de información mediante fuentes bibliográficas, es por ello que no existe ninguna manipulación de variables.

Cohorte transversal: la presente investigación se desarrolla en un determinado límite de tiempo a partir del año 2011 al 2021, la misma que se entrega en un solo grupo de resultados.

Retrospectivo: según la cronología de los hechos la investigación es retrospectiva ya que se trabaja con fuentes bibliográficas de información pasada.

#### **Población**

La población de estudio en su totalidad está conformada por 115 fuentes bibliográficas con un determinado rango de tiempo desde el 2011 al 2021, ya que se trata sobre el diagnóstico bioquímico y hematológico de los trastornos del metabolismo en población infanto-juvenil, publicadas en artículos registrados en bases de datos científicos: 32 artículos Scielo, 10 Pubmed, 15 Medigraphic, 25 Scopus, 18 Dialnet, adicionalmente se hicieron uso de 5 libros digitales y 10 tesis digitales (repositorios).

#### **Muestra**

Para el proyecto de investigación se obtuvo una muestra 35 documentos actualizados dentro de los criterios de inclusión, obtenidos de: 10 artículos científicos Scielo, 5 Pubmed, 5 Medigraphic, 7 Scopus, 3 Dialnet, 2 libros digitales y 3 tesis digitales de repositorios.

#### **Criterios de inclusión**

- Fuentes primarias y secundarias con menos de 10 años de ser publicados.

- Artículos científicos que aporten información real sobre el tema de investigación.
- Definiciones que se mantengan vigentes hasta la actualidad obtenidas de libros, artículos, tesis, revistas digitales sobre pruebas bioquímica y hematológicas.
- Búsquedas en bases de datos confiables y certificados en idiomas inglés y español.

### **Criterios de exclusión**

- Artículos científicos y libros publicados hace más de 10 años.
- Información incompleta y sin autoría.
- Artículos científicos mal documentados.
- Artículos científicos que no incluyen técnicas ni información referente al tema.
- Poco aporte a los objetivos de la investigación.

### **Método de estudio**

El método de estudio fue teórico, ya que se realizó un análisis de la información obtenida referente al tema de estudio para su respectiva síntesis.

### **Técnicas y procedimientos**

Técnica: Utilizada en esta investigación es la recopilación de información bibliográfica actualizada sobre los trastornos del metabolismo basado de pruebas bioquímicas y hematológicas de laboratorio en la población infanto-juvenil.

Procedimiento: Se utilizó lo siguiente, como es obtención de información de diferentes bases de datos científicos como: Scielo (10), Pubmed (5), Medigraphic (5), Scopus (7), Dialnet (3), libros (2) y tesis digitales (repositorios) (3).

### **Procesamiento estadístico**

El presente documento tuvo como propósito recolectar datos cualitativos para su análisis y selección de información que sirva de utilidad para agregar al proyecto de investigación.

## **Consideraciones éticas**

En este proyecto de investigación no existe conflictos bioéticos ya que no se tuvo contacto directo con los pacientes ni con las muestras biológicas, por lo que no afecta ni se encuentra en riesgo la integridad del ser humano.

## **Estrategia de búsqueda**

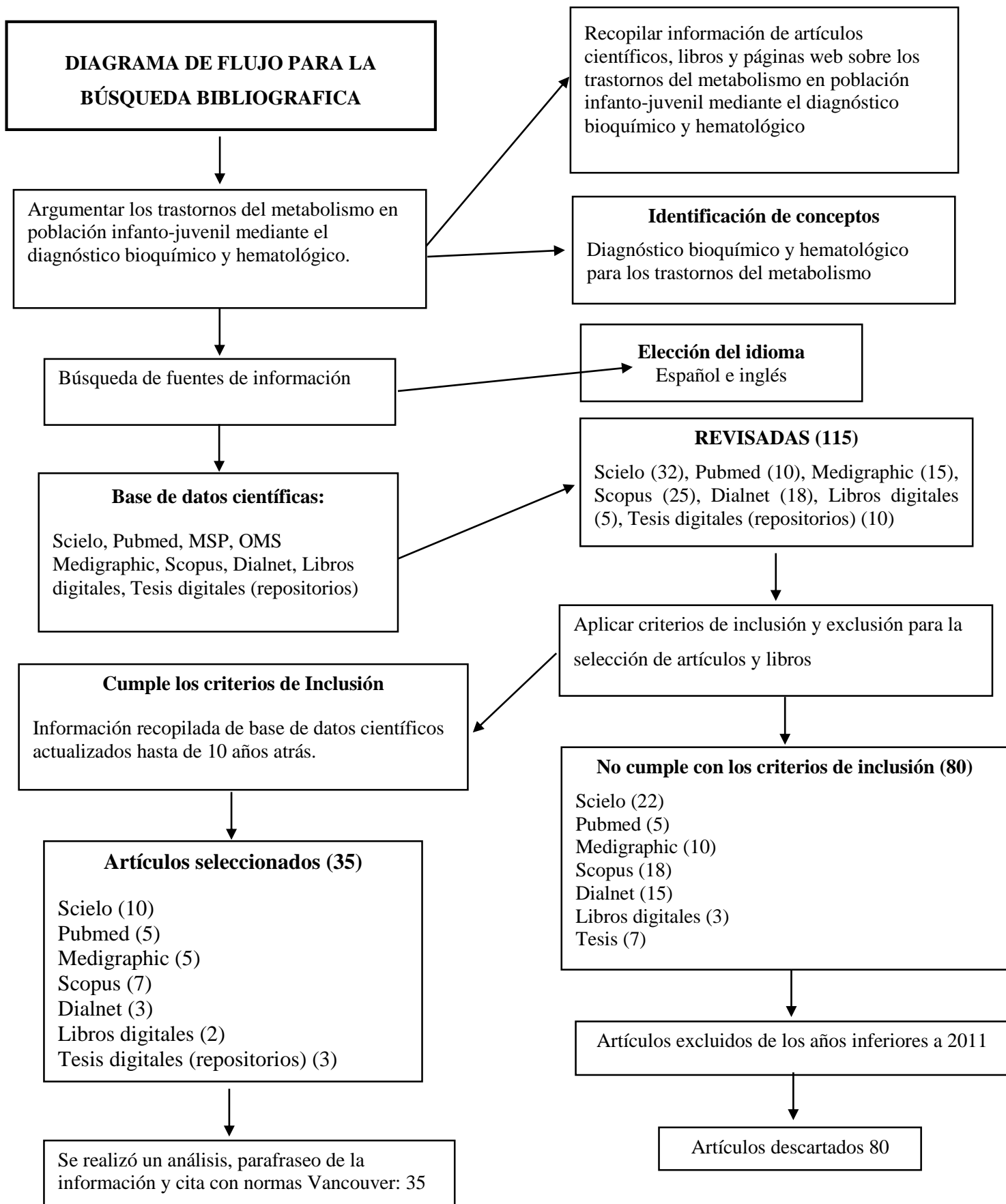
La recolección de información se inició con una búsqueda de referencias bibliográficas durante el período de 2011 a 2021. Por tal motivo, se indagó fuentes de datos científicos como: Scielo, Redalyc, Pubmed, Elsevier, Medigraphic, Scopus y Dialnet. Por lo tanto, se tuvo en cuenta la información más importante en el entorno predeterminado.

Se utilizaron operadores booleanos como: “AND”, “OR”, “NOT” una vez que la revisión sea en el lenguaje inglés. En español, se usará “Y”, “O” y “NO”. Se combinaron las palabras con los conectores para encontrar artículos científicos válidos para el propósito de trabajo.

Después de encontrar datos acerca de la temática con las distintas palabras claves en inglés y español se clasificaron utilizando los criterios de inclusión y exclusión. Se analizaron todos los artículos científicos, tesis digitales de repositorios y libros sobre este tema, lo que contribuyó a la elaboración del informe final de investigación.

Además, se establecieron restricciones de búsqueda (tipo de artículo, disponibilidad del escrito completo, idioma, fecha de publicación). Los buscadores utilizados fueron el Google y Ask, donde se revisan artículos, libros, revistas indexadas y Google académico, que cumplen con los criterios de inclusión, se logró obtener resultados teóricos que se transformaron en la base primordial de este proyecto de investigación.

Para la investigación bibliográfica se tuvo presente la credibilidad de las bases de datos científicos como: Google Académico, Redalyc y RefSeek, que forman gran parte de la recolección de información, puesto que su bibliografía está contrastada y categorizada, además se permite exponer varios temas mediante los criterios ya señalados. Los artículos científicos, las revistas indexadas, y los repositorios digitales de las universidades contribuyeron significativamente. No se recurrió a material bibliográfico tomado de redes sociales, blogs, artículos que no posean bibliografía o páginas web poco confiables.



### CAPÍTULO III

#### DESARROLLO

Se recopila información científica mediante la obtención de las 35 fuentes bibliográficas, sobre el diagnóstico de los trastornos metabólicos que han ido desarrollando hasta convertirse en Síndrome Metabólico en la población infanto-juvenil.

**Tabla 1.** Pruebas bioquímicas y hematológicas que les realizaron a la población infanto-juvenil.

Autor	País	Año	Pobl.	Edad	Pruebas Bioquímicas					Pruebas Hematológicas
					Glucosa (aumentados para los valores de referencia)	Triglicéridos (aumentados para los valores de referencia)	Colesterol (aumentados para los valores de referencia)	cHDL (disminuidos para los valores de referencia)	Insulina (aumentados para los valores de referencia)	Hemoglobina (disminuidos para los valores de referencia)
López, Galván y Fuentes.	México	2016	746	5 a 13	5,70 %	32 %	14 %	32 %	1,1 %	13.5 ± 2.0 %
Romero, Aguirre, Álvarez, Vásquez, Casillas y Fonseca.	México	2016	120	10,6 ± 2,7	86,30 %	45 %	N/A	72.5 %	21 %	N/A
Valdés, Campuzano, Sánchez, Bermudez, Peralta, Díaz y Burguete.	Colombia	2018	2599	6 a 16	95,2 %	95 %	95 %	95 %	54 %	N/A
Ochoa, Avilés y Cols.	Ecuador	2012	770	13,6 ± 1,2	13,1 %	56 %	32 %	12 %	N/A	N/A
García, Rodríguez, García, López y Soler.	Cuba	2020	50	15	80 %	27 %	N/A	47 %	N/A	N/A

## Discusión

De acuerdo a las pruebas bioquímicas y hematológicas que fueron analizadas en la tabla 1, en base a investigaciones de diferentes autores con estudios de población infanto-juvenil con diferentes rangos de edad tenemos las siguientes interpretaciones:

En el estudio realizado por López, Galván y Fuentes en México en el año 2016 a una población de 746 personas en edades comprendidas entre 5 a 13 años, en donde realizaron las siguientes pruebas bioquímicas y hematológicas, dando como resultado valores alterados al valor de referencia, siendo el 5.70% de las personas presentan glucosa elevada, el 32% triglicéridos aumentado, el 14% colesterol elevado, el 32% de cHDL disminuido, el 1.1% de insulina aumentado y en el caso de la prueba de hemoglobina estaba disminuida dando como resultado un  $13.5 \pm 2.0\%$  (tomando en cuenta la altitud de la localidad en donde habitan). Asimismo, en este estudio fue considerado a la población con talla baja, sobrepeso y obesidad.

De acuerdo al estudio que realizó Romero, Aguirre, Álvarez, Vásquez, Casillas y Fonseca en México en el año 2016 a una población de 120 personas en edades comprendidas entre  $10,6 \pm 2,7$ , a quienes se le realizaron pruebas bioquímicas presentando resultados que el 86.30% poseen glucosa elevada, 45% triglicéridos altos, 72.50% un cHDL disminuido y el 21% insulina elevada.

Según el estudio realizado por Valdés, Campuzano, Sánchez, Bermudez, Peralta, Díaz y Burguete en Colombia en el año 2018 a una población de 2599 personas en edades comprendidas entre 6 a 16 años, quienes dieron como resultado que el 95.2% tienen glucosa elevada, el 95% triglicéridos altos, el 95% colesterol aumentado, el 95% cHDL disminuido y el 54% insulina elevada.

De acuerdo al estudio que realizó Ochoa, Avilés y Cols en Ecuador en el año 2012 en donde realizaron un estudio a 770 personas en edades comprendidas entre  $13,6 \pm 1,2$  en donde presentan resultados que el 13.1% poseen glucosa elevada, el 56% triglicéridos altos, el 32% colesterol alto y el 12% el cHDL disminuido.

Según García, Rodríguez, García, López y Soler de acuerdo a un estudio realizado en Cuba en el año 2020 a una población de 50 personas en edades de 15 años, a quienes se

les realizo pruebas bioquímicas, dando como resultado que el 80% poseen una glucosa elevada, el 27% triglicéridos altos y el 47% posee el cHDL disminuido.

**Tabla 2.** Frecuencia con la que se presenta el Síndrome Metabólico de acuerdo a sus factores de riesgo.

<b>Autor</b>	<b>País</b>	<b>Año</b>	<b>Pobl.</b>	<b>Edad</b>	<b>Sobrepeso %</b>	<b>Obesidad %</b>	<b>Anemia %</b>	<b>Hipertensión %</b>
López, Galván y Fuentes.	México	2016	746	5 a 13	15,7	38,4	0,39	N/A
Romero, Aguirre, Álvarez, Vásquez, Casillas y Fonseca.	México	2015	120	10,6 ± 2,7	80	80	N/A	N/A
Rodríguez Milton	Colombia	2015	2286	1 a 15	17,3	16,2	N/A	N/A
Ochoa, Avilés y Cols.	Ecuador	2012	770	13,6 ± 1,2	18	19,7	N/A	N/A
García, Rodríguez, García, López y Soler.	Cuba	2020	50	15	40	28	N/A	40

## **Discusión**

En la tabla 2, se puede evidenciar la frecuencia de los factores de riesgo que son tomados para determinar la presencia del Síndrome Metabólico en la población infanto-juvenil, las mismas que fueron analizadas por diferentes autores que trabajan con una población específica.

En el estudio realizado por López, Galván y Fuentes en México en el año 2016 a una población de 746 personas en edades comprendidas entre 5 a 13 años de edad, en donde dan a conocer los resultados que el 15.7% posee sobrepeso, el 38.4% obesidad y el 0.39% anemia.

De acuerdo a un estudio realizado por Romero, Aguirre, Álvarez, Vásquez, Casillas y Fonseca en México en el año 2015 en una población de 120 personas comprendidas en edades ente 10,6 ± 2,7, indicó que el 80% de la población sufre de sobrepeso, así mismo el 80% sufre de obesidad.



A diferencia del estudio que realizó Rodríguez Milton en Colombia en el año 2015 a una población de 2286 personas en edades comprendidas entre 1 a 15 años, en donde el 17.3% sufre de sobrepeso y el 16.2% obesidad.

De acuerdo al estudio realizado por Ochoa, Avilés y Cols en Ecuador en el año 2012 a una población de 770 personas en edades comprendidas entre  $13,6 \pm 1,2$  se dio a conocer que el 18% de la población sufre de sobrepeso y el 19.7% de obesidad.

En el caso del estudio realizado por García, Rodríguez, García, López y Soler en Cuba en el año 2020 a 50 personas en edades de 15 años quienes dieron como resultado que el 40% sufre de sobrepeso, el 28% obesidad y el 40% de hipertensión.

**Tabla 3.** Correlación de las pruebas bioquímicas y hematológicas con el Síndrome Metabólico.

Autor	País	Año	Pobl.	Edad	Criterio ATPIII					
					Pruebas Bioquímicas					Pruebas Hematológicas
					Glucosa mg/dL	Triglicéridos mg/dL	Colesterol mg/dL	cHDL mg/dL	Insulina uIU/ml	Hemoglobina g/dL
López, Galván y Fuentes.	México	2016	746	5 a 13	N/A	N/A	N/A	< 40 mg/dL	4.03-23.46 uIU/ml	≤ 11,5 g/dL
Romero, Aguirre, Álvarez, Vásquez, Casillas y Fonseca.	México	2016	120	10,6 ± 2,7	N/A	150 mg/dL	N/A	<40 mg/dL	N/A	N/A
Valdés, Campuzano, Sánchez, Bermudez, Peralta, Díaz y Burguete.	Colombia	2018	2599	6 a 16	≥100 mg/dL	N/A	N/A	≤40 mg/dL	N/A	N/A
Ochoa, Avilés y Cols.	Ecuador	2012	770	13,6 ± 1,2	> 140 mg/dL	≥ 110 mg/dL	N/A	≤ 40 mg/dL	N/A	N/A
García, Rodríguez, García, López y Soler.	Cuba	2020	50	15	N/A	150 mg/dL	N/A	<40 mg/dL	N/A	N/A

## Discusión

En la tabla 3, de acuerdo al criterio ATPIII, se dio a conocer los siguientes estudios en donde utilizaron distintas pruebas bioquímicas y hematológicas para indicar la presencia del Síndrome Metabólico en la población infanto-juvenil.

Estudio realizado por López, Galván y Fuentes en México, en el año 2016 con una población de 746 personas en edades comprendidas entre 5 a 13 años, en donde aplicaron las pruebas bioquímicas como el cHDL con valores de referencia de  $< 40$  mg/dL y en insulina con valores de  $\geq 95$   $\mu$ UI/MI y en pruebas hematológicas con valores de referencia de hemoglobina de  $\leq 11,5$  g/dL, ya que para el estudio fue tomado en consideración a la población con talla baja, sobrepeso y obesidad, tomando en cuenta la altitud de la localidad en donde habitan.

Asimismo, según el estudio realizado por Romero, Aguirre, Álvarez, Vásquez, Casillas y Fonseca en México en el año 2016, en una población de 120 personas en edades comprendidas entre  $10,6 \pm 2,7$  en donde tomaron en consideración las pruebas bioquímicas de triglicérido con valores de referencia de 150 mg/dL y de cHDL con valores de referencia de  $< 40$  mg/dL.

De acuerdo al estudio de Valdés, Campuzano, Sánchez, Bermudez, Peralta, Díaz y Burguete en Colombia en el año 2018, a una población de 2599 personas en edades comprendidas entre 6 a 16 años a quienes aplicaron las siguientes pruebas bioquímicas con los valores de referencia en glucosa  $\geq 100$  mg/dL y cHDL con valores de referencia de  $< 40$  mg/dL.

De acuerdo al estudio realizado por Ochoa, Avilés y Cols en Ecuador en el año 2012 a una población de 770 personas en edades comprendidas entre  $13,6 \pm 1,2$  donde tomaron en consideración las siguientes pruebas bioquímicas con los valores de referencia en glucosa  $> 140$  mg/dL, triglicéridos  $\geq 110$  mg/dL y cHDL  $< 40$  mg/dL.

En el caso del estudio realizado por García, Rodríguez, García, López y Soler en Cuba en el año 2020 a una población de 50 personas en edades de 15 años, en donde realizaron pruebas bioquímicas con los siguientes valores de referencia en glucosa con 150 mg/dL y cHDL con valores de referencia  $< 40$  mg/dL.

## CONCLUSIONES

El Síndrome Metabólico es un conjunto de trastornos que constituye un gran problema a nivel mundial ya que es considerado un factor de riesgo para desarrollar Diabetes Mellitus Tipo 2 y enfermedad cardiovascular. En esta investigación de revisión bibliográfica efectuada mediante una minuciosa búsqueda de información en diferentes bases de datos científicas se encontró artículos actuales sobre las pruebas de laboratorio aplicadas en el diagnóstico del síndrome metabólico entre las que destacan las pruebas bioquímicas y hematológicas, siendo de importancia al momento de interpretar un diagnóstico de SM, así como también la presencia de síntomas y de factores de riesgo.

Para el diagnóstico del Síndrome Metabólico en la población infanto-juvenil existen cinco criterios de análisis de acuerdo con las diferentes investigaciones en donde utilizaron con mayor frecuencia los valores de referencia para las pruebas de laboratorio los propuestos por el criterio ATP III donde incluyeron al menos tres pruebas bioquímicas con mayor relevancia tales como: glucosa, triglicéridos y cHDL; y en las pruebas hematológicas incluyeron la prueba de hemoglobina para indicar la presencia del Síndrome Metabólico.

En la actualidad el Síndrome Metabólico es la enfermedad más frecuente y que forma parte de la mayor parte de la población infanto-juvenil, debido a que su aparición depende del estilo de vida que influyen en el desarrollo de la enfermedad, por ello es relevante el estudio sobre este tipo de problemas de salud.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las investigaciones de diversos autores se dio a conocer que para determinar la presencia del Síndrome Metabólico en la población infanto-juvenil es necesario que aplique las pruebas bioquímicas y hematológicas, las mismas que no deben sobrepasar los siguientes valores de referencia, cHDL menor que 40 mg/dL, insulina mayor e igual que 95  $\mu$ UI/ML, triglicérido valores menores que 150 mg/dL, glucosa valores mayores e iguales que 100 mg/dL y hemoglobina con valores menor e igual que  $\leq 11,5$  g/dL, si los valores superan a los establecidos se puede decir que la persona puede padecer de Síndrome Metabólico, adicional a estas pruebas se debe también tomar en consideración a la población con talla baja, sobrepeso y obesidad, tomando en cuenta la altitud de la localidad en donde habitan.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Ana María Gagnete MRMJMZPTPALR&NO. Unl.Edu. [Online].; 2015. Acceso 16 de 09 de 2021. Disponible en: [http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/biologia/wp-content/uploads/sites/9/2016/11/BIO\\_03.pdf](http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/biologia/wp-content/uploads/sites/9/2016/11/BIO_03.pdf)
2. MSc Mariela Forrellat, Dra Norma Fernandez; 2012: Regulacion de la hepcidina y homeostasis del hierro; <http://www.revhematologia.sld.cu/index.php/hih/article/view/3/9>
3. Rev Med Chile; 2013. Anemias de las enfermedades cronicas. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v141n7/art08.pdf>
4. José Luis Castillo Hernández MJCGMAG&EYRH. Síndrome metabólico un problema de salud pública con diferentes definiciones y criterios. Medigraphic. 2017; 17(2)
5. Bello Rodríguez SC,CFP&BP. Síndrome Metabólico: un problema de salud con múltiples definiciones. Matanzas. 2012; 34(2)
6. Wassermann A, 2013. Síndrome Metabólico. Definición. Medico. Argentina: Universidad de Buenos Aires, Salud.19. Acceso 16 de 09de 2021. Disponible en: [http://www.fepreva.org/curso/curso\\_conjunto\\_abcba/sindrome\\_metabolico\\_definicion\\_y\\_epidemiologia.pdf](http://www.fepreva.org/curso/curso_conjunto_abcba/sindrome_metabolico_definicion_y_epidemiologia.pdf)
7. Puchulu Felix. Síndrome Metabólico: Factores, Etiopatogenia, Tratamiento: 2010. Disponible en:  
  
<https://www.montpellier.com.ar/Uploads/Separatas/sepSindromemetabEndocrinD.pdf>
8. Martín Laclaustra Gimeno CBMIPC&JACL. Síndrome metabólico. Concepto y fisiopatología. Cardiol Sup. 2015; 05(04)
9. Carvajal Carvajal C. Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. Scielo. 2017; 34(1)
10. Carvajal CC. Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. Scielo. 2017; 34(1)

11. Oscar Alonso Pinzón Duque DFLZ&JCG. Síndrome metabólico: enfoque fisiopatológico. *Aerandina*. 2015; 17(31)
13. Hurtado TC, 2016. Diagnóstico Médico. Acceso 16 de 09de 2021. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5646110>
14. Serrano AG, 2012. El síndrome metabólico. Médico. España : Sociedades Españolas de Cardiología, Salud.5. Acceso 16 de 09de 2021. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-sindrome-metabolico-espana-prevalencia-riesgo-articulo-S0300893211008840?redirect=true>
15. Chijioke I. Síndrome Metabólico. [Online]; 2019. Acceso 16 de 09de 2021. Disponible en: <https://kidshealth.org/es/teens/metabolic-syndrome.html>.
16. Bautista Samperio SCyHP. Facultad de Medicina UNAM. [Online]; 2012. Acceso 23 de 09de 2021. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2010/un104b.pdf>.
17. Vedia MS. [Frecuencia del Síndrome del Metabolico en consultantes de Centro de Salud].; 2012. Acceso 23 de 09 de 2021. Disponible en: [http://lildbi.fcm.unc.edu.ar/lildbi/tesis/Sosa\\_vedia\\_mara.pdf](http://lildbi.fcm.unc.edu.ar/lildbi/tesis/Sosa_vedia_mara.pdf).
18. Isell Corella del Toro PEMSPLAF&ESP. Factores de riesgo asociados al síndrome metabólico en niños y adolescentes. *Scielo*. 2016; 88(1).
19. Lic. Madelaine Hernández Tamayo MPEMSMMHRGySNE. Caracterización del síndrome metabólico en pacientes adultos con obesidad. *Scielo*. 2012; 16(03).
20. Guillermo C. Cardoso-Saldaña LYKAMURPSNCP&CPR. Exceso de peso y síndrome metabólico en adolescentes de la Ciudad de México. *Elseiver.es*. 2012; 80(1).
21. Madrazo MÁG. [Sobrepeso y Obesidad en Adolescentes de Saltillo].; 2015. Acceso 23 de 09 de 2021. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/298330/magm1de1.pdf?sequence=1>.

22. Robles JCL. Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. Scielo Perú. 2013; 74(4).
23. Hernández Merino A. Anemias en la infancia y adolescencia. Clasificación y diagnóstico. *Pediatr Integral*. 2016; XX(5).
24. Pavo Garcia M. Anemia en la edad Pediátrica. *Form Act Pediatr Aten Prim*. 2016; 4(149-55).
25. Mora Vizcaíno KM. Frecuencia de dislipidemias en adolescentes de la unidad educativa "Eloy Alfaro" de Santo Domingo de los Tsáchilas. Tesis. Santo Domingo de los Tsáchilas: Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Enfermería; 2015.
26. Bravo Taimbud J. Estrategias educativas para la prevención de la anemia ferropénica en menores de 10 años del centro de salud la Bonita. Tesis. Sucumbios: Universidad Autónoma de los Andes, Facultad de Ciencias Médicas; 2019.
27. Ramos Padilla P, Capiro Arias T, Delgado López V, Villavicencia Barriga V. Sobrepeso y obesidad en escolares y adolescentes del área urbana de la ciudad de Riobamba, Ecuador. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 2015; XIX(1).
28. Güemes Hidalgo M, Muñoz Calvo M. *Pediatría Integral*. 2015; XIX(6).
29. Nora Tonietti M. Síndrome Metabólico durante la niñez y adolescencia. Buenos Aires : Universidad de Buenos Aires, Facultad de Medicina. 2012; (16)
30. Fernandez Garcia M, Aguirre Zabala B. Anemias en la infancia. Anemia ferropénica. *BOL PEDIATR*. 2016; 46( 311-317).
31. Pereira Rodríguez JE. Síndrome Metabólico; Apuntes de Interés. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*. 2016; 22(2).
32. García García, 2015. Obesidad y síndrome metabólico en pediatría. Sevilla: Hospital Virgen del Rocío, Endocrinología Pediátrica. Acceso 22 de 09 de 2021. Disponible en: <https://www.aepap.org/sites/default/files/cursoaepap2015p71-84.pdf>
33. Rojas Guevara NV, 2021. Pruebas de Laboratorio para el diagnóstico de Síndrome Metabólico. Tesis. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de

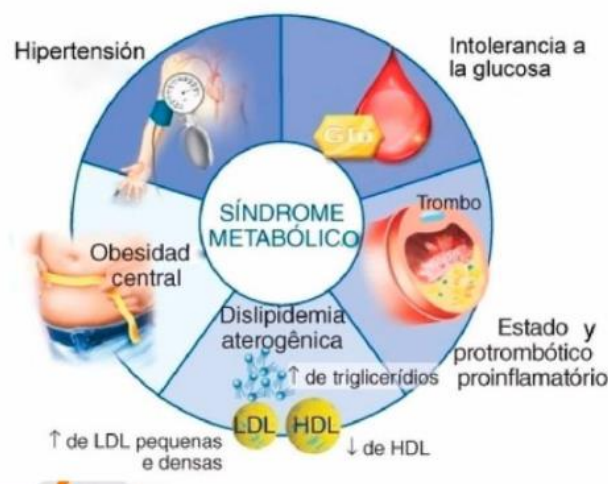
Ciencias de la Salud. Acceso 22 de 09de 2021. Disponible en:  
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7807>

34. Quezada A, Garcia J. Prevalencia del síndrome metabólico en niños de Comodoro Rivadavia. *Pediatría atención primaria*. 2019; 21(34).
35. Cailliat MC y Fink NE. Algoritmos de laboratorio para el estudio del estado de hierro. *Bioquímica Clínica Buenos Aires. Redalyc*. 2013; 47(3).

# **ANEXOS**



## Anexo 1. Síndrome Metabólico



**Fuente:** <https://www.fisiologiadelejercicio.com/sindrome-metabolico-entrenamiento-aerobico-de-fuerza-o-combinado/>

**Anexo 2.** Criterios diagnósticos de SM según el ATP III y la Federación Internacional de Diabetes (IDF) por edad y sexo.

Criterios diagnósticos de Síndrome Metabólico específicos por edad y percentiles correspondientes, para adolescentes masculinos							
Edad	Circunferencia abdominal en cm.		PA (mmHg)		HDL-c (mg/ dL)	TG (mg/ dL)	Glucosa (mg/ dL)
	ATP III	IDF	Sistólica	Diastólica			
17	101.4	92.7	128	83	40	143	100
18	101.8	93.4	129	84	40	146	100
19	102.0	93.8	130	85	40	148	100
20-22	102.0	94	130	85	40	150	100
Criterios diagnósticos de Síndrome Metabólico específicos por edad y percentiles correspondientes, para adolescentes femeninas							
Edad	Circunferencia abdominal en cm.		PA (mmHg)		HDL-c (mg/ dL)	TG (mg/ dL)	Glucosa (mg/ dL)
	ATP III	IDF	Sistólica	Diastólica			
17	86.2	78.5	128	85	49	135	100
18	87.0	79.2	129	85	50	142	100
19	87.7	79.8	130	85	50	149	100
20-22	88.0	80	130	85	50	150	100

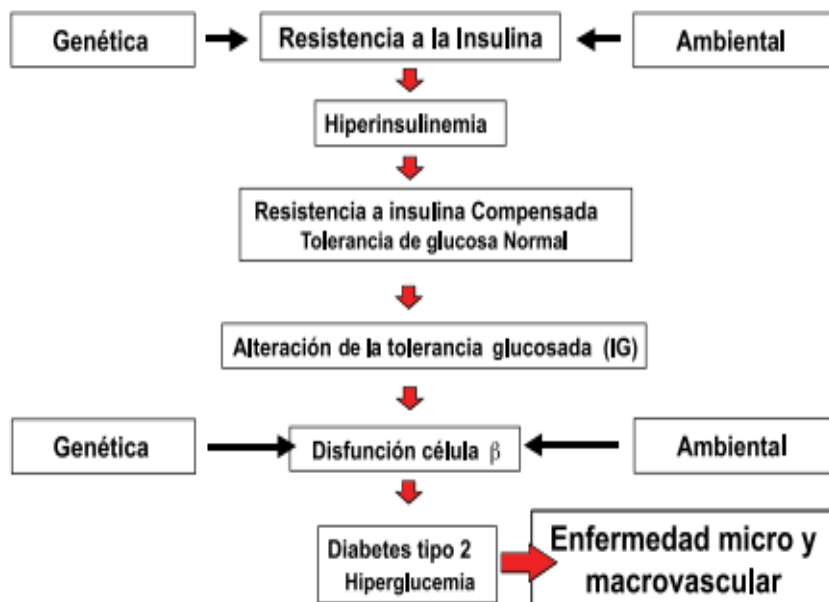
**Fuente:** César I. Ruano Nieto. Síndrome metabólico en adultos jóvenes. REV. ECU. MED. EUGENIO ESPEJO. Vol. 5 - Número 6 - abril 2016. Ecuador.

**Anexo 3.** Grados de Índice de Masa Corporal según la Organización Mundial de Salud

	Normal	Preobeso	Obeso		
			tipo I	tipo II	tipo III
					
IMC	18.5 a 24.99	25.00 a 29.99	30.00 a 34.99	35.00 a 39.99	≥40

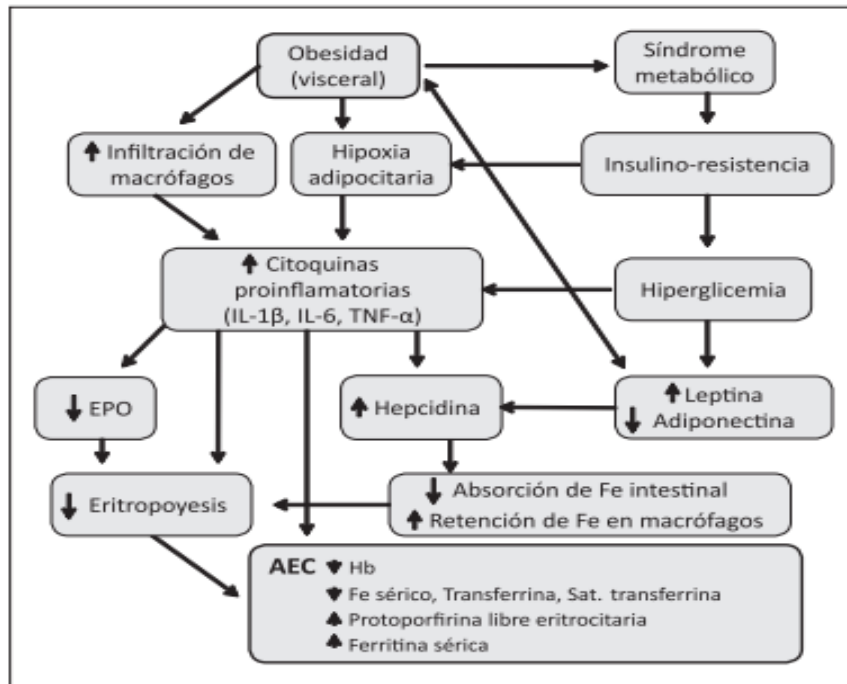
**Fuente:** Rojas N y González A. Pruebas de Laboratorio para el diagnóstico de Síndrome Metabólico, 2021

**Anexo 4.** Progresión de Diabetes Mellitus Tipo 2



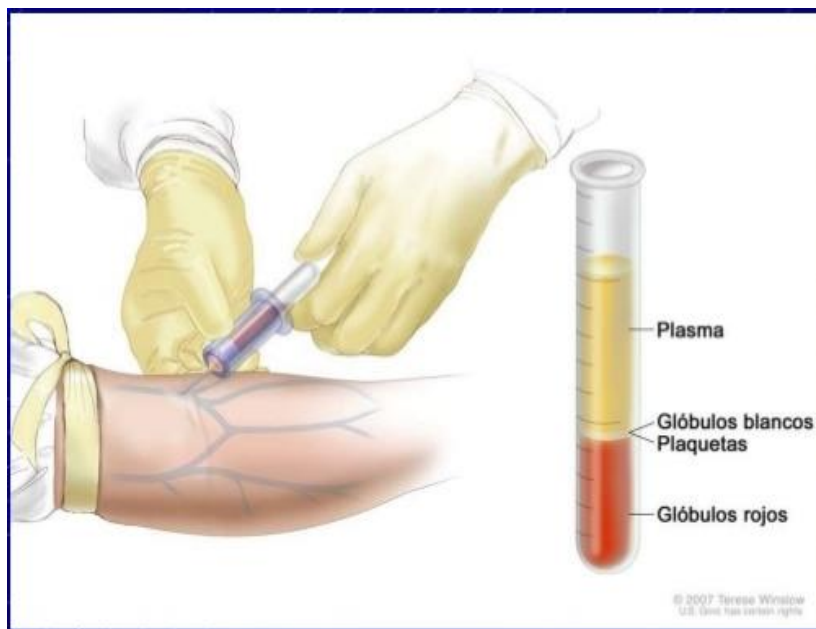
**Fuente:** Ortiz Francisco. Diabetes Mellitus Epidemia Mundial, 2015

**Anexo 5.** Patogenia de la AEC asociada a obesidad



**Fuente:** Red Med Chile 2013. Pía Villarroel H, Miguel Arredondo O, Manuel Olivares

**Anexo 6.** Toma de muestras sanguíneas



**Fuente:** es.slideshare.net/biolariel/toma-de-muestras-7226949, 2017