



NUEVOS ENFOQUES EN LA DETECCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE SÍNDROME METABÓLICO MEDIANTE PRUEBAS DE LABORATORIO

NEW APPROACHES IN THE DETECTION OF METABOLIC SYNDROME DISEASE USING LABORATORY TESTS

Silvia Fabiana Cando Vargas ^{1*}

¹ Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Laboratorio Clínico. Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3698-8523>. Correo: scando9833@uta.edu.ec

Md. Path. Alvaro Paúl Moina Veloz ²

² Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Laboratorio Clínico. Ambato, Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8050-8562>. Correo: ap.moina@uta.edu.ec

* Autor para correspondencia: scando9833@uta.edu.ec

Resumen

El Síndrome metabólico se reconoce como uno de los principales problemas de salud pública al estar relacionado con de factores de riesgo cardiovasculares que incluyen obesidad central, dislipidemias, anomalías metabólicas de la glucosa, hipertensión arterial, condiciones que tienen importantes implicaciones en las tasas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial. El objetivo del estudio fue analizar y evaluar los nuevos enfoques en la detección del síndrome metabólico a través de pruebas de laboratorio. Se realizó una investigación bibliográfica de tipo descriptiva, realizada a partir de bases científicas de alto impacto como: PubMed, Scielo, ELSEVIER y BVS y se dirigió por parámetros PRISMA. La revisión bibliográfica recuperó un total de 16 artículos actualizados y directamente relacionados con los parámetros de laboratorio para diagnóstico de SM. A través de la revisión bibliográfica se pudo concluir que los principales criterios diagnósticos del SM son los propuestos por NCEP-ATP III, que estipula a nivel analítico: triglicéridos 1,7 mmol/l; HDL: 1,3 mmol/l y Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl o 6,1 mmol/l, parámetros que en la mayoría de los casos se generalizan para la población sin tomar en cuenta inferencias relevantes que ameritan ajustes tales como la edad, género, presencia de enfermedades crónicas o tratamientos.

Palabras clave: síndrome metabólico; diagnóstico clínico; parámetros bioquímicos; calidad



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



Abstract

Metabolic syndrome is recognized as one of the main public health problems as it is related to cardiovascular risk factors that include central obesity, dyslipidemia, glucose metabolic abnormalities, arterial hypertension, conditions that have important implications in morbidity rates and mortality worldwide. The objective of the study was to analyze and evaluate new approaches in the detection of metabolic syndrome through laboratory tests. A descriptive bibliographic research was carried out, based on high-impact scientific bases such as: PubMed, Scielo, ELSEVIER and BVS and was directed by PRISMA parameters. The literature review recovered a total of 16 updated articles directly related to laboratory parameters for the diagnosis of MS. Through the bibliographic review, it was possible to conclude that the main diagnostic criteria for MS are those proposed by NCEP-ATP III, which stipulates at an analytical level: triglycerides 1.7 mmol/l; HDL: 1.3 mmol/l and fasting glucose: ≥ 110 mg/dl or 6.1 mmol/l, parameters that in most cases are generalized to the population without taking into account relevant inferences that merit adjustments such as age, gender, presence of chronic diseases or treatments.

Keywords: metabolic syndrome; clinical diagnosis; biochemical parameters; quality

Fecha de recibido: 26/09/2023

Fecha de aceptado: 26/12/2023

Fecha de publicado: 29/12/2023

Introducción

El síndrome metabólico (SM) no es una enfermedad per se, sino un término que apareció por primera vez en 1940 y que sirve para denominar a un conjunto de factores de riesgo para que las personas tengan un mayor riesgo de padecer enfermedad (1). Por lo tanto, el SM puede definirse como un conjunto de factores de riesgo cardiovasculares que incluyen obesidad central, dislipidemias, anomalías metabólicas de la glucosa, hipertensión arterial (2).

La fisiopatología de este síndrome es compleja pero la obesidad tiene un papel importante debido a que el tejido adiposo sobre todo el visceral o abdominal, libera adipocinas que favorecen un estado proinflamatorio, de resistencia a la insulina y de daño endotelial, además los ácidos grasos libres que se generan llevan a un incremento de la glucogénesis, triglicéridos, sustancias con actividad protrombótica, así como la disminución de las lipoproteínas de alta densidad (HDL-colesterol) (3).

El síndrome metabólico se reconoce como uno de los principales problemas de salud pública por su alta prevalencia, misma que coincide frecuentemente con la prevalencia de la obesidad y la diabetes tipo 2, es así que prevalencia global podría estimarse en aproximadamente una cuarta parte de la población mundial (25%), prevalencia que se incrementa en todos los grupos poblacionales y etarios debido a alteraciones del estilo de vida (4).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



El SM está presente en más del 20% de la población adulta de los Estados Unidos, China, Europa y otros países desarrollados (5). En América Latina se estima una prevalencia del 24,9%, siendo de 25,3% en mujeres t 23,2% en hombres (6). En Suramérica la tasa reportada es del 18,8% (7).

En Ecuador se han realizado varios estudios en torno al tema, pero el más significativo ha sido el reporte de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) que ha notificado una prevalencia del síndrome metabólico del 13,4% de acuerdo a criterios de la Federación Internacional de Diabetes (8).

Se ha notificado una mayor incidencia en el grupo de ecuatorianos de 50 a 59 años (53%), de 40 a 49 años (47,1%) y de 30 a 39 años (36,8%), además que las enfermedades como la hipertensión, diabetes mellitus, cerebrovasculares, isquémicas del corazón, insuficiencia cardiaca que son afines a dicho síndrome son una preocupación a nivel de salud pública porque se encuentran reportadas dentro de las diez primeras causas de mortalidad en el país (9).

De acuerdo a la evidencia expuesta, el síndrome metabólico es altamente prevalente en la población y si bien se reportaba con mayor frecuencia en adultos mayores de 50 años, en los últimos años se ha observado casos en adultos jóvenes, adolescentes e incluso niños debido a varios factores genéticos y ambientales que están estrechamente relacionados con sedentarismo, dieta hipercalórica, elevado consumo de grasas saturadas y alcohol (10).

Los criterios diagnósticos del SM han evolucionado con el tiempo, en torno a 1988 sus componentes eran la resistencia a la insulina, hiperinsulinemia, disminución del HDL, aumento de triglicéridos, colesterol LDL y presión arterial, pero hacia 1998 con apoyo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se incluyeron criterios como el índice de masa corporal (IMC) y microalbuminuria excluyendo el LDL (11).

A partir de allí varias instituciones como NCEP-ATP III (Panel III de Tratamiento de adultos de los Programas Nacionales de Educación sobre el colesterol), IDF (Federación Internacional de la Diabetes), ALAD (Asociación Latinoamericana de Diabetes), AHA/NHLBI (Asociación Americana del Corazón/Instituto Nacional del Corazón, Pulmones y sangre) y entre otras entidades han propuesto criterios para el diagnóstico del SM (12).

Las definiciones de la OMS y la FID son glucocéntricas y centradas en la obesidad, respectivamente; mientras que el NCPE-ATPIII se basa en la predicción de enfermedades cardiovasculares, pero para la mayoría de estos criterios, el SM se diagnostica en función de la presencia de al menos tres de los cinco componentes (obesidad, resistencia a la insulina, presión arterial alta, niveles reducidos de colesterol de alta densidad sérico (HDL-c) y niveles elevados de triglicéridos séricos), con algunas variaciones en los puntos de corte de diagnóstico (13).

Dentro de este ámbito se debe reconocer la importancia de las pruebas de laboratorio y parámetros bioquímicos en el establecimiento del síndrome metabólico dado que no se puede emitir un diagnóstico solo tomando en cuenta presión arterial, IMC o circunferencia abdominal, ya que no solo es importante caracterizar el grado de adiposidad sino el efecto del exceso de grasa corporal en la distribución regional (14).

De ahí que es necesario realizar un abordaje de los parámetros de laboratorio incluidos en el diagnóstico del SM tales como hemoglobina glicosilada (HbA1c) para detectar resistencia a la insulina y diabetes mellitus, perfil de lípidos para evaluar niveles elevados de triglicéridos (TG) y VLDL, además de niveles de HDL bajos





(7), con los cuales se puede emitir juicios específicos que permitirán intervenir de manera oportuna y así evitar riesgos cardiovasculares eminentes y otros resultados deletéreos para la salud, como las neoplasias y aumento de la mortalidad por cualquier motivo (15).

En virtud de lo expuesto, el presente artículo de revisión se realizó con el objetivo de analizar y evaluar los nuevos enfoques en la detección del síndrome metabólico a través de pruebas de laboratorio, con el propósito de proporcionar una visión integral y actualizada de los métodos diagnósticos que permitan una identificación temprana y precisa de este síndrome.

Materiales y métodos

Se trata de una revisión bibliográfica de tipo descriptiva respecto a los nuevos enfoques en la detección de la enfermedad de síndrome metabólico mediante pruebas de laboratorio, cuyo desarrollo se sustentó en los Parámetros PRISMA (16) los cuales permitieron cumplir con las fases pertinentes de búsqueda y selección de información para la obtención de evidencia contundente sobre el tema.

La investigación partió de la pregunta PICO: ¿Cuáles son los nuevos enfoques de detección en pruebas de laboratorio para el síndrome metabólico? Una vez formulada la pregunta de revisión, se procedió a plantear los siguientes criterios de selección:

- **Criterios de inclusión:** estudios observacionales (estudios de caso, transversales, cohorte), directamente relacionados con el tema, publicados entre el 2018-2023, en idioma español e inglés.
- **Criterios de exclusión:** investigaciones de carácter cualitativo, guías o protocolos de atención al paciente, literatura gris, fuentes bibliográficas pagadas o inaccesibles a texto completo, aquellas con contenido irrelevante o con poco aporte y baja calidad científica.

Las fuentes de información utilizadas en la revisión provinieron de bases de datos de alto impacto como: PubMed, Scielo, ELSEVIER y BVS (Biblioteca virtual en salud) a través del uso de Descriptores de Ciencias de la Salud (DesC) y Medical Subject Headings (MeSH) estos fueron: síndrome metabólico/ Metabolic Syndrome, diagnóstico clínico/ Clinical Diagnosis, Técnicas de laboratorio clínico/ Clinical Laboratory Techniques. Además, se utilizó el término libre: parámetros bioquímicos/ biochemical parameters.

Para las estrategias de búsqueda se utilizaron los operadores booleanos AND y OR, la propuesta fue la siguiente: “diagnóstico clínico AND Síndrome Metabólico”, “Técnicas de Laboratorio clínico OR diagnóstico clínico AND Síndrome Metabólico” OR “Clinical diagnosis AND Metabolic Syndrome” AND “biochemical parameters AND Síndrome Metabólico”.

El proceso de selección de información realizó en tres etapas, en la primera se procedió con la aplicación de filtros (año de publicación, idioma, tipo de estudio, accesibilidad a texto completo) para delimitar los resultados. En la segunda fase se procedió a dar lectura de títulos y resúmenes de fuentes preseleccionadas para descartar/escoger información con base a su vinculación con el tema, además de evitar la duplicación de información. En la tercera fase se realizó lectura a texto completo de las fuentes potenciales para determinar su aporte al estudio (describe parámetros bioquímicos de diagnóstico de SM). Este proceso de revisión y selección de información, se muestra en el siguiente diagrama:



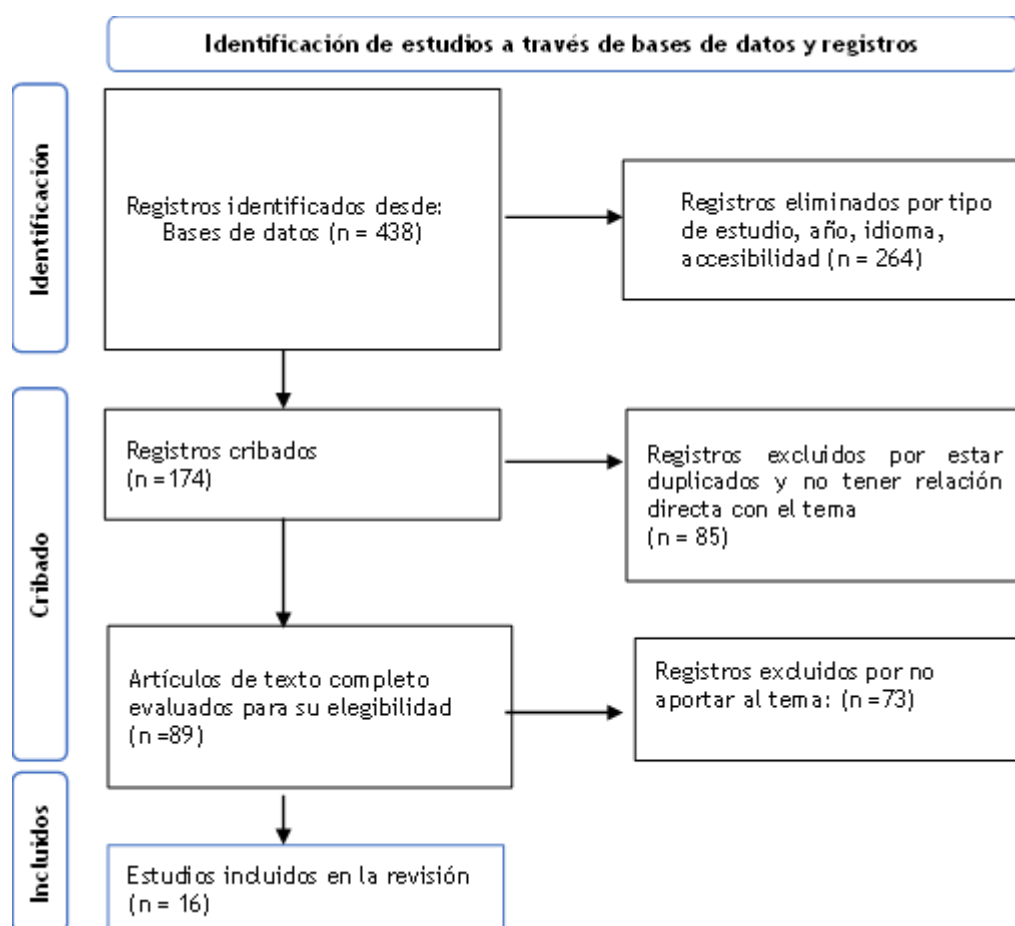


Figura 1. Diagrama de búsqueda y selección de información.

Como se puede observar en la figura 1, la búsqueda inicial de información arrojó un total de 438 fuentes, de las cuales 264 se eliminaron por criterios como: año de publicación, idioma, tipo de estudio y accesibilidad a texto completo. De los 174 registros que quedaron cribados, 85 se eliminaron por estar duplicados o no tener relación directa con el tema tras revisar el título y resumen. Finalmente, las 89 fuentes preseleccionadas fueron leídas a texto completo para asegurar que contengan información referente a parámetros de laboratorio para diagnóstico de SM, de este proceso 73 registros fueron eliminados, quedando un total de 16 con los cuales se realizó la presente revisión. Las 16 fuentes bibliográficas incluidas en el estudio se detallan en la tabla 1 en orden cronológico:

Tabla 1. Detección de síndrome metabólico mediante pruebas de laboratorio.

Autor y año	Metodología y muestra	Variables bioquímicas	Resultado/conclusión
Urióstegui et al 2018 (17)	Estudio descriptivo	Criterios AHA/NHLBI - Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl	El 26% de los estudiantes presentaron SM ya que registraron tres o más parámetros de forma





	50 estudiantes universitarios	-HDL: Hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl -Glucosa en ayunas: ≥ 100 mg/dl	conjunta fuera del rango permitido: IMC alto (62%), medida alta de la cintura (52%) y colesterol HDL bajo (72%).
Silva et al. 2019 (18)	Estudio transversal 271 adultos mayores	Criterios NCEP/ATP III -Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl o en tratamiento farmacológico -HDL: hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl -Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl	La prevalencia del SM fue del 59% y se asoció con ser mujer, tener sobrepeso/obesidad y proteína C reactiva. La combinación más frecuente entre los componentes del SM fue triglicéridos, HDL-c, circunferencia de cintura, hipertensión arterial y glucosa sérica en ayunas (19,4%).
Chacón y Valencia 2020 (19)	Estudio descriptivo-transversal 119 profesionales de la salud	Criterios NCEP/ATP III -Glicemia en ayunas (>5.6 mmol/L ó >110 mg/dl) -Triglicéridos: >170 mmol/L ó >150 mg/dl -HDL-C: hombres ($>1,04$ mmol/L o >40 mg/dl) y mujeres ($>1,29$ mmol/L o >50 mg/dl) Se añade LDL-C	La prevalencia del SM fue del 36,97% y se encontró relación con una mala nutrición.
Campina et al. 2021 (20)	Estudio transversal 144 pescadores	Criterios IDF -Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl -HDL: hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl -Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl	La prevalencia del SM fue del 31,9%, mayor en mujeres que en hombres.
Ortiz et al. 2022 (21)	Estudio analítico transversal 4.595 adultos	Criterios NCEP/ATP III -Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl -HDL: hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl -Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl Adicionalmente se midió la creatinina y colesterol total.	La prevalencia del SM fue del 44,2%, mayor en hombres que en mujeres, aumentó con la edad, el menor nivel escolar y el sobrepeso.
Enciso et al 2022 (22)	Estudio longitudinal 10.229 trabajadores	Criterios NCEP/ATP III y los IDF -Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl o estar en tratamiento -HDL: hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl o estar en tratamiento -Glucosa en ayunas: NCEP/ATP III (≥ 100 mg/dl o estar en tratamiento) y según IDF (≥ 100 mg/dl o diabetes tipo II diagnosticada previamente)	La prevalencia del SM fue del 18,74% según ATP III y del 22,75% según criterios IDF. En mujeres existe mayor riesgo de SM por aumento en valores de perímetro abdominal y descenso de HDL, mientras en hombres son las cifras elevadas de triglicéridos, glucosa.





Nuevos enfoques en la detección de la enfermedad de síndrome metabólico mediante pruebas de laboratorio

Gemeda et al 2022 (23)	Estudio transversal 422 pacientes diabéticos de 18 años	Criterios NCEP/ATP III - Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl - HDL: hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl	La prevalencia general del síndrome metabólico entre los diabéticos tipo 2 en este estudio fue del 68,3%
Sundaraku mar et al 2022 (24)	Estudio transversal 2.171 adultos mayores de 45 años	Criterios NCEP/ATP III - Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl o en tratamiento farmacológico - HDL: hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl	La prevalencia del SM fue de 40,3% en participantes rurales y 45,1% en urbanos. Los adultos mayores que vivían en zonas rurales tenían una prevalencia significativamente menor de todos los parámetros individuales del síndrome metabólico, excepto los triglicéridos alterados y los niveles de lipoproteínas de alta densidad
Almeida et al 2022 (25)	Estudio transversal 2.515 adolescentes	Criterios IDF - Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl - HDL: hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl Criterios Cook - Triglicéridos: ≥ 110 mg/dl - HDL: ≥ 40 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl Criterios Ferranti - Triglicéridos: ≥ 110 mg/dl - HDL: ≥ 50 hombres y ≥ 45 mg/dl mujeres - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl	La prevalencia de SM según criterios IDF fue del 4,9%, según Cook y cols del 4,7% y Ferranti y cols del 11,2%
Gaona et al 2022 (26)	Estudio descriptivo, analítico 279 adolescentes	Criterios de Cook (ATP-III modificado) - Triglicéridos: ≥ 110 mg/dl en ambos sexos - HDL: ≥ 40 mg/dl ambos sexos - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl ambos sexos	La prevalencia del SM fue del 10,7%. La hiperglicemia fue del 0,01%, hipertrigliceridemia 16%, HDL bajo en el 37,9%
Elfaki et al 2022 (27)	Estudio descriptivo transversal 921 escolares de Niños de 10-15 años	Criterios IDF - Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl - HDL: hombres < 40 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 100 mg/dl	El MetS fue significativamente más prevalente entre los niños que entre las niñas (3,4% frente a 1,5%). Los adolescentes obesos tuvieron una mayor prevalencia de MetS que aquellos con sobrepeso (14,9 vs. 2,8, $p < 0,001$).





Espinoza et al 2023 (28)	Estudio transversal 1021 trabajadores	Criterios IDF - Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl - HDL: Hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 100 mg/dl	La prevalencia del SM fue de 32,8%, en hombres fue de 35,4% y en mujeres de 30,4%. Los componentes del SM fueron: obesidad central (73,4%), hipertrigliceridemia (45,6%), HDL-C bajo (66,3%), hiperglicemia (10,0%) y presión arterial (6,5%)
Ali et al 2023 (29)	Estudio transversal 281 universitarios y 302 personal académico	Criterios NCEP/ATP III - Triglicéridos: 150 mg/dl o más - HDL: hombres < 40 mg/dl y mujeres < 50 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl	En general, la prevalencia del SM fue del 27,7% en los estudiantes y del 47,7% en el personal. La prevalencia y sus componentes aumentaron con la edad. Los componentes más comunes fueron los niveles bajos de HDL-C, que afectaron al 78% y al 81,4% de los estudiantes y el personal, respectivamente.
Romaní y García 2023 (30)	Estudio transversal 397 adolescentes	Criterios IDF - Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl - HDL: < 16 años: < 40 ; ≥ 16 años varones < 40 y mujeres < 40 . - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl Criterios Cook (ATP-III modificado) - Triglicéridos: ≥ 110 mg/dl - HDL: ≥ 40 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl Criterios Ferranti - Triglicéridos: ≥ 110 mg/dl - HDL: ≥ 50 hombres y ≥ 45 mg/dl mujeres - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl	El criterio Ferranti identificó 17,1% con SM, mientras el ATPD-III el 4,3%.
Messiah et al 2023 (31)	Estudio transversal 13,393 adolescentes de 12-18 años	Criterios IDF - Triglicéridos: ≥ 150 mg/dl - HDL: < 40 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl Criterios Cook (ATP-III modificado) - Triglicéridos: ≥ 110 mg/dl - HDL: ≥ 40 mg/dl - Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl Criterios Ferranti - Triglicéridos: ≥ 100 mg/dl	La prevalencia de SM fue de 2,66%. Los adolescentes hispanos tuvieron más alta tasa de SM en comparación con blancos-no hispanos o negros-no hispanos.





		-HDL: ≥ 50 mg/dl -Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl	
Artyomenko et al 2023 (32)	Estudio analítico 122 mujeres	Criterios NCEP/ATP III -Triglicéridos: 1,7 mmol/l -HDL: 1,3 mmol/l -Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl o 6,1 mmol/l	Las mujeres con síndrome de ovario poliquístico (SOP) tienen una alta prevalencia de SM. El estudio muestra que el 30,76% de las mujeres con SOP cumplían los criterios globales de síndrome metabólico.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados y discusión

Proceso preanalítico: esta fase implica la obtención, transporte y acondicionamiento de la muestra y en este punto deben considerarse:

Variabilidad preanalítica: se refiere a diversos factores que pueden influir en la calidad de la muestra y que han de conocerse para interpretar correctamente el resultado final, es por ello que en el laboratorio debe conocerse los datos completos del paciente ya que en base a estos datos se validará o rechazará los resultados. Los factores que deben considerarse en este punto son: edad, sexo, condición de embarazo, ciclos biológicos, periodo estacional, altura, estilos de vida (33). La variabilidad estimada es de aproximadamente 25% del intervalo de la variable biológica, lo que equivale a una desviación estándar biológica (34).

Indicaciones previas a la toma de muestra: existen factores que pueden influir en la toma de la muestra tales como ayuno, tiempo de aplicación del torniquete, presencia de sueros terapéuticos, ejercicio intenso, anticoagulantes (33). Por ello se debe asegurar buenas condiciones del paciente para lo cual es necesario evitar dietas ricas en grasa entre 8 y 12 horas previas a la prueba ya que el incremento de los triglicéridos en la sangre después del consumo de alimentos puede persistir incluso durante 9 horas, evitar ejercicio físico intenso 24 horas antes, evitar estrés y cigarrillo mínimo dos horas antes de la toma de la muestra y permanecer en reposo 15 minutos antes de la venopunción (35).

Procedimiento correcto de toma de muestra: preparar el formulario o la solicitud de toma de muestra con datos completos, identificar al paciente, higienizar manos, comprobar el estado de ayuno, restricciones y demás factores, seleccionar tubos de tapa roja sin aditivos o el de tapa color amarillo. Este tubo no posee anticoagulante, solo un gel que permite separar el suero con mayor facilidad del paquete globular, evitando la formación de fibrina, agujas y otros materiales necesarios para la toma, identificación de los tubos, posicionar al paciente (sentado o acostado cómodamente), aplicar torniquete que no debe sobrepasar 1 minuto, aplicar antisépticos e lugar de la punción, realizar la punción, toma de muestras con sistema de vacío/jeringa y aguja, llenar los tubos según se requiera para evitar problemas en tiempos de coagulación, remover el torniquete, colocar gasa sobre el sitio de punción, remover al aguja y proceder al descarte, presionar el sitio de punción, anotar la hora de la toma (35).

Transporte de muestra: dentro de reglamentación de la OMS se establece que cuando la muestra no puede ser procesada en el mismo establecimiento de atención y deban ser referidas a otro establecimiento, la muestra



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



debe ser transportada se recomienda centrifugarla y conservar el tubo en posición vertical durante el desplazamiento a temperatura de 15-25 °C. El plasma luego de ser centrifugado y separado en un tubo secundario puede almacenarse a temperatura ambiente hasta 4 horas caso contrario se debe congelar a -20 °C (35).

Para el transporte del área de laboratorio se realiza siguiendo la reglamentación de la OMS (Triple Empaque) que consiste en tener 3 barreras de seguridad primera: envase y/o recipiente primario (tubo, recipiente de plástico), segunda barrera: Envase y/o recipiente secundario y material absorbente y mantener en posición vertical (gradilla), Tercera barrera: Envase de plástico externo y no transparente.

El personal que realiza el transporte de muestras debe llevar consigo el Registro de Toma, Transporte (hora de salida y llegada) y Conservación de muestras, el que debe ser realizado dependiendo las especificaciones técnicas para cada analito en el caso de requerir cadena de frío. (35) (36).

Se establece que cuando la muestra no puede ser procesada en el mismo establecimiento de atención y deban ser referidas a otro establecimiento, deben estar en posición vertical y protegidas para evitar derrames o pérdidas debido a la contaminación por otros agentes, además se debe incluir sistemas de embalaje que debe incluir tres empaques (primario, secundario, terciario), cuando se requiera mantener la cadena de frío debe incorporarse dentro del embalaje, dispositivos de mantenimiento de temperatura, es obligatorio medir la temperatura dentro del embalaje al momento de colocar las muestras para envío y al momento de la recepción de las mismas en el lugar donde van a ser procesadas. Otro aspecto a considerar es que todas las muestras deben estar identificadas con etiqueta (nombre, cédula, establecimiento, tipo de evento) y deben enviarse con el formulario de referencia completo (36).

Fase de pre- centrifugación: independiente del método de recolección utilizado (vacío/jeringa) tras la toma de muestras estas se deben conservar a temperatura ambiente (15-25°C) dejar reposar el tubo hasta que finalice el proceso de coagulación como mínimo 10 minutos y máximo 30 minutos es muy importante asegurarse de que la muestra de sangre ha coagulado completamente antes de ser centrifugada para evitar la formación de fibrina y hemólisis (37).

Fase de centrifugación: se debe verificar que el equipo esté perfectamente limpio y libre de objetos en su interior, cargar cabezal, seguir recomendaciones de equilibrio y balanceo que se acompañan, colocar los tubos de forma idéntica forma y peso, cargados con igual cantidad de material en lugares opuestos, cerrar la tapa del equipo, asegurarse que debe estar equilibrada centrifugar a 1.500 g por 15 minutos para obtener el plasma, las muestras pueden almacenarse en tubos de 5 ml, sin anticoagulantes (37) (38).

Se menciona sobre el método de cálculo de gravedades, que la fuerza centrífuga relativa o fuerza g (RCF) es la cantidad de aceleración que se aplica a la muestra. Depende de las revoluciones por minuto (rpm) y del radio rotor. Fórmula para calcular las RCF o rpm $Fuerza\ g\ (RCF) = (rpm)^2 \times 1.118 \times 10^{-5} \times r$, $RPM = \sqrt{[RCF/(r \times 1.118)] \times 1 \times 10^5}$ En el normograma de centrifugación para hacer la conversión con trazar una línea desde el radio de la centrifuga hasta las rpm a las que equivale la RFC buscada (38). En esta fase se debe considerar posibles errores como:





- **Obtención de la muestra:** contaminación, cuán adecuada es la muestra, hemólisis, identificación incorrecta del paciente, tipo de muestra incorrecta, condición inadecuada del paciente y preparación incorrecta del paciente (39).
- **Preparación de la muestra:** retraso en el procesamiento de la muestra desde su obtención, adecuada homogeneización de la muestra y esta con los reactivos, volumen de la muestra apropiado, presencia de burbujas de aire en la muestra e identificación inequívoca del paciente (39).

Proceso analítico

Incluye la manipulación y procesamiento de muestras, preparación de reactivos, calibración, medición, lectura del instrumento. En este punto debe considerarse factores del instrumento y del reactivo incluyendo condiciones ambientales adversas, reactivos vencidos, despacho inapropiado de reactivos, almacenamiento incorrecto de reactivos, preparación de reactivos inadecuada, uso incorrecto de reactivos, contaminación de reactivos, variabilidad de reactivos entre lotes, fallas del reactivo relacionadas con la muestra, mal funcionamiento del simulador electrónico, despacho inapropiado del control, almacenamiento incorrecto del control, homogeneización inadecuada de controles, calibración inapropiada, escasa precisión y exactitud, modo de análisis incorrecto, arrastre de muestras, error del instrumento, falla del instrumento o falta de verificación del desempeño del instrumento/reactivo antes de su uso, instrumento con mal funcionamiento no retirados de servicio, mantenimiento inadecuado o manejo incorrecto de instrumentos, así como técnicas incorrectas (39).

Para la determinación del colesterol total se utilizan reactivos comerciales que incluyen las enzimas y sustratos necesarios para la cuantificación de todas las formas de colesterol presentes en suero (Kit comercial de LinearChemicals), para el HDL, LDL, VLDL es necesario utilizar reactivos precipitantes como el ácido fosfotungstico y magnesio, mientras que para los triglicéridos se utilizan reactivos comerciales (LinearChemicals) que incluyen las enzimas y sustratos necesarios para la cuantificación por espectrofotometría visible (40). Los métodos utilizados en este campo, se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Métodos definitivos, de referencia y recomendados

Indicadores	Método definitivo	Método de referencia	Método recomendado
Colesterol total	Espectrometría de masas con dilución isotópica	Abell-Kendall modificado según Centers for disease Control	Enzimáticos
Triglicéridos	Espectrometría de masas con dilución isotópica	Extracción ácido silícico y cloruro de metileno-ácido cromotrópico	Enzimáticos
HDL	-	Ultracentrifugación-precipitación heparina-manganeso y Abell-Kendall	-
LDL	-	Ultracentrifugación-precipitación polianiones (beta-cuantificación)	Fórmula Friedewald (si TG >250 mg/dl-2,82 mmol/L)

Nota: Tomado de Gómez y Fenolla (41)

Interferencias metodológicas, de matriz biológica: se debe considerar aspectos como hemólisis (salida de los componentes de las células sanguíneas al plasma dando lugar a un color más o menos rojizo en función del grado), lipemia (presencia de turbidez en suero por incremento de la concentración de lipoproteínas por falta de ayuno), ictericia (originada por elevada concentración de bilirrubina en suero), anticuerpos heterófilos



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



(pueden causar inferencias sobre el analito o proceso de medición reacción antígeno-anticuerpo), fármacos el Bromuro (33). Las recomendaciones de calidad analítica (error total admisible %) para los métodos de medida del perfil lipídico según NCEP (National Cholesterol Education Panel) para colesterol total es $<8,9$, triglicéridos <15 , LDL ≤ 12 y colesterol HDL ≤ 13 (42). Existen factores que interfieren en los resultados de algunas muestras, la cafeína provoca variaciones en los niveles de glucosa y metabolismo de lípidos (colesterol, lipoproteínas de alta densidad), la actividad física aumenta la concentración de ácidos grasos libres y de glucosa, estrés afecta los niveles séricos de glucosa y colesterol, la ingesta de alcohol causa hipoglicemia y aumento de triglicéridos, HDL, la ingesta de vitamina C reduce los niveles de glicemia, anticonceptivos aumentan la glicemia y triglicéridos, esteroides aumentan la glicemia y reduce los lípidos, hipotensores aumentan los valores de lipasa (43).

Estabilidad del método: incluye aspectos de elevado valor para documentar variables e implica información adicional sobre: mantenimiento preventivo, frecuencia y longitud del periodo de inactividad, señales de deterioro de instrumentos, verificación de la calibración (número de lotes, fechas de vencimiento, motivo, resultados), cambios de reactivo, inspección del funcionamiento de instrumentos (39).

Las concentraciones de los lípidos y lipoproteínas de los materiales de calibración y controles de los sistemas analíticos deben ser obtenidas a partir de métodos de referencia para verificar la trazabilidad de los resultados, también es conveniente utilizar métodos de referencia como “Cholesterol Referencial Method Laboratory y Net-work y el Center for Diseases Control” destinados a verificar los materiales de calibración y control y evaluar la calidad de los reactivos de lípidos y lipoproteínas (41).

Dentro de este campo se debe considerar factores que afectan la exactitud de los resultados como: calibración, rango lineal del equipo, efecto matricial, inestabilidad del reactivo, del instrumento o del calibrador y tecnología obsoleta (44). Otras inferencias a considerar son: hemólisis, lipemia, ictericia, anticuerpos heterófilos y fármacos (45)

Control de calidad analítico:

Calificación del equipo de medición

- Calificación de diseño: se establecen cuáles son los criterios compatibles con las necesidades para definir la adquisición de un equipo como: descripción de equipo, características de seguridad, requisitos ambientales, identificación de instrumentos y elementos críticos, aplicaciones y restricciones de uso, manuales de equipos, rendimiento operacional (46).
- Calificación de instalación: incluye la verificación de los equipos y componentes auxiliares contruidos o instalados conforme a especificaciones del diseño, abarca: estabilidad de equipos, mantenimiento, verificación de documentación (46).
- Calificación de operatividad: se verifica y documenta la puesta en marcha del equipo, conforme a especificaciones de operación y comprende la verificación de: existencia de documentación completa para operar, operatividad del equipo, ausencia de vibraciones no deseadas, buen funcionamiento de los controles de operaciones, ambiente adecuado, secuencia de operaciones incluidas las automáticas (46).





- **Calificación de desempeño:** evalúa el funcionamiento adecuado del equipo y su desempeño a través del tiempo, este tipo de calificación determina la exactitud, precisión y estabilidad del funcionamiento de un equipo, por cuanto resulta conveniente que incluya los siguientes aspectos: documentación de calibración, limpieza, mantenimiento preventivo, procedimientos de operación del equipo, procedimientos y registros, además datos sobre reproductibilidad y estabilidad, calificación de instalaciones, sistemas y equipos establecidos, ensayo (46).

Verificación del desempeño analítico: el laboratorio debe verificar aplicación correcta de métodos ya validados por el fabricante previo a su uso en la aplicación de los ensayos, generando evidencias objetivas para confirmar su aplicación correcta, por cuanto si los reactivos e instrumentos son usados estrictamente, bajo especificaciones del fabricante, el laboratorio debe únicamente comprobar la aplicación del método en su entorno, por lo que no es necesario realizar una validación extensiva del mismo sino únicamente una verificación in situ del desempeño. Este proceso se ha publicado por organismos de amplio reconocimiento internacional (CLSI, IFCC, IUPAC, ISO) (47).

La mayoría de los gráficos de control están formados por tres líneas paralelas y horizontales: una línea central LC que corresponde al valor promedio del parámetro de la característica de calidad que se desea controlar y otras dos denominadas límite de control superior LCS y límite de control inferior LCI que marca el intervalo dentro del cual se espera que estén el 99,73% de las observaciones para un proceso bajo control estadístico (48).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com

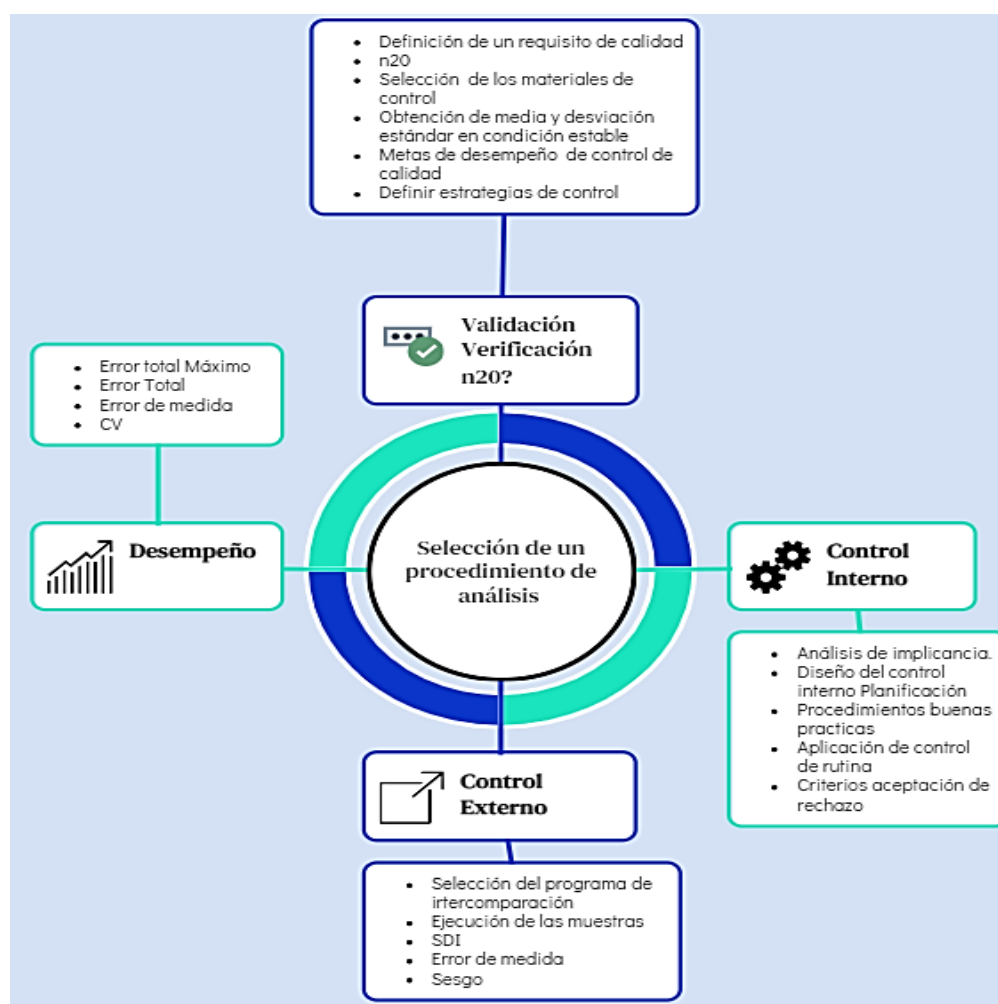


Figura 2. Planificación del control de calidad.

Fuente: elaboración propia.

Proceso posanalítico

Esta fase incluye la realización de reporte con base a los valores de referencia, verificación de los cálculos en los reportes finales, revisión de los resultados de las pruebas para detectar errores de transcripción o legibilidad (49). El control de la plausibilidad o proceso de validación es la última fase posanalítica y se realiza con el objetivo de garantizar la calidad del informe de laboratorio, en este procedimiento es útil el cribado de resultados erróneos a nivel de toma de la muestra, introducción de datos, inferencias y entre otros (50).

Tabla 3 Valores referenciales deseables del perfil lipídico para adultos > 20 años.

Lípidos	Con ayuno (mg/dl)	Sin ayuno (mg/dl)
Colesterol total	< 190	< 190
HDL-C	> 40	> 40



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



Triglicéridos	< 150	< 175
---------------	-------	-------

Fuente: Tomado de (51).

Tabla 4. Valores de meta terapéutica según la evaluación de riesgo cardiovascular estimado por el médico solicitante del perfil lipídico para adultos >20 años.

Lípidos	Riesgo cardiovascular estimado por el médico	Meta terapéutica (mg/dL)
	Categoría de riesgo	Con o sin ayuno
LDL-C	Bajo	< 130
	Intermedio	< 100
	Alto	< 70
	Muy alto	< 50
No HDL-C	Bajo	< 160
	Intermedio	< 130
	Alto	< 100
	Muy alto	< 80

Fuente: Tomado de (51).

Tabla 5. Valores referenciales deseables del perfil lipídico para niños y adolescentes

Lípidos	Con ayuno (mg/dl)	Sin ayuno (mg/dl)
Colesterol total	< 170	< 170
HDL-C	>45	>45
Triglicéridos (0 a 9 años)	< 75	< 85
Triglicéridos (0 a 19 años)	< 90	<100
LDL- C	<110	<110

Fuente: Tomado de (51).

Perfil lipídico: límites de decisión terapéutica

En lo referente al colesterol y perfil lipídico en general se utilizan rangos óptimos (óptimos para la salud o que suponen un riesgo mínimo) y rangos terapéuticos, definidos por el ATP-NCEP con un límite superior de colesterol total para tomar una decisión terapéutica en 200 mg/dl (cLDL en 100 mg/dL, triglicéridos en 150 mg/dL) (52).

Valores de referencia del cambio-objetivos lipídicos según riesgo cardiovascular

El valor de referencia del cambio es el cambio máximo permisible entre dos mediciones sucesivas en un mismo paciente, sin que esta diferencia sea de relevancia clínica. Las fuentes de variabilidad a nivel lipídico son múltiples y dependen de factores relacionados con el individuo, con la muestra sanguínea obtenida y con la obtención de la misma entre ellas constan: ayuno, dieta, peso, ejercicio físico, café, alcohol, fármacos, embarazo, enfermedad, sedación, torniquete, tipo de muestra, conservación de la muestra (42).

Además de factores como la edad, sexo, enfermedad, tratamientos, variaciones dentro del día y estacionales, recambio metabólico y regulación homeostáticas. Estas condiciones tienen dos componentes: intra e interindividual, la primera se refiere a la fluctuación de la concentración de los componentes de los fluidos biológicos alrededor del punto de equilibrio y la segunda viene indicada por las diferencias en el punto de equilibrio de los componentes de los fluidos biológicos entre distintas personas (53).



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



Valores de decisión clínica, valores críticos

Tabla 6. Valores críticos y alertas

Parámetro	Valor crítico	Alerta
Colesterol total	310 mg/dL	Paciente de alto riesgo vascular
Triglicéridos	TG > 880 mg/dL	Hipertrigliceridemia grave con riesgo de pancreatitis aguda
Colesterol-LDL adultos	> 190 mg/dL	Considerar hipercolesterolemia familiar heterocigota
Colesterol-LDL adultos	> 500 mg/dL	Considerar hipercolesterolemia familiar homocigota
Triada lipídica aterogénica	Si TG > 150 mg/dL y c-HDL < 30 mg/dL c-LDL/Apo B < 1,3 o TG/c-HDL > 2	Triada lipídica orientativa de dislipidemia aterogénica de muy alto riesgo vascular
Lp(a)	>120 mg/dL	Riesgo muy elevado de enfermedad cardiovascular aterosclerosa y estenosis de la válvula aórtica
Apolipoproteína A 1	< 10 mg/dL	Valorar hipoalfalipoproteinemia
Apolipoproteína B-100	< 10 mg/dL	Valorar abetalipoproteinemia

Fuente: Tomado de (37).

Delta check

Chequea el porcentaje de aumento o disminución entre dos valores sucesivos para analitos que se miden cuantitativamente o un cambio cualitativo (positivo-negativo) y permite identificar cambios en la condición del paciente o en el estado de la enfermedad (54).

Los límites de cambio conocidos como deltacheck indican que la variación entre el resultado actual obtenido y el anterior en la misma magnitud y en el mismo paciente podrían deberse a un error y por tanto, dicho resultado debe ser cuestionado puesto que en condiciones fisiológicas la diferencia observada entre dos resultados en la misma magnitud y paciente es el efecto combinado de la variabilidad preanalítica, analítica y biológica intraindividual, esta diferencia varía según las circunstancias pero de manera razonable (deltacheck bajo) caso contrario se considera sospechoso de ser erróneo (deltacheck alto) (50).

Discusión de resultados

El síndrome metabólico ha sido motivo de constantes estudios a lo largo del tiempo debido a sus implicaciones para la salud pública. Los primeros criterios diagnósticos fueron los desarrollados por la OMS en 1999 donde el SM se definía con la presencia de Resistencia a la insulina (RI), así como otros dos factores de riesgo: índice cintura-cadera (>0,9 o 0,85 para hombres y mujeres, respectivamente) y/o (IMC) > 30; hipertensión (presión sistólica > 140 mmHg y presión diastólica > 90 mmHg); dislipidemia (TG ≥ 1,7 mM y/o HDL < 0,9 mM o <1,0 mM para hombres y mujeres, respectivamente); y microalbuminuria, calculada como tasa de excreción urinaria de albúmina ≥ 20 µg/min o relación albúmina: creatinina ≥ 20 mg/g (55).

Sin embargo, en ese mismo año, el Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina (EGIR) intentó simplificar la definición de la OMS eliminando el criterio de microalbuminuria y dando énfasis al concepto de obesidad central en lugar de obesidad general, pero este criterio también fue modificado en 2001



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo (CC-BY-NC-SA).

Sociedad Ecuatoriana de Investigación Científica. E-mail: revistabiosana@gmail.com



por el Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol: Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) quienes excluyeron la necesidad de demostrar RI como criterio obligatorio, argumento que fue apoyado más adelante por la IDF y otras instituciones para unificar las definiciones del SM, no obstante aún no se ha logrado este objetivo (56).

En la presente revisión se pudo constatar que, a pesar del paso de los años, los criterios diagnósticos para SM aún no se han podido unificar. Pero de acuerdo a la evidencia analizada en el apartado de resultados, los criterios más utilizados para adultos fueron los NCEP/ATP III que incluyen: TG en sangre ≥ 150 mg/dL; Colesterol HDL en sangre < 40 mg/dL en hombres y < 50 mg/dL en mujeres; Presión arterial (PA) $\geq 130/85$ mmHg; Glucosa en sangre en ayunas ≥ 100 mg/dL y circunferencia de la cintura del menos 102 cm en hombres y 88 en mujeres.

Como se expuso, los criterios NCEP/ATP III fueron los más utilizados en los estudios analizados en la presente revisión, pero los puntos de corte no difirieron entre una población y otra. Así por ejemplo en los estudios de Chacón y Valencia (19), Ortiz et al (21), Enciso et al (22) y Sundarakumar et al (24) se realizó en un grupo de adultos relativamente jóvenes, pero en el de Silva et al (18) fueron adultos mayores, en la de Gameda et al (23) pacientes diabéticos, en el de Ali et al (29) estudiantes universitarios y en el de Artyomenko et al (32) un grupo de mujeres con síndrome de ovario poliquístico, donde los valores bioquímicos deberían ajustarse.

En contraste, con lo expuesto pocas son las investigaciones en las que se realizaron ajustes en los criterios diagnósticos del SM en poblaciones adolescentes a nivel bioquímico. En el estudio de Almeida et al (25) se utilizaron los criterios de Ferranti: triglicéridos: ≥ 110 mg/dl; HDL: ≥ 50 hombres y ≥ 45 mg/dl mujeres y Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl, en el estudio de Gona et al (26) y Messiah et al (31) los de Cook: triglicéridos: ≥ 110 mg/dl en ambos sexos, HDL: ≥ 40 mg/dl ambos sexos y Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl ambos sexos y finalmente en el de Romaní y García (30) los de Cook junto con los de Ferranti, los cuales permitieron un mejor tasación del SM en poblaciones jóvenes.

Pero en este punto es conveniente, mencionar que las adaptaciones realizadas por los autores antes citados tienen también como base los criterios NCEP/ATP III con lo cual se corrobora el hecho que estos son los métodos más empleados para estimar síndrome metabólico en la población general (57).

En este punto es necesario traer a contexto, el hecho que el diagnóstico del SM según NCEP/ATP III se basa en el cumplimiento de al menos tres de los cinco criterios antes mencionados, de los cuales la mayoría son bioquímicos (triglicéridos, colesterol, glucosa), lo cual deja clara la importancia de realizar un adecuado abordaje del perfil lipídico y glucémico dentro del laboratorio clínico, donde se deben contemplar el cumplimiento de protocolos de calidad analítica para garantizar resultados adecuados.

Los diferentes procesos concernientes a la gestión de las muestras en fase pre-analítica, analítica y pos-analítica son los que representan mayor riesgo, un mal almacenamiento y transporte de muestras, conjuntamente con la falta de suministro para su procesamiento, pueden causar un diagnóstico erróneo, complicaciones, retraso en el manejo de decisiones terapéuticas y errores en la valoración de pacientes críticos, estos eventos se minimizan con sistemas de gestión de calidad (58).





La calidad de laboratorio es un aspecto fundamental para garantizar resultados confiables y objetivos con una reducción considerable en la frecuencia de errores en el proceso analítico, mismos que ocurren en el 60% en fase pre-analítica debido a preparación inadecuada del paciente, obtención y transporte de muestras, en la fase analítica (15% errores) se debe fallas en alícuotas, analizadores, calibración y en la fase post-analítica (25% errores) respecto al reporte, entrega, recepción, revisión y acción (59).

Por esto, Botet et al (42) consideran preciso considerar la variabilidad preanalítica y analítica que pudiera afectar los resultados de la medida e inducir errores en su interpretación, entre ellos el ayuno, dieta, ejercicios, ingesta de café o fármacos, enfermedades presentes (hipertensión, enfermedad renal, diabetes, terapia oncológica, autoinmunes, etc.), elementos afines a la toma de la muestra como la sedación, torniquete, tipo de muestra o su conservación, alteración en los componentes de medida: material de calibración, reactivos e instrumentación que pueden inferir en los resultados.

Reisinger et al (60) asienten lo dicho pues exponen la necesidad de ampliar el abordaje de parámetros diagnósticos para SM en razón que los percentiles específicos de edad, sexo y origen étnico para el crecimiento, el peso y la cintura deberían estar disponibles para cada grupo de población en cada país ya que se observan variaciones en las características antropométricas y metabólicas entre grupos étnicos porque el uso de valores de referencia preexistentes de otros grupos de población (por ejemplo, valores caucásicos para poblaciones asiáticas) puede sobreestimar o subestimar la prevalencia real del SM.

Las investigaciones futuras podrían profundizar parámetros de detección de acuerdo al género, edad y otros datos demográficos, así como aspectos relacionados con la calidad de las muestras en cada una de las etapas analíticas, con el fin de realizar diagnósticos más precisos para el SM puesto que un cribaje adecuado permitirá determinar a las poblaciones de alto riesgo para tomar acciones terapéuticas oportunas que eviten morbilidad, mortalidad e incrementen la calidad de vida población.

Conclusiones

A través de la revisión bibliográfica se pudo concluir que los principales criterios diagnósticos del SM son los propuestos por NCEP-ATP III, que estipula a nivel analítico: triglicéridos 1,7 mmol/l; HDL: 1,3 mmol/l y Glucosa en ayunas: ≥ 110 mg/dl o 6,1 mmol/l.

Un punto destacable de la investigación fue el hecho de reconocer que la detección del síndrome metabólico implica necesariamente de parámetros analíticos (predominan por sobre la antropometría) como valores de glucosa, triglicéridos y HDL, lo cual deja clara la importancia de abordar estos parámetros de manera más profunda dentro del ámbito académico y clínico, pues en la mayoría de los casos los criterios de diagnóstico se generalizan para la población sin tomar en cuenta inferencias relevantes que ameritan ajustes tales como la edad, género, presencia de enfermedades crónicas o tratamientos.

La calidad analítica es un aspecto fundamental dentro del laboratorio clínico para garantizar resultados específicos para diagnósticos y tratamientos oportunos, por esta razón se precisa la gestión de calidad en este campo para que las fases pre-analítica, analítica y pos-analítica se cumplan cabalmente y con ello se reduzca la probabilidad de errores.





Referencias

1. Fahed G, Aoun L, Bou M, Allam SBM, Bouferra Y, Assi H. Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. *Int J Mol Sci.* 2022; 23(2): p. 786. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8775991/>.
2. Garmedia F. El síndrome metabólico, ¿artificio o realidad? *An. Fac. med.* 2020; 81(1): p. 92-98. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832020000100092.
3. Rufín L, Martínez A, Rufín A, Méndez J. Síndrome metabólico, un factor de riesgo en pacientes de COVID-19. *Rev.Med.Electrón.* 2022; 44(1): p. 142-154. <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v44n1/1684-1824-rme-44-01-142.pdf>.
4. Mohamed M, Shalaby R, El-Shiekh R, Banna H, Emam S, Bakr A. Metabolic syndrome: risk factors, diagnosis, pathogenesis, and management with natural approaches. *Food Chemistry Advances.* 2023; 3: p. 100335. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X23001570>.
5. Castro D, Rivera N, Solera A. Síndrome metabólico: generalidades y abordaje temprano para evitar riesgo cardiovascular y diabetes mellitus tipo 2. *Revista Médica Sinergia.* 2023; 8(2): p. e960. <https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/960>.
6. Espinoza S, Rivera P, Ballinas Y. Prevalencia y componentes del síndrome metabólico premórbido en trabajadores asegurados al seguro social de salud en una zona de altitud moderada en Perú. *Acta méd. Peru.* 2022; 39(4): p. 362-368. <http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v39n4/1728-5917-amp-39-04-362.pdf>.
7. Fragozo M. Síndrome metabólico: revisión de la literatura. *Medicina y Laboratorio.* 2022; 26(1): p. 47-62. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/06/1370951/sindrome-metabolico.pdf>.
8. Chiquito B, Plúas M. Metabolic syndrome and glycosylated hemoglobin in Latin America. *MQRInvestigar.* 2023; 7(3): p. 3137-3153. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/609/2428>.
9. Apolo A, Escobar K, Herrera I, Arias C, Apolo D. Análisis descriptivo del síndrome metabólico en trabajadores de empresas en la costa ecuatoriana, 2017 y 2018. *Revista San Gregorio.* 2020;(39): p. 163-176. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rsan/n39/2528-7907-rsan-39-00162.pdf>.
10. Bautista J, Velasco E, Herrera J, Analuisa E, Martínez D, Cobo V. Prevalencia del síndrome metabólico en el personal de salud. *Salud, Ciencia y Tecnología.* 2023; 3: p. 473. <https://revista.saludcyt.ar/ojs/index.php/sct/article/view/473/934>.
11. Tejada Y, Choquehuanca G, Socorro E, Vicuña J, Guzmán O. Perfil clínico-epidemiológico del síndrome metabólico en adultos atendidos en el hospital I Florencia de Mora EsSALUD. *Horiz. Med.* 2020; 20(4): p. e1168. <http://www.scielo.org.pe/pdf/hm/v20n4/1727-558X-hm-20-04-e1168.pdf>.
12. Diguay S, Chalma P, Prieto C. Comparación de criterios diagnósticos del síndrome metabólico en un Centro de Atención Primario Rural. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. SALUD Y VIDA.* 2022; 6(1): p. 790-811. <https://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/saludyvida/article/view/2159>.





13. Noubiap J, Nansseu J, Lontchi E, Nkeck J, Nyaga U, Ngouo TDTF. Geographic distribution of metabolic syndrome and its components in the general adult population: A meta-analysis of global data from 28 million individuals. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2022; 188: p. 109924. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168822722007380>.
14. García Y, Rodríguez M, García Y, López E, Soler J. Caracterización químico sanguínea del Síndrome Metabólico en estudiantes de preuniversitario. *Multimed*. 2020; 24(6): p. 1283-1299. <http://scielo.sld.cu/pdf/mmed/v24n6/1028-4818-mmed-24-06-1283.pdf>.
15. Costa A, o Conceição M, D'Oliveira A. Asociación entre síndrome metabólico y categoría profesional: estudio transversal con profesionales de enfermería. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*. 2022; 30: p. e3578. <https://www.scielo.br/j/rlae/a/jkFzcwRVvsGRpS8wbvbNxmQ/?format=pdf&lang=es>.
16. Pag M, McKenzie J, Bossuyt P, Bouron I, Hoffmann T, Muleow C, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*. 2021; 74(9): p. 790-799. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300893221002748>.
17. Urióstegui A, García M, Pérez A, Orea A. Medición de parámetros asociados al síndrome metabólico en alumnos de enfermería en Taxco, México. *Rev. salud pública*. 2018; 20(3): p. 334-339. <https://www.scielo.org/pdf/rsap/2018.v20n3/334-339/es>.
18. Silva P, Sacramento A, Carmo C, Silva L, Silqueira S, Soares S. Factors associated with metabolic syndrome in older adults: a population-based study. *Rev Bras Enferm*. 2019; 72(2): p. 221-228. <https://www.scielo.br/j/reben/a/cj7SRFX5Rr9M5rRmZkshVMr/?format=pdf&lang=en>.
19. Chacón P, Valencia M. Síndrome metabólico y estilos de vida en personal sanitario en una unidad de medicina familiar en México. *Cad. Aten. Primaria*. 2020; 26(3): p. 4-11. https://revista.agamfec.com/wp-content/uploads/2021/01/Agamfec_26_3-Orixinal-S%C3%ADndrome-metab%C3%B3lico.pdf.
20. Campina M, Da Silva E, Rodrigues F, Castagnino L, Da Silva L, Macedo H, et al. Prevalencia y factores asociados al síndrome metabólico en una población vulnerable del norte de Brasil: un estudio transversal. *J. Hum. Growth De*. 2021; 31(2): p. 291-301. <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rbcdh/v31n2/12.pdf>.
21. Ortiz M, Bautista L, Villa A, Antúnez P, Aldaz M, Estrada DDD, et al. Prevalence of Metabolic Syndrome Among Mexican Adults. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 2022; 20(5): p. 264-272. <https://www.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/met.2021.0115>.
22. Enciso J, Cortés A, Rodríguez Á, Rey O. Prevalencia del Síndrome Metabólico en el ámbito laboral. *Ene*. 2022; 16(2): p. 1298. <https://scielo.isciii.es/pdf/ene/v16n2/1988-348X-ene-16-02-1298.pdf>.
23. Gameda D, Abebe E, Duguma A. Metabolic Syndrome and Its Associated Factors among Type 2 Diabetic Patients in Southwest Ethiopia, 2021/2022. *Journal of Diabetes Research*. 2022; 2022(8162342): p. 1-7. <https://www.hindawi.com/journals/jdr/2022/8162342/>.
24. Sundarakumar J, Stezin A, Menesgere A, Ravindranath V. Rural-urban and gender differences in metabolic syndrome in the aging population from southern India: Two parallel, prospective cohort studies.





The Lancet. 2022; 47(101395.): p. 1-11. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2589-5370%2822%2900125-0>.

25. Almeida D, Miranda A, Nogueira V, Bezerra M, Da Silva A. Prevalence of metabolic syndrome in adolescents based on three diagnostic definitions: a cross-sectional study. Arch Endocrinol Metab. 2023; 67(5): p. e000634. <https://www.scielo.br/j/aem/a/JK5YySr8BKCT6Vhy944cwDf/?format=pdf&lang=en>.

26. Gaona N, Sanabria M, Piris A, Chi D, Pereira P, Cuevas M. Prevalencia de síndrome metabólico en adolescentes escolarizados del Departamento Central en el año 2021. Pediatr. 2022; 49(3): p. 142-153. <http://scielo.iics.una.py/pdf/ped/v49n3/1683-9803-ped-49-03-142.pdf>.

27. Elfaki F, Mukhayer A, Moukhyer M, Chandika R, Kremers S. Prevalence of Metabolic Syndrome among Early Adolescents in Khartoum State, Sudan. Int J Environ Res Public Health. 2022; 19(22): p. 14876. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9690848/>.

28. Espinoza S, Rivera P, Ballinas Y. Prevalencia y componentes del síndrome metabólico premórbido en trabajadores asegurados al seguro social de salud en una zona de altitud moderada en Perú. Acta Médica Peruana. 2023; 39(4): p. 362-368. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172022000400362.

29. Ali N, Samadder M, Shourove J. Prevalence and factors associated with metabolic syndrome in university students and academic staff in Bangladesh. Sci Rep. 2023; 13(19912): p. 1-10. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-46943-x#citeas>.

30. Romaní F, García S. Concordance between five criteria of metabolic syndrome in teenagers from a Peruvian high andes region. Rev Peru Med Exp Salud Publica. ; 40(2): p. 150-160. <https://www.scielo.org/article/rpmesp/2023.v40n2/150-160/en/#>.

31. Messiah S, Xie L, Gozel E, Chandrasekhar A, Sirkanth N, Hil K, et al. Prevalence of the Metabolic Syndrome by Household Food Insecurity Status in the United States Adolescent Population, 2001-2020: A Cross-Sectional Study. The American Journal of Clinical Nutrition. 2023;: p. 1-32. <https://pdf.sciencedirectassets.com/782868/AIP/1-s2.0-S0002916523662860/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjECwaCXVzLWVhc3QtMSJIMEYCIQDYgQsG16csXQkSJA8UdUY3QB%2Bg4ZWInWX4oXtGb4UohgIhALQh5hrydEqLv1LF0xqM0IVUc%2BWq9alb2ghi%2FVCen%2FXKrsFCJX>.

32. Artyomenko V, Velychko V, Lahoda D, Danylchuk H. Common clinical laboratory features among women with polycystic ovary syndrome and metabolic syndrome. J Med Life. 2023; 16(8): p. 1215-1219. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10652679/>.

33. Ministerio de Sanidad y Comunidad. Actualización de la fase preanalítica de los laboratorios Clínico del Hospital Cruz Roja del Ingesa de Ceuta: Instituto Nacional de Gestión Sanitaria. ; 2007. <https://ingesa.sanidad.gob.es/bibliotecaPublicaciones/publicaciones/internet/docs/actualzFasePreanalitica.pdf>.





34. Esteve S, Bosch E, Ortuño M. Implementación de la variabilidad biológica como objetivo de calidad en un laboratorio. *Revista de Laboratorio clínico*. 2010; 3(4): p. 153-160. <https://grupocc-lab.com.mx/wp-content/uploads/2022/10/Implementacion-de-VB-como-objetivo-de-calidad-en-un-lab-clinico.pdf>.
35. Guevara N, Tangarife V. Fase preanalítica: punto crítico en las pruebas de diagnóstico hematológico. *Medicina & Laboratorio*. 2016; 22: p. 411-446. <https://medicinaylaboratorio.com/index.php/myl/article/view/91/78>.
36. Ministerio de Salud Pública. Lineamientos técnicos para manejo de muestras biológicas y químicas. Quito: Registro Oficial 34; 2017. <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/Acuerdo-ministerial-84.pdf>.
37. Arrobas T, Guijarro C, Campuzano R, Rodríguez M, Valderrama J, Pérez A. Documento de consenso para la determinación e informe del perfil lipídico en laboratorios clínicos españoles. *Nefrología*. 2023; 43(4): p. 383-516. <https://www.revistanefrologia.com/es-documento-consenso-determinacion-e-informe-articulo-S0211699523000280>.
38. Comité interno de Seguridad, Salud ocupacional y Calidad. Procedimiento para el uso de la centrífuga. Universidad Nacional del Comahue; 2015. <https://probien.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/sites/56/2017/06/005-Procedimiento-Centr%C3%ADfuga-PROBIEN.pdf>.
39. Westgard J. Prácticas básicas de control de calidad. Edición Wallace Coulter ed.: Westgard QC; 2013. <https://clea.edu.mx/biblioteca/files/original/12327593d27469cd58e21ade8243fc44.pdf>.
40. Túnez I, Galván A. Perfil Lipídico. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. <https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/25%20PERFIL%20LIPIDICO.pdf>; 2018.
41. Gómez J, Fenollar M. Recomendaciones para la medición de las magnitudes del perfil lipídico en la fase analítica. *Química Clínica*. 2005; 24(3): p. 172-176. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Gerique/publication/257268406_Recomendaciones_para_la_medicion_de_las_magnitudes_del_perfil_lipidico_en_la_fase_analitica/links/0deec524c01060934a000000/Recomendaciones-para-la-medicion-de-las-magnitudes-.
42. Botet J, Rodríguez L, Brotons C, Esteban M, García A, Pintó X, et al. Homogeneización de los valores del perfil lipídico. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*. 2018; 30(1): p. 36-48. <https://www.elsevier.es/es-revista-clinica-e-investigacion-arteriosclerosis-15-articulo-homogeneizacion-valores-del-perfil-lipidico-S0214916817301365>.
43. Importancia de la fase preanalítica en el laboratorio clínico de la Atención Primaria de Salud. *Revista de Medicina Isla de la Juventud*. 2014; 15(1): p. 3-21. <https://remij.sld.cu/index.php/remij/article/view/89/188>.
44. Granero R, Falcone M, Infante E, Gotopo H, Finizola V. Variabilidad analítica entre laboratorios clínicos en la determinación de lípidos séricos (colesterol total, HDL, LDL y VLDL) en Venezuela. *Avances Cardiol*. 2010; 30(3): p. 215-220..





45. Instituto Nacional de Gestión Sanitaria Alcalá. Actualización de la Fase Preanalítica de los Laboratorios Clínicos del Hospital “Cruz Roja” del Ingesa de Ceuta - Primera Parte. Madrid: Recursos Documentales y Apoyo Institucionales. <https://revistabioanalisis.com/images/flippingbook/Rev48%20n/nota1.pdf>.
46. Organización Panamericana de la Salud. Curso de gestión de la calidad para laboratorios. Revista Medicina & Laboratorio. 2007; 13(1): p. 35-66..
47. Servicio de Acreditación Ecuatoriano. Validación y/o verificación de métodos de ensayos en laboratorios clínicos. Informe Técnico. ; 2022.
48. López M, López P. Uso secuencial de herramientas de control de calidad en procesos productivos: una aplicación en el sector agroalimentario. Pecvnia. 2014;(18): p. 73-95. <https://revpubli.unileon.es/ojs/index.php/Pecvnia/article/view/1645>.
49. Mensoza M, Rivadeneyra E, Zamora I. Guía de prácticas de laboratorio de bioquímica Clínica. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/qfb/files/2020/09/Guia-de-Bioquimica-Clinica-Laboratorio.pdf>; 2020.
50. Castro M, Sánchez L. Estimación de los límites de cambio (deltacheck) en el laboratorio clínico. Adv Lab Med. 2021; 2(3): p. 424-431. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10197284/#:~:text=Los%20l%C3%ADmites%20de%20cambio%2C%20conocidos,resultado%20ha%20de%20ser%20cuestionado>.
51. Martínez M, Blazquez M, Hernández M, López P, Ortiz A, García A, et al. Índice cintura-talla: prueba para valoración de riesgo cardiovascular y diagnóstico del síndrome metabólico. Revista Cubana de Medicina. 2017; 56(2): p. 109-118. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232017000200003.
52. Toro M. Valores del perfil lipídico ¿Todos con el mismo rasero? Acta médica Colombiana. 2016; 41(1): p. 13-15. <https://www.redalyc.org/pdf/1631/163145717003.pdf>.
53. Andriolo A, Lacerda Cançado A, Venâncio Barbosa I, Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial. (SBPC/ML) factores preanalíticos e interferencias en ensayos de laboratorio 2018. <https://controllab.com/es/ensino/livros/recomendacoes-da-sociedade-brasileira-de-patologia-clinica-medicina-laboratorial-sbpc-ml-fatores-pre-analiticos-e-interferentes-em-ensaios-laboratoriais/>
54. D’Ísa G, Rubinstein M. Interpretando los resultados del laboratorio: valor de referencia de cambio y delta check. Medicina Infantil. 2012; 19: p. 8-13. <https://docplayer.es/27171473-Interpretando-los-resultados-del-laboratorio-valor-de-referencia-de-cambio-y-delta-check.html>.
55. Ambroselli D, Masciulli F, Romano E, Catanzaro G, Besharat Z, Massari M, et al. New Advances in Metabolic Syndrome, from Prevention to Treatment: The Role of Diet and Food. Nutrients. 2023; 15(3): p. 640. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9921449/>.
56. Jha B, Sherpa M, Imran M, Mohammed Y, Jha L, Paudel K, et al. Progress in Understanding Metabolic Syndrome and Knowledge of Its Complex Pathophysiology. Diabetology. 2023; 4: p. 134-159. <https://www.mdpi.com/2673-4540/4/2/15>.





57. Díaz J, Yupari I, Caballero J, Conde N, Rojas A. Criteria in the Diagnosis of Metabolic Syndrome in Children: A Scoping Review. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2023; 16: p. 3489-3500. <https://www.dovepress.com/criteria-in-the-diagnosis-of-metabolic-syndrome-in-children-a-scoping--peer-reviewed-fulltext-article-DMSO>.
58. Guaman M, Lino W. Gestión de calidad y su importancia en la garantía de resultados de los laboratorios clínicos de Cuenca. *Journal ScientificMQRInvestigar.* 2023; 7(4): p. 1795-1808. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/795/3114>.
59. Westgard J, Mercapide L, Sàez A, Porras A, Martínez O, Amaya E. Cómo garantizar la calidad. *Rev Mex Patol Clin.* 2010; 57(4): p. 179-189. <https://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2010/pt104e.pdf>.
60. Reisinger C, Nkeh B, Fredriksen P. The prevalence of pediatric metabolic syndrome—a critical look on the discrepancies between definitions and its clinical importance. *Int J Obes.* 2021; 45: p. 12-24. <https://www.nature.com/articles/s41366-020-00713-1#citeas>.

