

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.1053>

Estado del arte: Nuevos biomarcadores en el diagnóstico del Síndrome Metabólico

“State of the art: New biomarkers in the diagnosis of Metabolic Syndrome”

Alvaro Paul Moina Veloz

ap.moina@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8050-8562>

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Laboratorio Clínico
Ambato – Ecuador

Cumanda Elizabeth Endara Arias

elizabeth.endaravmj@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-2902-3102>

Laboratorio de Análisis Clínico de Mediana Complejidad Md. Alvaro Moina
Riobamba – Ecuador

Artículo recibido: 16 de agosto de 2023. Aceptado para publicación: 31 de agosto de 2023.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

El síndrome metabólico es una entidad clínica compleja que conlleva un alto riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2. En este artículo de revisión sistemática, se analiza la investigación de nuevos biomarcadores para el diagnóstico temprano y preciso del síndrome metabólico. Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas y se seleccionaron estudios relevantes sobre biomarcadores emergentes. La creciente prevalencia del síndrome metabólico ha impulsado la búsqueda de biomarcadores más sensibles y específicos para detección temprana y manejo eficaz. La adiponectina ha surgido como biomarcador potencialmente valioso, ya que estudios han mostrado su relación con el síndrome metabólico y riesgo cardiovascular. Marcadores de inflamación como la proteína C reactiva (PCR) y la interleucina-6 (IL-6) también se investigan por su asociación con inflamación crónica en el síndrome metabólico. El ácido úrico es otro biomarcador emergente, relacionado con resistencia a la insulina y síndrome metabólico. La proteína transportadora de ésteres de colesterol (CETP) se considera indicador de dislipidemia y síndrome metabólico. Además, los microARNs (miR-33a y miR-122) pueden ser relevantes en la homeostasis lipídica y glucídica, sugiriendo su uso como biomarcadores. La identificación de nuevos biomarcadores promete un diagnóstico temprano y preciso del síndrome metabólico. Sin embargo, se subraya la necesidad de más estudios que validen y establezcan su utilidad clínica. Este enfoque tiene el potencial de mejorar el manejo y pronóstico de esta afección.

Palabras clave: síndrome metabólico, biomarcadores, adiponectina, enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2

Abstract

Metabolic syndrome is a complex clinical entity that carries a high risk of cardiovascular disease and type 2 diabetes. In this systematic review article, the investigation of new biomarkers for early and accurate diagnosis of metabolic syndrome is discussed. A comprehensive search of scientific databases was performed and relevant studies on emerging biomarkers were selected. The increasing prevalence of metabolic syndrome has prompted the search for more

sensitive and specific biomarkers for early detection and effective management. Adiponectin has emerged as a potentially valuable biomarker, since studies have shown its relationship with metabolic syndrome and cardiovascular risk. Inflammation markers such as C-reactive protein (CRP) and interleukin-6 (IL-6) are also being investigated for their association with chronic inflammation in metabolic syndrome. Uric acid is another emerging biomarker, related to insulin resistance and metabolic syndrome. Cholesterol ester transporter protein (CETP) is considered an indicator of dyslipidemia and metabolic syndrome. In addition, microRNAs (miR-33a and miR-122) may be relevant in lipid and glucose homeostasis, suggesting their use as biomarkers. The identification of new biomarkers promises an early and accurate diagnosis of the metabolic syndrome. However, the need for more studies to validate and establish its clinical utility is underlined. This approach has the potential to improve the management and prognosis of this condition.

Keywords: metabolic syndrome, biomarkers, adiponectin, cardiovascular diseases, diabetes type 2

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Como citar: Moina Veloz, A. P., & Endara Arias, C. E. (2023). Estado del arte: Nuevos biomarcadores en el diagnóstico del Síndrome Metabólico. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(2), 6309–6322.
<https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.1053>

INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico es un conjunto de factores de riesgo que se asocian con un aumento en la probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (Monnerie et al., 2020a). Está caracterizado por la presencia de múltiples alteraciones metabólicas, incluyendo obesidad abdominal, hipertensión arterial, resistencia a la insulina, dislipidemia y niveles elevados de glucosa en sangre (Dobrowolski et al., 2022). Esta compleja condición representa un desafío significativo para la salud pública debido a su alta prevalencia y sus graves consecuencias en términos de morbilidad y mortalidad.

El diagnóstico temprano y preciso del síndrome metabólico es esencial para la prevención, el manejo y el tratamiento oportuno de sus complicaciones. Históricamente, los criterios diagnósticos más ampliamente aceptados son los establecidos por la Federación Internacional de Diabetes (IDF) y el Grupo de Estudio de la Obesidad (EGO) en 2022 (Dobrowolski et al., 2022), que definen el síndrome metabólico basándose en la presencia de al menos tres de los siguientes criterios: obesidad abdominal, triglicéridos elevados, colesterol HDL bajo, presión arterial alta y niveles elevados de glucosa en sangre (Raya-Cano et al., 2022).

Sin embargo, a medida que avanza la investigación, ha quedado claro que estos criterios pueden no ser suficientes para identificar a todos los individuos en riesgo de desarrollar el síndrome metabólico y sus complicaciones asociadas. Además, estos criterios se basan en mediciones clínicas y de laboratorio, lo que podría resultar en un diagnóstico tardío y subestimar el riesgo en algunos casos (Ulloque-Badaracco et al., 2023).

En consecuencia, los investigadores han estado buscando activamente nuevos biomarcadores que puedan complementar o mejorar los criterios de diagnóstico tradicionales, con el objetivo de lograr una detección más temprana, precisa y personalizada del síndrome metabólico. Estos biomarcadores podrían proporcionar información adicional sobre la fisiopatología subyacente del síndrome metabólico, así como sobre la gravedad y el pronóstico de la enfermedad (Ulloque-Badaracco et al., 2023).

La investigación en esta área ha sido amplia y diversa, y varios biomarcadores emergentes han surgido como candidatos potenciales para el diagnóstico y seguimiento del síndrome metabólico. Estos biomarcadores incluyen hormonas, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, que se han asociado con diferentes aspectos del síndrome metabólico, como la inflamación, el metabolismo lipídico y glucídico, y la función vascular (Dobrowolski et al., 2022).

Uno de los biomarcadores más estudiados y prometedores es la adiponectina, una hormona secretada por el tejido adiposo. La adiponectina ha mostrado efectos antiinflamatorios y reguladores del metabolismo de la glucosa y los lípidos. Niveles bajos de adiponectina se han correlacionado con obesidad, resistencia a la insulina y dislipidemia, y estudios epidemiológicos han demostrado que la adiponectina se asocia inversamente con el riesgo de síndrome metabólico y enfermedades cardiovasculares (Thupakula et al., 2022). Por lo tanto, se ha propuesto que la medición de adiponectina en suero podría ser útil como un biomarcador adicional en el diagnóstico del síndrome metabólico.

Además, diversos marcadores de inflamación, como la proteína C reactiva (PCR) y la interleucina-6 (IL-6), han sido investigados como indicadores del estado inflamatorio crónico asociado al síndrome metabólico (Thupakula et al., 2022). La inflamación crónica juega un papel crucial en el desarrollo de la resistencia a la insulina y la aterosclerosis, dos componentes fundamentales del síndrome metabólico. Por lo tanto, la medición de estos biomarcadores de inflamación podría proporcionar información valiosa sobre la inflamación sistémica y el riesgo cardiovascular en individuos con síndrome metabólico (Monnerie et al., 2020a).

Otro biomarcador emergente es el ácido úrico, un producto final del metabolismo de las purinas. Niveles elevados de ácido úrico se han asociado con resistencia a la insulina y síndrome metabólico en estudios epidemiológicos (Thupakula et al., 2022). Además, se ha observado una relación entre el ácido úrico y la hipertensión, lo que sugiere que el ácido úrico puede tener un papel en la regulación de la presión arterial y la fisiopatología del síndrome metabólico. Por lo tanto, se ha propuesto que el ácido úrico podría servir como un biomarcador de riesgo para el síndrome metabólico y enfermedades cardiovasculares (Grundy et al., 2005).

Por otro lado, la proteína transportadora de ésteres de colesterol (CETP) ha sido propuesta como un biomarcador relacionado con la dislipidemia y el síndrome metabólico. CETP está involucrada en el intercambio de lípidos entre las lipoproteínas, lo que afecta los niveles de colesterol HDL y LDL. Estudios han demostrado que las variantes genéticas de CETP están asociadas con un mayor riesgo de síndrome metabólico y enfermedades cardiovasculares (Zhao et al., 2023). Por lo tanto, la medición de CETP podría ser útil como un biomarcador adicional para evaluar el riesgo metabólico y cardiovascular (Vona et al., 2019a).

Además de las moléculas mencionadas, los microARNs (miARNs) han sido objeto de interés en la investigación de biomarcadores del síndrome metabólico. Los miARNs son pequeñas moléculas de ARN no codificante que regulan la expresión génica a nivel post-transcripcional. Se ha demostrado que varios miARNs están involucrados en la regulación del metabolismo lipídico y glucídico, y su disfunción se ha asociado con la aparición de obesidad y resistencia a la insulina (Srikanthan et al., 2016a). Algunos miARNs específicos, como miR-33a y miR-122, se han propuesto como biomarcadores potenciales para el diagnóstico y seguimiento del síndrome metabólico (Qiu et al., 2023a).

La investigación de nuevos biomarcadores en el síndrome metabólico es un área emocionante y en constante evolución. Estos biomarcadores prometen mejorar el diagnóstico temprano y preciso, lo que podría permitir intervenciones más oportunas y personalizadas para prevenir y tratar el síndrome metabólico y sus complicaciones asociadas. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de los avances en la investigación de biomarcadores, aún existen desafíos significativos que deben abordarse antes de su implementación clínica rutinaria.

Uno de los principales desafíos es la necesidad de una validación exhaustiva de estos biomarcadores emergentes. Si bien los estudios iniciales han mostrado resultados prometedores, es esencial llevar a cabo investigaciones adicionales con cohortes más grandes y diversificadas para establecer la precisión, sensibilidad y especificidad de cada biomarcador. Además, es fundamental realizar estudios longitudinales para evaluar la capacidad de los biomarcadores para predecir la progresión del síndrome metabólico y sus complicaciones a lo largo del tiempo.

Otro desafío es la estandarización de las técnicas de medición de los biomarcadores. Diferentes métodos de análisis y plataformas tecnológicas pueden generar resultados inconsistentes y dificultar la comparación de datos entre estudios (Srikanthan et al., 2016a). Por lo tanto, es necesario establecer protocolos estandarizados para la medición de los biomarcadores y asegurar que los resultados sean reproducibles en diferentes laboratorios.

Además, es importante considerar la interacción entre múltiples biomarcadores en el diagnóstico del síndrome metabólico. En lugar de depender de un solo biomarcador, el desarrollo de paneles de biomarcadores podría mejorar la precisión diagnóstica al evaluar múltiples aspectos del síndrome metabólico de manera conjunta. Estos paneles pueden incluir tanto biomarcadores clínicos como moleculares para obtener una evaluación más completa del estado metabólico y cardiovascular del paciente.

Asimismo, se debe tener en cuenta la heterogeneidad del síndrome metabólico. Esta condición se presenta de manera variable en diferentes poblaciones y grupos étnicos, lo que puede afectar la utilidad de ciertos biomarcadores en diferentes contextos. Por lo tanto, es necesario realizar estudios en poblaciones diversas para evaluar la aplicabilidad y generalización de los biomarcadores en diferentes grupos de pacientes.

Por último, es importante considerar las implicaciones éticas y económicas de la implementación de nuevos biomarcadores en la práctica clínica. La adopción de biomarcadores emergentes en el diagnóstico del síndrome metabólico puede implicar costos adicionales y desafíos logísticos en términos de equipos de laboratorio y capacitación del personal. Además, es necesario abordar cuestiones éticas relacionadas con la privacidad y la confidencialidad de los datos de los pacientes asociados con la medición de biomarcadores.

La investigación de nuevos biomarcadores en el diagnóstico del síndrome metabólico es una área emocionante y prometedora en el campo de la medicina. Estos biomarcadores tienen el potencial de mejorar la detección temprana y el manejo de esta compleja condición, lo que podría conducir a una reducción significativa de las enfermedades cardiovasculares y la diabetes tipo 2 (Denninghoff et al., 2021). Sin embargo, es crucial abordar los desafíos de validación, estandarización, heterogeneidad y aspectos éticos y económicos antes de su implementación clínica generalizada.

METODOLOGÍA

En esta revisión sistemática, se siguió la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para asegurar la transparencia, precisión y calidad en la selección y presentación de los estudios incluidos en el análisis (Srikanthan et al., 2016a). El enfoque metodológico se basó en el método PICO (Población, Intervención, Comparación, Resultados) para definir claramente la pregunta de investigación y los criterios de inclusión de los estudios. (Vona et al., 2019a)

Pregunta de Investigación

¿Cuáles son los nuevos biomarcadores emergentes que podrían mejorar el diagnóstico temprano del síndrome metabólico en comparación con los criterios de diagnóstico tradicionales?

Criterios de Inclusión

Para la selección de estudios, se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

Población: Estudios realizados en seres humanos con síndrome metabólico o individuos en riesgo de desarrollar la condición.

Intervención: Investigaciones que evalúen biomarcadores emergentes para el diagnóstico del síndrome metabólico.

Comparación: Estudios que comparen los nuevos biomarcadores con los criterios de diagnóstico tradicionales.

Resultados: Estudios que presenten resultados sobre la precisión, sensibilidad y especificidad de los biomarcadores en el diagnóstico del síndrome metabólico.

Búsqueda de la Literatura

Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas, incluyendo PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando términos de búsqueda relevantes relacionados con el síndrome

metabólico y biomarcadores emergentes. Los términos de búsqueda incluyeron "síndrome metabólico", "nuevos biomarcadores", "biomarcadores emergentes", "diagnóstico", entre otros. Se aplicaron filtros para limitar los resultados a estudios realizados en seres humanos y publicados en los últimos cinco años.

Selección de Estudios

Dos investigadores independientes realizaron la selección de estudios siguiendo los criterios de inclusión establecidos. Se evaluaron los títulos y resúmenes de los estudios identificados en la búsqueda inicial. Luego, los estudios potencialmente relevantes fueron revisados en su totalidad para determinar si cumplían con los criterios de inclusión. En caso de desacuerdo entre los investigadores, se llevó a cabo una discusión para llegar a un consenso.

Extracción de Datos

Se diseñó una tabla de extracción de datos para recopilar información relevante de los estudios seleccionados. Los datos extraídos incluyeron el diseño del estudio, la población de estudio, los biomarcadores evaluados, los criterios de diagnóstico utilizados, así como los resultados sobre la precisión y utilidad de los biomarcadores en el diagnóstico del síndrome metabólico.

Evaluación de la Calidad de los Estudios

Se utilizó la escala de Newcastle-Ottawa para evaluar la calidad de los estudios incluidos en esta revisión sistemática (Thupakula et al., 2022). Esta escala asigna puntos a diferentes criterios de calidad, incluyendo la selección de la población, comparabilidad entre grupos y la valoración de los resultados. Se consideraron estudios de alta calidad aquellos que obtuvieron siete puntos o más en la escala.

Análisis de Datos

Debido a la naturaleza heterogénea de los estudios incluidos, no fue posible realizar un metanálisis. Por lo tanto, se realizó un análisis descriptivo de los resultados obtenidos en cada estudio. Se presentaron los hallazgos relevantes argumentativos para facilitar la comparación y la síntesis de la información.

Resultados

La búsqueda inicial identificó un total de 60 estudios potencialmente relevantes. Después de aplicar los criterios de inclusión y la evaluación de la calidad, se seleccionaron 20 estudios para su revisión. Los estudios incluidos abarcaron una amplia variedad de biomarcadores emergentes, incluyendo hormonas, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, que se asociaron con diferentes aspectos del síndrome metabólico.

Conclusiones

Los nuevos biomarcadores emergentes muestran un gran potencial para mejorar el diagnóstico temprano y preciso del síndrome metabólico. Sin embargo, se requiere más investigación y validación para establecer su utilidad clínica y aplicabilidad en diferentes poblaciones. La implementación de paneles de biomarcadores podría mejorar la precisión diagnóstica y permitir un enfoque más personalizado en la prevención y el manejo del síndrome metabólico.

DESARROLLO

En el presente desarrollo, se profundizará en la capacidad diagnóstica de los biomarcadores emergentes evaluados en la revisión sistemática, incluyendo adiponectina, Leptina, relación leptina: adiponectina, proteína C reactiva (PCR), interleucina-6 (IL-6), ácido úrico, proteína

transportadora de ésteres de colesterol (CETP) y microARNs miR-33a y miR-122 (Srikanthan et al., 2016a). Se analizará su sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo e interpretación de curvas ROC. Además, se evaluará su utilidad clínica y se brindarán recomendaciones para su aplicación en la práctica médica.

Adiponectina

La adiponectina ha surgido como uno de los biomarcadores más prometedores para el diagnóstico del síndrome metabólico, secretado exclusivamente por los adipocitos. Al disponer de 3 isoformas la de alto peso molecular (HMW) es la más activa de efectos beneficiosos aumentando la sensibilidad a la insulina, efecto antiaterogénico, mejora la oxidación de los lípidos, se encuentra en niveles más bajos en el hombre (Srikanthan et al., 2016a). Estudios han demostrado que niveles bajos de adiponectina se asocian inversamente con el riesgo de síndrome metabólico y enfermedades cardiovasculares aumento de la circunferencia abdominal, aumento de HDL y disminución de grasa visceral, triglicéridos, insulina y presión arterial (Vona et al., 2019a). La sensibilidad de la adiponectina para detectar el síndrome metabólico es alta, lo que significa que tiene la capacidad de identificar correctamente a la mayoría de los pacientes con la enfermedad. Además, la especificidad también es significativa, lo que indica que la adiponectina puede diferenciar adecuadamente a los individuos sanos de aquellos con síndrome metabólico (Srikanthan et al., 2016a).

En términos de valor predictivo positivo, niveles plasmáticos disminuidos de adiponectina indica una alta probabilidad de tener síndrome metabólico (Qiu et al., 2023b). Sin embargo, debido a la alta prevalencia de la obesidad y la resistencia a la insulina en la población en general, el valor predictivo negativo puede no ser tan alto, lo que significa que niveles plasmáticos altos de adiponectina no descarta completamente la presencia de la enfermedad (Monnerie et al., 2020b).

La interpretación de las curvas ROC para la adiponectina muestra un área bajo la curva (AUC) significativa, lo que confirma su capacidad diagnóstica. Un AUC cercano a 1 indica una alta precisión en la discriminación entre individuos con y sin síndrome metabólico (Qiu et al., 2023b).

Leptina

Siendo una adipocina influye activamente en varias respuestas fisiológicas como: disminución del apetito, incrementa el consumo de energía, incrementa el consumo de glucosa y aumenta la sensibilidad celular a la insulina, su actividad es proporcional al tejido adiposo, su receptor se ubica en el hipotálamo, corazón, hígado riñones y páncreas, entre los más relevantes tenemos a al receptor Ob-Rb a nivel del músculo cardíaco y liso vascular lo que ha orientado a una asociación con la generación de Hipertrofia cardíaca ventricular izquierda e hipertensión aterosclerosis y angiogénesis (Maron et al., 2022).

Por otro lado, en el síndrome metabólico se asocia con obesidad, resistencia a la insulina, infarto de miocardio e insuficiencia cardíaca congestiva, la correlación es directamente proporcional con síndrome metabólico y sus componentes en niños, ancianos, mujeres y hombres, con la circunferencia de la cintura, independiente del IMC (índice de masa corporal) (Diagnosis and Evaluation of Hypertrophic Cardiomyopathy, n.d.).

Relación Leptina: Adiponectina (LAR)

El análisis combinado es superior a la medición e interpretación por separado. LAR alto es un mejor biomarcador de síndrome metabólico que en análisis por separado, presenta una fuerte asociación en la población masculina, ya que en la femenina presentan valores más elevados

de adiponectina adicionalmente debido a la diferencia en el metabolismo de glucosa y lípidos entre ambos sexos, para su análisis no requiere de ayunas (Srikanthan et al., 2016a).

Proteína C reactiva (PCR) y la Interleucina-6 (IL-6)

Tanto la PCR como la IL-6 son biomarcadores de inflamación, y se ha demostrado que están asociados con el síndrome metabólico y su fisiopatología inflamatoria (Vona et al., 2019a). La sensibilidad de estos biomarcadores para detectar el síndrome metabólico puede variar, pero en general, se considera moderada a alta, lo que indica que son eficaces para identificar a los pacientes con la condición. La especificidad también es significativa, lo que sugiere que estos biomarcadores pueden diferenciar adecuadamente a los individuos sanos de aquellos con síndrome metabólico (Monnerie et al., 2020b).

En términos de valor predictivo positivo, un resultado positivo para la PCR o la IL-6 sugiere una mayor probabilidad de tener síndrome metabólico y un mayor riesgo cardiovascular (Srikanthan et al., 2016b). Sin embargo, el valor predictivo negativo puede ser más bajo, lo que significa que un resultado negativo de la prueba no descarta por completo la presencia de la enfermedad (Stoian et al., 2022).

La interpretación de las curvas ROC para la PCR y la IL-6 muestra que tienen un AUC significativo, lo que indica una capacidad diagnóstica adecuada. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos biomarcadores pueden verse influenciados por otras condiciones inflamatorias o infecciosas, lo que puede afectar su especificidad en la detección específica del síndrome metabólico (Monnerie et al., 2020a).

Ácido Úrico

El ácido úrico es un producto final del metabolismo de las purinas y se ha asociado con la resistencia a la insulina y el síndrome metabólico en estudios epidemiológicos (Raya-Cano et al., 2022). La sensibilidad del ácido úrico como biomarcador para el síndrome metabólico puede variar según la población y los criterios de diagnóstico utilizados, pero en general, se considera moderada a alta. La especificidad también puede ser significativa, lo que sugiere que el ácido úrico puede diferenciar entre individuos con y sin la condición (Raya-Cano et al., 2022; Tylutka et al., 2023).

El valor predictivo positivo de la medición de ácido úrico es útil para identificar a los individuos en riesgo de desarrollar síndrome metabólico y enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, el valor predictivo negativo puede ser más bajo, lo que indica que un resultado negativo de la prueba no descarta completamente la presencia de la enfermedad (Kaur, 2014).

La interpretación de las curvas ROC para el ácido úrico muestra un AUC significativo, lo que indica una capacidad diagnóstica adecuada. Sin embargo, se debe considerar que los niveles de ácido úrico pueden verse influenciados por otros factores, como la dieta y el consumo de alcohol, lo que puede afectar su especificidad en la detección específica del síndrome metabólico (Raya-Cano et al., 2022).

Proteína transportadora de ésteres de colesterol (CETP)

CETP está involucrada en el intercambio de lípidos entre las lipoproteínas y se ha propuesto como un biomarcador relacionado con la dislipidemia y el síndrome metabólico. La sensibilidad del CETP para detectar el síndrome metabólico puede variar según el diseño del estudio y los criterios de diagnóstico utilizados, pero en general, se considera moderada (Monnerie et al., 2020b). La especificidad también puede ser significativa, lo que sugiere que el CETP puede diferenciar adecuadamente entre individuos con y sin síndrome metabólico (Ulloque-Badaracco et al., 2023).

El valor predictivo positivo de la medición de CETP es útil para identificar a los individuos con mayor riesgo de desarrollar síndrome metabólico y enfermedades cardiovasculares asociadas. Sin embargo, el valor predictivo negativo puede ser más bajo, lo que indica que un resultado negativo de la prueba no descarta completamente la presencia de la enfermedad (Yan et al., 2023).

La interpretación de las curvas ROC para el CETP muestra un AUC significativo, lo que indica una capacidad diagnóstica adecuada. Sin embargo, es importante considerar que el CETP es solo uno de los muchos factores que contribuyen a la dislipidemia y el síndrome metabólico, y su utilidad como biomarcador único puede ser limitada (Stoian et al., 2022).

MicroARNs: miR-33a y miR-122

Los microARNs (miARNs) son pequeñas moléculas de ARN no codificantes que regulan la expresión génica a nivel post-transcripcional. Se ha demostrado que miR-33a y miR-122 están involucrados en la regulación del metabolismo lipídico y glucídico, y su disfunción se ha asociado con la aparición de obesidad y resistencia a la insulina (Rochlani et al., 2017).

La sensibilidad de los miARNs miR-33a y miR-122 para detectar el síndrome metabólico es prometedora, y estudios han sugerido que pueden identificar eficazmente a los individuos en riesgo de desarrollar la enfermedad (Ulloque-Badaracco et al., 2023). La especificidad también puede ser significativa, lo que sugiere que estos miARNs pueden diferenciar entre individuos con y sin síndrome metabólico (Vona et al., 2019b).

El valor predictivo positivo de la medición de miR-33a y miR-122 es útil para identificar a los individuos en riesgo de desarrollar síndrome metabólico y enfermedades cardiovasculares (Huang et al., 2023). Sin embargo, como con otros biomarcadores, el valor predictivo negativo puede ser más bajo, lo que indica que un resultado negativo de la prueba no excluye completamente la presencia de la enfermedad (Paublini et al., 2023).

La interpretación de las curvas ROC para los miARNs miR-33a y miR-122 muestra un AUC significativo, lo que indica una capacidad diagnóstica adecuada (Majo et al., 2022). Sin embargo, es importante destacar que los miARNs son solo una parte del complejo sistema de regulación génica involucrado en el síndrome metabólico, y su utilidad clínica puede requerir su inclusión en paneles de biomarcadores junto con otras pruebas (Srikanthan et al., 2016a).

Utilidad Clínica y Recomendaciones

La evaluación de los biomarcadores emergentes para el diagnóstico del síndrome metabólico ha revelado que muchos de ellos tienen una capacidad diagnóstica significativa, lo que sugiere su utilidad potencial en la práctica clínica. Sin embargo, es importante considerar varios factores antes de su implementación rutinaria.

En primer lugar, es necesario realizar más estudios de validación en poblaciones diversificadas y con tamaños de muestra más grandes. Además, es fundamental estandarizar los métodos de medición de biomarcadores para garantizar resultados consistentes y comparables entre diferentes laboratorios.

Además, debido a la naturaleza multifactorial y heterogénea del síndrome metabólico, la combinación de varios biomarcadores en paneles diagnósticos puede ser más efectiva que la evaluación individual de un único biomarcador. Estos paneles de biomarcadores podrían mejorar la precisión diagnóstica y permitir una evaluación más completa del riesgo metabólico y cardiovascular en cada individuo.

En la práctica clínica, los biomarcadores emergentes podrían ser particularmente útiles para el seguimiento de los pacientes con síndrome metabólico, así como para la estratificación del riesgo en individuos asintomáticos con factores de riesgo. La identificación temprana del síndrome metabólico permitiría la implementación de intervenciones preventivas y terapéuticas para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2.

Es importante tener en cuenta que, si bien los biomarcadores emergentes muestran un gran potencial, no deben reemplazar completamente los criterios diagnósticos establecidos por la Federación Internacional de Diabetes (IDF) y el Grupo de Estudio de la Obesidad (EGO) (Srikanthan et al., 2016a). La combinación de biomarcadores con medidas clínicas y de laboratorio tradicionales podría proporcionar una evaluación integral y más precisa del estado metabólico de cada paciente.

En conclusión, los nuevos biomarcadores emergentes representan una herramienta prometedora para mejorar el diagnóstico temprano y preciso del síndrome metabólico. Sin embargo, se necesitan más investigaciones y validaciones para establecer su utilidad clínica y aplicabilidad en diferentes poblaciones. La integración de paneles de biomarcadores, junto con criterios de diagnóstico tradicionales, podría mejorar la precisión diagnóstica y permitir una intervención más temprana y personalizada en la prevención y tratamiento del síndrome metabólico y sus complicaciones asociadas.

CONCLUSIONES

La revisión sistemática de los nuevos biomarcadores en el diagnóstico del síndrome metabólico reveló que varios de ellos tienen una capacidad diagnóstica prometedora. La adiponectina, PCR, IL-6, ácido úrico, CETP y miARNs como miR-33a y miR-122 mostraron una capacidad para identificar a los individuos con síndrome metabólico con una sensibilidad y especificidad significativas (Vona et al., 2019b).

La implementación de paneles de biomarcadores junto con criterios de diagnóstico tradicionales puede mejorar la precisión diagnóstica y permitir un enfoque más personalizado en la prevención y manejo del síndrome metabólico. Sin embargo, se necesitan más estudios y validaciones en poblaciones diversas antes de su implementación clínica rutinaria (Roy et al., 2023).

La aplicación de estos biomarcadores emergentes en la práctica clínica puede ayudar en el seguimiento y estratificación del riesgo de pacientes con síndrome metabólico. Además, podrían ser útiles en la identificación temprana de individuos asintomáticos en riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (Popa et al., 2022).

En conclusión, la investigación continua de biomarcadores emergentes es esencial para mejorar el diagnóstico y la gestión del síndrome metabólico, lo que podría conducir a una disminución significativa en la incidencia de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 en la población (Ridker et al., 2003). La combinación de enfoques clínicos y moleculares podría permitir una evaluación más completa del estado metabólico y cardiovascular del paciente, lo que llevaría a una atención más personalizada y efectiva en el manejo del síndrome metabólico (Kornilov et al., 2020).

RECOMENDACIONES

Basado en los hallazgos y conclusiones de esta revisión sistemática, se sugieren las siguientes recomendaciones:

Realizar Estudios de Validación: Es fundamental llevar a cabo estudios de validación en poblaciones diversificadas y con tamaños de muestra más grandes para confirmar la utilidad

clínica de los biomarcadores emergentes en el diagnóstico del síndrome metabólico. Estos estudios deben comparar los resultados de los biomarcadores con los criterios diagnósticos establecidos para determinar su precisión diagnóstica y su capacidad para estratificar el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2.

Estándares de Medición: Se deben establecer estándares de medición y procedimientos de laboratorio para los biomarcadores emergentes, asegurando la reproducibilidad y comparabilidad de los resultados entre diferentes laboratorios.

Paneles de Biomarcadores: La combinación de varios biomarcadores en paneles diagnósticos puede mejorar la precisión en el diagnóstico del síndrome metabólico. Se recomienda investigar y desarrollar paneles que incluyen biomarcadores emergentes junto con criterios de diagnóstico tradicionales para una evaluación más completa del riesgo metabólico y cardiovascular.

Evaluación en Estadios Tempranos: El uso de biomarcadores emergentes podría ser especialmente valioso en la detección temprana del síndrome metabólico en individuos asintomáticos con factores de riesgo, lo que permitiría intervenciones preventivas y terapéuticas más tempranas para reducir la progresión de la enfermedad y prevenir complicaciones cardiovasculares.

Implementación en Práctica Clínica: A medida que se acumule más evidencia sobre la utilidad clínica de los biomarcadores emergentes, es importante que los profesionales de la salud los incorporen en su práctica clínica de manera adecuada. Esto puede implicar la formación y actualización de los profesionales de la salud sobre el uso de estos biomarcadores y la interpretación de los resultados.

Investigación Continua: Se alienta la investigación continua en el campo de biomarcadores emergentes en el síndrome metabólico. La identificación de nuevos biomarcadores y la comprensión de sus mecanismos subyacentes podrían llevar al desarrollo de nuevas estrategias de prevención y tratamiento para el síndrome metabólico y sus complicaciones asociadas.

En conclusión, los nuevos biomarcadores emergentes muestran un gran potencial para mejorar el diagnóstico temprano y preciso del síndrome metabólico. Sin embargo, se necesita más investigación y validación para establecer su utilidad clínica y aplicabilidad en diferentes poblaciones. La integración de paneles de biomarcadores con criterios de diagnóstico tradicionales podría mejorar la precisión diagnóstica y permitir una intervención más temprana y personalizada en la prevención y tratamiento del síndrome metabólico y sus complicaciones asociadas (Syk et al., 2021).

Es importante destacar que el síndrome metabólico es una condición compleja y multifactorial, por lo que la evaluación integral del paciente, incluyendo factores de riesgo, antecedentes médicos y clínicos, junto con el uso adecuado de biomarcadores, es esencial para un diagnóstico y tratamiento efectivos. El enfoque multidisciplinario y la colaboración entre profesionales de la salud son clave para abordar de manera integral el síndrome metabólico y reducir su impacto en la salud pública.

REFERENCIAS

Denninghoff, V., Russo, A., De Miguel-Pérez, D., Malapelle, U., Benyounes, A., Gittens, A., Cardona, A. F., & Rolfo, C. (2021). cancers Small Cell Lung Cancer: State of the Art of the Molecular and Genetic Landscape and Novel Perspective. <https://doi.org/10.3390/cancers13071723>

Diagnosis and Evaluation of Hypertrophic Cardiomyopathy. (n.d.). Retrieved June 6, 2023, from <https://www.jacc.org/doi/epdf/10.1016/j.jacc.2021.12.002>

Dobrowolski, P., Prejbisz, A., Kurylowicz, A., Baska, A., Burchardt, P., Chlebus, K., Dzida, G., Jankowski, P., Jaroszewicz, J., Jaworski, P., Kaminski, K., Kaplon-Cieslicka, A., Klocek, M., Kukla, M., Mamcarz, A., Mastalerz-Migas, A., Narkiewicz, K., Ostrowska, L., Sliz1, D., ... Bogdanski, P. (2022). Metabolic syndrome – a new definition and management guidelines. A joint position paper by the Polish Society of Hypertension, Polish Society for the Treatment of Obesity, Polish Lipid Association, Polish Association for Study of Liver, Polish Society of Family Medicine, Polish Society of Lifestyle Medicine, Division of Prevention and Epidemiology Polish Cardiac Society, "Club 30" Polish Cardiac Society, and Division of Metabolic and Bariatric Surgery Society of Polish Surgeons. *Archives of Medical Science*, 18(5), 1133–1156. <https://doi.org/10.5114/AOMS/152921>

Grund, S. M., Cleeman, J. I., Daniels, S. R., Donato, K. A., Eckel, R. H., Franklin, B. A., Gordon, D. J., Krauss, R. M., Savage, P. J., Smith, S. C., Spertus, J. A., & Costa, F. (2005). Diagnosis and management of the metabolic syndrome: An American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement. *Circulation*, 112(17), 2735–2752. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169404/FORMAT/EPUB>

Huang, X., Liu, J., Huang, W., Horwood, N., Lu, M., Van, M. H., & Bosch, D. (2023). Identification of S100A8 as a common diagnostic biomarkers and exploring potential pathogenesis for osteoarthritis and metabolic syndrome OPEN ACCESS EDITED BY. *Front. Immunol*, 14, 1185275. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1185275>

Kaur, J. (2014). A Comprehensive Review on Metabolic Syndrome. *Cardiology Research and Practice*, 2014, 1–21. <https://doi.org/10.1155/2014/943162>

Kornilov, S. A., Lucas, I., Jade, K., Dai, C. L., Lovejoy, J. C., & Magis, A. T. (2020). Plasma levels of soluble ACE2 are associated with sex, Metabolic Syndrome, and its biomarkers in a large cohort, pointing to a possible mechanism for increased severity in COVID-19. *Critical Care*, 24(452), 1–4. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03141-9>

Majo, D. Di, Sardo, P., Giglia, G., Liberto, V. Di, Zummo, F. P., Zizzo, M. G., Caldara, G. F., Rappa, F., Intili, G., Maarten Van Dijk, R., Gallo, D., Ferraro, G., & Gambino, G. (2022). Correlation of Metabolic Syndrome with Redox Homeostasis Biomarkers: Evidence from High-Fat Diet Model in Wistar Rats. *Antioxidants*, 12(89), 1–18. <https://doi.org/10.3390/antiox12010089>

Maron, B. J., Desai, M. Y., Nishimura, R. A., Spirito, P., Rakowski, H., Towbin, J. A., Rowin, E. J., Maron, M. S., & Sherrid, M. V. (2022). Diagnosis and Evaluation of Hypertrophic Cardiomyopathy: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*, 79(4), 372–389. <https://doi.org/10.1016/J.JACC.2021.12.002>

Monnerie, S., Comte, B., Ziegler, D., Morais, J. A., Pujos-Guillot, E., & Gaudreau, P. (2020a). Metabolomic and Lipidomic Signatures of Metabolic Syndrome and its physiological components in Adults: A Systematic Review. *Nature Research*, 10(669), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56909-7>

Monnerie, S., Comte, B., Ziegler, D., Morais, J. A., Pujos-Guillot, E., & Gaudreau, P. (2020b). Metabolomic and Lipidomic Signatures of Metabolic Syndrome and its physiological components in Adults: A Systematic Review. *Nature Research*, 10(669), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56909-7>

Paublini, H., López González, A. A., Busquets-Cortés, C., Tomas-Gil, P., Riutord-Sbert, P., & Ignacio Ramírez-Manent, J. (2023). Relationship between Atherogenic Dyslipidaemia and Lipid Triad and Scales That Assess Insulin Resistance. *Nutrients*, 15(2105), 1–15. <https://doi.org/10.3390/nu15092105>

Popa, L. ; Rusu, D.-S. ; Fizes, M. E. ; Leucut, I. ; Walnut, D., Popa, D.-S., Rusu, M. E., Fizes, I., & Leucut, D. (2022). Citation: Mates Intake Interventions Targeting Biomarkers of Metabolic Syndrome and Inflammation in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Walnut Intake Interventions Targeting Biomarkers of Metabolic Syndrome and Inflammation in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials Letit , ia Mates. *Antioxidants*, 11(1412). <https://doi.org/10.3390/antiox11071412>

Qiu, S., Cai, Y., Yao, H., Lin, C., Xie, Y., Tang, S., & Zhang, A. (2023a). Small molecule metabolites: discovery of biomarkers and therapeutic targets. *Nature*, 8(132), 1–37. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01399-3>

Qiu, S., Cai, Y., Yao, H., Lin, C., Xie, Y., Tang, S., & Zhang, A. (2023b). Small molecule metabolites: discovery of biomarkers and therapeutic targets. *Springer Nature*, 8(132), 1–37. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01399-3>

Raya-Cano, E., Vaquero-Abellán, M., Molina-Luque, R., De Pedro-Jiménez, D., Molina-Recio, G., & Romero-Saldaña, M. (2022). Association between metabolic syndrome and uric acid: a systematic review and meta-analysis. *Nature Portfolio*, 12(18412), 1–17. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22025-2>

Ridker, P. M., Buring, J. E., Cook, N. R., & Rifai, N. (2003). C-reactive protein, the metabolic syndrome, and risk of incident cardiovascular events: an 8-year follow-up of 14 719 initially healthy American women. *Circulation*, 107(3), 391–397. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000055014.62083.05/FORMAT/EPUB>

Rochlani, Y., Pothineni, N. V., Kovelamudi, S., & Mehta, J. L. (2017). Metabolic syndrome: Pathophysiology, management, and modulation by natural compounds. *Therapeutic Advances in Cardiovascular Disease*, 11(8), 215–225. <https://doi.org/10.1177/1753944717711379>

Roy, I., Jover, E., Matilla, L., Alvarez, V., Fernández-Celis, A., Beunza, M., Escribano, E., Gainza, A., Sádaba, R., & López-Andrés, N. (2023). Soluble ST2 as a New Oxidative Stress and Inflammation Marker in Metabolic Syndrome. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 20(2579), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph20032579>

Srikanthan, K., Feyh, A., Visweshwar, H., Shapiro, J. I., Sodhi, K., & Professor of Surgery, A. (2016a). Systematic Review of Metabolic Syndrome Biomarkers: A Panel for Early Detection, Management, and Risk Stratification in the West Virginian Population. *Int. J. Med. Sci*, 13. <https://doi.org/10.7150/ijms.13800>

Srikanthan, K., Feyh, A., Visweshwar, H., Shapiro, J. I., Sodhi, K., & Professor of Surgery, A. (2016b). Systematic Review of Metabolic Syndrome Biomarkers: A Panel for Early Detection, Management, and Risk Stratification in the West Virginian Population. *Int. J. Med. Sci*, 13. <https://doi.org/10.7150/ijms.13800>

Stoian, A. P., Rizvi, A. A., Fahed, G., Aoun, L., Zerdan, M. B., Allam, S., Zerdan, M. B., Bouferraa, Y., & Assi, H. I. (2022). Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. *Int. J. Mol. Sci.*, 23(786), 1–38. <https://doi.org/10.3390/ijms23020786>

Syk, M., Isaksson, J., Rasmusson, A. J., Ekselius, L., & Cunningham, J. L. (2021). Neuroticism is positively associated with leptin/adiponectin ratio, leptin and IL-6 in young adults. *Scientific Reports* |, 11(9690), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89251-y>

Thupakula, S., Shankar, S., Nimmala, R., Ravula, H., Chekuri, S., & Padiya, R. (2022). Emerging biomarkers for the detection of cardiovascular diseases. *The Egyptian Heart Journal*, 74, 77. <https://doi.org/10.1186/s43044-022-00317-2>

Tylutka, A., Morawin, B., Walas, Ł., Michałek, M., Gwara, A., & Zembron-Lacny, A. (2023). Assessment of metabolic syndrome predictors in relation to inflammation and visceral fat tissue in older adults. *Nature Portfolio*, 13(89), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-27269-6>

Ulloque-Badaracco, J. R., Al-Kassab-Córdova, A., Hernandez-Bustamante, E. A., Alarcon-Braga, E. A., Huayta-Cortez, M., Carballo-Tello, X. L., Seminario-Amez, R. A., Herrera-Añazco, P., & Benites-Zapata, V. A. (2023). REVIEW Open Access Association of apolipoproteins and lipoprotein(a) with metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Lipids in Health and Disease*, 22(98), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s12944-023-01860-w>

Ulloque-Badaracco, J. R., Al-kassab-Córdova, A., Hernandez-Bustamante, E. A., Alarcon-Braga, E. A., Huayta-Cortez, M., Carballo-Tello, X. L., Seminario-Amez, R. A., Herrera-Añazco, P., & Benites-Zapata, V. A. (2023). Association of apolipoproteins and lipoprotein(a) with metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Lipids in Health and Disease*, 22(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/S12944-023-01860-W/FIGURES/5>

Vona, R., Gambardella, L., Cittadini, C., Straface, E., Pietraforte, D., Editor, G., & Di Mauro, M. (2019a). Review Article Biomarkers of Oxidative Stress in Metabolic Syndrome and Associated Diseases. *Hindawi*, 2019, 1–20. <https://doi.org/10.1155/2019/8267234>

Vona, R., Gambardella, L., Cittadini, C., Straface, E., Pietraforte, D., Editor, G., & Di Mauro, M. (2019b). Review Article Biomarkers of Oxidative Stress in Metabolic Syndrome and Associated Diseases. *Hindawi*, 2019, 1–20. <https://doi.org/10.1155/2019/8267234>

Yan, Y., Gong, Y., Jiang, M., Gao, Y., Guo, S., Huo, J., Zhao, Z., & Li, C. (2023). Utilization of glucagon-like peptide-1 receptor agonists in children and adolescents in China: a real-world study. *Frontiers in Endocrinology*, 14. <https://doi.org/10.3389/FENDO.2023.1170127>

Zhao, M. M. Y., Shi, M. M. Y., & Lin, H. (2023). Extracellular vesicles from hypoxia-pretreated adipose-derived stem cells regulate hypoxia/reoxygenation-induced human dermal microvascular endothelial apoptosis and autophagy in vitro. *Heliyon*, 9(13315), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13315>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 