

Recibido: 2026-04-29

Aceptado: 2026-05-11

Publicado: 2026-06-02

**Parámetros clínicos como indicador de síndrome metabólico, en
usuarios de CrossFit de la provincia de El Oro, Ecuador**

**Clinical parameters as indicators of metabolic syndrome in CrossFit
users from the province of El Oro, Ecuador.**

Autor(s)

Amyerk Leonardo Viteri Enríquez ¹

Maestría en Ciencias del Laboratorio Clínico. Instituto de Posgrado

viteri-amyerk9998@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-9703-4996>

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Jipijapa – Ecuador

William Antonio Lino Villacreses ²

Maestría en Ciencias del Laboratorio Clínico. Instituto de Posgrado

william.lino@unesum.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-5613-9958>

Universidad Estatal del Sur de Manabí

Jipijapa – Ecuador

Resumen

El Síndrome Metabólico eleva el riesgo cardiovascular. Aunque el entrenamiento de alta intensidad CrossFit modula los parámetros clínicos para mejorar el perfil metabólico de los usuarios, diversos factores podrían influir. El objetivo fue analizar parámetros clínicos como indicador de Síndrome Metabólico en usuarios de CrossFit de la provincia El Oro, Ecuador, durante el año 2025. Se aplicó un diseño descriptivo, transversal y prospectivo, con enfoque cuantitativo y con nivel explicativo, en una muestra representativa de 50 adultos seleccionados, una vez cumplidas las consideraciones éticas pertinentes. Se determinaron glucosa en ayunas, perfil lipídico, circunferencia de cintura y presión arterial como parámetros clínicos, según el Panel de Tratamiento de Adultos III. Los resultados demostraron que la mayoría de los usuarios presentaron valores normales, aunque los hombres mostraron una alta frecuencia de hipertensión (50%), obesidad abdominal (35,7%) e hiperglucemia (14,3%), mientras las mujeres mostraron un perfil lipídico bajo en el 47,2% del colesterol de las lipoproteínas de alta densidad. Se evidenció que el 20% de la población analizada cumplía con tres de los criterios diagnósticos, con un riesgo para los hombres de 1,77 veces más probabilidad de desarrollar Síndrome Metabólico. Se observó asociación ($p < 0,0001$) entre las concentraciones de glucosa en ayunas en los hombres y de triglicéridos en ambos grupos poblacionales con la presencia del Síndrome Metabólico. Se concluye que el riesgo cardiometabólico en esta cohorte, está condicionado por el descontrol en los niveles de glucosa y triglicéridos, sugiriendo que factores dietéticos regionales podrían prevalecer sobre las adaptaciones metabólicas esperadas con este entrenamiento.

Palabras clave: Entrenamiento de alta intensidad, fitness, obesidad, riesgo cardiovascular, salud metabólica.

Abstract

Metabolic Syndrome increases cardiovascular risk. Although CrossFit high-intensity training modulates clinical parameters to improve the metabolic profile of its practitioners, several factors may influence these results. The objective of this study was to analyze clinical parameters as indicators of Metabolic Syndrome in CrossFit users in the province of El Oro, Ecuador, during 2025. A descriptive, cross-sectional, and prospective design was applied with a quantitative approach and explanatory level, using a representative sample of 50 selected adults, following all pertinent ethical considerations. Fasting glucose, lipid profile, waist circumference, and blood pressure were determined as clinical parameters according to the Adult Treatment Panel III. The results showed that most users presented normal values; however, men exhibited a high frequency of hypertension (50%), abdominal obesity (35.7%), and hyperglycemia (14.3%), while 47.2% of women showed a low lipid profile regarding high-density lipoprotein cholesterol. It was evidenced that 20% of the analyzed population met three of the diagnostic criteria, with men being 1.77 times more likely to develop Metabolic Syndrome. A significant association ($p < 0.0001$) was observed between fasting glucose concentrations in men and triglyceride levels in both population groups with the presence of Metabolic Syndrome. It is concluded that the cardiometabolic risk in this cohort is conditioned by uncontrolled glucose and triglyceride levels, suggesting that regional dietary factors may prevail over the metabolic adaptations expected from this type of training.

Keywords: High-intensity training, fitness, obesity, cardiovascular risk, metabolic health.

Introducción

El síndrome metabólico (SMet) se define como un conglomerado de factores de riesgo interconectados, que incluyen obesidad abdominal, hipertensión arterial, hiperglucemia y dislipidemia, los cuales incrementan sustancialmente la probabilidad de desarrollar enfermedades cardiovasculares (ECV) y diabetes tipo 2 (DT2) (Zheng et al., 2025).

Sin embargo, actualmente se utilizan numerosos criterios diversos con respecto a los marcadores que se deben medir y sus puntos de corte para definir el SMet, lo que dificulta la evaluación de las variaciones regionales y las tendencias temporales y la obtención de una imagen de la carga global de esta importante amenaza para la salud. A nivel global, la prevalencia del SMet ha alcanzado niveles críticos, estimándose que afecta aproximadamente al 25% de la población adulta, con una tendencia creciente en países en vías de desarrollo debido a la adopción de estilos de vida sedentarios y dietas proinflamatorias (Pigeot & Ahrens, 2025).

Una revisión sistemática realizada por Noubiap et al. (2022), encontró que la prevalencia global del SMet varió del 12,5% al 31,4%, según la definición considerada. Fue significativamente mayor en la región del Mediterráneo Oriental y América, aumentando con el nivel de ingresos del país. La prevalencia en cuanto a parámetros clínicos de interés, fue del 40,2% para el colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (C-HDL) $< 1,03$ para los hombres o $< 1,29$ mmol/L para las mujeres, del 28,9% para los triglicéridos séricos $\geq 1,7$ mmol/L y del 24,5% para la glucosa plasmática en ayunas $\geq 5,6$ mmol/L. Esto revela que el SMet y sus componentes cardiometabólicos relacionados, tienen una alta prevalencia a nivel mundial y exige intervenciones de salud pública más agresivas y contextualizadas para abordar estas afecciones.

En este escenario, la actividad física de alta intensidad, específicamente el CrossFit, ha ganado relevancia como una intervención no farmacológica prometedora, dado que combina entrenamiento de fuerza y resistencia metabólica que puede optimizar los perfiles bioquímicos y la sensibilidad a la insulina en sus practicantes, partiendo de la premisa que la actividad física desempeña un papel crucial en la promoción y mantenimiento de la salud humana, actuando como un pilar fundamental para la prevención y el manejo de diversas enfermedades (Menéndez et al., 2024).

En el ámbito internacional, investigaciones recientes destacan que los programas de acondicionamiento físico funcional CrossFit se han convertido en un concepto de

entrenamiento de rápido crecimiento, con más de 5 millones de participantes en el mundo, producen adaptaciones metabólicas superiores en comparación con el ejercicio aeróbico tradicional (Meier, Schlie & Schmidt, 2023). Diversos estudios señalan que la alta demanda glucolítica y el estrés mecánico de este sistema CrossFit mejoran el C-HDL, reducen los triglicéridos y favorecen la reducción del perímetro de cintura. No obstante, la evidencia científica también recalca que, debido a la intensidad del entrenamiento, es imperativo monitorear parámetros clínicos, dado que adultos con SMet preexistente podrían presentar respuestas fisiológicas heterogéneas dependiendo de su nivel de acondicionamiento previo (Morgado et al., 2024).

A este respecto Zhai et al., (2024) en un estudio transversal japonés en 421 adultos, diagnosticaron el SMet en base a cinco factores de riesgo: perímetro de cintura, triglicéridos, colesterol unido a lipoproteínas de alta densidad (HDL), presión arterial y glucemia en ayunas. Evidenciaron asociaciones significativas, tanto independientes como combinadas, entre la aptitud cardiorrespiratoria (ACR) y el índice de masa corporal (IMC) con el SMet solo en hombres, pero no en mujeres. Sin embargo, se justifican estudios prospectivos para confirmar las asociaciones específicas por sexo entre la ACR y el IMC con el SMet.

A nivel nacional, en Ecuador, la situación epidemiológica del SMet es preocupante, con reportes como el de Pérez-Galarza et al., (2021) que indican que el 31,2% de 10.318 participantes de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en Ecuador (ENSANUT-ECU) presentó SMet. La prevalencia de obesidad, C-HDL bajo y obesidad abdominal fue mayor en mujeres que en hombres, mientras que los hombres presentaron una mayor prevalencia de hipertensión. No se observaron diferencias de género en la prevalencia de SMet combinado, siendo mayor en zonas urbanas, en regiones de baja altitud (costa y Galápagos) y en personas de alto nivel socioeconómico.

Además, factores geográficos como la altitud, también juegan un papel determinante. Estudios en diversas poblaciones han sugerido que vivir en zonas de baja altitud se asocia con una mayor prevalencia de inactividad física y, por ende, de SMet (Zila-Velasque et al., 2024). A esto se suma el incremento de la obesidad en adultos, que, en Ecuador, afecta al 23,4% de las personas entre 20 y 59 años, consolidando al SMet como un problema de salud pública que requiere atención urgente (Vinuesa-Veloz et al., 2023). En este contexto, se plantea este estudio con el objetivo de analizar parámetros clínicos como indicador de SMet en usuarios de CrossFit de la provincia de El Oro en Ecuador durante

el año 2025, con la finalidad de generar evidencia que valide si el entrenamiento funcional de alta intensidad como el CrossFit, es realmente efectivo para revertir componentes del SMet en una población que vive a nivel del mar, donde la prevalencia de sedentarismo y riesgos metabólicos suele ser mayor que en la Sierra del país.

El Síndrome Metabólico (SMet) constituye un conjunto de desregulaciones metabólicas que incluyen resistencia a la insulina, dislipidemia aterogénica, obesidad central y la hipertensión. Su patogénesis abarca múltiples entidades genéticas y adquiridas que junto a la inflamación crónica de bajo grado caracterizan la patogénesis de esta afección. Si no se trata, el SMet se asocia significativamente a enfermedades cardiometabólicas de importancia como las ECV. Dado que las ECV constituyen, con diferencia, la principal causa de morbilidad y mortalidad a nivel mundial, resulta esencial investigar el papel del SMet en este contexto para reducir la elevada carga de la enfermedad (Fahed et al., 2022). A nivel mundial la prevalencia del SMet se estima que oscila entre el 20% y el 30% en la población adulta y está vinculado a diversas comorbilidades crónicas, incluidas la DT2 y la enfermedad renal crónica (ERC). Sin embargo, pocos estudios a gran escala han analizado si la recuperación del SMet se asocia con una reducción del riesgo de dichas comorbilidades (Park et al., 2020). En el contexto Latinoamericano, Fuentes, Ponce & Lucas (2024), describen prevalencias del SMet en adultos mayores de 73% en Perú, 66% en Colombia, 65,1% en Argentina, 63% en Cuba y 49% en Ecuador, evidenciando que esta condición es un problema de salud pública de importancia.

En Ecuador, al determinar la relación entre SMet con actividad física e IMC en adultos, se encontró que el SMet tuvo una prevalencia de 27% en 326 trabajadores universitarios de Loja, con edad promedio de 39,6 años. Los resultados mostraron que los parámetros más frecuentes asociados de SMet fueron C-HDL disminuido e hipertrigliceridemia. Los hombres tuvieron valores significativamente más elevados de todos los parámetros de SMet, excepto glicemia. Se encontró asociación entre SMet e IMC, pero no con el nivel de actividad física. La prevalencia en trabajadores universitarios de Loja fue similar a la prevalencia nacional. El sobrepeso y la obesidad están asociados a SMet, acompañado principalmente de dislipidemia, a pesar de un nivel de actividad física entre moderada e intensa, todo lo cual destaca la importancia de implementar medidas de prevención, destacando los aspectos nutricionales (Suárez et al., 2019).

Otro estudio ecuatoriano demostró una prevalencia de SMet del 42% en los participantes masculinos y del 44% en la población femenina de adultos; donde además se encontró

9% de prevalencia de DT2, más común en mujeres mayores de 50 años de bajos ingresos económicos y con obesidad. Estos hallazgos evidencian que la prevalencia de componentes del SMet en adultos jóvenes y medianos ha mostrado un crecimiento sostenido, exacerbado por estilos de vida sedentarios y una transición nutricional hacia dietas hipercalóricas (Baldeón et al., 2021).

En la provincia de El Oro, las particularidades geográficas y socioculturales parecen influir en la manifestación de estos parámetros clínicos. Al ser una zona de baja altitud y con una economía basada en actividades que no siempre implican esfuerzo físico vigoroso, se observa una tendencia al incremento de la obesidad central y la alteración de los niveles de glucemia en ayunas. Investigaciones recientes sugieren que las poblaciones residentes en zonas costeras del Ecuador presentan una mayor predisposición a la inactividad física en comparación con las zonas de altura, lo que incrementa la prevalencia de componentes metabólicos adversos (Ortiz-Prado et al., 2021). No obstante, existe un vacío de información específica sobre cómo estos indicadores se comportan en subgrupos poblacionales que han optado por modalidades de ejercicio de alta intensidad.

Frente a esta problemática, el CrossFit ha emergido como una estrategia de intervención no farmacológica popular, debido a su capacidad para mejorar la composición corporal y el perfil lipídico mediante el entrenamiento funcional de alta intensidad. Estudios internacionales indican que la práctica regular de CrossFit puede reducir significativamente la presión arterial sistólica y mejorar la sensibilidad a la insulina (Rios, Pyne & Fernandes, 2024). Sin embargo, el impacto real en los parámetros clínicos de los practicantes en la provincia de El Oro no ha sido documentado con rigor científico, ignorando si la intensidad y frecuencia con la que se practica en los centros locales es suficiente para revertir o prevenir los criterios diagnósticos del SMet.

A pesar de la percepción de salud asociada a este deporte, factores como la dieta no controlada y la predisposición genética local, podrían mitigar los beneficios del ejercicio (Wang et al., 2024). Un aporte crítico sería detectar usuarios que, pese a tener una apariencia física atlética, mantienen indicadores clínicos alterados (como triglicéridos elevados o resistencia a la insulina) debido a factores genéticos o dietas no controladas. Por consiguiente, surge la necesidad de evaluar parámetros clínicos, tales como el perímetro abdominal, niveles de glucosa, perfil lipídico y presión arterial, en los usuarios de CrossFit en esta región, identificar el riesgo de desarrollar SMet en ellos y relacionar los parámetros clínicos evaluados y la presencia de SMet en usuarios de CrossFit de la

provincia de El Oro, lo cual aporta evidencia epidemiológica inédita para la región en cuanto a la prevalencia de SMet en este grupo específico, validar la eficacia de estos programas de entrenamiento en el contexto ecuatoriano y diseñar estrategias de salud preventiva que optimicen los beneficios del ejercicio supervisado en esta población.

Material y métodos

Diseño y tipo de estudio.

Se aplicó un estudio con diseño descriptivo, de tipo transversal y prospectivo, con enfoque cuantitativo y con nivel explicativo (Manterola et al., 2019).

Población y muestra

Población.

La población estuvo conformada por adultos usuarios de un centro de entrenamiento de CrossFit en la provincia de El Oro en Ecuador, que cumplieron con los criterios de selección del estudio, durante el 2025. Según las estadísticas previas los usuarios serían 57 adultos en el 2024, representando el universo muestral de este estudio.

Muestra.

Se determinó el tamaño de la muestra empleando la fórmula para el cálculo en poblaciones finitas (Fernández-Matías, 2023), considerando el 7% de error máximo permisible y un nivel de confianza de 95%:

$N = 67$ Tamaño del universo

$Z = 1,96$ Nivel de confianza (95%)

$p = 0,5$ Porcentaje de la población que posee la característica

$q = (1 - 0,5)$ Porcentaje de la población que no posee la característica ($1 - p$)

$E = 0,07$ Error de estimación máximo aceptado

$n =$ Tamaño de la muestra

Sustituyendo en la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1-p) \cdot N}{e^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5) \cdot 67}{0,07^2 \cdot (67 - 1) + 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 1}$$

$$n = \frac{64,3468}{1,2838} = 50$$

El tamaño de muestra ajustada fue de 50 participantes, los cuales fueron seleccionados por muestreo no probabilístico intencional, certificando que los adultos seleccionados cumplieran con los criterios de elegibilidad del estudio.

Criterios de selección

Criterios de inclusión.

- Adultos entre 18 a 60 años, de sexo femenino/masculino que practiquen Crossfit al menos 3 veces por semana, durante el periodo del estudio y que acepten voluntariamente la firma del consentimiento informado.
- Con disponibilidad de muestra y registros de datos personales completos para resultados de los parámetros de glucosa, perfil lipídico, circunferencia abdominal y presión arterial medidos en reposo siguiendo el protocolo estandarizado.

Criterios de exclusión.

- Adultos con enfermedades cardiovasculares o hipertensión arterial no controladas
- Con uso declarado de glucocorticoides, quimioterapia o fármacos que afecten el metabolismo de lípidos o glucosa.
- Personas adultas con comorbilidades como enfermedades metabólicas graves que afecten significativamente los valores de los lípidos como hipotiroidismo no controlado, enfermedades hepáticas y Síndrome metabólico.
- Que practiquen de forma competitiva en otros deportes que puedan interferir con los resultados de CrossFit.
- Adultos que no puedan completar la totalidad de las pruebas requeridas o no deseen firmar el consentimiento informado.

Consideraciones éticas.

Durante la fase previa al estudio, se gestionaron las autorizaciones institucionales necesarias ante el Centro de entrenamiento, el laboratorio clínico privado y la Maestría en Ciencias del Laboratorio Clínico de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, acorde con lo establecido en la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales en el Ecuador (ANE, 2021). Para cumplir con los principios éticos internacionales y nacionales aplicables a investigaciones en seres humanos, establecidos en la Declaración de Helsinki (WMA, 2025) y en el reglamento vigente del Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSPE, 2022), el protocolo fue evaluado y aprobado por un Comité de Ética de

Investigación en Seres Humanos (CEISH), código 1756526827 con fecha 11 de noviembre de 2025.

Este estudio es de riesgo mínimo, según lo contemplado en el art. 44 (MSPE, 2022). Los participantes de la investigación gozaron de todos los derechos estipulados en la constitución del Ecuador y de convenios internacionales vigentes; su participación fue voluntaria, previa firma y autorización del consentimiento informado, dándole la libertad de presentar la negativa o revocatoria del mismo en cualquier etapa de la investigación, sin que esto implicase penalidad o perjuicio alguno para el participante.

Asimismo, los riesgos para el paciente fueron mínimos pues la extracción sanguínea se realizó en el Laboratorio clínico CENTILAB el cual cuenta con la autorización de funcionamiento de la autoridad competente ACCES, sin embargo, algún paciente pudo experimentar dolor y/o inflamación leve y/o mínima por el pinchazo. Se aseguró el seguimiento de los estándares y protocolos habituales de obtención de muestras sanguíneas y análisis de laboratorio para minimizar cualquier riesgo potencial, maximizando beneficios para los participantes.

Los datos se recopilaron en una matriz diseñada para asegurar la confidencialidad, tanto de la identidad de los participantes como de los parámetros evaluados. Se garantizó el respeto a los derechos de los sujetos mediante un proceso de codificación y anonimización que preservó la privacidad de la información. Además, se implementaron medidas de seguridad para proteger los registros personales, restringiendo el acceso exclusivamente al investigador principal a través de sistemas protegidos por contraseña. La información será resguardada únicamente durante el periodo necesario para los fines académicos de la investigación y, posteriormente, se procederá a su eliminación definitiva.

Se aplicó el respeto a la autonomía, honrando la capacidad de decisión de los participantes al obtener su consentimiento informado, por escrito, de manera voluntaria y sin presiones indebidas. Se proporcionó información clara y comprensible sobre el estudio, sus objetivos, procedimientos y posibles riesgos, permitiendo que los participantes tomen decisiones fundamentadas sobre su participación, que en todo momento fue voluntaria pudiendo retirarse si así lo desease en cualquier momento del estudio.

Se utilizó la anonimización de datos, empleando códigos o identificadores numéricos en lugar de nombres u otra información personal identificable en todos los documentos y registros relacionados con el estudio. Los resultados del estudio se presentan de manera

agregada y anonimizada para proteger la identidad de los participantes y garantizar su confidencialidad.

Procedimientos y métodos.

Instrumento de recolección de datos

En la fase analítica, el investigador principal realizó la recolección de los datos y procesamiento de las muestras. Posteriormente, se procedió a confirmar los criterios y los parámetros críticos para definir el riesgo de SMet en los pacientes. Todos estos resultados recolectados de los pacientes que cumplieron con los criterios de selección del estudio, se tabularon a diario en una base de datos Excel codificada y anonimizada, junto a los datos demográficos de edad y sexo.

Recolección de muestras de sangre total.

La cantidad de sangre recolectada según procedimientos estándar de venopunción, previa asepsia del sitio, fue de aproximadamente 5mL de sangre total por paciente, el cual debió cumplir con el ayuno correspondiente (8h-12h) y reposo antes de la extracción sanguínea. El propósito de obtener muestras de sangre total sin anticoagulante fue permitir que la sangre coagule de manera natural, para luego separar el suero mediante centrifugación. Este proceso es esencial para ciertos análisis de laboratorio, ya que el suero es requerido para las pruebas específicas del presente estudio (glucosa en ayunas y perfil lipídico).

Análisis de los parámetros clínicos y de laboratorio:

Determinación cuantitativa colorimétrica enzimática de Glucosa en ayunas

Una vez separado el suero, se procedió a la cuantificación de las concentraciones de glucosa (mg/dL), de manera automatizada y utilizando reactivos estandarizados para el equipo semiautomatizado MINDRAY BA-88A (Shenzhen, China). Se utilizaron los siguientes rangos de valores referenciales para cada determinación: Glucosa en ayunas: 75 -110 mg/dL.

Determinación del perfil lipídico

Para la cuantificación de los componentes del perfil lipídico (triglicéridos, colesterol total y C-HDL), se utilizó el ensayo basado en el principio de métodos enzimáticos colorimétrico, cuya intensidad del color, se mide por espectrofotometría. Estas pruebas fueron realizadas por personal calificado de manera semiautomatizada haciendo uso de un equipo de Bioquímica BIOELAB™ ES-380 (China); con reactivos de la marca HUMAN (Alemania); tomando como valores de referencia, los siguientes:

Colesterol total: < 200 mg/dL (óptimo); 200-239 mg/dL (moderado); ≥240 mg/dL (alto)

Triglicéridos: Hasta 150 mg/dL

C-HDL: ≥ 55 mg/dL

Toma de medida de circunferencia de cintura (CC) o perímetro abdominal.

La circunferencia de la cintura es la medida que permite conocer la acumulación de la grasa abdominal, que a su vez se halla correlacionada con la grasa intraabdominal y por tanto con riesgos a la salud.

Para la medición de la circunferencia de cintura, se utilizó la cinta antropométrica no extensible marca cescorf®, con rango de medición de 0 a 200 cm e inicio de medición a los 10 cm de la punta, correspondiente al número 1. Con el paciente de pie, con abdomen en descubierto con los brazos a cada lado, se identificó el punto inferior del reborde costal tanto derecho como izquierdo y ambas crestas ilíacas, se colocó una marca con bolígrafo y con la cinta métrica se encontró el punto medio entre las dos marcas, identificándole con otro color. Con el examinador detrás del paciente, se procedió a pasar la cinta alrededor del cuerpo en el punto indicado de forma horizontal, realizando la medición en el momento justo de la espiración, utilizando la medida en centímetros y haciendo la anotación de dicho resultado. Una vez identificada la circunferencia de cintura.

La medición se realizó sobre la superficie de la piel, sin ninguna capa de ropa de por medio. Si no se pudiera, por razones culturales, logísticas y ambientales, de todos modos, tomar la medida y hacer la observación. Se tomó en cuenta que el abdomen de la persona se encontrara en forma natural, sin contraerse o abultarse, solicitando se mantuviera el abdomen relajado. El procedimiento se repitió, tomándose una segunda medida para verificar que no hubiese diferencia de $\pm 0,5$ cm, en cuyo caso se realizaría la tercera medida. Los valores referenciales utilizados para la CC fueron según el consenso de la Federación Internacional Diabetes (IDF, 2022), medido a la altura del ombligo con el sujeto de pie y abdomen relajado, los cortes de perímetro abdominal para Europa y Latinoamérica son:

- Hombres
 - Normal: < 94 cm
 - Riesgo alto: 94–102 cm
 - Riesgo muy alto: > 102 cm
- Mujeres
 - Normal: < 80 cm
 - Riesgo alto: 80–88 cm

– Riesgo muy alto: > 88 cm

Medición de la presión arterial

Para la medición de la presión arterial se utilizó el procedimiento estandarizado que minimiza los errores de estimación, basado en los protocolos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Asociación Americana del Corazón (AHA, 2020): El equipamiento utilizado en la correcta toma de la presión arterial incluyó estetoscopio y esfigmomanómetro (manómetro anerode) validado. Una vez el paciente estuviera relajado manteniendo posición correcta, sentado con la espalda apoyada y pies en el piso, durante 5 minutos y sin realizar ningún esfuerzo físico, ingerido alimentos ni bebidas (te, chocolate, café, energizantes, entre otros), ni fumar en los últimos 30 minutos, se aseguró que hubiese vaciado la vejiga y que no hablara durante la medición.

Para mayor precisión, se realizaron dos o tres mediciones separadas por intervalos de 1 a 2 minutos y se promediaron los valores. El rango de referencia interpretado como normal fue de presión sistólica <120/ Presión diastólica <80 mmHg. ES importante destacar que se describe hipotensión en atletas, la cual es común encontrar en usuarios de CrossFit con valores ligeramente por debajo de 120/80 (ej. 110/70) debido a la eficiencia cardiovascular, lo cual se considera saludable si es asintomático. También se tomó en cuenta la variabilidad post-entrenamiento, dado que al medir la presión justo después de un entrenamiento de alta intensidad, los valores podrían ser mucho más altos debido al esfuerzo (Barreto et al., 2023); por ello, los criterios de inclusión exigen la toma en reposo total.

Medición de factores de riesgo para Síndrome Metabólico según Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) (Subramani et al., 2019):

Los factores de riesgo del SMet son altamente concordantes. Para efectos del ATP III, el diagnóstico de SMet se establece cuando se presentan tres o más de los determinantes de riesgo. Según NCEP ATP III la definición de SMet incluye tres o más de los siguientes criterios: Obesidad abdominal: CC \geq 102 cm en hombres y \geq 88 cm en mujeres; hipertrigliceridemia: \geq 150 mg/dl (1,695 mmol/l); C-HDL bajo: <40 mg/dL en hombres y <50 mg/dL en mujeres; presión arterial alta (PA): >130/85 mmHg; glucemia alta en ayunas: >110 mg/dL (NIH, 2001).

El investigador fue responsable en su totalidad de la obtención, procesamiento y eliminación de las muestras biológicas requeridas.

Análisis estadístico de los datos

El análisis estadístico de los datos se realizó de forma descriptiva en los resultados de frecuencias y porcentajes representados en tablas y procesados utilizando el programa IBM® SPSS®. La estadística inferencial se realizó aplicando las pruebas Chi-cuadrado y el análisis de Varianza (ANOVA), para las mediciones cualitativas y cuantitativas, respectivamente. Se consideró un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Resultados

Análisis de los Resultados

La población analizada fue de 50 adultos distribuidos en 36 mujeres (72%) y 14 hombres (28%), cuya edad promedio fue de $35 \pm 9,6$ y de 33 ± 11 años, respectivamente.

Tabla 1. Parámetros clínicos en usuarios de CrossFit de la provincia de El Oro, Ecuador. 2025.

Parámetros evaluados	Valores referenciales	Sexo					
		Femenino (n:36)			Masculino (n: 14)		
		n	%	$\bar{X} \pm DE$	n	%	$\bar{X} \pm DE$
Glucosa en ayunas (mg/dL)	Normal (75 -110)	36	100,0	$86 \pm 7,2$	12	85,7	$85 \pm 9,0$
	Alta (>110)	0	-	-	2	14,3	$115 \pm 6,4$
Colesterol (mg/dL)	Normal (≤ 200)	23	63,9	167 ± 23	8	57,1	171 ± 30
	Alto (>200)	13	36,1	$225 \pm 14^*$	6	42,9	$245 \pm 30^*$
Triglicéridos (mg/dL)	Normal (≤ 150)	21	58,3	95 ± 24	8	57,1	107 ± 27
	Alto (>150)	15	41,7	$177 \pm 22^*$	6	42,9	$205 \pm 26^*$
C-HDL (mg/dL)	Normal (≥ 55)	19	52,8	$57 \pm 4,3$	10	71,4	$49 \pm 7,8$
	Bajo (<40)	17	47,2	$44 \pm 3,1$	4	28,6	$38 \pm 0,53$
Circunferencia de cintura (Cm)	Normal (M:<94; F:<80)	28	77,8	$82 \pm 4,9$	9	64,3	$90 \pm 5,5$
	Obesidad abdominal (M: ≥ 102 ; F: ≥ 88)	8	22,2	$92 \pm 2,2$	5	35,7	$110 \pm 8,5$
Presión arterial Sistólica/Diastólica (mmHg)	Normal (<120/80)	27	75,0	$105 \pm 9,0 / 67 \pm 5,3$	7	50,0	$107 \pm 8,7 / 69 \pm 5,2$
	Alta (>130/85)	9	25,0	$135 \pm 7,1 / 88 \pm 0,1$	7	50,0	$127 \pm 4,1 / 84 \pm 6,7$

* $p < 0,0001$ al comparar con su respectivo grupo normal.

La mayoría de los practicantes de CrossFit evaluados presentan parámetros clínicos (glucosa en ayunas, perfil lipídico, circunferencia de cintura y presión arterial) normales. No obstante, se identificaron factores de riesgo metabólico importantes: los hombres mostraron una mayor frecuencia de hipertensión (50%), obesidad abdominal (35,7%) e hiperglucemia (14,3%). En contraste, las mujeres presentaron alteraciones lipídicas críticas, destacando un 47,2% con C-HDL bajo. En ambos sexos, los niveles de colesterol

y triglicéridos mostraron una elevación estadísticamente significativa ($p < 0,0001$) respecto al grupo basal o normal respectivo (Tabla 1).

Tabla 2. Parámetros clínicos de riesgo de Síndrome Metabólico según criterios del Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) en usuarios de CrossFit de la provincia de El Oro, Ecuador. 2025.

Parámetros de riesgo	Femenino (n:36)		Masculino (n: 14)		Total (n: 50)	
	n	%	n	%	n	%
Circunferencia de cintura (M: ≥ 102 ; F: ≥ 88 Cm) + Triglicéridos (>150 mg/dL) + C-HDL (<40 mg/dL)	6	16,7	4	28,6	10	20,0
Circunferencia de cintura (M: ≥ 102 ; F: ≥ 88 Cm) + Triglicéridos (>150 mg/dL) + C-HDL (<40 mg/dL) + Presión arterial Sistólica/Diastólica ($>130/85$ mmHg)	1	2,8	1	7,1	2	4,0
Glucosa en ayunas (>110 mg/dL) + Circunferencia de cintura (M: ≥ 102 ; F: ≥ 88 Cm) + Triglicéridos (>150 mg/dL) + C-HDL (<40 mg/dL)	0	-	2	14,3	2	4,0
Glucosa en ayunas (>110 mg/dL) + Circunferencia de cintura (M: ≥ 102 ; F: ≥ 88 Cm) + Triglicéridos (>150 mg/dL) + C-HDL (<40 mg/dL) + Presión arterial Sistólica/Diastólica ($>130/85$ mmHg)	0	-	1	7,1	1	2,0
Total	7	46,7	8	53,3	15	100,0

El análisis de los parámetros clínicos que forman parte de los componentes del SMet, evidenció que el 20% (n: 10) de la población analizada cumplía con tres de los criterios de la ATP III para SMet, dos grupos de 2 participantes cada uno (4%) cumplían con cuatro de los criterios y el 2% (n:1) cumplió con los cinco criterios para SMet, resultando en un total de 15 participantes (7 mujeres y 8 hombres) con parámetros clínicos de riesgo a SMet (Tabla 2).

Tabla 3. Riesgo de Síndrome Metabólico según criterios del Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) en usuarios de CrossFit de la provincia de El Oro, Ecuador. 2025.

Sexo	Con riesgo de Síndrome Metabólico (n:15)		Sin riesgo de Síndrome Metabólico (n:35)		Riesgo relativo (RR)	95% IC	p
	n	%	n	%			
	Femenino	7	46,7	29			
Masculino	8*	53,3	6	17,1			

Al evaluar el riesgo relativo en la muestra evaluada de usuarios de CrossFit, se encontró una asociación significativa ($p= 0,015$) entre el sexo y la presencia del SMet ($RR= 1,77$; IC del 95%: 1,12–3,38), lo que evidencia que los hombres tienen 1,77 veces más probabilidad de presentar SMet en comparación con las mujeres en esta población (Tabla 3).

Tabla 4. Relación entre los parámetros clínicos y la presencia de Síndrome Metabólico según criterios del Panel de Tratamiento de Adultos III (ATP III) en usuarios de CrossFit de la provincia de El Oro, Ecuador. 2025.

Parámetros clínicos	Con Síndrome Metabólico		Sin Síndrome Metabólico		p
	Femenino (n:7)	Masculino (n: 8)	Femenino (n:29)	Masculino (n: 6)	
	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	
Glucosa en ayunas (mg/dL)	0	112±6,5*	85±6,6	81±5,5	<0,0001
Triglicéridos (mg/dL)	179±19*	202±24*	98±27	102±24	<0,0001
C-HDL (mg/dL)	42±2,0	57±4,3	39±1,5	52±7,4	0,9757
Circunferencia de cintura (Cm)	93±2,2	111±9,0	83±4,2	90±5,5	0,2021
Presión arterial	130±0,0	125±8,5	108±11	115±12	0,9910
Sistólica/Diastólica (mmHg)	/88±0,0	/84±6,7	/67±5,3	/69±5,2	

Al relacionar las variables del estudio, se observó asociación significativa ($p<0,0001$) entre las concentraciones de glucosa en ayunas en los hombres y las concentraciones de triglicéridos en hombres y mujeres con la presencia de SMet, no observándose otras asociaciones (Tabla 4).

Discusión

La práctica del CrossFit se ha consolidado como una de las modalidades de entrenamiento de alta intensidad (HIFT) con mayor crecimiento global, fundamentada en la premisa de optimizar la composición corporal y el perfil metabólico de sus usuarios. Sin embargo, la evidencia científica contemporánea presenta una dicotomía: mientras algunos estudios destacan mejoras significativas en la sensibilidad a la insulina y la reducción de masa grasa, otros señalan que la alta demanda física no siempre se traduce en un perfil lipídico o tensional óptimo si no existe un control sinérgico de factores exógenos como la dieta y el descanso (Soriano et al., 2022).

La presente investigación en la provincia de El Oro se justifica ante la necesidad de caracterizar metabólicamente a una población activa que, bajo un entorno de alta temperatura y hábitos dietéticos regionales específicos, podría presentar adaptaciones distintas a las reportadas en latitudes europeas o norteamericanas. Dado que el SMet es un predictor crítico de enfermedad cardiovascular, determinar si el CrossFit actúa realmente como un factor protector o si existen factores clínicos o metabólicos persistentes, es fundamental para el diseño de estrategias de salud pública y medicina deportiva personalizada en el contexto ecuatoriano, base fundamental de esta investigación.

Los resultados demuestran que la mayoría de los practicantes de CrossFit evaluados presentan parámetros clínicos (glucosa en ayunas, perfil lipídico, circunferencia de cintura y presión arterial) normales. No obstante, se identificaron factores de riesgo metabólico importantes en los hombres que mostraron una mayor frecuencia de hipertensión (50%), obesidad abdominal (35,7%) e hiperglucemia (14,3%). En contraste, las mujeres presentaron alteraciones lipídicas críticas, destacando un 47,2% con C-HDL bajo y en ambos grupos se observó hipercolesterolemia e hipertrigliceridemia significativa. Esto revela una paradoja metabólica, ya que, a pesar de la naturaleza de alta intensidad del CrossFit, una proporción considerable de la muestra presenta indicadores de SMet.

La alta frecuencia de presión arterial elevada en hombres, sugiere una posible respuesta adaptativa de rigidez arterial o, más probablemente, una influencia de factores dietéticos y estrés no controlados. El perfil lipídico femenino, caracterizado por bajos niveles de C-HDL y alta prevalencia de hipertrigliceridemia, representa un riesgo cardiovascular

latente que el ejercicio por sí solo no ha logrado mitigar en esta cohorte. La obesidad abdominal detectada, es clínicamente relevante, ya que el perímetro de cintura es un predictor de inflamación sistémica superior al IMC en atletas de fuerza (Villarroel et al., 2025).

A nivel internacional, estudios sobre practicantes de CrossFit suelen reportar perfiles lipídicos saludables debido a la alta demanda metabólica del entrenamiento. Sin embargo, autores como Guapi-Morocho et al. (2023) han observado que, sin un control nutricional estricto, los atletas de alta intensidad pueden mantener niveles elevados de triglicéridos debido a dietas hipercalóricas. La frecuencia de hipertensión en hombres aquí reportada, es superior a la media encontrada en estudios regionales sudamericanos, donde la actividad física vigorosa suele correlacionarse con una reducción de la presión sistólica. En el contexto de Ecuador, los datos de la ENSANUT han advertido históricamente sobre la predisposición genética y dietética del ecuatoriano a niveles bajos de C-HDL, lo cual se alinea con el 47,2% observado en las mujeres de este estudio. Investigaciones nacionales recientes, como las de Monge-Moreno et al. (2024), sugieren que en poblaciones urbanas del Ecuador que realizan ejercicio funcional, la ingesta excesiva de carbohidratos refinados suele anular los beneficios lipídicos del entrenamiento, lo que explicaría las diferencias estadísticamente significativas encontradas en comparación con los valores normales.

La identificación de que un 30% del total de la muestra (15 de 50 participantes) presenta SMet, bajo los criterios de la ATP III es un hallazgo de alta relevancia clínica. Resulta alarmante que, en una población físicamente activa, existan individuos que cumplen no solo con los tres criterios mínimos, sino que un 6% presenta una falla metabólica casi absoluta (4 a 5 criterios). Esto sugiere que la intensidad del CrossFit no es un factor protector infalible contra el riesgo cardiovascular si no se gestionan variables intervinientes. Además, el Riesgo Relativo (RR= 1.77) indica que el perfil antropométrico y metabólico de los hombres en esta cohorte, es más vulnerable y podría estar ligada a la mayor frecuencia de hipertensión y obesidad visceral, las cuales son piedras angulares en la fisiopatología del SMet y predictores directos de eventos coronarios a mediano plazo (Huang et al., 2024).

La prevalencia de SMet en practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad suele ser inferior a la de la población general. Sin embargo, estudios como el de Blanco-Martínez et al. (2025), subrayan que, aunque el ejercicio mejora la sensibilidad a la

insulina, factores como la suplementación deportiva no controlada o dietas hipercalóricas pueden mantener perfiles de riesgo en hombres deportistas. La diferencia de riesgo por sexo encontrada en este estudio, coincide parcialmente con lo reportado por Fealy et al. (2018), quienes señalan que las adaptaciones metabólicas al ejercicio de alta intensidad pueden variar según el perfil hormonal, siendo las mujeres a menudo más eficientes en la oxidación de lípidos durante el esfuerzo vigoroso, lo que explicaría su menor RR frente al SMet.

En el contexto ecuatoriano, los hallazgos son consistentes con la tendencia epidemiológica nacional. Investigaciones recientes como las de Gualan et al. (2024), indican que, en la región litoral del Ecuador, la población masculina presenta una mayor incidencia de dislipidemias y resistencia a la insulina en comparación con la femenina, incluso en grupos etarios jóvenes. La asociación significativa entre el sexo masculino y el SMet en la muestra de este estudio, refuerza la teoría de que en Ecuador existe un fenotipo metabólico masculino más propenso al depósito de grasa visceral y elevación de la presión arterial, factores que el CrossFit no logra mitigar totalmente, en el contexto sociocultural de la provincia de El Oro.

Al relacionar las variables del estudio, se observó asociación significativa entre las concentraciones de glucosa en ayunas en los hombres y las concentraciones de triglicéridos en hombres y mujeres con la presencia de SMet. La hipótesis del estudio plantea que el CrossFit se asociaba a parámetros de normalidad y baja prevalencia de SMet. Sin embargo, estos resultados no aportan evidencia a la normalidad, aun cuando la mayoría de los usuarios están sanos, los datos muestran que existen focos críticos en cuanto a los parámetros clínicos evaluados. Estos resultados evidencian que los criterios de diagnóstico tradicionales (como la CC) pierden sensibilidad en atletas de alta intensidad, y que los exámenes bioquímicos son más confiables para evaluar su salud.

Este hallazgo es consistente con estudios realizados en poblaciones costeras del Ecuador, donde factores dietéticos regionales suelen elevar los niveles de triglicéridos incluso en individuos físicamente activos (Blanco-Martínez et al., 2025). Por lo tanto, aunque el CrossFit es un factor protector, no actúa de forma aislada frente a la prevalencia de SMet si no se acompaña de un control metabólico riguroso de la glucosa y los lípidos. Pocos estudios han evaluado los efectos crónicos de la participación en CrossFit sobre las adaptaciones aeróbicas y musculoesqueléticas, así como sobre las respuestas subjetivas, en particular el disfrute del ejercicio. Las conclusiones de la investigación se ven

limitadas por la heterogeneidad de los protocolos y las medidas de resultado (Sharp et al., 2022).

La limitación de este estudio radica en su diseño transversal y la ausencia de un registro dietético estandarizado. Dado que los niveles de triglicéridos y glucosa mostraron una asociación crítica con el SMet, la imposibilidad de controlar la ingesta de macronutrientes impide discernir si las alteraciones observadas derivan de hábitos nutricionales deficientes que neutralizan el estímulo metabólico del CrossFit. Asimismo, la falta de una línea base limita la capacidad de establecer una relación de causalidad directa entre el tiempo de práctica y la reversión de los factores de riesgo cardiometabólico.

Es por ello que se recomienda realizar investigaciones de carácter prospectivo longitudinal, que evalúen por meses a los usuarios desde su inicio en la disciplina, llevando un registro dietético riguroso. Esto permitirá determinar con precisión la capacidad del CrossFit para revertir componentes específicos del SMet y establecer una relación de causalidad clara.

Tomando en conjunto todos los resultados, la eficacia del CrossFit como factor protector se ve comprometida en esta población, posiblemente por factores dietéticos o genéticos regionales que prevalecen sobre el estímulo del ejercicio físico vigoroso. Este hallazgo subraya la necesidad imperativa de integrar intervenciones nutricionales específicas, monitoreo clínico periódico y la medición de biomarcadores de inflamación sistémica, ya que el alto nivel de actividad física no exime a los practicantes del desarrollo de componentes del SMet, tal como lo describen Szajkowski et al. (2023) sobre los factores de riesgo en usuarios de CrossFit.

Conclusiones

La mayoría de los practicantes de CrossFit de la provincia de El Oro evaluados, presentaron parámetros clínicos (glucosa en ayunas, perfil lipídico, circunferencia de cintura y presión arterial) normales. No obstante, en una parte de esta población existe una frecuencia significativa de factores de riesgo cardiometabólico (hipertensión y dislipidemia), subrayando la necesidad urgente de implementar monitoreos clínicos y estrategias nutricionales diferenciadas por sexo dentro de los centros de entrenamiento.

Al evaluar el riesgo de Síndrome Metabólico en los usuarios de CrossFit se evidenció que los hombres tienen casi el doble de probabilidad de desarrollar Síndrome Metabólico en comparación con las mujeres. Lo que evidencia que la práctica regular de CrossFit no constituye un factor protector absoluto frente al Síndrome Metabólico en la población estudiada y que el estímulo físico vigoroso no compensa por sí solo otras variables intervinientes.

La asociación entre las variables del estudio permitió demostrar que la presencia de Síndrome Metabólico en la población analizada está condicionada de manera primordial por el descontrol en los niveles de glucosa en ayunas y de triglicéridos, representando estos marcadores los principales disparadores del riesgo cardiometabólico en esta cohorte, sugiriendo que factores dietéticos regionales o hábitos nutricionales inadecuados prevalecen sobre las adaptaciones metabólicas esperadas por el entrenamiento de fuerza y potencia.

Recomendaciones

A partir de los hallazgos obtenidos se recomienda el desarrollo de estudios Longitudinales, multicéntricas, de carácter prospectivo que evalúen a los usuarios desde su inicio en la disciplina (línea base) hasta periodos de seguimiento de meses o años, integrando un análisis dietético riguroso, a fin de establecer con precisión la capacidad del CrossFit para revertir componentes específicos del Síndrome Metabólico y establecer una relación de causalidad clara.

Dado que la hiperglucemia e hipertrigliceridemia fue un hallazgo crítico, realizar un monitoreo multidisciplinario con tamizajes periódicos de presión arterial y perímetro de cintura, a fin de promover el control nutricional en estas personas, cubriendo la necesidad de supervisar la carga de entrenamiento en individuos con factores de riesgo preexistentes, al tiempo que permitirá discernir si el riesgo metabólico es de origen nutricional o adaptativo.

Para profundizar en la significancia clínica de la obesidad abdominal detectada, se recomienda que futuros estudios incluyan la medición de biomarcadores de inflamación sistémica, como la Proteína C Reactiva (PCR) ultrasensible o la determinación de la insulina basal para el cálculo del índice HOMA-IR, permitiendo una detección más temprana de la resistencia a la insulina en atletas aparentemente sanos.

Referencias bibliográficas

Asamblea Nacional del Ecuador (ANE). (2021). *Ley Orgánica de Protección de Datos Personales*. <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2021/06/Ley-Organica-de-Datos-Personales.pdf>

Baldeón, M. E., Felix, C., Fornasini, M., Zertuche, F., Largo, C., Paucar, M. J., ... & et al. (2021). Prevalence of metabolic syndrome and diabetes mellitus type-2 and their association with intake of dairy and legume in Andean communities of Ecuador. *PLoS One*, 16(7), e0254812. doi: 10.1371/journal.pone.0254812.

Barreto, A. C., Medeiros, A. P., Araujo, G. da S., Vale, R., Vianna, J. M., Alkimin, R., ... & et al. (2023). Variabilidad de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial durante y después de tres sesiones de CrossFit® (Heart rate variability and blood pressure during and after three CrossFit® sessions). *Retos*, 47, 311-316. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.93780>

Blanco-Martínez, N., González-Devesa, D., Sanchez-Lastra, M. A., Diz-Gómez, J. C., & Ayán-Pérez, C. (2025). The effects of CrossFit® training in adults with obese or overweight: A systematic review of randomized controlled trials. *Semergen*, 51(5), 102512. doi: 10.1016/j.semerng.2025.102512.

Fahed, G., Aoun, L., Bou Zerdan, M., Allam, S., Bou Zerdan, M., Bouferraa, Y., ... & et al. (2022). Metabolic Syndrome: Updates on pathophysiology and management in 2021. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(2), 786. doi: 10.3390/ijms23020786.

Fealy, C. E., Nieuwoudt, S., Foucher, J. A., Scelsi, A. R., Malin, S. K., Pagadala, M., ... & et al. (2018). Functional high-intensity exercise training ameliorates insulin resistance and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes. *Experimental Physiology*, 103(7), 985-994. doi: 10.1113/EP086844.

Fernández-Matías, R. (2023). El cálculo del tamaño muestral en ciencias de la salud: Recomendaciones y guía práctica. *MOVE*, 5(1), 481-503. <https://publicaciones.lasallecampus.es/index.php/MOVE/article/view/915>

Fuentes-Sánchez, E., Ponce-Pincay, L. F., & Lucas-Chavez, J. C. (2024). Síndrome metabólico y factores subyacentes en adultos mayores en Latinoamérica. *BIOSANA*, 4(2), 299-313. <https://doi.org/10.62305/biosana.v4i2.195>

Gualan, M., Ster, I. C., Veloz, T., Granadillo, E., Llangari-Arizo, L. M., Rodriguez, A., ... & et al. (2024). Cardiometabolic diseases and associated risk factors in transitional rural communities in tropical coastal Ecuador. *PLoS One*, *19*(7), e0307403. doi: 10.1371/journal.pone.0307403.

Guapi-Morocho, D. F., Castro-Cevallos, R. M., Anchapaxi-Socasiy, B. J., & Chiluiza, N. V. (2023). Beneficios del Entrenamiento Funcional de Alta Intensidad (Hift) en el deporte y la salud: Una revisión sistemática. *Revista InveCom*, *3*(2), 1-20. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8146795>

Huang, J. C., Huang, Y. C., Lu, CH., Chuang, Y. S., Chien, H. H., Lin, C. I., ... & et al. (2024). Exploring the relationship between visceral fat and coronary artery calcification risk using Metabolic Score for Visceral Fat (METS-VF). *Life*, *14*(11), 1399. doi: 10.3390/life14111399.

International Diabetes Federation (IDF). (2022). *The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome* (3rd ed.). <https://idf.org/media/uploads/2023/05/attachments-30.pdf>

Manterola, C., Quiroz, G., Salazar, P., & García, N. (2019). Metodología de los tipos y diseños de estudio más frecuentemente utilizados en investigación clínica. *Revista Médica Clínica Las Condes*, *30*(1), 36-49. doi:10.1016/j.rmclc.2018.11.005.

Meier, N., Schlie, J., & Schmidt, A. (2023). CrossFit®: ‘Unknowable’ or predictable? - A systematic review on predictors of CrossFit® performance. *Sports*, *11*(6), 112. doi: 10.3390/sports11060112.

Menéndez Iguasnia, J. P., Tomalá Bazán, C. N., Villacrés Castro, G. J., & Soriano Mateo, M. M. (2024). El impacto de la actividad física en la prevención del síndrome metabólico: Un enfoque teórico. *Sapiens International Multidisciplinary Journal*, *1*(3), 14-34. <https://revistasapiensec.com/index.php/sapiens/article/view/30>

Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSPE). (2022). *Reglamento sustitutivo del reglamento para la aprobación y seguimiento de Comités de Ética de Investigación en Seres Humanos (CEISH) y Comités de Ética Asistenciales para la Salud (CEAS)* (Acuerdo Ministerial 00005-2022). Quinto Suplemento N° 118 - Registro Oficial. <https://ceish.itsup.edu.ec/acuerdo.php>

Monge-Moreno, A. M., Heredia-Aguirre, S. I., Rodríguez-Basantes, A. I., Jácome-Cartagena, H. R., Aimacaña-Saiteros, A. P., Monge-Moreno, C. R., ... & et al. (2024).

Metabolic and hepatic alterations; eating habits and physical activity in Ecuadorian adolescents. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 74(4), 267-276. <https://doi.org/10.37527/2024.74.4.003>

Morgado, F., Valado, A., Metello, J., & Pereira, L. (2024). Laboratory markers of metabolic syndrome. *Exploration of Cardiology*, 2, 114–133. <https://doi.org/10.37349/ec.2024.00026>

National Institutes of Health & National Heart, Lung, and Blood Institute (NIH). (2001). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III): Executive Summary (NIH Publication No. 01-3670). National Cholesterol Education Program. <https://www.scymed.com/es/smnxdh/salud101/edzr/atp3xsum.pdf>

Noubiap, J. J., Nansseu, J. R., Lontchi-Yimagou, E., Nkeck, J. R., Nyaga, U. F., Ngouo, A. T., ... & et al. (2022). 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*, 188, 109924. doi: 10.1016/j.diabres.2022.109924.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2020). *HEARTS en las Américas: Medición de la presión arterial*. <https://www.paho.org/es/heart-america/heart-america-medicion-presion-arterial>

Ortiz-Prado, E., Portilla, D., Mosquera-Moscoso, J., Simbaña-Rivera, K., Duta, D., Ochoa, I., ... & et al. (2021). Hematological parameters, lipid profile, and cardiovascular risk analysis among genotype-controlled indigenous Kiwcha men and women living at low and high altitudes. *Frontiers in Physiology*, 12, 749006. doi: 10.3389/fphys.2021.749006

Park, S., Lee, S., Kim, Y., Lee, Y., Kang, M. W., Han, K., ... & et al. (2020). Reduced risk for chronic kidney disease after recovery from metabolic syndrome: A nationwide population-based study. *Kidney Research and Clinical Practice*, 39(2), 180-191. doi: 10.23876/j.krcp.20.016.

Pérez-Galarza, J., Baldeón, L., Franco, O. H., Muka, T., Drexhage, H. A., Voortman, T., ... & et al. (2021). Prevalence of overweight and metabolic syndrome, and associated sociodemographic factors among adult Ecuadorian populations: The ENSANUT-ECU

study. *Journal of Endocrinological Investigation*, 44(1), 63-74. doi: 10.1007/s40618-020-01267-9.

Pigeot, I., & Ahrens, W. (2025). Epidemiology of metabolic syndrome. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, 477(5), 669-680. doi: 10.1007/s00424-024-03051-7.

Rios, M., Pyne, D. B., & Fernandes, R. J. (2024). The effects of CrossFit® practice on physical fitness and overall quality of life. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(1), 19. doi: 10.3390/ijerph22010019.

Sharp, T., Grandou, C., Coutts, A. J., & Wallace, L. (2022). The effects of high-intensity multimodal training in apparently healthy populations: A systematic review. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 43. doi: 10.1186/s40798-022-00434-x.

Soriano, M. A., Boullosa, D., & Amaro-Gahete, F. (2022). Editorial: Functional fitness/high intensity functional training for health and performance. *Frontiers in Physiology*, 13, 1024809. doi: 10.3389/fphys.2022.1024809.

Suárez, R., Cadena, L. M., Manrique, A., Armijos, K., Obaco, L., Samaniego, E., ... & et al. (2019). Síndrome metabólico, obesidad y actividad física en el sur de Ecuador. *Revista Científica INSPILIP*, 3(1), 1-19. doi: 10.31790/inspilip.v3i1.80.g149.

Subramani, S. K., Mahajan, S., Chauhan, P., Yadav, D., Mishra, M., Pakkirisamy, U., ... & et al. (2019). Prevalence of metabolic syndrome in Gwalior region of Central India: A comparative study using NCEP ATP III, IDF and Harmonized criteria. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 13(1), 816-821. doi: 10.1016/j.dsx.2018.12.003.

Szajkowski, S., Dwornik, M., Pasek, J., & Cieślak, G. (2023). Risk factors for injury in CrossFit®-A retrospective analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3), 2211. doi: 10.3390/ijerph20032211

Villarroel López, P., & Juárez Santos-García, D. (2025). High Intensity Functional Training in Hybrid Competitions: A Scoping Review of Performance Models and Physiological Adaptations. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(4), 365. doi: 10.3390/jfmk10040365.

Vinueza-Veloz, A. F., Tapia-Veloz, E. C., Tapia-Veloz, G., Nicolalde-Cifuentes, T., & Carpio-Arias, T. V. (2023). Estado nutricional de los adultos ecuatorianos y su distribución según las características sociodemográficas. Estudio transversal. *Nutrición Hospitalaria*, 40(1), 102-108. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04083>

Wang, X., Soh, K. G., Samsudin, S., Deng, N., Liu, X., Zhao, Y., ... & et al. (2024). Effects of high-intensity functional training on physical fitness and sport-specific performance among the athletes: A systematic review with meta-analysis. *PLoS One*, 19(2), e0299281. doi: 10.1371/journal.pone.0299281

World Medical Association (WMA). (2025). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 333(1), 30-31. doi:10.1001/jama.2024.22530

Zhai, X., Sawada, S. S., Kurosawa, S., Koriyama, S., Dimitroff, S. A., Sato, S., ... & et al. (2024). Cardiorespiratory fitness and body mass index on metabolic syndrome in middle-aged Japanese adults under national health guidance: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 24(1), 2050. doi: 10.1186/s12889-024-19544-0.

Zheng, L., Zeng, A., Liu, L., Tian, W., Wang, R., Zhang, L., ... & et al. (2025). Metabolic syndrome: Molecular mechanisms and therapeutic interventions. *Molecular Biomedicine*, 6(1), 59. doi: 10.1186/s43556-025-00303-5.

Zila-Velasque, J. P., Grados-Espinoza, P., Challapa-Mamani, R. R., Sánchez-Alcántara, F., Cedillo-Balcázar, J., Cs, A. D., ... & et al. (2024). Prevalence of metabolic syndrome and its components according to altitude levels: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 14(1), 27581. doi: 10.1038/s41598-024-77928-z.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés