

# Asociación de los factores de riesgo cardiometabólicos y la condición física en pobladores de la isla de San Andrés y Providencia

Orlando Hernández-Cabrera

## RESUMEN

**Introducción:** el síndrome metabólico (SM) es un problema de salud pública global, con una prevalencia preocupante en regiones aisladas como el archipiélago de San Andrés y Providencia. Este estudio analizó la relación entre la condición física y los factores de riesgo cardiometabólico (FRC) en adultos jóvenes de esta región.

**Métodos:** se realizó un estudio transversal en 198 adultos jóvenes (18-45 años; 81 hombres, 117 mujeres). Se evaluó la condición física mediante un Índice de Fitness (ICF) compuesto por fuerza prensil, flexibilidad, salto horizontal y capacidad cardiorrespiratoria ( $\text{VO}_2\text{max}$  estimado). Se midieron parámetros antropométricos, bioquímicos y de presión arterial. El SM se diagnosticó según criterios estandarizados. Los datos se analizaron con estadística descriptiva, pruebas de diferencias de medias (t-Student, U Mann-Whitney) y correlaciones de Spearman.

**Resultados:** el grupo con SM ( $n=40$ ) presentó un ICF significativamente menor que el grupo sin SM ( $p=0,005$ ), con marcadas reducciones en el  $\text{VO}_2\text{max}$  (15,34 vs. 19,97 ml/kg/min;  $p<0,001$ ) y la fuerza prensil ajustada al peso ( $p=0,020$ ). Se encontró una fuerte correlación inversa entre el  $\text{VO}_2\text{max}$  y el perímetro abdominal ( $\rho = -0,828$ ;  $p<0,001$ ), así como correlaciones significativas con triglicéridos, presión arterial y glucosa en ayunas. No se observó asociación entre etnia y SM.

**Conclusión:** la capacidad cardiorrespiratoria y la fuerza muscular son factores discriminantes clave del SM en esta población. La fuerte correlación con la adiposidad central sugiere que el deterioro funcional es un marcador sensible del riesgo metabólico, respaldando la inclusión de la evaluación del fitness en estrategias de prevención primaria en este contexto vulnerable.

**Palabras clave:** Aptitud Física, Síndrome Metabólico, Capacidad Cardiorrespiratoria.

## INTRODUCCIÓN

Los Factores de Riesgo Cardiometabólico (FRC) y el Síndrome Metabólico (SM) constituyen un problema crítico de salud pública a nivel global, con implicaciones significativas para la calidad de vida y la longevidad de las personas afectadas (Rodríguez y Rodríguez, 2022).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades no transmisibles de origen cardiometabólico, entre las que destacan las enfermedades cardiovasculares (ECV), son responsables de más de 17,9 millones de muertes anuales, lo que representa aproximadamente un tercio de la mortalidad global. Las cardiopatías, los accidentes cerebrovasculares y la Diabetes Mellitus tipo 2 son las principales causas de estos fallecimientos, afectando a personas de todas las edades. Una proporción significativa de estas muertes ocurre de manera prematura, con una incidencia desproporcionada en países de ingresos bajos y medianos (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2024).

La hipertensión arterial (HTA) es la enfermedad cardiovascular más común en adultos. La OMS estima que el 25% de la población adulta mundial padece HTA, lo que contribuye al 4,5 % de la carga global de morbilidad. Su prevalencia aumenta con la edad, afectando a más del 60 % de las personas mayores de 60 años, y es una de las principales causas de ECV y muerte prematura a nivel mundial, conllevando costos de atención médica estimados en 370 mil millones de dólares anuales (Zhu et al., 2022). A modo ilustrativo, en España la prevalencia de HTA en la población general fue del 18,48 % en 2022, con una representación ligeramente menor en hombres (18,10 %) que en mujeres (18,84 %) (Kazeminia et al., 2021). En la Comunidad Autónoma del País Vasco, las cifras son del 16,14 % para la población general, siendo más prevalente en hombres (16,22 %) que en mujeres (16,06 %) (Hunter et al., 2022).

En Colombia, la situación es alarmante. La prevalencia del SM y los FRC en adultos jóvenes ha alcanzado proporciones críticas, afectando aproximadamente al 25% de este grupo etario. Este problema se agrava en regiones geográficamente aisladas y con particularidades étnicas, como el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, donde factores socioeconómicos, barreras de acceso a los servicios de salud y la escasez de programas preventivos específicos exacerban la situación. La falta de información detallada y local sobre la prevalencia y características de estos factores limita la capacidad de los sistemas de salud para diseñar e implementar estrategias de intervención eficaces (Bolívar et al., 2019).

Las consecuencias del SM son devastadoras a nivel individual y colectivo. Fisiopatológicamente, el SM implica la interacción de varios componentes, como la obesidad central, la hipertensión arterial, la resistencia a la insulina, la dislipidemia y un estado de inflamación crónica de bajo grado. En conjunto, estos elementos incrementan significativamente el riesgo de desarrollar ECV, insuficiencia renal, neuropatías, retinopatías y complicaciones en el control glucémico, lo que es particularmente relevante en personas con diabetes (Carvajal, 2017).

En el contexto isleño de San Andrés y Providencia, esta problemática se ve intensificada por determinantes sociales de la salud adversos, como el acceso limitado a educación sanitaria, condiciones de pobreza y una cultura con tendencia al sedentarismo que influye negativamente en los hábitos alimentarios y los niveles de actividad física. A esto se suma una predisposición genética en la población raizal y afrodescendiente, que presenta una mayor propensión a desarrollar HTA, diabetes tipo 2 y ECV (Forbes, 2022).

Entre los principales factores modificables que contribuyen al desarrollo de FRC y SM se encuentran los estilos de vida poco saludables, caracterizados por dietas hipercalóricas ricas en grasas saturadas y azúcares refinados, junto con una baja actividad física. La inactividad física es un determinante clave, asociándose con un aumento del 20-30 % en el riesgo de mortalidad cardiovascular. Además, afecta la regulación metabólica y la homeostasis energética, favoreciendo la acumulación de grasa visceral y la aparición de resistencia a la insulina (González et al., 2015).

Frente a esta realidad, la actividad física regular se erige como una de las estrategias de prevención y manejo más eficaces. Está directamente relacionada con mejoras significativas en la resistencia cardiorrespiratoria, la fuerza muscular y la composición corporal. Programas de ejercicio que combinan el fortalecimiento muscular y el entrenamiento aeróbico han demostrado reducir la presión arterial, mejorar los perfiles lipídicos y aumentar la sensibilidad a la insulina, disminuyendo así el riesgo cardiometabólico (Cando et al., 2022). La promoción de hábitos alimentarios saludables y políticas públicas que fomenten entornos propicios para la salud son también pilares fundamentales (Magdariaga et al., 2023).

Por lo tanto, cabe suponer que una mejor condición física, evaluada mediante la resistencia cardiorrespiratoria y la fuerza muscular, se asociará inversamente con la prevalencia de FRC y SM en los adultos jóvenes de San Andrés y Providencia. Se espera que los individuos con mayores niveles de capacidad física presenten una menor prevalencia de hipertensión, obesidad y dislipidemia.

El objetivo principal de este estudio fue analizar la relación entre la condición física y los Factores de Riesgo Cardiometabólico en adultos jóvenes del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Se busca identificar los factores específicos que influyen en la prevalencia de los FRC en esta población única, con el fin de generar evidencia científica que sustente el desarrollo de intervenciones personalizadas y efectivas.

## **MÉTODO**

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y de corte transversal. El estudio se llevó a cabo en San Andrés y Providencia, Colombia. La recolección de datos se realizó tras la aprobación del comité de ética en 2023.

La población objetivo estuvo conformada por personas entre 18 y 45 años, residentes de San Andrés y Providencia, incluyendo estudiantes del SENA y otros pobladores. La muestra final fue de  $n = 198$  participantes, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, a través de convocatorias realizadas en el SENA, empresas locales y la comunidad en general.

Se incluyeron personas aparentemente saludables, raizales o residentes de San Andrés y Providencia, de entre 18 y 45 años, con disponibilidad para completar todas las pruebas físicas, antropométricas y bioquímicas. Se excluyeron mujeres embarazadas, personas con enfermedades crónicas graves o bajo tratamiento que afecten los resultados de las pruebas, enfermedades infecciosas recientes, individuos que por indicación médica u otra situación no pudieran participar activamente en las pruebas físicas. No se emplearon criterios de salida adicionales.

Se analizaron variables antropométricas, motoras, físicas y bioquímicas. Entre ellas:

Antropometría: siguiendo los estándares de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK, 2001) para el registro de variables antropométricas, se identificó la talla (cm), mediante el uso del tallímetro portátil SECA 213®. La composición corporal se determinó a partir de la báscula de bioimpedancia TANITA® BC-420MA®. Para obtener el porcentaje de grasa corporal, masa muscular y el índice de masa corporal (IMC) tomando en cuenta los kilogramos de peso por metro cuadrado; se identificaron perímetros corporales como la cintura y el cuello, con la cinta métrica metálica Lufkin® (1 mm de precisión).

Presión arterial: la presión arterial se midió con un esfigmomanómetro automático RIESTER MINIMUS II® siguiendo directrices médicas, con el participante en posición sentado, con brazo relajado a la altura del corazón (Franco, 2018).

Variables motoras:

Fuerza prensil: prensil evaluada con dinamómetro Takei TKK 5401, realizando en posición de pie, dos intentos con cada mano de forma intercalada con 5s de descanso en cada una de ellas;

Flexibilidad: (medida en cm) fue determinada mediante la prueba sit and reach en cajón estándar BASELINE®

Salto horizontal: se indicó colocarse detrás de la línea de salto con los pies separados según el ancho de los hombros, flexionar las rodillas y balancear los brazos antes de saltar lo más lejos posible.

Capacidad cardiorrespiratoria: se realizó la prueba cardiorrespiratoria de la caminata de 6 minutos tomando para calcular la capacidad aeróbica máxima o  $VO_{2máx}$ . La fórmula utilizada para calcular el  $VO_{2máx}$  fue: (Burr et al, 2011)

$$VO_{2máx} = 70,161 + (0,023 \times d) - (0,276 \times p) - (6,79 \times s) - (0,193 \times FCr) - (0,191 \times e)$$

donde: d es la distancia resultante de la prueba, en metros (m), también calculada como:

$$d = -60.697 + (5,181 \times h) - (1,906 \times p)$$

p es el peso del sujeto, en kilogramos (kg);

s es el coeficiente asignado según el sexo del sujeto: masculino=0, femenino=1;

FCr es la frecuencia cardiaca en reposo, en latidos por minuto; y

e es la edad del sujeto, en años.

Las unidades de  $VO_{2máx}$  son mililitros de oxígeno por kilogramo de peso corporal por minuto, (ml/kg/min).

Biomarcadores bioquímicos: se extrajo una muestra de sangre de la mediana cubital de los participantes, en ayunas, por personal especializado, para identificar glucosa (GA), triglicéridos (TG), colesterol total (CT), colesterol HDL, siguiendo los protocolos de la empresa Mindray y las normas de seguridad del protocolo de Helsinki (Helsinki World Medical Association, 2024). El colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (c-LDL) se calculó por la fórmula de Friedewald cuando los valores de triglicéridos eran  $> 400$  mg/dL (Friedewald WT et. al, 2019). El procesamiento de las muestras y manejo de los desechos biológicos (guardián y bolsa roja) se realizó por el laboratorio clínico que se encuentra en la isla (Laboratorio Clínico Omalina Owkin), los reactivos fueron de los productos SpinReact y el equipo analizador químico clínico de Mindray (versión BS).

El síndrome metabólico se definió como la presencia de  $\geq 3$  de las siguientes anomalías metabólicas: circunferencia de cintura  $\geq 90$  cm en hombres o  $\geq 80$  cm en mujeres; HDL-c  $< 40$  mg/dL en hombres o  $< 50$  mg/dL en mujeres; triglicéridos  $\geq 150$  mg/dL; glucosa en ayunas  $\geq 100$  mg/dL; presión arterial sistólica (PAS)  $\geq 130$  mmHg; y/o presión arterial diastólica (PAD)  $\geq 85$  mmHg (Martínez-Torres et al. 2017; Ramírez-López et al. 2021).

Inicialmente se aplicaron encuestas de salud, seguidas de la recolección de datos antropométricos, motores y bioquímicos. Las mediciones se realizaron en un solo encuentro, con personal entrenado y bajo condiciones estandarizadas. Las muestras de sangre fueron procesadas por el Laboratorio Clínico Omalina Owkin de la isla.

Los datos se analizaron con el software SPSS V29. Se utilizaron estadísticas descriptivas (media y desviación estándar para variables continuas; frecuencias y porcentajes para cualitativas). Los valores de la fuerza prensil fueron ajustadas al peso (FPAjP) y para determinar la condición física se estableció un índice de fitness (IDF) a partir de las variables, fuerza prensil, flexibilidad, salto horizontal y  $VO_{2\text{máx}}$ . Las diferencias entre grupos según sexo se evaluaron con la prueba T de Student para muestras independientes. Se aplicaron pruebas inferenciales para explorar la relación entre factores de riesgo cardiovascular y condición física. El nivel de significancia se estableció en  $p < 0,05$ .

El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Santo Tomás (Acta N°06 de 2023). Todos los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio y firmaron un consentimiento informado. Se garantizó la confidencialidad de los datos y se respetaron los principios de la bioética médica y la Declaración de Helsinki (Helsinki World Medical Association, 2024).

## RESULTADOS

La investigación se realizó en personas con edades entre 18 y 45 años, residentes de San Andrés y Providencia, incluyendo estudiantes del SENA y otros pobladores. La muestra estuvo integrada por  $n=198$  participantes, de ellos 81 hombres y 117 mujeres, seleccionados a partir de un muestreo no probabilístico por conveniencia mediante convocatoria de participación dada por diferentes estrategias de invitación a través del SENA, empresas locales y la comunidad en general.

La tabla 1 muestra que dentro de las variables estudiadas existieron diferencias significativas en cuanto a la fuerza prensil con 43, 5 kg/f en los hombres y 27, 05 kg/f en el sexo femenino. El salto horizontal fue mayor en hombres (162,35 cm) que en mujeres (108,12 cm). La prueba de la caminata de 6 minutos mostró mayor capacidad cardiorrespiratoria en hombres con respecto a las mujeres. En cuanto a la medición de los marcadores bioquímicos no existieron resultados con diferencias significativas entre ambos sexos.

**Tabla 1. Caracterización de las variables antropométricas, motoras y pruebas bioquímicas**

| Variables                       | Todos<br>(n=198) | Hombres<br>(n=81) | Mujeres<br>(n=117) | Valor p |
|---------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|---------|
| Edad (años)                     | 31,68±7,89       | 30,65±7,31        | 32,40±8,22         | 0,669   |
| Talla (cm)                      | 166,80±9,86      | 175,06±8,14       | 161,09±6,23        | 0,445   |
| Peso (kg)                       | 76,78±17,35      | 82,96±18,51       | 72,50±15,17        | 0,314   |
| Perímetro abdominal (cm)        | 86,07±14,09      | 88,61±13,19       | 84,32±14,48        | 0,433   |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )        | 27,66±5,24       | 27,14±5,02        | 28,02±5,39         | 0,012*  |
| TAS (mmHg)                      | 120,75±14,92     | 125,58±15,31      | 117,46±13,76       | 0,001** |
| TAD (mmHg)                      | 74,47±11,17      | 75,9±12,24        | 73,91±10,40        | 0,017*  |
| Flexibilidad (cm)               | 23,80±9,83       | 23,08±8,07        | 24,29±10,87        | 0,965   |
| Fuerza prensil (kgf)            | 33,62±10,66      | 43,52±8,35        | 27,05±5,86         | 0,359   |
| FPAjP                           | 0,45±0,13        | 0,54±0,12         | 0,39±0,10          | 0,141   |
| Salto Horizontal (cm)           | 129,17±40,87     | 162,35±35,46      | 108,12±28,17       | 0,399   |
| Caminata 6min (m)               | 511,85±122,98    | 541,72±129,13     | 488,03±113,04      | 0,151   |
| VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min) | 19,07±4,75       | 20,61±4,65        | 17,84±4,49         | 0,035*  |
| Glucosa (mg/dL)                 | 89,29±12,16      | 91,18±10,24       | 88,03±13,18        | 0,815   |
| Colesterol (mg/dL)              | 165,63±36,34     | 169,30±36,10      | 163,18±36,46       | 1,000   |
| Triglicéridos (mg/dL)           | 107,64±52,68     | 118,70±53,52      | 100,27±51,02       | 0,569   |
| HDL (mg/dL)                     | 47,12±10,70      | 45,31±10,20       | 48,32±10,89        | 0,493   |

**Nota:** IMC: Índice de Masa Corporal; TAS: Tensión Arterial Sistólica; valores expresados en media y desviación estándar, m (DE). El valor p representa la diferencia de medias a partir de la prueba t de Student. Valores significativos para  $p < 0,01^{**}$  y  $p < 0,05^{*}$ .

Con el fin de evaluar la asociación entre la condición física y el Síndrome Metabólico (SM), se compararon las características de los participantes con y sin diagnóstico de SM. Los resultados, presentados en la tabla 2, revelaron diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las variables analizadas.

En primer lugar, se observó que el grupo con SM presentaba un perfil antropométrico y metabólico sustancialmente más adverso. Este grupo mostró valores significativamente más altos de peso, índice de masa corporal (IMC), perímetro abdominal, porcentaje de grasa corporal, tensión arterial sistólica (TAS) y diastólica (TAD), glucosa en ayunas y triglicéridos (todos con  $p < 0,005$ ). Asimismo, los niveles de colesterol HDL fueron significativamente menores en el grupo con SM ( $p < 0,001$ ). No se hallaron diferencias significativas entre grupos para los valores de colesterol total y homocisteína.

En relación con la condición física, el Índice de Fitness (ICF) global fue significativamente menor en los participantes con SM en comparación con aquellos sin el síndrome ( $p = 0,005$ ). Al analizar los componentes individuales del ICF, la capacidad cardiorrespiratoria (VO<sub>2</sub>máx) mostró una

marcada reducción en el grupo con SM ( $p < 0,001$ ). Asimismo, la fuerza prensil también fue significativamente menor en este grupo ( $p = 0,020$ ). Si bien la flexibilidad y el salto horizontal fueron menores en el grupo con SM, estas diferencias no alcanzaron significación estadística.

**Tabla 2. Diferencias en la condición física entre personas con y sin Síndrome Metabólico**

| Variables                       | Sin Síndrome Metabólico (n = 156) | Con Síndrome Metabólico (n = 34) | Estadístico* | p-valor |
|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------|---------|
| ICF                             | 0,19                              | -1,35                            | t = 2,880    | 0,005   |
| Flexibilidad (cm)               | 24,38                             | 21,41                            | t = 1,593    | 0,113   |
| Fuerza prensil (kgf)            | 0,46                              | 0,40                             | t = 2,337    | 0,020   |
| Salto horizontal (cm)           | 132,41                            | 117,39                           | U = 1508,5   | 0,068   |
| VO <sub>2</sub> max (ml/kg/min) | 19,97                             | 15,34                            | U = 794,5    | 0,000   |
| Peso (kg)                       | 73,74                             | 90,49                            | U = 3997,0   | 0,000   |
| % de grasa corporal             | 28,05                             | 35,00                            | U = 3603,0   | 0,001   |
| Masa muscular (kg)              | 49,91                             | 54,94                            | U = 3342,0   | 0,014   |
| Masa libre de grasa (kg)        | 52,33                             | 58,15                            | U = 3427,0   | 0,005   |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )        | 26,59                             | 32,22                            | U = 4139,0   | 0,000   |
| Edad (años)                     | 30,88                             | 33,79                            | U = 3216,5   | 0,052   |
| TAS (mmHg)                      | 119                               | 128                              | U = 3457,0   | 0,003   |
| TAD (mmHg)                      | 73                                | 80                               | U = 3613,0   | 0,000   |
| Perímetro abdominal (cm)        | 82,45                             | 101,21                           | U = 4394,5   | 0,000   |
| Glucosa (mg/dL)                 | 87,63                             | 96,92                            | U = 3602,0   | 0,001   |
| Colesterol (mg/dL)              | 165,41                            | 166,64                           | U = 2810,5   | 0,585   |
| Triglicéridos (mg/dL)           | 92,94                             | 175,09                           | U = 4808,5   | 0,000   |
| HDL (mg/dL)                     | 48,78                             | 39,49                            | U = 1324,0   | 0,000   |

**Nota:** ICF: Índice de Fitness; IMC: Índice de Masa Corporal; TAS: Tensión Arterial Sistólica. \*Se aplicaron pruebas de diferencias de medias (t de Student y U de Mann-Whitney) en concordancia a la normalidad de la distribución de los datos previamente calculada (Kolmogorov-Smirnov,  $\alpha = 0,05$ ).

Para profundizar en la relación entre la condición física y los factores de riesgo individuales, se calcularon correlaciones de Spearman, cuyos resultados se detallan en la tabla 3.

El Índice de Fitness (ICF) mostró correlaciones inversas y estadísticamente significativas con el perímetro abdominal ( $\rho = -0,523$ ;  $p < 0,001$ ), los triglicéridos ( $\rho = -0,368$ ;  $p < 0,001$ ) y la glucosa en ayunas ( $\rho = -0,222$ ;  $p = 0,011$ ). Esto indica que a medida que mejora la condición física general, estos factores de riesgo tienden a disminuir. No se encontraron correlaciones significativas entre el ICF y la presión arterial (TAS/TAD) o el colesterol HDL.

Al examinar los componentes específicos de la condición física, la capacidad cardiorrespiratoria ( $\text{VO}_2\text{máx}$ ) demostró ser la variable con las asociaciones más fuertes y consistentes, presentando correlaciones inversas significativas con todos los factores de riesgo analizados: perímetro abdominal ( $\rho = -0,828$ ;  $p < 0,001$ ), triglicéridos ( $\rho = -0,455$ ;  $p < 0,001$ ), glucosa ( $\rho = -0,177$ ;  $p = 0,032$ ), TAS ( $\rho = -0,290$ ;  $p < 0,001$ ) y TAD ( $\rho = -0,377$ ;  $p < 0,001$ ), y una correlación positiva con el HDL ( $\rho = 0,181$ ;  $p = 0,029$ ).

**Tabla 3. Correlación entre el Índice de Fitness (ICF) y sus variables contribuyentes y las variables contribuyentes al síndrome metabólico.**

| Variables                       | Parámetros      | ICF    | Flexibilidad (cm) | Fuerza prensil (kgf) | Salto horizontal (cm) | $\text{VO}_2\text{max}$ (ml/kg/min) |
|---------------------------------|-----------------|--------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|
| <b>Perímetro abdominal</b> (cm) | Rho de Spearman | -0,523 | -0,161            | 0,164                | -0,312                | -0,828                              |
|                                 | p-valor         | 0,000  | 0,027             | 0,023                | 0,000                 | 0,000                               |
| <b>HDL</b> (mg/dL)              | Rho de Spearman | 0,098  | 0,061             | -0,027               | 0,030                 | 0,181                               |
|                                 | p-valor         | 0,265  | 0,408             | 0,715                | 0,702                 | 0,029                               |
| <b>Triglicéridos</b> (mg/dL)    | Rho de Spearman | -0,368 | -0,206            | -0,052               | -0,247                | -,455                               |
|                                 | p-valor         | 0,000  | 0,005             | 0,476                | 0,001                 | 0,000                               |
| <b>Glucosa</b> (mg/dL)          | Rho de Spearman | -0,222 | -0,090            | 0,018                | -0,191                | -0,177                              |
|                                 | p-valor         | 0,011  | 0,227             | 0,805                | 0,014                 | 0,032                               |
| <b>TAS</b> (mmHg)               | Rho de Spearman | -0,112 | -0,052            | 0,166                | -0,065                | -0,290                              |
|                                 | p-valor         | 0,196  | 0,473             | 0,021                | 0,400                 | 0,000                               |
| <b>TAD</b> (mmHg)               | Rho de Spearman | -0,085 | -0,037            | 0,096                | -0,078                | -0,377                              |
|                                 | p-valor         | 0,327  | 0,617             | 0,183                | 0,311                 | 0,000                               |

**Nota:** ICF: Índice de Fitness; IMC: Índice de Masa Corporal; TAS: Tensión Arterial Sistólica.

No se constató asociación entre el grupo étnico y la prevalencia de Síndrome Metabólico ( $\chi^2_{\text{Pearson}} = 2,545$ ;  $p = 0,111$ ; corrección de continuidad:  $\chi^2_{\text{Yates}} = 1,416$ ;  $p = 0,234$ ).

## DISCUSIÓN

El Síndrome Metabólico (SM) representa un conjunto de factores de riesgo interrelacionados que confieren un pronóstico adverso significativo y un riesgo incrementado de morbilidad y mortalidad por enfermedad cardiovascular (ECV) y diabetes mellitus tipo 2. La investigación contemporánea ha avanzado más allá del enfoque exclusivo en la adiposidad corporal, medida por el Índice de Masa Corporal (IMC), para destacar la relevancia de la salud funcional o fitness como un potente predictor de desenlaces cardiometabólicos (Triviño et al., 2015).

El presente estudio analizó la relación entre la condición física y los Factores de Riesgo Cardiometabólico (FRC) en adultos jóvenes de San Andrés y Providencia, una región con características geográficas, étnicas y socioeconómicas particulares. Los resultados obtenidos confirman la hipótesis principal, al demostrar que una mejor condición física, particularmente la capacidad cardiorrespiratoria, se asocia inversa y significativamente con la prevalencia del

Síndrome Metabólico (SM) y con marcadores individuales de riesgo como la adiposidad central, la dislipidemia y la glucosa alterada en ayunas.

Los hallazgos presentados en este estudio transversal sobre una cohorte de 198 adultos jóvenes (media de edad  $\pm$  DE:  $31,68 \pm 7,89$  años) corroboran y extienden esta perspectiva, demostrando que la condición física es un factor discriminante crítico en la presencia de SM. Los resultados establecen que el grupo con criterio de SM ( $n = 156$ ) presenta diferencias significativamente desfavorables en casi todos los marcadores antropométricos, metabólicos y de condición física. Específicamente, se identificó una marcada reducción en la Capacidad Cardiorrespiratoria ( $VO_2\text{max}$ ) y en la Fuerza Prensil Ajustada al Peso (FPAjP) en los participantes con SM. El hallazgo fundamental de esta investigación, es la detección de una correlación inversa y fuerte entre el  $VO_2\text{max}$  y el Perímetro Abdominal ( $\rho = -0,828$ ;  $p=0,000$ ). Esta intensa asociación posiciona al fitness no solo como un marcador predictivo de la salud, sino como un elemento que refleja la patofisiología central del riesgo metabólico en esta muestra de estudio.

La comparación de medias entre hombres ( $n=81$ ) y mujeres ( $n=117$ ) reveló diferencias sexuales esperadas en variables fisiológicas y una configuración de adiposidad que requiere una interpretación matizada en el contexto del riesgo cardiometabólico.

El análisis de diferencias por sexo mostró que los hombres poseen niveles significativamente más altos de  $VO_2\text{max}$  ( $20,61 \text{ ml/kg/min}$ ) en comparación con las mujeres ( $17,84 \text{ ml/kg/min}$ ), con una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,035$ ). Esta disparidad es biológicamente congruente con la literatura de fisiología del ejercicio, la cual atribuye la mayor capacidad aeróbica en hombres a factores como una mayor masa muscular magra, mayor volumen sanguíneo y una concentración más alta de hemoglobina, lo que se traduce en una mayor capacidad máxima de transporte y consumo de oxígeno por unidad de peso corporal (Bustos et al., 2021). No obstante, es importante señalar que la media del  $VO_2\text{max}$  en la muestra total, incluso para el grupo "Sin SM" ( $19,97 \text{ ml/kg/min}$ ), es subóptima para adultos jóvenes, sugiriendo un riesgo cardiovascular basal incrementado en la población estudiada, un patrón que se observa en entornos de hábitos de vida sedentarios (Carrillo et al., 2025).

Similarmente, se confirmaron diferencias significativas en los parámetros de presión arterial, con los hombres reportando valores más elevados tanto para la TA Sistólica ( $125,58 \text{ mmHg}$  vs  $117,46 \text{ mmHg}$ ,  $p=0,001$ ) como para la TA Diastólica ( $75,90 \text{ mmHg}$  vs  $73,91 \text{ mmHg}$ ,  $p=0,017$ ). Estos resultados concuerdan ampliamente con estudios poblacionales en adultos y jóvenes, donde la prevalencia de hipertensión arterial (HTA) y los valores de TA tienden a ser significativamente mayores en varones que en mujeres, incluso en cohortes universitarias (Carrillo et al., 2025). Este patrón se mantiene debido a influencias hormonales y patrones de riesgo cardiovascular.

Un hallazgo que merece una cuidadosa interpretación fue la diferencia significativa en el IMC, donde las mujeres presentaron un IMC promedio mayor (28,02 kg/m<sup>2</sup>) que los hombres (27,14 kg/m<sup>2</sup>), con  $p=0,012$ . Si bien estudios en poblaciones amplias pueden mostrar mayor IMC en varones (Menedez et al., 2016), el resultado de este estudio no es atípico, especialmente si el mayor IMC femenino está impulsado por un mayor porcentaje de grasa corporal total (Carrillo et al., 2025).

Sin embargo, a pesar de que las mujeres mostraron mayor IMC, los hombres exhibieron una TA significativamente mayor y un menor rendimiento funcional. Este patrón se explica por la fisiopatología de la distribución de grasa. El IMC elevado en mujeres a menudo se relaciona con la acumulación de grasa ginecoide (subcutánea y periférica), la cual es menos activa metabólicamente y confiere un menor riesgo cardiovascular agudo en comparación con la grasa visceral. En contraste, la mayor TA en hombres, aun con un IMC menor, sugiere una predominancia de adiposidad androide (visceral), la cual está directamente asociada con la resistencia a la insulina y la disfunción endotelial. Este fenómeno resalta el concepto de la calidad de la adiposidad sobre la cantidad total, lo que justifica por qué el Perímetro Abdominal, un marcador directo de adiposidad visceral (aunque sin diferencia significativa por sexo en esta muestra, se correlaciona fuertemente con el riesgo), es un predictor de riesgo metabólico superior al IMC.

La comparación entre los grupos con y sin SM evidencia que la condición física es un factor determinante, con déficits funcionales marcados y estadísticamente significativos en el grupo con diagnóstico.

La capacidad cardiorrespiratoria (VO<sub>2</sub>max) se encontró marcadamente reducida en el grupo con SM (15,34 ml/kg/min) en comparación con el grupo sin SM (19,97 ml/kg/min), con un valor  $p < 0,001$ . Esta diferencia de casi 5 ml/kg/min es de gran relevancia clínica, en línea con la extensa literatura que establece que un bajo nivel de fitness es un potente factor de riesgo cardiovascular, incluso superando la importancia del exceso de peso por sí mismo (Triviño et al., 2015).

Estudios longitudinales han demostrado que un bajo fitness es un fuerte predictor de la incidencia de SM tanto en hombres como en mujeres (Cristi et al., 2025). Es particularmente preocupante que el valor promedio de VO<sub>2</sub>max en el grupo con SM (15,34 ml/kg/min) se acerca peligrosamente al umbral de riesgo severo identificado en pacientes con insuficiencia cardíaca (VO<sub>2</sub>max < 14 ml/kg/min) (Triviño et al., 2015). Este resultado indica que la presencia de SM en esta población de adultos jóvenes ya se acompaña de una disfunción funcional significativa que los coloca en un alto riesgo de complicaciones futuras. Además, el valor promedio del grupo "Sin SM" (19,97 ml/kg/min) también se sitúa en un rango de fitness moderado-bajo, lo que sugiere que la evaluación del índice de fitness debería ser una herramienta sistemática para identificar riesgo cardiovascular subclínico incluso antes del diagnóstico formal de SM.

La integración de múltiples componentes a través del Índice de Fitness (ICF) demostró su robustez como discriminante, siendo significativamente menor en el grupo con SM (ICF: -1,35) que en el grupo sin SM (ICF: 0,19;  $p=0,005$ ).

Más allá de la capacidad aeróbica, la disminución de la fuerza muscular, evaluada mediante la Fuerza Prensil Ajustada al Peso (FPAjP), también fue significativamente menor en el grupo con SM (0,40 vs 0,46,  $p=0,020$ ). La fuerza prensil ha sido ampliamente reconocida como un indicador de salud y un fuerte predictor independiente del SM (Rodrigues-Bezerra & Ceballos-Bernal, 2024). La asociación entre baja fuerza y SM en este estudio apunta hacia el concepto de sarcopenia metabólica o dinapenia. El músculo esquelético es crucial para el metabolismo de la glucosa, y una disminución en su calidad o cantidad reduce la principal vía de captación de glucosa estimulada por la insulina. Por lo tanto, una FPAjP baja en el grupo SM no es solo una consecuencia de la enfermedad, sino que sugiere que la disfunción muscular es un componente integral en la patogenia de la resistencia a la insulina y el SM (Morrell et al., 2013). La detección temprana de la baja FPAjP pudiera ofrecer una ventana de intervención para mejorar la composición corporal y la capacidad metabólica muscular. En contraste, variables como la Flexibilidad y el Salto Horizontal no mostraron diferencias significativas entre los grupos con y sin SM, lo que sugiere una especificidad de los marcadores funcionales, donde la  $VO_2\text{max}$  y la fuerza isométrica (fuerza prensil) son los indicadores más sensibles al deterioro metabólico.

El análisis de correlación exploró la relación entre los componentes del ICF y los marcadores individuales del SM, revelando asociaciones de gran magnitud que establecen una jerarquía de predicción de riesgo. La correlación inversa detectada entre el  $VO_2\text{max}$  y el Perímetro Abdominal ( $\rho = -0,828$ ;  $p=0,000$ ) es destacable. Este coeficiente de correlación es alto para un estudio biológico-funcional de corte transversal. Si bien la literatura reporta consistentemente una relación inversa entre el ICF y la adiposidad central (Rodríguez & Jesús, 2014), los coeficientes suelen situarse en el rango moderado (típicamente entre  $\rho = -0,4$  y  $\rho = -0,6$ ), e incluso pueden ser no significativos en cohortes de individuos altamente activos (Bustos et al., 2021).

La magnitud del estadístico implica que cerca del 68 % de la varianza observada en el  $VO_2\text{max}$  puede ser explicada por las variaciones en el Perímetro Abdominal en esta muestra ( $R^2=0,68$ ). Esta intensa co-linealidad funcional sugiere que, en esta población específica, la adiposidad visceral, que el Perímetro Abdominal mide, actúa como el principal factor limitante de la capacidad aeróbica funcional. Esta evidencia refuerza que la medición del ICF no solo predice la salud metabólica, sino que, dada su relación casi determinística con la adiposidad central, se convierte en un biomarcador funcional altamente sensible para identificar la acumulación de grasa visceral metabólicamente peligrosa (Chomiuk et al., 2024; Lee, 2020; Moreno, 2010).

Las correlaciones del VO<sub>2</sub>max con otros componentes del SM fueron igualmente significativas, aunque en menor magnitud. El VO<sub>2</sub>max mostró correlaciones inversas con Triglicéridos ( $\rho = -0,455$ ), Presión Arterial (TAS:  $\rho = -0,290$ ; TAD:  $\rho = -0,377$ ), y Glucosa en ayunas ( $\rho = -0,177$ ), y una correlación positiva débil con Colesterol HDL ( $\rho = 0,181$ ). El ICF siguió un patrón similar, correlacionándose inversamente con Perímetro Abdominal ( $\rho = -0,523$ ), Triglicéridos ( $\rho = -0,368$ ) y Glucosa ( $\rho = -0,222$ ). Estas asociaciones son consistentes con los mecanismos fisiológicos compartidos entre el ICF y el metabolismo. Un VO<sub>2</sub>max elevado se asocia con una mejor función mitocondrial y una mayor capacidad para oxidar ácidos grasos durante el ejercicio, lo que facilita la depuración plasmática de triglicéridos (Ascaso et al., 2006; Hsu et al., 2021; Press, 2017; Rodríguez & Jesús, 2014). La asociación inversa con la glucosa refleja una mayor sensibilidad a la insulina mediada por el músculo activo. Por lo tanto, dado que el VO<sub>2</sub>max se asocia con todos los componentes principales del SM (adiposidad central, TA, lípidos y glucosa), su mejora a través de intervenciones de ejercicio (como el entrenamiento interválico de alta intensidad, o el entrenamiento continuo de intensidad moderada (Ergas Schleef et al., 2025)) pudieran considerarse una estrategia terapéutica.

La fuerza prensil (no ajustada) mostró solo una correlación positiva débil con la TAS ( $\rho = 0,166$ ), un hallazgo que podría reflejar que una mayor masa corporal total (y, por lo tanto, una mayor fuerza absoluta) también podría estar asociada con mayores demandas circulatorias. Por otro lado, el Salto Horizontal ( $\rho = -0,312$  con Perímetro Abdominal) y la Flexibilidad ( $\rho = -0,206$  con Triglicéridos) mostraron correlaciones inversas débiles. La baja magnitud de estas correlaciones comparadas con el VO<sub>2</sub>max subraya que, si bien la fuerza explosiva y la flexibilidad son cruciales para el fitness general, la capacidad funcional metabólica, reflejada por el VO<sub>2</sub>max y el estado del músculo metabólicamente activo (reflejada en la FPAjP), es el factor más fuertemente ligado a la disfunción metabólica central (Asztabski et al., 2025; Braggio et al., 2025; Myers et al., 2019).

El análisis de la asociación entre el grupo étnico y la prevalencia de SM mediante la prueba de no encontró significación estadística ( $X^2 = 2,545$ ;  $p = 0,111$ ). A primera vista, este resultado sugeriría que la etnia no desempeña un papel determinante en la prevalencia del SM en esta cohorte. Sin embargo, esta interpretación debe abordarse con una profunda crítica metodológica, dada la evidencia epidemiológica global (Morrell et al., 2013).

La literatura internacional, particularmente la Federación Internacional de Diabetes (IDF), ha reconocido que el riesgo metabólico asociado con la adiposidad central exhibe una marcada variabilidad étnica. La IDF explícitamente requiere la adaptación de los puntos de corte para la circunferencia abdominal en función del grupo étnico. Esta necesidad surge porque el umbral de exceso de adiposidad a partir del cual se desarrollan las consecuencias metabólicas (como la resistencia a la insulina) es menor en grupos étnicos no caucásicos, como las poblaciones asiáticas y, a menudo, las poblaciones hispanas o latinoamericanas (Acosta Garcia, 2011; Ascaso et al., 2006).

Por lo tanto, la ausencia de una asociación significativa puede ser una consecuencia directa del uso de criterios diagnósticos de SM no ajustados a la etnia (ej., puntos de corte universales de Perímetro Abdominal). Si la muestra incluye subgrupos étnicos que típicamente desarrollan SM con umbrales de adiposidad más bajos, la aplicación de criterios genéricos podría resultar en un error de clasificación, subestimando la verdadera prevalencia del riesgo metabólico en esos subgrupos. Este resultado debe interpretarse como una limitación metodológica del diseño de clasificación diagnóstica y no como una refutación de la variabilidad étnica en el SM, instando a la replicación del estudio utilizando criterios adaptados.

### **Limitaciones del estudio**

Es fundamental reconocer que el diseño de este estudio fue transversal, lo que impide establecer relaciones de causalidad directa. Aunque se observa una fuerte correlación inversa ( $\rho = -0,828$ ) entre  $VO_{2max}$  y adiposidad central, no es posible determinar si la baja capacidad funcional causa la acumulación de grasa visceral o si la inflamación y la resistencia a la insulina asociadas a la adiposidad central limitan la capacidad funcional y la calidad muscular.

El método de muestreo no probabilístico por conveniencia introduce un sesgo de selección que limita la representatividad de los resultados a la población general. Este tipo de muestreo podría explicar la correlación excepcionalmente alta entre  $VO_{2max}$  y Perímetro Abdominal si la muestra es más homogénea en términos de inactividad física. Finalmente, si la medición del  $VO_{2max}$  se realizó de forma indirecta, esto introduce un margen de error respecto a las mediciones directas mediante calorimetría, aunque es un método comúnmente aceptado en estudios poblacionales.

Factores de confusión potencialmente importantes como la ingesta dietética detallada, el estrés psicosocial, el tiempo sedentario exacto y marcadores inflamatorios más específicos no fueron evaluados. Finalmente, el tamaño muestral, aunque adecuado para análisis correlacionales, podría ser insuficiente para análisis multivariados más complejos o para detectar diferencias sutiles en subgrupos étnicos específicos.

### **Implicaciones**

Las fortalezas del estudio residen en la exhaustiva evaluación funcional. El uso de un Índice Compuesto de Fitness proporciona una métrica integradora de la salud funcional, y la inclusión de variables de fuerza ajustada resalta el papel crucial de la salud musculoesquelética en la prevención del SM.

Los resultados tienen profundas implicaciones clínicas. La evidencia sugiere que la evaluación rutinaria de la  $VO_{2max}$  debería ser priorizada en la estratificación del riesgo cardiometabólico, dada su potente asociación con la adiposidad visceral y múltiples factores de riesgo metabólico. La Capacidad Cardiorrespiratoria es un predictor de riesgo más holístico que el simple IMC, ya que refleja la integración de los sistemas cardiovascular, respiratorio y muscular. Los hallazgos

refuerzan la necesidad de intervenciones centradas en la mejora del ICF y el aumento de la FPAjP como estrategias de primera línea para el manejo y la prevención del SM.

La importancia de esta investigación trasciende el ámbito descriptivo. Al documentar estas asociaciones en una población isleña joven, con vulnerabilidades socioeconómicas y una predisposición genética reconocida a enfermedades cardiometabólicas, se genera evidencia local crucial. Estos resultados proveen una base sólida para abogar por la implementación urgente de políticas públicas y programas comunitarios que prioricen la promoción de la actividad física, con énfasis en el desarrollo de la capacidad aeróbica. La condición física emerge no solo como un indicador de salud, sino como un objetivo terapéutico viable y de bajo costo para la prevención primaria en este contexto específico.

## CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio establece que la Capacidad Cardiorrespiratoria y la Fuerza Muscular son factores discriminantes altamente sensibles para el diagnóstico de Síndrome Metabólico en adultos jóvenes. La correlación inversa y fuerte entre el  $VO_{2max}$  y el Perímetro Abdominal indica que la adiposidad central es el factor que impulsa y limita la función aeróbica en esta cohorte.

Futuras investigaciones pudieran abordar las limitaciones del diseño transversal mediante el empleo de estudios longitudinales o ensayos controlados aleatorizados para establecer la causalidad. Asimismo, es crucial replicar el análisis de prevalencia étnica utilizando criterios diagnósticos de SM adaptados (ej. puntos de corte de circunferencia de cintura específicos de la IDF para la etnia) a fin de obtener una evaluación precisa del riesgo diferencial en poblaciones mixtas. La promoción de la salud funcional, evaluada mediante el  $VO_{2max}$  y la FPAjP, debe ser el pilar de las estrategias de salud pública destinadas a reducir la carga del riesgo cardiometabólico en esta población.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta Garcia, E. (2011). Vigencia del Síndrome Metabólico. Acta bioquímica clínica latinoamericana, 45(3), 423-430.  
[https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0325-29572011000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0325-29572011000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
2. Ascaso, J. F., González-Santos, P., Hernández Mijares, A., Mangas Rojas, A., Masana Marín, L., Millán Núñez-Cortés, J., Pallardo, L. F., Pedro-Botet, J., Pérez-Jiménez, F., Pintó, X., Plaza, I., Rubiés-Prat, J., & Zúñiga, M. (2006). Diagnóstico de síndrome metabólico. Adecuación de los criterios diagnósticos en nuestro medio. Recomendaciones del foro HDL. Resumen ejecutivo. Revista Clínica Española, 206(11), 576-582.  
<https://doi.org/10.1157/13096308>

3. Asztabski, M., Sikorska, L. M., Pudło, P., Koman, A., Czekalska, M., Worosz, W., Bukowiec, M., Łabuzińska, L., Ćwil, A., Morawiecka, N., & Byczek, K. (2025). THE IMPACT OF PHYSICAL ACTIVITY ON METABOLIC SYNDROME AND CARDIOVASCULAR RISK. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*, 5(3(47)). [https://doi.org/10.31435/ijitss.3\(47\).2025.3849](https://doi.org/10.31435/ijitss.3(47).2025.3849)
4. Beltz, N. M., Gibson, A. L., Janot, J. M., Kravitz, L., Mermier, C. M., & Dalleck, L. C. (2016). Graded exercise testing protocols for the determination of VO<sub>2</sub>max: Historical perspectives, progress, and future considerations. *Journal of Sports Medicine*, 2016, 3968393. <https://doi.org/10.1155/2016/3968393>
5. Bolívar-Mejía, A., Vesga, B. E., & Vera, L. M. (2019). Prevalencia de síndrome metabólico y grado de concordancia diagnóstica según tres diferentes definiciones en una población colombiana. *Medicina Interna de México*, 35(3), 355-363. <https://doi.org/10.24245/mim.v35i3.2325>
6. Braggio, M., Dorelli, G., Olivato, N., Lamberti, V., Valenti, M. T., Dalle Carbonare, L., & Cominacini, M. (2025). Tailored Exercise Intervention in Metabolic Syndrome: Cardiometabolic Improvements Beyond Weight Loss and Diet—A Prospective Observational Study. *Nutrients*, 17(5), 872. <https://doi.org/10.3390/nu17050872>
7. Burr, J. F., Bredin, S. S. D., Faktor, M. D., & Warburton, D. E. R. (2011). The 6-Minute Walk Test as a Predictor of Objectively Measured Aerobic Fitness in Healthy Working-Aged Adults. *The Physician and Sportsmedicine*, 39(2), 133–139. <https://doi.org/10.3810/psm.2011.05.1904>
8. Bustos, B., Delgado, M., Ortiz, W., Rodríguez, L., Acevedo, A., & Lozano, R. (2021). Incidencia del perímetro abdominal en la resistencia a esfuerzos intermitentes de universitarios físicamente activos. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 50(3). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9457070>
9. Cando-Brito, V., Villacís-Machado, J., & Escobar-Arrieta, S. (2022). Síndrome metabólico y factores de riesgo en la población adulta. *Revista Cubana de Farmacia*, 55(3). <https://revfarmacia.sld.cu/index.php/far/article/view/832>
10. Carrillo, H., Atencio, M., Martínez, D., Ossa, K., Domínguez, L., Zapata, J., Soto, A., & Leyva, L. (2025). Factores de riesgo asociados a enfermedad cardiovascular en estudiantes universitarios. *Retos*, 70. <https://doi.org/10.47197/retos.v70.106949>

11. Carvajal-Carvajal, C. (2017). Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. *Medicina Legal de Costa Rica*, 34(1), 175-193. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152017000100175&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152017000100175&lng=en&tlng=es)
12. Celli, B., Tetzlaff, K., Criner, G., Polkey, M. I., Sciurba, F., Casaburi, R., Tal-Singer, R., Kawata, A., Merrill, D., Rennard, S., & COPD Biomarker Qualification Consortium. (2016). The 6-Minute-Walk Distance Test as a Chronic Obstructive Pulmonary Disease Stratification Tool. Insights from the COPD Biomarker Qualification Consortium. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 194(12), 1483–1493. <https://doi.org/10.1164/rccm.201508-1590OC>
13. Chomiuk, T., Niezgoda, N., Mamcarz, A., & Śliż, D. (2024). Physical activity in metabolic syndrome. *Frontiers in Physiology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1365761>
14. Cristi, C., Ramírez, R., Álvarez, C., Garrido, A., & Adela, M. (2016). Fitness cardiorrespiratorio se asocia a una mejora en marcadores metabólicos en adultos chilenos. *Revista Médica de Chile*, 144(8), 975-983. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872016000800004>
15. Ergas Schleef, D. I., Jadue Arriaza, S., Reyes Sanchez, Y. Y., Bustos Barahona, R. B., & Tauda Tauda, M. E. (2025). Efectos del HIIT frente a MICT sobre la función cardiorrespiratoria y metabólica en poblaciones clínicas: Revisión sistemática y metaanálisis. *Retos*, 72, 187-205. <https://doi.org/10.47197/retos.v72.116933>
16. Forbes-Acevedo, J. P. (2022). Análisis de las barreras en salud en San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Colombia [Tesis de maestría, Universidad El Bosque]. Repositorio Institucional Universidad El Bosque. <https://hdl.handle.net/20.500.12495/8716>
17. Franco González, M. Y. (2018). Análisis de concordancia entre un esfigmomanómetro manual y otro digital usados en una unidad militar, en reposo y tras un ejercicio físico. *Sanidad Militar*, 74(1), 13-19. <https://dx.doi.org/10.4321/s1887-85712018000100003>
18. Friedewald, W. T., Levy, R. I., & Fredrickson, D. S. (1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clinical Chemistry*, 18(6), 499–502. <http://europepmc.org/abstract/MED/4337382>
19. González-Solanellas, M., Grau-Carod, M., Zabaleta-del-Olmo, E., Moreno-Feliu, R., Romagosa-Pérez-Portabella, A., Juanpere-Simó, S., & Bernaus-Miquel, N. (2015).

Factores de riesgo cardiovascular y síndrome metabólico en población adulta joven. Gaceta Sanitaria, 29(1), 72-73. <https://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2014.10.002>

20. Helsinki World Medical Association. (2024). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human participants. JAMA. <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2825290>
21. Hsu, C.-S., Chang, S.-T., Nfor, O. N., Lee, K.-J., Ho, C.-C., Liu, C.-C., Lee, S.-S., & Liaw, Y.-P. (2021). Association of Metabolic Syndrome with Aerobic Exercise and LPL rs3779788 Polymorphism in Taiwan Biobank Individuals. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy, 14, 3997-4004. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S328308>
22. Hunter, P. G., Chapman, F. A., & Dhaun, N. (2021). Hypertension: Current trends and future perspectives. British Journal of Clinical Pharmacology, 87(10), 3721–3736. <https://doi.org/10.1111/bcp.14825>
23. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. (2001). International standards for anthropometric assessment. <https://www.isak.global/>
24. Kazeminia, M., Daneshkhah, A., Jalali, R., Vaisi-Raygani, A., Salari, N., & Mohammadi, M. (2020). The Effect of Exercise on the Older Adult's Blood Pressure Suffering Hypertension: Systematic Review and Meta-Analysis on Clinical Trial Studies. International Journal of Hypertension, 2020, 2786120. <https://doi.org/10.1155/2020/2786120>
25. Lee, J. (2020). Influences of Cardiovascular Fitness and Body Fatness on the Risk of Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. American Journal of Health Promotion, 34(7), 796-805. <https://doi.org/10.1177/0890117120925347>
26. Magdariaga, A., Hierrezuelo Rojas, N., Velásquez Ferreira, L., Ávila Velásquez, M., & Videaux Caballero, S. (2023). Factores de riesgo cardiometabólicos en adolescentes. Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, 29(1), e1354. <https://revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/1354>
27. Martínez-Torres, J., Correa-Bautista, J. E., González-Ruíz, K., Vivas, A., Triana-Reina, H. R., Prieto-Benavidez, D. H., Carrillo, H. A., Ramos-Sepúlveda, J. A., Villa-González, E., García-Hermoso, A., & Ramírez-Vélez, R. (2017). A Cross-Sectional Study of the Prevalence of Metabolic Syndrome and Associated Factors in Colombian Collegiate

Students: The FUPRECOL-Adults Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(3), 233. <https://doi.org/10.3390/ijerph14030233>

28. Menedez, E., Delgado, E., Fernández, F., Prieto, M., & Bordiu, E. (2016). Prevalencia, diagnóstico, tratamiento y control de la hipertensión arterial en España. Resultados del estudio Di@bet.es. *Revista Española de Cardiología*, 69(6), 572-578. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2015.11.036>
29. Moreno, J. (2010). Índice de masa corporal y patrones de distribución de grasa en adultos de la CAV [Tesis doctoral, Universidad del País Vasco].
30. Morrell, J. S., Cook, S. B., & Carey, G. B. (2013). Cardiovascular Fitness, Activity, and Metabolic Syndrome Among College Men and Women. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 11(5), 370-376. <https://doi.org/10.1089/met.2013.0011>
31. Myers, J., Kokkinos, P., & Nyelin, E. (2019). Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and the Metabolic Syndrome. *Nutrients*, 11(7), 1652. <https://doi.org/10.3390/nu11071652>
32. Organización Mundial de la Salud. (2024, 15 de mayo). Enfermedades no transmisibles. <https://www.who.int/europe/news-room/15-05-2024-cardiovascular-diseases-kill-10-000-people-in-the-who-european-region-every-day--with-men-dying-more-frequently-than-women>
33. Press, E. (2017, 1 de diciembre). Cómo afecta la distribución de grasa al riesgo cardiovascular. Europa Press. <https://www.infosalus.com/salud-investigacion/noticia-afecta-distribucion-grasa-riesgo-cardiovascular-20171201082148.html>
34. Ramírez-López, L. X., Aguilera, A. M., Rubio, C. M., & Aguilar-Mateus, Á. M. (2021). Síndrome metabólico: una revisión de criterios internacionales. *Revista Colombiana de Cardiología*, 28(1), 60-66. <https://doi.org/10.24875/rccar.m21000010>
35. Rodrigues-Bezerra, D., & Ceballos-Bernal, E. A. (2024). Fuerza Prensil en estudiantes universitarios en Bogotá Colombia. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 25(2), 1-8. <https://doi.org/10.29035/rcaf.25.2.4>
36. Rodríguez, F., & Jesús, M. (2014). Actividad física y síndrome metabólico en adultos de Canarias [Informe de investigación]. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
37. Rodríguez-Perón, J. M., & Rodríguez-Izquierdo, M. M. (2022). Síndrome metabólico y su correlación con ecuaciones de predicción del riesgo global de enfermedad cardiovascular.

Revista Cubana de Medicina General Integral, 38(3), e3721.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21252022000300016&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252022000300016&lng=es&tlng=es)

38. Rodríguez Valdés, S., Donoso Riveros, D., Sánchez Peña, E., Muñoz Cofré, R., Conei, D., del Sol, M., & Escobar Cabello, M. (2019). Uso del Índice de Masa Corporal y Porcentaje de Grasa Corporal en el Análisis de la Función Pulmonar. *International Journal of Morphology*, 37(2), 592-599. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022019000200592>
39. Triviño, L., Ávila, J. C., & Ramírez-Vélez, R. (2015). La paradoja de la obesidad y su relación con la aptitud cardiorrespiratoria en pacientes con insuficiencia cardíaca. *Revista Colombiana de Cardiología*, 22(5), 218-223. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2015.05.004>
40. Zhu, Z., Yan, W., Yu, Q., Wu, P., Bigambo, F. M., & Chen, J. (2022). Association between Exercise and Blood Pressure in Hypertensive Residents: A Meta-Analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022, 2453805. <https://doi.org/10.1155/2022/2453805>