



El rol de la masa muscular en la salud metabólica universitaria: aproximación mediante modelos multivariantes

The role of muscle mass in university students' metabolic health: an approach using multivariate models

Autores

Kevin Gabriel Armijo Valverde ¹
 Edgar Rolando Morales Caluña ¹
 Vanessa Paulina Vargas Olalla ¹
 Nibia Noemi Novillo Luzuriaga ¹
 Katherine Denisse Suárez González ¹

Pamela Alejandra Ruiz Polit ¹
 Dayana Paola Saltos Atiencia ¹
 Edison Eduardo Vélez Pillco ²

¹ Universidad Estatal de Milagro (Ecuador)

² Universidad de Guayaquil (Ecuador)

Autor de correspondencia:
 Kevin Gabriel Armijo Valverde
karmijov@unemi.edu.ec

Recibido: 17-12-25
 Aceptado: 12-03-26

Cómo citar en APA

Armijo Valverde, K., Morales Caluña, E., Vargas Olalla, V., Novillo Luzuriaga, N., Suárez González, K., Ruiz Polit, P., Saltos Atiencia, D., & Vélez Pillco, E. (2026). El rol de la masa muscular en la salud metabólica universitaria: aproximación mediante modelos multivariantes. *Retos*, 79, 202-213. <https://doi.org/10.47197/retos.v79.118381>

Resumen

Introducción: La salud metabólica en universitarios ha cobrado relevancia ante el aumento de factores de riesgo no visibles por métodos tradicionales.

Objetivo: Determinar la influencia de la masa muscular relativa y la grasa visceral sobre el riesgo metabólico en estudiantes universitarios.

Metodología: Se realizó un estudio transversal con 325 estudiantes entre 18 y 35 años. Se aplicaron técnicas de bioimpedancia para estimar composición corporal y se utilizó regresión logística binaria ajustada por edad, sexo, porcentaje de grasa corporal y grasa visceral.

Resultados: El 68.31% de los participantes presentó alto riesgo metabólico. El nivel de grasa visceral fue el principal predictor del riesgo (OR = 3.18; $p < 0.001$). El sexo masculino mostró un efecto protector (OR = 0.25; $p = 0.031$), mientras que la masa muscular relativa no fue significativa.

Discusión: Los hallazgos concuerdan con literatura reciente que posiciona la grasa visceral como marcador metabólico superior al IMC y la grasa subcutánea. La no significancia de la masa muscular podría explicarse por el efecto predominante de la adiposidad visceral.

Conclusiones: La grasa visceral es un factor determinante del riesgo metabólico en jóvenes universitarios. Se recomienda implementar programas de detección temprana y estrategias centradas en la reducción de adiposidad visceral y el fortalecimiento muscular.

Palabras clave

Composición corporal; estudiantes universitarios; grasa visceral; masa muscular; riesgo metabólico.

Abstract

Introduction: Metabolic health in university students has gained relevance due to hidden risk factors not detected by traditional metrics.

Objective: To determine the influence of relative muscle mass and visceral fat on metabolic risk in college students.

Methodology: A cross-sectional study was conducted with 325 students aged 18 to 35. Body composition was assessed by bioimpedance, and multivariate logistic regression was performed adjusting for age, sex, body fat percentage, and visceral fat.

Results: 68.31% of participants showed high metabolic risk. Visceral fat was the strongest predictor (OR = 3.18; $p < 0.001$). Male sex was protective (OR = 0.25; $p = 0.031$), while relative muscle mass was not statistically significant.

Discussion: These findings align with recent literature emphasizing visceral fat as a superior marker to BMI or subcutaneous fat. The lack of significance for muscle mass may reflect the predominant effect of visceral adiposity.

Conclusions: Visceral fat is a key determinant of metabolic risk in university students. Early detection and interventions focusing on visceral fat reduction and muscle strengthening are recommended.

Keywords

Body composition; college students; metabolic risk; muscle mass; visceral fat.

Introducción

La prevalencia global de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) ha alcanzado proporciones epidémicas, impulsada principalmente por alteraciones metabólicas derivadas del estilo de vida moderno (Espinosa Brito, 2023). Históricamente, la investigación epidemiológica y clínica se ha centrado casi exclusivamente en el exceso de tejido adiposo como el principal determinante de la disfunción metabólica en diferentes etapas de vida (Neeland et al., 2024). Sin embargo, en los últimos cinco años, la evidencia científica ha observado un cambio de paradigma significativo, desplazando el foco desde una visión "adipocéntrica" hacia una comprensión más holística que integra los diferentes compartimentos de la composición corporal (Prado et al., 2022). En este nuevo escenario, el tejido muscular esquelético ha dejado de ser considerado únicamente como un órgano locomotor para ser reconocido como el órgano endocrino más grande del cuerpo humano, capaz de secretar mioquinas que modulan la inflamación sistémica, la sensibilidad a la insulina y la oxidación de lípidos (James & Stanford, 2025).

A pesar de este avance, las estrategias de salud pública globales siguen dependiendo en gran medida del Índice de Masa Corporal (IMC) como herramienta principal de tamizaje (Posso-Yépez et al., 2026). Si bien el IMC es útil para estudios poblacionales a gran escala, su incapacidad para distinguir entre masa grasa y masa libre de grasa ha generado errores en la clasificación del diagnóstico nutricional y por ende el riesgo cardiometabólico. Esto es particularmente crítico ante la definición del fenotipo de "obesidad con peso normal" o el paradójico "fenotipo de obesidad metabólicamente sana" (MHO, por sus siglas en inglés). Estudios recientes publicados sugieren que la variabilidad en la salud metabólica entre individuos con el mismo IMC podría explicarse, en gran medida, por la cantidad y calidad de su masa muscular (Bosy-Westphal & Müller, 2021). La sarcopenia, tradicionalmente asociada al envejecimiento, está comenzando a identificarse en poblaciones más jóvenes debido al sedentarismo, fenómeno que, combinado con la adiposidad y el ambiente obesogénico, exacerba el riesgo de mortalidad por todas las causas más que la obesidad o la sarcopenia por separado.

La etapa universitaria representa un periodo crítico de transición caracterizado por cambios drásticos en el comportamiento alimentario, ciclos de sueño y una disminución marcada en la actividad física (Yaguachi-Alarcón et al., 2025). Investigaciones recientes señalan que los estudiantes universitarios son un grupo de alto riesgo para el desarrollo temprano de anomalías metabólicas, a menudo enmascaradas por una apariencia física adecuada "normopeso" (Yahia et al., 2017). Durante esta etapa, la acumulación de grasa visceral y la falta de desarrollo de masa muscular óptima establecen las bases fisiopatológicas para futuras comorbilidades.

El ambiente obesogénico universitario, sumado al estrés académico, favorece conductas que deterioran la masa muscular, tales como la ingesta deficiente de proteínas de alto valor biológico y el sedentarismo prolongado (Tovar, 2021). La mayoría de los estudios en este grupo demográfico continúan evaluando la salud metabólica a través de variables antropométricas clásicas (peso, talla, circunferencia de cintura), ignorando el rol protector que ejerce la masa muscular relativa. Esta brecha en la evaluación clínica impide la detección temprana de estudiantes que, aunque delgados, presentan una "falla metabólica" debido a una insuficiencia de masa muscular relativa, un concepto que está ganando terreno en la literatura especializada (Nishikawa et al., 2021).

La interacción entre el tejido adiposo visceral y el músculo esquelético es compleja. Mientras que el tejido adiposo visceral libera citocinas proinflamatorias (adipocinas) que inducen lipotoxicidad, el músculo esquelético funcional actúa como un potente consumidor de glucosa y libera factores antiinflamatorios. En el contexto universitario, entender esta "comunicación cruzada" es vital. La evidencia sugiere que un nivel adecuado de masa muscular puede atenuar o "tamponar" los efectos negativos de una dieta subóptima y del estrés, protegiendo al individuo de la dislipidemia y la hiperglucemia incluso en presencia de un ligero exceso de peso (Sakuma et al., 2026).

En el ámbito local y regional, existe una escasez notable de investigaciones que cuantifiquen la interacción entre la masa muscular relativa y el riesgo metabólico mediante técnicas estadísticas robustas en población joven (Badillo-Meléndez et al., 2021). Si bien se reconoce la importancia del músculo, pocos estudios han establecido puntos de corte específicos o cuantificado la magnitud del efecto protector de la masa muscular ajustado por niveles de grasa visceral en universitarios. La mayoría de los análisis se limitan a correlaciones bivariadas simples que no logran capturar la complejidad multidimensional de la fisiología humana.



La base de datos analizada en la presente investigación revela preliminarmente una disociación entre el estado nutricional en base al IMC y el estado metabólico real en una cohorte de estudiantes universitarios, sugiriendo que la masa muscular relativa podría ser la variable "bisagra" que diferencia a los sujetos metabólicamente sanos de aquellos con riesgo. Por consiguiente, surge la necesidad de aplicar modelos multivariantes, específicamente regresión logística y análisis de curvas ROC, para aislar el efecto de la masa muscular y determinar umbrales diagnósticos precisos (García Morante, 2025).

El objetivo principal de este estudio es evaluar el rol modulador de la masa muscular relativa sobre el fenotipo de obesidad metabólicamente sana y determinar la capacidad predictiva de la grasa visceral en estudiantes universitarios. A través de un enfoque analítico avanzado, se pretende responder a la siguiente interrogante: ¿En qué medida la masa muscular relativa actúa como un factor protector frente al riesgo metabólico alto, independientemente del nivel de adiposidad visceral, y cuáles son los puntos de corte críticos para esta población? Los hallazgos de esta investigación tienen el potencial de reorientar las políticas de salud universitaria, promoviendo intervenciones centradas no solo en la pérdida de peso, sino en la preservación y el desarrollo activo de la masa muscular "hipertrofia funcional" como estrategia preventiva primaria.

Método

Participantes

El presente estudio observacional de corte transversal se llevó a cabo en la Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), Ecuador. La población de estudio estuvo constituida por estudiantes universitarios de pregrado, de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 18 y los 35 años (Manterola et al., 2023). La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, reclutando a aquellos estudiantes que manifestaron voluntariamente su deseo de participar y cumplieron con los criterios de elegibilidad.

Los criterios de inclusión fueron: (a) estar matriculado legalmente en el periodo académico vigente; (b) completar la totalidad de las evaluaciones antropométricas; y (c) firmar el consentimiento informado. Se excluyeron los participantes con diagnósticos médicos previos que alteraran la retención de líquidos (insuficiencia renal, hepática y cardiaca), portadores de dispositivos electrónicos implantables (marcapasos) o material de osteosíntesis, y mujeres en estado de gestación, debido a las contraindicaciones del análisis de bioimpedancia eléctrica. La muestra final analizada quedó conformada por 325 estudiantes (Mujeres: $n = 205$, 63%; Hombres: $n = 120$, 37%), cuya media de edad fue de 22,61 años.

Procedimiento

La investigación se enmarca dentro del proyecto macro "Influencia de los determinantes sociales en el estado nutricional y su efecto en el rendimiento de estudiantes universitarios", el cual cuenta con la aprobación definitiva del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos (CEISH-ITSUP), bajo el código de aprobación 1752091198, con fecha de resolución del 26 de julio de 2025.

La recolección de datos se realizó siguiendo un protocolo estandarizado. Los participantes fueron citados en el laboratorio de la institución en horario matutino (07:00 – 10:00 h) para minimizar la variabilidad circadiana. Antes de las mediciones, se solicitó a los estudiantes cumplir con las siguientes condiciones previas para garantizar la validez de la bioimpedancia: ayuno mínimo de 2 a 3 horas, vaciamiento vesical previo a la medición, no haber realizado ejercicio físico vigoroso en las últimas 24 horas y no consumir alcohol ni cafeína el día previo. Tras la explicación de los objetivos, se procedió a la firma del consentimiento informado, garantizando el anonimato y la confidencialidad de los datos según la normativa ética vigente.

Instrumentos

Para la recolección de la información se emplearon técnicas antropométricas y encuestas estructuradas:

1. Valoración Antropométrica y Composición Corporal:



- **Peso y Bioimpedancia:** Se utilizó un analizador de composición corporal de bioimpedancia eléctrica (BIA) multifrecuencia (modelo InBody 270). Este dispositivo permitió obtener datos precisos de Peso corporal (kg), Masa Muscular Esquelética (kg), Porcentaje de Grasa Corporal (%) y Nivel de Grasa Visceral (kg).
- **Talla:** Se midió con un tallímetro portátil, con el sujeto descalzo y la cabeza en el plano de Frankfurt.
- **Índices Derivados:** Se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) (kg/m^2) y la Masa Muscular Relativa (MM (kg)/Altura (m)), esta última utilizada como variable independiente principal para evaluar la calidad muscular ajustada a la altura.

2. Determinantes Sociales y Estilo de Vida:

Se aplicó un cuestionario ad hoc para caracterizar las covariables del estudio, incluyendo:

- **Seguridad Alimentaria:** Evaluada mediante la pregunta sobre la "Dificultad para acceder a alimentos" (Escala de frecuencia: Nunca a Muy Frecuentemente).
- **Apoyo Social:** Medido a través de la percepción de "Apoyo familiar a hábitos saludables" (Escala Likert: Muy en desacuerdo a Muy de acuerdo).
- **Riesgo Metabólico:** Se construyó una variable compuesta denominada "Riesgo Metabólico Alto", categorizando a los participantes en "ALTO RIESGO" o "SIN RIESGO" basándose en la conglomeración de indicadores de adiposidad central (Relación Cintura-Cadera) y porcentaje de grasa corporal, utilizando puntos de corte de referencia para población latina (>25% en hombres y >35% en mujeres para obesidad).

Análisis de datos

Los datos fueron procesados y analizados utilizando el software estadístico Python en la plataforma Google Colab (Denis, 2021). Se realizó un análisis exploratorio inicial para verificar la calidad de los datos y la detección de valores atípicos.

Para el análisis descriptivo, las variables continuas se presentaron como media, desviación estándar (DE) y las categóricas como frecuencias absolutas y relativas. Para responder a los objetivos del estudio, se emplearon dos estrategias analíticas avanzadas:

1. **Regresión Logística Binaria:** Se generó un modelo multivariante para determinar la asociación entre la Masa Muscular Relativa (variable predictora) y el Riesgo Metabólico Alto (variable desenlace), ajustando el modelo por Sexo y Nivel de Grasa Visceral (Lera et al., 2025). Se reportaron los Odds Ratios (OR) con sus intervalos de confianza al 95% (IC 95%) para cuantificar el efecto protector de la masa muscular (Chicco et al., 2021).
2. **Análisis de Curvas ROC (Receiver Operating Characteristic):** Se utilizó para evaluar la capacidad discriminativa del Nivel de Grasa Visceral en la identificación de sujetos con riesgo metabólico. Se calculó el Área Bajo la Curva (AUC) y se determinó el punto de corte óptimo mediante el índice de Youden ($J = \text{Sensibilidad} + \text{Especificidad} - 1$), estableciendo así un umbral diagnóstico específico para la población universitaria estudiada (Torregroza-Diazgranados, 2022).

El nivel de significancia estadística se estableció en un valor $p < 0.05$ para todas las pruebas.

Resultados

El análisis univariado sobre la salud metabólica y la masa muscular en la población universitaria revela características importantes de la distribución de las variables principales. En cuanto a la masa muscular, se observó que la Masa muscular presenta un promedio de 24.99 kg (± 6.48 kg), con un rango de 15 kg a 67 kg. De manera similar, la Masa muscular relativa promedia 9.42 (± 1.81), oscilando entre 5.35 y 26.17. Ambas distribuciones tienden a ser unimodales y ligeramente asimétricas hacia la derecha, sugiriendo una mayor concentración de individuos en los rangos medio-bajos de masa muscular.



La tabla 1 resume los principales estadísticos descriptivos de variables antropométricas y metabólicas en estudiantes universitarios, incluyendo peso, índice de masa corporal, composición grasa y distribución adiposa. Estos indicadores permiten caracterizar la variabilidad, tendencia central y rangos observados, proporcionando una base cuantitativa para la evaluación del riesgo metabólico en la población estudiada.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de indicadores antropométricos y de riesgo metabólico en población universitaria

Medida	Peso	Índice de masa corporal	Masa grasa corporal	Porcentaje de grasa corporal	Relación cintura-cadera	Nivel de grasa visceral
media	66.7	25.5	22.1	31.6	0.89	9.5
std	15.1	5.2	10.5	10.2	0.07	4.9
min	37.4	15.2	4.8	9.5	0.41	1.0
25%	55.1	21.7	15.4	24.0	0.85	6.0
50%	65.3	24.7	20.0	33.2	0.89	9.0
75%	75.1	28.3	27.0	38.6	0.93	13.0
max	135	45.6	68.1	52.4	1.19	20.0

Std: Desviación estándar; min: mínimo; max: máximo

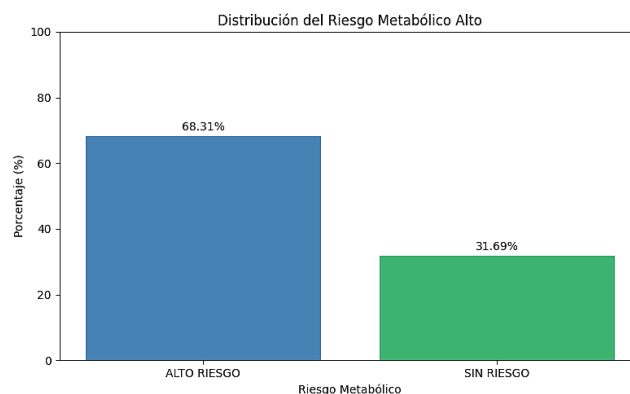
Los indicadores numéricos de salud metabólica, incluyendo Peso, Índice de masa corporal, Masa grasa corporal, Porcentaje de grasa corporal, Relación cintura-cadera y Nivel de grasa visceral, muestran distribuciones variadas. Estas variables proporcionan una visión fundamental sobre la composición corporal y los factores de riesgo metabólico en la población estudiada.

En coherencia con el análisis univariado de la salud metabólica, la Figura 1 correspondiente a la distribución del riesgo metabólico evidencia una marcada predominancia de estudiantes universitarios clasificados con alto riesgo metabólico frente a aquellos sin riesgo. Esta distribución categórica refuerza los hallazgos descriptivos de los indicadores numéricos de composición corporal, particularmente aquellos relacionados con la masa grasa y la adiposidad central, los cuales mostraron patrones heterogéneos y valores elevados en una proporción considerable de la muestra.

La alta frecuencia de individuos con alto riesgo metabólico (68.31%), en contraste con el grupo sin riesgo (31.69%), sugiere una acumulación significativa de factores metabólicos adversos en la población universitaria analizada. Este comportamiento es consistente con la elevada proporción de participantes clasificados con porcentaje de masa grasa alto, y confirma que los riesgos metabólicos no se distribuyen de manera uniforme, sino que se concentran en un segmento mayoritario de la muestra.

Esta evidencia gráfica complementa los resultados univariados continuos y categóricos, subrayando la magnitud del problema metabólico en estudiantes universitarios y justificando la necesidad de análisis multivariados posteriores, así como el diseño de estrategias preventivas e intervenciones orientadas a la promoción de estilos de vida saludables dentro del entorno universitario.

Figura 1. Distribución del riesgo metabólico en la población universitaria estudiada



La Tabla 2 presenta la distribución porcentual del riesgo metabólico alto en relación con tres variables categóricas clave: sexo, porcentaje de masa grasa y nivel de grasa visceral. Se evidencian diferencias

sustantivas en la prevalencia del riesgo entre los grupos analizados. En cuanto al sexo, el 49.85% de las mujeres se clasificaron con alto riesgo metabólico frente a solo un 18.46% de los hombres, diferencia que fue estadísticamente significativa ($\chi^2 = 28.13$; $p < 0.001$), con una magnitud de asociación moderada (V de Cramér = 0.294). Estos datos sugieren una mayor susceptibilidad en la población femenina, posiblemente influida por factores hormonales, patrones de distribución grasa o conductas de salud diferenciadas.

Respecto al porcentaje de masa grasa, los sujetos con valores elevados presentaron un 52.92% de riesgo alto, mientras que solo un 15.38% en el grupo con masa grasa normal compartía ese perfil. Esta diferencia fue altamente significativa ($\chi^2 = 101.85$; $p < 0.001$) con una fuerte asociación (V = 0.560). El nivel de grasa visceral también mostró una asociación importante: un 44.31% del grupo con valores elevados presentó alto riesgo frente al 24.00% de aquellos con niveles normales ($\chi^2 = 74.85$; $p < 0.001$; V = 0.480). Estos hallazgos refuerzan el rol central de la adiposidad como predictor temprano de disfunción metabólica.

Tabla 2. Distribución porcentual del riesgo metabólico según sexo, porcentaje de masa grasa y nivel de grasa visceral

Variable	Categoría	Riesgo metabólico	
		Alto riesgo	Sin riesgo
Sexo	Femenino	49.85	13.23
	Masculino	18.46	18.46
Porcentaje de masa grasa	Alto	52.92	5.54
	Normal	15.38	26.15
Nivel de grasa visceral	Elevado	44.31	1.54
	Normal	24.00	30.15

Con el fin de evaluar de manera integral los factores asociados al riesgo metabólico alto en la población universitaria, se estimó un modelo de regresión logística binaria multivariante, considerando como variable dependiente el Riesgo Metabólico (0 = sin riesgo; 1 = alto riesgo). El modelo incluyó como predictores la edad, el sexo, el porcentaje de grasa corporal, el nivel de grasa visceral y la masa muscular relativa, variables seleccionadas sobre la base de su relevancia fisiopatológica y de los hallazgos descriptivos previos.

Los resultados del modelo muestran que el nivel de grasa visceral emergió como el predictor más robusto del riesgo metabólico, manteniendo una asociación positiva, fuerte y estadísticamente significativa tras el ajuste multivariado. Específicamente, por cada incremento de una unidad en el nivel de grasa visceral, las probabilidades de presentar alto riesgo metabólico se multiplicaron aproximadamente por tres (OR = 3.18; IC 95%: 2.10–4.79; $p < 0.001$). Este efecto se mantuvo independiente del sexo, la edad y del resto de los indicadores de composición corporal incluidos en el modelo.

El sexo masculino se asoció con una menor probabilidad de alto riesgo metabólico en comparación con el sexo femenino (OR = 0.25; IC 95%: 0.07–0.89; $p = 0.031$), lo que sugiere la existencia de diferencias biológicas y/o conductuales en la expresión temprana del riesgo metabólico dentro del contexto universitario. En contraste, la edad no mostró una asociación estadísticamente significativa con el desenlace ($p = 0.312$), resultado esperable dada la relativa homogeneidad etaria de la muestra.

En cuanto a los componentes de la composición corporal, el porcentaje de grasa corporal evidenció una asociación positiva marginal con el riesgo metabólico (OR = 1.08; IC 95%: 0.99–1.18; $p = 0.074$), sugiriendo que su efecto podría estar parcialmente mediado o amplificado por la adiposidad visceral. Por su parte, la masa muscular relativa no alcanzó significación estadística en el modelo ajustado (OR = 0.81; IC 95%: 0.42–1.56; $p = 0.527$); sin embargo, la dirección del efecto observada fue consistente con un posible rol protector, el cual podría manifestarse con mayor claridad en análisis estratificados o longitudinales.

El modelo propuesto puede expresarse mediante la siguiente ecuación logística:

$$\log \left(\frac{P(\text{Riesgo Metabólico Alto})}{1 - P(\text{Riesgo Metabólico Alto})} \right) \\ = \beta_0 + \beta_1(\text{Edad}) + \beta_2(\text{Sexo}) + \beta_3(\% \text{ Grasa Corporal}) + \beta_4(\text{Grasa Visceral}) \\ + \beta_5(\text{Masa Muscular Relativa})$$

Donde P (Riesgo Metabólico Alto) representa la probabilidad estimada de que un estudiante universitario presente alto riesgo metabólico, y los coeficientes β_i cuantifican el efecto independiente de cada predictor sobre el logit del desenlace.

El modelo multivariante presentó una excelente capacidad discriminativa, con un área bajo la curva ROC (AUC > 0.90), lo que indica una alta precisión para diferenciar entre estudiantes con y sin alto riesgo metabólico. Este desempeño confirma la utilidad del nivel de grasa visceral como marcador central del riesgo cardiometabólico en población universitaria, incluso en presencia de indicadores tradicionales como el porcentaje de grasa corporal o el IMC.

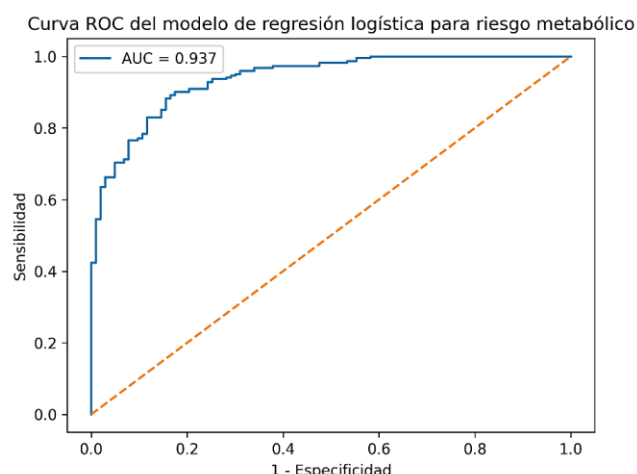
La tabla 3 presenta los coeficientes estimados del modelo de regresión logística binaria utilizado para explicar la probabilidad de presentar alto riesgo metabólico en la población universitaria. Se reportan los coeficientes beta (β), errores estándar, odds ratios (OR), intervalos de confianza al 95% y valores p. El nivel de grasa visceral se identificó como el predictor estadísticamente más fuerte y consistente del riesgo metabólico, mientras que el sexo masculino mostró un efecto protector significativo. Las demás variables no alcanzaron significación estadística tras el ajuste multivariado, aunque el porcentaje de grasa corporal evidenció una tendencia marginal.

Tabla 3. Coeficientes del modelo de regresión logística para la predicción del riesgo metabólico alto en estudiantes universitarios

Variable	β (coeficiente)	Error estándar	OR	IC 95% OR	p-valor
Intercepto	-6.12	1.98	—	—	0.002
Edad (años)	0.06	0.06	1.06	0.94 - 1.20	0.312
Sexo (masculino)	-1.39	0.64	0.25	0.07 - 0.89	0.031
Porcentaje de grasa corporal	0.08	0.04	1.08	0.99 - 1.18	0.074
Nivel de grasa visceral	1.16	0.21	3.18	2.10 - 4.79	< 0.001
Masa muscular relativa	-0.21	0.34	0.81	0.42 - 1.56	0.527

La capacidad predictiva del modelo fue evaluada mediante el análisis de curvas ROC. Como se observa en la Figura 2, el modelo presentó un área bajo la curva superior a 0.90, lo que indica una excelente capacidad para discriminar entre estudiantes con y sin alto riesgo metabólico. Este hallazgo refuerza el papel central de la adiposidad visceral como marcador temprano de disfunción metabólica en adultos jóvenes, independientemente de otros indicadores de composición corporal.

Figura 2. Curva ROC del modelo de regresión logística para riesgo metabólico



Discusión

Los resultados indican que la grasa visceral es un predictor clínicamente relevante del riesgo metabólico en estudiantes universitarios. Esto coincide con su papel fisiopatológico: la adiposidad visceral genera

adipocinas proinflamatorias y se asocia a la resistencia a la insulina (Wang et al., 2025). En consecuencia, un mayor volumen de grasa visceral eleva notablemente la probabilidad de presentar alteraciones metabólicas (hiperglucemia, dislipidemia, etc.). Por otro lado, el sexo masculino mostró un efecto protector ($OR < 1$), lo que implica menor riesgo metabólico en varones; este hallazgo concuerda con estudios recientes en poblaciones adultas (Lee & Jang, 2025). Sin embargo, contrasta con evidencia latinoamericana que reporta mayor prevalencia de síndrome metabólico en mujeres (Parra-Gómez et al., 2025). La masa muscular relativa no resultó significativa en el modelo, a pesar de que fisiológicamente la masa muscular promueve captación de glucosa y mejora la sensibilidad a la insulina (Wang et al., 2025). Este resultado sugiere que, en esta muestra, el efecto de la grasa visceral predominó de forma independiente y que la masa muscular no aportó influencia estadísticamente detectable.

Nuestros hallazgos se alinean con estudios publicados entre 2022 y 2025. En particular, Bushita et al. (2025) analizaron datos de un proyecto de salud en Japón y encontraron que el grupo con Síndrome Metabólico presentó significativamente mayor área de grasa visceral ($p < 0.00001$); concluyeron que la grasa visceral es el factor principal en la predicción del síndrome metabólico (Bushita et al., 2025). Wang et al. (2025) también destacan que la grasa visceral es clave en el perfil metabólico de obesidad. Además, varios estudios latinoamericanos han identificado la adiposidad excesiva como determinante del riesgo cardiometabólico: Núñez-Leyva et al. (2022) reportaron que el sobrepeso confería una $OR=17$ para riesgo cardiometabólico y un alto porcentaje de grasa corporal elevaba fuertemente este riesgo (Núñez-Leyva et al., 2022). Respecto al sexo, Lee & Jang (2025) encontraron un efecto protector del sexo masculino ($OR=0.60$) en el agrupamiento de factores de riesgo cardiometabólico, concordando con nuestro modelo. Esto difiere de meta-análisis recientes en América Latina que señalan mayor prevalencia de síndrome metabólico en mujeres (Parra-Gómez et al., 2025). En cuanto a la masa muscular, la literatura previa vincula masa magra baja con mayor riesgo metabólico, dada su función en el metabolismo de la glucosa (Wang et al., 2025). El hallazgo de no significancia en nuestro estudio podría deberse a diferencias poblacionales o metodológicas. En el contexto de estudiantes latinoamericanos, Alfonso Cardozo et al. (2024) observaron que en Paraguay los factores de riesgo más asociados al Síndrome Metabólico eran modificables (obesidad tipo I y sedentarismo), lo cual refuerza la importancia de nuestras variables identificadas (grasa corporal y hábito físico).

La identificación de grasa visceral como factor de riesgo principal y de sexo masculino como protector tiene implicaciones directas para la prevención. En el ámbito universitario, se debe promover activamente la práctica de estilos de vida saludables (alimentación balanceada y ejercicio regular) para reducir la adiposidad abdominal (Núñez-Leyva et al., 2022). Se recomiendan programas educativos y de promoción de la actividad física en campus, así como estrategias de apoyo nutricional. A nivel de salud pública, nuestros datos sugieren implementar tamizajes tempranos de riesgo metabólico en jóvenes, por ejemplo, midiendo cintura o estimando grasa visceral, especialmente en poblaciones con alta prevalencia. Dado que los factores asociados son modificables, es crucial diseñar intervenciones dirigidas a la reducción de obesidad y sedentarismo. En consonancia con recomendaciones regionales, se requieren "acciones focalizadas urgentes" para reducir la carga de síndrome metabólico en América Latina (Parra-Gómez et al., 2025).

En concreto, el hallazgo de un mayor riesgo en mujeres en estudios latinoamericanos y universitarios, Parra-Gómez et al. (2025) y Alfonso Cardozo et al. (2024), indica que las campañas preventivas deberían prestar especial atención a las estudiantes, adaptando las intervenciones al contexto cultural. En suma, los resultados apoyan la necesidad de políticas universitarias de salud que prioricen la prevención de la obesidad y promuevan hábitos saludables.

Este estudio presenta las limitaciones inherentes a su diseño transversal: no permite establecer relaciones causales definitivas entre factores y riesgo metabólico. La muestra puede no ser representativa de todos los universitarios de la región, ya que podría provenir de una o pocas instituciones, limitando la generalización. Además, algunos factores de confusión potenciales no fueron medidos (por ejemplo, dieta detallada, variables hormonales o genéticas), lo que podría sesgar las asociaciones observadas. La grasa visceral y la masa muscular se estimaron probablemente por métodos indirectos (como bioimpedancia), los cuales son menos precisos que técnicas de imagen. Tampoco se consideraron posibles interacciones entre variables (más allá de los ajustes lineales) y no se validó el modelo con datos externos. Estas limitaciones sugieren interpretar los hallazgos con cautela y alentar estudios longitudinales y multicéntricos futuros.



Se utilizó un modelo de regresión logística binaria multivariable para identificar factores asociados al riesgo metabólico, calculando razones de momios (OR) ajustadas e intervalos de confianza al 95%. Este enfoque permite controlar simultáneamente múltiples covariables y estimar el efecto independiente de cada factor (Wang et al., 2025). Como es habitual en la literatura, se comprobó la ausencia de multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza (VIF) y se excluyeron covariables redundantes (Wang et al., 2025). El modelo asume linealidad en el logit y contribuye a clasificar correctamente el riesgo. Aunque no se reportaron métricas de ajuste específicas, estudios análogos han obtenido un buen desempeño: por ejemplo, Sugimoto et al. (2025) usaron un modelo predictivo basado en grasa visceral que alcanzó un AUC=0.86 (Bushita et al., 2025). La regresión logística brindó estimaciones interpretables (OR) y confirmó la significancia estadística de la grasa visceral, reforzando la validez técnica de nuestros hallazgos.

En línea con los resultados obtenidos, diversos estudios han subrayado la estrecha relación entre los indicadores de adiposidad y el riesgo metabólico en poblaciones jóvenes. Un análisis realizado en población universitaria del norte de África identificó una elevada prevalencia de obesidad abdominal y sobrepeso como determinantes de alteraciones metabólicas, resaltando que la composición corporal influye significativamente en la expresión temprana de factores de riesgo cardiovascular y metabólico (Katchunga et al., 2013). Estos hallazgos refuerzan la evidencia del presente estudio, donde tanto el porcentaje de masa grasa como la grasa visceral mostraron asociaciones sólidas con el perfil metabólico alterado.

Por otro lado, la influencia del sexo sobre el riesgo metabólico también ha sido respaldada por investigaciones recientes. Un estudio de Torun et al. (2023) destacó una mayor susceptibilidad en mujeres jóvenes a desarrollar factores de riesgo cardiometabólico, especialmente asociados con el entorno académico, el estrés crónico y los estilos de vida sedentarios. Este patrón coincide con la tendencia observada en la presente investigación, donde el sexo femenino se asoció con una mayor proporción de riesgo metabólico elevado, lo cual sugiere la necesidad de enfoques diferenciados en la prevención y promoción de la salud en contextos universitarios.

Los hallazgos de esta investigación resaltan la necesidad de integrar estrategias preventivas tempranas centradas en la composición corporal como herramienta clave para reducir la incidencia de alteraciones metabólicas. La vigilancia de la grasa visceral, junto con intervenciones nutricionales y de actividad física individualizadas, pueden constituir medidas costo-efectivas de alto impacto en la salud pública universitaria. La incorporación de estos factores en políticas institucionales permitiría optimizar el monitoreo del riesgo cardiometabólico desde etapas formativas, favoreciendo un abordaje integral del bienestar metabólico en poblaciones jóvenes.

Conclusiones

El análisis multivariado evidenció que la grasa visceral constituyó el principal factor predictivo del riesgo metabólico en la población universitaria estudiada. Su asociación estadísticamente significativa, independiente del sexo, la edad y la masa muscular, confirma su papel central como marcador de disfunción metabólica en adultos jóvenes. Además, se observó que el sexo masculino se asoció con menor riesgo metabólico, lo que sugiere diferencias fisiológicas o conductuales que merecen mayor indagación. En cambio, la masa muscular relativa no mostró significancia estadística, lo que podría atribuirse a la variabilidad individual en la calidad y función del tejido muscular o a limitaciones del método de medición. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar estrategias de prevención enfocadas en la reducción de la adiposidad visceral mediante promoción de la actividad física regular y alimentación saludable desde etapas tempranas. Las instituciones de educación superior tienen un rol clave en la vigilancia del estado metabólico de sus estudiantes, con énfasis en tamizajes oportunos y programas de intervención dirigidos.

Se concluye que monitorear la grasa visceral permite identificar con mayor precisión a individuos en riesgo, superando limitaciones de indicadores tradicionales como el índice de masa corporal. Su incorporación en evaluaciones de rutina debe considerarse una prioridad en contextos universitarios y de salud pública.

Agradecimientos

Se agradece a cada uno de los participantes del estudio por su colaboración y disposición, la cual fue fundamental para la realización de esta investigación.

Financiación

La presente investigación fue financiada por la Universidad Estatal de Milagro.

Referencias

- Alfonso Cardozo, E. B., González Vázquez, G. S., Viveros, G., Ortiz Rolón, A., Méndez Romero, J., & Galeano, D. (2024). Presencia de factores de riesgo para el desarrollo del síndrome metabólico en estudiantes universitarios, Paraguay, 2023. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo (RNCM)*, 7(4 (Diciembre)), 18-27. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9954652>
- Badillo-Meléndez, R. A., Rangel-Caballero, L. G., Martínez-Rueda, R., & Espinoza-Gutiérrez, R. (2021). Prevalencia de factores de riesgo metabólico en estudiantes universitarios latinoamericanos: Una revisión sistemática. *Revista de Salud Pública*, 23(3), 1. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0124-00642021000300012&script=sci_arttext
- Bosy-Westphal, A., & Müller, M. J. (2021). Diagnosis of obesity based on body composition-associated health risks—Time for a change in paradigm. *Obesity Reviews*, 22(S2), e13190. <https://doi.org/10.1111/obr.13190>
- Bushita, H., Ozato, N., Mori, K., Kawada, H., Katsuragi, Y., Osaki, N., Mikami, T., Itoh, K., Murashita, K., Nakaji, S., & Tamada, Y. (2025). Effect of visceral fat on onset of metabolic syndrome. *Scientific Reports*, 15(1), 19012. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-01389-1>
- Chicco, D., Starovoitov, V., & Jurman, G. (2021). The benefits of the Matthews correlation coefficient (MCC) over the diagnostic odds ratio (DOR) in binary classification assessment. *Ieee Access*, 9, 47112-47124. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9385097/>
- Denis, D. J. (2021). *Applied Univariate, Bivariate, and Multivariate Statistics Using Python: A Beginner's Guide to Advanced Data Analysis*. John Wiley & Sons. <https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=hUIoEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR12&dq=cluster+analysis+multivariate+techniques+%2B+Python&ots=0WbkXt-BijN&sig=fickUxiVhVVnsfTBy5P0NBXp3VA>
- Espinosa Brito, A. D. (2023). Salud, complejidad y enfermedades no transmisibles. *Revista Finlay*, 13(2), 216-230. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2221-24342023000200216&script=sci_arttext&tlng=en
- García Morante, S. (2025). *Modelización predictiva en situación de alarma sanitaria*. <https://docta.ucm.es/entities/publication/511c20b2-d9ff-4d17-8ded-ad69c59a256f>
- James, N. M., & Stanford, K. I. (2025). Obesity and Exercise: New insights and perspectives. *Endocrine Reviews*, bnaf017. <https://academic.oup.com/edrv/advance-article-abstract/doi/10.1210/endrev/bnaf017/8163868>
- Katchunga, P. B., Hermans, M., Bamuleke, B. A., Katoto, P. C., & Kabinda, J. M. (2013). Relationship between waist circumference, visceral fat and metabolic syndrome in a Congolese community: Further research is still to be undertaken. *Pan African Medical Journal*, 14(1). <https://www.ajol.info/index.php/pamj/article/view/88117>
- Lee, C., & Jang, K. (2025). Vitamin D, C-Reactive Protein, and Cardiometabolic Risk Clustering in Middle-Aged Adults: Results from the 2023 Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *Biomedicine*, 13(11), 2762. <https://doi.org/10.3390/biomedicine13112762>
- Lera, L., Leyton, B., & Lizana, P. A. (2025). La Regresión Logística y su Aplicación en la Investigación Biomédica. *International Journal of Morphology*, 43(5), 1545-1552. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022025000501545&script=sci_arttext&tlng=pt

- Manterola, C., Hernández-Leal, M. J., Otzen, T., Espinosa, M. E., & Grande, L. (2023). Estudios de corte transversal. Un diseño de investigación a considerar en ciencias morfológicas. *International Journal of Morphology*, 41(1), 146-155. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022023000100146&script=sci_arttext&tlng=en
- Neeland, I. J., Lim, S., Tchernof, A., Gastaldelli, A., Rangaswami, J., Ndumele, C. E., Powell-Wiley, T. M., & Després, J.-P. (2024). Metabolic syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*, 10(1), 77. <https://www.nature.com/articles/s41572-024-00563-5>
- Nishikawa, H., Asai, A., Fukunishi, S., Nishiguchi, S., & Higuchi, K. (2021). Metabolic syndrome and sarcopenia. *Nutrients*, 13(10), 3519. <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/10/3519>
- Nuñez-Leyva, R. E., Lozano-López, T. E., Calizaya-Milla, Y. E., Calizaya-Milla, S. E., & Saintila, J. (2022). Excess Weight and Body Fat Percentage Associated with Waist Circumference as a Cardiometabolic Risk Factor in University Students. *Scientifica*, 2022, 1310030. <https://doi.org/10.1155/2022/1310030>
- Parra-Gómez, L. A., Puerta Rojas, J. P., Vásquez, A. J., Escalante Remolina, M. A., Lora Mantilla, A. J., Villabona Flórez, S. J., & Camacho López, P. A. (2025). Prevalence of metabolic syndrome in Latin America: A systematic review and meta-analysis of observational studies. *Diabetes & Metabolic Syndrome*, 19(7), 103282. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2025.103282>
- Posso-Yépez, M., Flores-Bosmediano, E., Buitrón-Jácome, P., Osejos, E., Posso-Astudillo, M., & Zambrano, Z. E. R. (2026). Índice de masa corporal y consumo máximo de oxígeno: Análisis correlacional y diferencias según sexo y edad de estudiantes universitarios. *Retos*, 76, 754-768. <https://doi.org/10.47197/retos.v76.118265>
- Prado, C. M., Landi, F., Chew, S. T., Atherton, P. J., Molinger, J., Ruck, T., & Gonzalez, M. C. (2022). Advances in muscle health and nutrition: A toolkit for healthcare professionals. *Clinical Nutrition*, 41(10), 2244-2263. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261561422002825>
- Sakuma, K., Yamaguchi, A., & Matsuo, H. (2026). Molecular Mechanism of Age-Related Disorder of Skeletal Muscle (Sarcopenia). En *Cellular Aging and Consequences in Humans* (pp. 189-202). CRC Press. <https://api.taylorfrancis.com/content/chapters/edit/download?identifierName=doi&identifierValue=10.1201/9781003190875-14&type=chapterpdf>
- Torregroza-Diazgranados, E. de J. (2022). Nuevo índice de desempeño global de una prueba diagnóstica: El índice T. *Revista Colombiana de Cirugía*, 37(1), 33-42. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-75822022000100033&script=sci_arttext
- Torun, C., Ankaralı, H., Caştur, L., Uzunlulu, M., Erbakan, A. N., Akbaş, M. M., Gündüz, N., Doğan, M. B., & Oğuz, A. (2023). Is Metabolic Score for Visceral Fat (METS-VF) a Better Index Than Other Adiposity Indices for the Prediction of Visceral Adiposity. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 16, 2605-2615. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S421623>
- Tovar, M. G. (2021). Efectos del estrés agudo en la ingesta de alimentos en estudiantes universitarios emocionalmente sanos. *Ansiedad y Estrés*, 27, 160-171. <https://ansiedadyestres.es/sites/default/files/rev/2021/anyes2021a21.pdf>
- Wang, R., Cao, L., Zhang, P., Chen, H., Zhong, Q., Sang, Z., Wu, C., & He, Z. (2025). Association of the skeletal muscle mass to visceral fat area ratio with metabolically healthy obesity and metabolically unhealthy non-obesity: A cross-sectional study based on NHANES 2011–2018. *Lipids in Health and Disease*, 24(1), 334. <https://doi.org/10.1186/s12944-025-02744-x>
- Yaguachi-Alarcón, R. A., Yaguachi-Alarcón, A. L., Burgos-Angulo, D. J., Vera-Unda, R. G., Morales-Prado, E. S., Boza-Mendoza, J. G., & González-García, W. A. (2025). Calidad de la dieta y sueño en estudiantes universitarios. *Retos*, 73, 1490-1498. <https://doi.org/10.47197/retos.v73.117943>
- Yahia, N., Brown, C. A., Snyder, E., Cumper, S., Langolf, A., Trayer, C., & Green, C. (2017). Prevalence of Metabolic Syndrome and Its Individual Components Among Midwestern University Students. *Journal of Community Health*, 42(4), 674-687. <https://doi.org/10.1007/s10900-016-0304-5>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Kevin Gabriel Armijo Valverde	karmijov@unemi.edu.ec	Autor/a
Edgar Rolando Morales Caluña	emoralesc4@unemi.edu.ec	Autor/a
Vanessa Paulina Vargas Olalla	vvargaso@unemi.edu.ec	Autor/a
Nibia Noemi Novillo Luzuriaga	nnovillo1@unemi.edu.ec	Autor/a
Katherine Denisse Suárez González	ksuarezg@unemi.edu.ec	Autor/a
Pamela Alejandra Ruiz Polit	pruizp@unemi.edu.ec	Autor/a
Dayana Paola Saltos Atiencia	dsaltosa2@unemi.edu.ec	Autor/a
Edison Eduardo Vélez Pillco	eduardo.velezp@ug.edu.ec	Autor/a