

Capacidad discriminatoria de los índices antropométricos para identificar el exceso de grasa en estudiantes universitarios

Discriminatory capacity of anthropometric indices for identifying excess fat in university students

Rivera-García Héctor Rubén*, Márquez-Ibarra Adriana Alejandra*, López-Mata Marco Antonio*, Barrera-Hernández Laura Fernanda*, Valbuena-Gregorio Edith*.

* Universidad de Sonora, Facultad Interdisciplinaria de Ciencias Biológicas y de Salud, Departamento de Ciencias de la Salud, Campus Cajeme, Sonora, México.

RESUMEN

Introducción: Para determinar la grasa corporal no siempre se cuentan con equipos especializados, por lo que debe considerarse el uso de indicadores antropométricos que puedan auxiliar en la determinación de la grasa y que tengan la capacidad de predecir con buena sensibilidad y especificidad el riesgo. **Objetivo:** Evaluar la capacidad discriminatoria de índices antropométricos para identificar el exceso de grasa en universitarios. **Material y método:** Estudio de tipo descriptivo, de corte transversal y correlacional. La población de estudio incluyó a 57 estudiantes universitarios. Se realizaron mediciones de peso, talla y cintura para formar los índices de adiposidad. La composición corporal se determinó por absorciometría dual de rayos X, que permitió determinar la grasa corporal y el tejido adiposo visceral. **Resultados:** Se encontraron correlaciones fuertes entre los índices de redondez corporal, adiposidad corporal y masa triponderal con porcentaje de grasa corporal y tejido adiposo visceral, y una buena capacidad discriminatoria. **Conclusión:** Los índices con una mejor asociación con grasa corporal y tejido adiposo visceral por absorciometría de rayos X de energía dual, fueron índice de redondez corporal, índice de adiposidad corporal e índice de masa triponderal, siendo una adecuada opción para su utilización como cribado inicial en población universitaria.

Palabras Clave: Grasa corporal; tejido adiposo; índices antropométricos; índice de redondez corporal.

ABSTRACT

Introduction: Specialized equipment is not always available to determine body fat, so the use of anthropometric indicators that can aid in estimating body fat and have the ability to predict risk with good sensitivity and specificity should be considered. **Objective:** To evaluate the discriminatory capacity of anthropometric indices to identify excess fat in university students. **Material and method:** Descriptive, cross-sectional, and correlational study. The study population included 57 university students. Weight, height, and waist measurements were taken to calculate adiposity indices. Body composition was determined by dual-energy X-ray absorptiometry, which allowed for the determination of body fat and visceral adipose tissue. **Results:** Strong correlations were found between the body roundness index, body adiposity index, and tri-ponderal mass index and body fat percentage and visceral adipose tissue, along with good discriminatory power. **Conclusion:** The indices with the strongest association with body fat and visceral adipose tissue, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, were the body roundness index, the body adiposity index, and the tri-ponderal mass index; these indices are a suitable option for use as an initial screening tool in a university population.

Keywords: body fat; adipose tissue, anthropometric indices, body roundness index.

Correspondencia: Edith Valbuena Gregorio edith.valbuena@unison.mx

Recibido: 09 de enero 2026, aceptado: 09 de septiembre 2026

©Autor2026



Citar como: Rivera García-H.R., Márquez-Ibarra A.A., López-Mata M.A., Barrera- Hernández L.F., Valbuena-Gregorio E. (2026) Capacidad discriminatoria de los índices antropométricos para identificar el exceso de grasa en estudiantes universitarios, *RESPYN Revista Salud Pública y Nutrición*, 25 (3), 20-30. <https://doi.org/10.29105/respyn25.3-949>

Significancia

La presente investigación aporta evidencia importante para la salud pública y la nutrición, ya que valida índices antropométricos sencillos frente a la composición corporal determinada por absorciometría de rayos X de energía dual, referente como estándar de oro. Los hallazgos facilitan la identificación temprana del exceso de grasa corporal como visceral en jóvenes universitarios, lo cual puede contribuir al diseño de estrategias de prevención en instituciones universitarias. Así mismo, fortalece el vínculo entre alimentos, nutrición-salud al apoyar la evaluación de riesgo cardiometabólico y aportar herramientas metodológicas útiles, para la formación de recursos humanos en nutrición, así como investigación aplicada.

Introducción

El sobrepeso y la obesidad ha ido incrementando en los adultos jóvenes, en los cuales ya es frecuente observar alteraciones metabólicas (Mondal et al., 2025). Cuando el estudiante ingresa a la Universidad ocurren cambios en su alimentación, ya que, consumen alimentos menos saludables en menor frecuencia y cantidad (Maillet & Grouzet, 2023). López Maupomé y Vacio Muro (2020) indicaron que la vida universitaria es una etapa de cambios y adaptaciones para los estudiantes, ya que asumen más responsabilidades e independencia, así como, la autonomía en la toma de decisiones. Dichas decisiones involucran las de tipo académico, como también las alimentarias. Además, presentan cambios en su estilo de vida, como es el número de horas de sueño, el tipo de actividad física y tipo de alimentos a consumir. Lo que repercute negativamente en su composición corporal, llevándolos al sobrepeso u obesidad (Abarca-Gómez et al., 2017; Detopoulou et al., 2022; Rosales-Ricardo et al., 2023). Pero estas causas al parecer son influenciadas por el entorno físico en el que se encuentra el estudiante universitario; como lo es una disminución en la actividad física, incremento del nivel de estrés, disminución en las horas de sueño, el ambiente sedentario debido a la carga académica de los estudiantes y el ambiente obesogénico que, a veces se encuentra en las universidades (Maillet & Grouzet, 2023). En ese sentido, algunos autores sugirieron que las conductas poco saludables y cambios en el estilo de vida de los estudiantes durante la transición universitaria interactúan y

aumentan el riesgo de presentar sobrepeso u obesidad durante su estadía (Telleria-Aramburu & Arroyo-Izaga, 2022). Por lo que se ha documentado que es importante medir el porcentaje de grasa corporal total en todos los grupos de edad. Sin embargo, algunos reportes indican que, no solo se debe de considerar la cantidad de grasa, sino también, la distribución de esta, ya que puede brindar información predictiva de enfermedades crónicas en la población (Frank et al., 2019). No obstante, no siempre se cuentan con equipos especializados como la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) considerado como estándar de oro para determinar la grasa corporal (Bergman et al., 2011). Por lo que, en la atención comunitaria es más común el utilizar diferentes índices que ayudan a estimar la adiposidad general como: el índice de masa corporal (IMC) el cual ha sido muy controvertido ya que no discierne entre masa grasa y músculo, lo que puede inducir a un error en el diagnóstico de sobrepeso y obesidad (Van Haute et al., 2020). Por consiguiente, es importante considerar el uso de indicadores más puntuales que puedan auxiliar en la determinación de la grasa corporal y que tengan la capacidad de predecir el riesgo de sufrir enfermedades crónicas (Bilgin Göçer et al., 2022; Christakoudi et al., 2020).

Se han propuesto otros índices, los cuales han sido utilizados para determinar la grasa abdominal, el sobrepeso y obesidad, así como el riesgo de presentar algunas patologías. Entre estos se encuentran, el índice de redondez corporal (IRC), que se ha relacionado con la obesidad abdominal, y como predictor de enfermedades cardiovasculares y metabólicas (Gong et al., 2024); el índice de forma corporal (IFC), el cual es utilizado como un predictor del síndrome metabólico (Fahami et al., 2024); el índice de adiposidad corporal (IAC), que puede estimar la adiposidad corporal (Freedman et al., 2012); el índice peso circunferencia de cintura (IPCC), para diagnosticar sobrepeso u obesidad en diferentes grupos poblacionales (Bauce & Moya-Sifontes, 2020); el índice de circunferencia cintura ajustado al peso (ICAP), que evalúa el sobrepeso y la obesidad (Guo et al., 2025); el índice de conicidad (ICO), el cual se ha utilizado para identificar la obesidad abdominal (Martins et al., 2023); y el índice de masa triponderal (IMT), este índice predice la grasa corporal y el síndrome metabólico (Sun et al., 2021). Cada uno de los índices ha sido probado en diferentes grupos de edad y población.

Por lo anterior el objetivo de la presente investigación fue evaluar la capacidad discriminatoria de los índices de adiposidad (IRC, IFC, IAC, IPCC, ICAP, ICO y IMT) para la identificación de sobrepeso y obesidad en universitarios, tomando como referente la grasa corporal (%GC) y el tejido adiposo visceral (TAV) determinados por DXA.

Materiales y métodos

Diseño y población de estudio

El presente estudio es de tipo descriptivo, de corte transversal y correlacional, con muestreo no probabilístico por conveniencia por medio de invitación a estudiantes que cumplieran los criterios de selección. La población de estudio incluyó a 57 estudiantes universitarios de los cuales 42 eran mujeres y 15 hombres, la mayor proporción de mujeres se debió a una mayor participación voluntaria en comparación a los hombres. En cuanto a los criterios de inclusión fueron: ser alumno inscrito en la Universidad de Sonora y tener una edad de 18 a 25 años. Se excluyeron a los estudiantes que presentarán alguna enfermedad crónica al momento del estudio, encontrarse bajo un tratamiento médico, haber realizado ejercicio antes de la medición de la composición corporal.

Consideraciones éticas. Para el presente estudio se realizó una carta de consentimiento informado el cual cada sujeto firmó libre y voluntariamente. La información obtenida fue tratada de forma confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Todos los documentos son resguardados por los autores. La evaluación de la composición corporal fue realizada mediante DXA, procedimiento que implica una exposición baja de radiación, para minimizar cualquier riesgo se siguieron las indicaciones del fabricante, con calibración del equipo, preparación estandarizada de los participantes y supervisión del personal responsable. El presente estudio se apega al Código de ética médica de Nuremberg y a los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos de Helsinki (World Medical Association, 2013), procurando la confidencialidad, respeto, seguridad y bienestar a cada uno de los participantes.

Medición y definición de las variables: al inicio del estudio se tomaron los datos generales a los participantes. La toma de las mediciones

antropométricas se llevaron a cabo por estudiantes de Ciencias Nutricionales previamente capacitados y con estandarización de la toma de mediciones, los cuales estuvieron bajo la supervisión de un antropometrista con certificación por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) nivel I (Esparza-Ros et al., 2019).

Antropometría: El peso se tomó con el participante descalzo, ropa ligera y erguido y la talla se midió cuidando el plano de Frankfurt sin calzado con los talones juntos y puntas de los pies abiertas y el cuerpo erguido. El peso y la talla fueron tomados con la estación de medición seca 284, con estadiómetro integrado y calibrado. Con lo anterior se determinó el IMC y los puntos de corte a utilizar fueron: bajo peso <18.5 kg/m²; peso normal 18.5 – 24.9 kg/m²; sobrepeso 25 – 29.9 kg/m²; obesidad I 30 – 34.9 kg/m²; obesidad II 35 – 39.9 kg/m²; obesidad III >40 kg/m² (Secretaría de Salud, 2013). La circunferencia de cintura y de cadera, se realizaron con una cinta antropométrica metálica Lufkin. La cintura se tomó en el nivel más estrecho entre el borde costal inferior (décima costilla) y la parte superior de la cresta ilíaca, la cadera se midió en el plano horizontal a la altura de la máxima protuberancia posterior de los glúteos (Esparza-Ros et al., 2019).

A partir de las mediciones antropométricas de peso, talla, circunferencia cintura y cadera, se formaron los índices: IRC (Gong et al., 2024), IFC (Fahami et al., 2024), IAC (Freedman et al., 2012), IPCC (Bauce & Moya-Sifontes, 2020), ICAP (Guo et al, 2025), ICO (Martins et al., 2023) e IMT (Sun et al., 2021) (Tabla 1).

Tejido adiposo visceral y porcentaje de grasa corporal: Para realizar el estudio del DXA se solicitó a los estudiantes presentarse con ropa cómoda, sin objetos metálicos, ropa ligera, con 2 horas de ayuno como mínimo, presentarse con vejiga vacía, no haber realizado actividad física intensa 12 horas antes del estudio. Antes de cada medición se realizó el procedimiento de calibración de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Los participantes fueron evaluados en decúbito supino y centrados en la mesa de exploración, con los brazos y piernas separados del tronco. El TAV y el %GC fueron determinado por medio del equipo DXA (modelo PRIMUS, Osteosys Software Versión 3.1 Osteosys Co., Ltd.

Tabla 1. Fórmulas de los índices antropométricos.

Autor y año	Índice	Variables utilizadas	Fórmula
Gong et al., 2024	IRC	Circunferencia cintura; Talla	$IRC = 364.2 - 365.5 \times \sqrt{-1 \left(\frac{(circunferencia\ cintura\ (cm)/(2\pi))^2}{(0.5\ Talla\ (cm))^2} \right)}$
Fahami et al., 2024	IFC	Circunferencia cintura; IMC; Talla	$IFC = \frac{Circunferencia\ Cintura\ (m)}{IMC^{2/3} Talla\ (m)^{1/2}}$
Freedman et al., 2012	IAC	Circunferencia cadera; Talla	$IAC = \left(\frac{Circunferencia\ cadera\ (cm)}{Talla\ (m)^{1.5}} \right) - 18$
Bauce & Moya-Sifontes, 2020	IPCC	Peso; Circunferencia cintura	$IPCC = \frac{Peso\ (kg)}{Circunferencia\ cintura\ (cm)}$
Guo et al, 2025	ICAP	Circunferencia cintura; Peso	$ICAP = \frac{Circunferencia\ de\ cintura\ (cm)}{\sqrt{Peso\ (kg)}}$
Martins et al., 2023	ICO	Circunferencia cintura; Peso; Talla	$ICO = \frac{Circunferencia\ cintura\ (m)}{0.109 \sqrt{\frac{Peso\ (kg)}{Talla\ (m)}}}$
Sun et al., 2021	IMT	Peso; Talla	$IMT = \frac{Peso\ (kg)}{Talla\ (m)^3}$

IRC: índice de redondez corporal; IFC: índice de forma corporal; IAC: índice de adiposidad corporal; IPCC: índice peso circunferencia de cintura; ICAP: índice de circunferencia de cintura ajustado al peso; ICO: índice de conicidad; IMT: índice de masa triponderal; IMC: índice de masa corporal.

Guro-gu, Seoul, Korea). El DXA permitió obtener el valor del TAV por masa (g) y se consideraron los puntos de corte propuestos por (Meredith-Jones et al., 2021). En cuanto al índice de Masa Grasa (kg masa grasa/m²) los puntos de corte utilizados fueron: para mujeres: Normal 5 – 9 kg/m²; Sobrepeso >9 – 13 kg/m²; Obesidad I >13 – 17 kg/m²; Obesidad II >17 – 21 kg/m²; Obesidad III >21 kg/m². En el caso de los hombres: Normal 3 – 6 kg/m²; Sobrepeso >6 – 9 kg/m²; Obesidad I >9 – 12 kg/m²; Obesidad II >12 – 15 kg/m²; Obesidad III >15 kg/m² (Messina et al., 2020).

Análisis estadístico

La distribución de las variables continuas se evaluó por medio de la prueba de Shapiro-Wilk, complementada con histogramas y gráficos Q-Q. Las variables descriptivas se presentaron como media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico, según su distribución. Para la determinación de la relación del %GC y TAV con los índices antropométricos se realizó una correlación de Spearman utilizando los criterios siguientes: considerando una relación muy alta 0.90-1.0, alta

0.70-0.90, moderada 0.50-0.70, baja 0.30-0.50 y muy baja <0.30. se estableció una significancia estadística bilateral de $p < 0.05$. Los resultados del análisis estadístico se reportan por sexo, así como en media y desviación estándar, además en frecuencias (%) e intervalos de confianza 95%. El %GC y TAV determinado por DXA para sobrepeso u obesidad fueron asignadas como variables binarias donde 0 = normal y 1 = sobrepeso u obesidad, lo que representaba la condición real de los estudiantes. Los puntos de corte de los índices antropométricos fueron calculados mediante el análisis de curvas ROC (por sus siglas en ingles Receiver Operating Characteristic). Respecto al área bajo la curva (ABC), punto de corte (definido con el índice de Youden), la sensibilidad, especificidad, LR+ (verosimilitud positiva) y LR – (verosimilitud negativa) estos fueron obtenidos utilizando Sigma Plot, versión 12 (Systat Software, Inc., 2011). Los demás análisis fueron realizados utilizando el programa estadístico SPSS versión 23, asumiendo un nivel de confianza del 95%.

Resultados

Descripción de la población.

Se contó con una muestra de 57 participantes de los cuales el 73.7% eran mujeres (n= 42), con una media de edad de 20.9 ± 1.8 años y peso de 62.3 ± 14.4 kg. En hombres con media de edad de 21.2 ± 1.6 años y una media de peso de 79.9 ± 11.0 kg, en la tabla 2 se muestra la descripción de la población de estudio.

Tabla 2. Descripción de la población por sexo (n = 57).

Variable	Mujeres (n= 42) Media $\pm$ DE	Hombres (n= 15) Media $\pm$ DE
Edad (años)	20.9 $\pm$ 1.8	21.2 $\pm$ 1.6
Peso (kg)	62.3 $\pm$ 14.4	79.9 $\pm$ 11.0
Talla (cm)	159.5 $\pm$ 4.0	177.4 $\pm$ 6.9
Circunferencia cintura (cm)	75.7 $\pm$ 12.8	86.4 $\pm$ 10.0
Circunferencia cadera (cm)	99.9 $\pm$ 9.6	102.0 $\pm$ 7.4
IMC (kg/m ²)	24.4 $\pm$ 5.0	25.5 $\pm$ 3.9
IMG (kg/m ²)	7.4 $\pm$ 3.7	5.6 $\pm$ 3.0

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; IMG: índice de masa grasa.

De acuerdo con el IMC se observó que el 71.4 % de las mujeres y el 46.7 % de los hombres se encontraba en el rango normal, mientras que el sobrepeso estuvo presente en el 9.5% y 33.3% respectivamente. Sin embargo, al realizar la clasificación con el índice de masa grasa (IMG) se observó que el 76.2% de las mujeres y el 60% de los hombres se encontraban en el rango de normalidad. En la muestra total se encontró una frecuencia de sobrepeso más obesidad de 33.3% de acuerdo con el IMC y de 28.0% según el IMG (Tabla 3).

Correlación de los índices vs. TAV y %GC.

Con respecto a la correlación de Spearman (Tabla 4), se observó que, en el caso de las mujeres, el IRC mostró correlaciones significativamente altas con ambas variables ($p = 0.707$ para %GC y $p = 0.817$ para el TAV) observando el mismo comportamiento para el ICO ($p = 0.718$ para TAV y $p = 0.687$ para IMT).

Tabla 3. Clasificación del índice de masa corporal e índice de masa grasa por sexo y muestra total (n = 57).

Variable	Mujeres (n= 42) Frecuencia (%)	Hombres (n= 15) Frecuencia (%)	Total n (%)
Índice de Masa Corporal (kg/m²)			
Bajo peso	1 (2.4)	0 (0.0)	1 (1.8)
Normal	30 (71.4)	7 (46.7)	37 (64.9)
Sobrepeso	4 (9.5)	5 (33.3)	9 (15.8)
Obesidad I	6 (14.3)	3 (20.0)	9 (15.8)
Obesidad II	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Obesidad III	1 (2.4)	0 (0.0)	1 (1.8)
Índice de Masa Grasa (kg/m²)			
Normal	32 (76.2)	9 (60.0)	41 (71.9)
Sobrepeso	5 (11.9)	4 (26.7)	9 (15.8)
Obesidad I	4 (9.5)	2 (13.3)	6 (10.5)
Obesidad II	1 (2.4)	0 (0.0)	1 (1.8)
Obesidad III	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)

En cuanto a los hombres el IAC, IRC e IMT, presentaron correlaciones altas y significativas con %GC y TAV. El IAC mostró la correlación más alta con el %GC ($p = 0.811$; $p < 0.001$), mientras que el IAC e IMT destacaron con el TAV ($p = 0.785$; $p = 0.001$ y $p = 0.745$; $p = 0.001$, respectivamente).

Cuando se consideró la muestra total (hombres y mujeres), el IAC ($p = 0.731$; $p < 0.001$) presentó la correlación más alta con el %GC, seguido por el IMT ($p = 0.656$; $p < 0.001$). En cuanto al TAV el IRC mostró la correlación más alta ($p = 0.781$; $p < 0.001$), situación similar se observó con el IMT ($p = 0.705$; $p < 0.001$). Por su parte, el IFC y el IPCC no mostraron correlación significativa con el %GC.

Tabla 4. Correlación de Spearman por sexo entre %GC y TAV determinado por DXA con índices antropométricos (n=57).

Índices	Mujeres (n = 42)		Hombres (n = 15)		Total	
	%GC	TAV	%GC	TAV	%GC	TAV
IAC	0.674**	0.647**	0.811**	0.785**	0.731**	0.534**
IRC	0.707**	0.817**	0.714**	0.695**	0.609**	0.781**
IFC	0.491**	0.643**	0.114	0.093	0.021	0.404**
IPCC	0.368*	0.348*	-0.064	0.034	0.098	0.312*
ICAP	0.552**	0.672**	0.564*	0.474	0.488**	0.627**
ICO	0.585**	0.718**	0.507	0.434	0.368**	0.645**
IMT	0.595**	0.687**	0.739**	0.745**	0.656**	0.705**

%GC por DXA: Porcentaje de grasa corporal determinado por DXA; TAV masa (g) por DXA: Tejido adiposo visceral masa en gramos determinado por DXA; IAC: Índice de adiposidad corporal; IRC: Índice de redondez corporal; IFC: Índice de forma corporal; IPCC: Índice peso circunferencia de cintura; ICAP: Índice de circunferencia cintura ajustado al peso; ICO: Índice de concididad; IMT: Índice de masa triponderal. Valores expresados como coeficiente rho de Spearman. Pruebas bilaterales: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

Capacidad discriminatoria de los índices.

La Tabla 5 muestra el comportamiento de los índices como prueba de predicción de sobrepeso u obesidad de acuerdo con el %GC determinado mediante DXA. Los resultados indicaron que en las mujeres el IRC (ABC = 0.852, $p < 0.001$) e ICO (ABC = 0.828, $p < 0.001$) mostraron adecuadas ABC, pero el IRC presentó la especificidad más alta. Lo que este índice muestra es una gran capacidad para confirmar el diagnóstico de sobrepeso u obesidad cuando se encuentra por arriba del punto de corte (2.751). En contraste el IPCC fue el índice con el valor más bajo del ABC (0.609, $p > 0.05$).

Respecto a los hombres, el IRC (ABC = 0.804, $p = 0.049$) presentó una excelente sensibilidad, pero limitada especificidad, por lo que el índice clasifica muy bien a los sujetos con sobrepeso y obesidad, pero no clasifica adecuadamente a los sujetos normales. Con relación al IAC (ABC = 0.875, $p = 0.015$), tanto la sensibilidad (0.857), como la especificidad (0.857), se consideraron muy buenas, y resultaron ser los mejores índices para el diagnóstico de exceso de grasa corporal en hombres. Otro índice que resultó bueno para clasificar sobrepeso u obesidad en hombres fue el IMT (ABC=0.893), demostrando una excelente capacidad para descartar la condición (Tabla 5).

Con relación al TAV y los índices antropométricos (Tabla 6) en las mujeres se observó que en la mayoría de los índices presentaron un adecuado desempeño diagnóstico con la grasa visceral. El más sobresaliente fue el IMT (ABC = 1.000, $p < 0.001$). El IAC también presentó una excelente ABC (0.993, $p < 0.001$) destacando como un excelente indicador para confirmar el diagnóstico y/o descartar el exceso de TAV. En contraste el IFC, fue el que presentó menor ABC (0.750; $p < 0.029$) en comparación a los otros índices.

Al comparar el IRC de mujeres vs hombres, se observó que en los hombres el IRC presentó una mejor capacidad para diagnosticar y/o descartar el exceso de TAV, con un ABC sobresaliente (0.962, $p = 0.042$). El IMT también presentó un ABC, excelentes, sin embargo, no alcanzó una diferencia significativa ($p = 0.062$), posiblemente esto pueda deberse por el tamaño de muestra que fue pequeño en los hombres. El resto de los índices no mostraron significancia (Tabla 6).

Discusión

En el presente estudio se observó que al utilizar el IMC hubo más casos de sujetos clasificados con obesidad en ambos sexos en comparación con el

Tabla 5. Análisis de las características operativa del receptor (ROC) por sexo asumiendo el diagnóstico de sobrepeso/obesidad por %GC (obtenido por DXA) vs índices antropométricos (n = 57).

Sexo	Índices Antropométrico	ABC (IC 95%)	Punto de Corte	Sensibilidad (IC 95%)	Especificidad (IC 95%)	LR+	LR-	Significancia
Mujeres (n = 42)	IRC	0.852 (0.735 - 0.968)	2.751	0.64 (0.425 - 0.820)	0.941 (0.713 - 0.998)	10.884	0.383	<0.001
	IFC	0.802 (0.654 - 0.950)	0.113	0.76 (0.548 - 0.906)	0.824 (0.565 - 0.962)	4.306	0.291	0.001
	IAC	0.812 (0.677 - 0.946)	29.43	0.88 (0.687 - 0.974)	0.706 (0.440 - 0.896)	2.992	0.17	0.001
	IPCC	0.609 (0.434 - 0.784)	0.846	0.4 (0.211 - 0.613)	0.882 (0.635 - 0.985)	3.401	0.68	0.233
	ICAP	0.802 (0.665 - 0.939)	9.122	0.92 (0.739 - 0.990)	0.588 (0.329 - 0.815)	2.234	0.136	0.001
	ICO	0.828 (0.700 - 0.956)	1.095	0.76 (0.548 - 0.906)	0.824 (0.565 - 0.962)	4.306	0.291	<0.001
	IMT	0.766 (0.621 - 0.910)	15.03	0.56 (0.349 - 0.756)	0.941 (0.713 - 0.998)	9.524	0.468	0.004
		0.804 (0.578 - 1.000)	2.33	1 (0.35 - 1.000)	0.5 (0.07 - 0.930)	2	0	0.049
Hombres (n = 15)	IRC	0.429 (0.124 - 0.733)	0.144	0.143 (0.00 - 0.400)	1 (0.31 - 1.000)	∞	0.857	0.643
	IFC	0.875 (0.686 - 1.000)	25.891	0.857 (0.61 - 1.000)	0.875 (0.55 - 1.000)	6.86	0.164	0.015
	IAC	0.643 (0.346 - 0.940)	0.902	1 (0.35 - 1.000)	0.5 (0.07 - 0.930)	2	0	0.355
	IPCC	0.661 (0.374 - 0.948)	8.825	1 (0.35 - 1.000)	0.375 (0.04 - 0.710)	1.6	1	0.298
	ICAP	0.607 (0.309 - 0.905)	1.202	0.571 (0.13 - 0.860)	0.75 (0.35 - 0.970)	2.29	0.571	0.487
	ICO	0.893 (0.725 - 1.000)	13.829	1 (0.35 - 1.000)	0.75 (0.35 - 0.970)	4	0	0.011
	IMT							

%GC: Porcentaje de grasa corporal por DXA; ABC: Área bajo la curva; IC: Intervalo de Confianza; PC: Punto de corte (definido con el índice de Youden); LR+: Verosimilitud positiva; LR-: Verosimilitud negativa; IRC: Índice de redondez corporal; IFC: Índice de forma corporal; IAC: Índice de adiposidad corporal; IPCC: Índice peso circunferencia de cintura; ICAP: Índice de circunferencia cintura ajustado al peso; ICO: Índice de concididad; IMT: Índice de masa triponderal. $p < 0.05$.

Tabla 6. Análisis de las características operativa del receptor (ROC) por sexo asumiendo el diagnóstico de sobrepeso/obesidad por TAV (obtenido por DXA) vs índices antropométricos (n = 57).

Sexo	Índices Antropométrico	ABC (IC 95%)	Punto de Corte	Sensibilidad (IC 95%)	Especificidad (IC 95%)	LR+	LR-	Significancia
Mujeres (n = 42)	IRC	0.985 (0.953 - 1.000)	3.213	0.882 (0.725 - 0.967)	1 (0.630 - 1.000)	∞	0.118	< 0.0001
	IFC	0.75 (0.514 - 0.985)	0.115	0.677 (0.494 - 0.826)	0.875 (0.473 - 0.996)	5.412	0.37	0.029
	IAC	0.993 (0.975 - 1.000)	33.65	0.941 (0.803 - 0.992)	1 (0.630 - 1.000)	∞	0.059	< 0.0001
	IPCC	0.963 (0.912 - 1.000)	0.846	0.882 (0.725 - 0.967)	1 (0.630 - 1.000)	∞	0.118	< 0.0001
	ICAP	0.846 (0.610 - 1.000)	10.02	0.941 (0.803 - 0.992)	0.875 (0.473 - 0.996)	7.53	0.067	0.003
	ICO	0.853 (0.626 - 1.000)	1.165	0.912 (0.763 - 0.981)	0.875 (0.473 - 0.996)	7.294	0.101	0.002
	IMT	1 (1.000 - 1.000)	17.13	1 (0.897 - 1.000)	1 (0.630 - 1.000)	∞	0	< 0.0001
Hombres (n = 15)	IRC	0.962 (0.854 - 1.000)	4.322	0.923 (0.639 - 0.998)	1 (0.1581 - 1.000)	∞	0.077	0.042
	IFC	0.808 (0.406 - 1.00)	0.132	0.615 (0.315 - 0.861)	1 (0.1581 - 1.000)	∞	0.385	0.174
	IAC	0.846 (0.617 - 1.000)	27.65	0.769 (0.461 - 0.949)	1 (0.1581 - 1.000)	∞	0.231	0.126
	IPCC	0.615 (0.122 - 1.000)	0.917	0.385 (0.138 - 0.684)	1 (0.1581 - 1.000)	∞	0.615	0.61
	ICAP	0.846 (0.517 - 1.000)	9.998	0.692 (0.385 - 0.909)	1 (0.1581 - 1.000)	∞	0.308	0.126
	ICO	0.846 (0.517 - 1.000)	1.203	0.692 (0.385 - 0.909)	1 (0.1581 - 1.000)	∞	0.308	0.126
	IMT	0.923 (0.772 - 1.000)	17.17	0.923 (0.639 - 0.998)	1 (0.1581 - 1.000)	∞	0.077	0.062

TAV: Tejido adiposo visceral por DXA; ABC: Área bajo la curva; IC: Intervalo de Confianza; PC: Punto de corte (definido con el índice de Youden); LR+: Verosimilitud positiva; LR-: Verosimilitud negativa; IRC: Índice de redondez corporal; IFC: Índice de forma corporal; IAC: Índice de adiposidad corporal; IPCC: Índice peso circunferencia de cintura; ICAP: Índice de circunferencia cintura ajustado al peso; ICO: Índice de concididad; IMT: Índice de masa triponderal. p<0.05.

IMG. Esto puede deberse a que el IMC, no diferencia entre masa grasa y masa libre de grasa, en comparación al IMG que se calcula a partir de la grasa corporal (AlMasud et al., 2025; Liu et al., 2013).

Respecto a las correlaciones entre %GC y TAV con los índices antropométricos, variaron según el sexo y el componente de adiposidad. En las mujeres los índices presentaron correlaciones positivas y significativas con ambas variables, mostrando el IRC la mejor correlación. En los hombres, el índice IAC, se correlacionó para %GC y TAV. Un estudio realizado en adultos examinó la validez del IAC como medida de la adiposidad corporal total, y reportaron correlaciones positivas, moderadas y significativas entre el IAC y %GC determinado mediante un modelo de cuatro compartimentos, tanto en mujeres ($r = 0.56$; $R^2 = 0.314$; $p < 0.001$) como en hombres ($r = 0.64$; $R^2 = 0.410$; $p < 0.001$) (Fedewa et al., 2020), en nuestro estudio también se observaron correlaciones positivas y significativas entre el IAC y %GC, sin embargo, la magnitud fue moderada en las mujeres ($\rho = 0.674$) y alta en los hombres ($\rho = 0.811$). La magnitud de la correlación observada en los hombres del presente estudio debe

interpretarse con cautela debido al reducido tamaño de este subgrupo. En este mismo sentido otro estudio realizado en una población brasileña, verificaron la validez del IAC, con el %GC, encontrando una correlación alta ($r = 0.795$; $p < 0,01$), no obstante, la concordancia entre ambos métodos fue baja Ribeiro da Costa et al., (2022) por lo que se debe tener cautela al utilizarlo.

El índice que presentó la mayor correlación con %GC y TAV fue el IRC. Un estudio realizado en estudiantes universitarios de Turquía determinó las relaciones entre diversos índices antropométricos y el %GC estimado con análisis de bioimpedancia eléctrica, reportando una correlación moderada con el IRC en hombres y mujeres ($r = 0.564$, $p < 0.05$; $r = 0.368$, $p < 0.05$ respectivamente) (Söğüt et al., 2018). En cambio, en nuestros resultados se encontró una correlación más fuerte para hombres ($\rho = 0.714$) y mujeres ($\rho = 0.707$). Esto se podría deber a que en nuestro estudio se utilizó el DXA el cual es considerado el estándar de oro para determinar la grasa corporal.

Otro estudio realizado en estudiantes universitarios de Colombia identificó la sensibilidad de diferentes

índices de adiposidad (ICO e IAC) relacionada con el perímetro de cintura. Los autores reportaron correlaciones altas para el ICO ($r = 0.842$) y moderadas para el IAC ($r = 0.687$) con el perímetro de cintura (Molano-Tobar et al., 2021), los cuales fueron similares a lo encontrado en el presente estudio.

Por su parte, un estudio realizado en mujeres japonesas universitarias examinó la utilidad de los índices IRC, IFC, IAC, ICO para el diagnóstico de la obesidad comparado con la grasa corporal y tejido adiposo intraabdominal medidos con DXA. Los autores encontraron que los índices mostraron correlaciones de débiles a moderadas, pero el índice IFC no se correlacionó significativamente con %GC ni con el tejido adiposo intraabdominal (Kagawa, 2021). Siendo lo anterior contrario a los resultados de nuestra población femenina, donde el IFC presentó una correlación baja (%GC: $\rho = 0.491$, $p < 0.01$ y TAV: $\rho = 0.643$, $p < 0.01$). Asimismo, en nuestra población femenina presentaron correlaciones de moderadas a altas, siendo más altas en los índices IAC, IRC e ICO con el TAV que con el %GC, similar a lo reportado en el estudio japonés.

En relación con las características operativas del receptor (ROC) por %GC en las mujeres, en el estudio de las mujeres japonesas (Kagawa, 2021) el ABC del IRC fue cercano al obtenido en el presente estudio (0.819 vs 0.852 respectivamente), con respecto al IAC el ABC fue igual en ambos estudios (ABC = 0.812). Por el contrario, los valores del ABC de los índices ICO y del IFC en la población japonesa fueron menores (0.671 y 0.552, respectivamente) que los obtenidos en nuestro estudio (0.828 y 0.802 respectivamente). Al comparar los puntos de corte de ambos estudios (grupo de mujeres) se observó que los valores de IAC (28.58) y del ICO (1.077) fueron similares a nuestros resultados (29.430 y 1.095, respectivamente).

Una investigación llevada a cabo en estudiantes universitarios de Nigeria comparó los índices IRC, ICO, IAC y IFC de hombres con la circunferencia de cintura, considerándola como indicador de la obesidad central. El ABC de la mayoría de los índices fueron excelentes (0.80 – 0.90) y significativos, con excepción del IFC que presentó un ABC más baja (0.735) (Ugbenyen & Ajayi, 2023). Este estudio mostró un comportamiento muy similar

al de nuestro trabajo en las ABC para los índices IRC, ICO y IAC cuando fueron contrastados con TAV, con excepción del ABC del IFC, el cual fue más alto en nuestro estudio. Sin embargo, en nuestro estudio el índice que presentó una diferencia significativa fue IRC, los demás índices no alcanzaron dicha diferencia estadística, esto puede deberse a que en nuestra investigación la muestra de nuestros sujetos fue pequeña, lo que probablemente limitó el poder de la prueba. En concordancia con nuestros hallazgos, Ugbenyen y Ajayi (2023) reportaron valores similares de las ABC en mujeres nigerianas; en ambos estudios, el IRC obtuvo un ABC más alto que los otros índices, y el IFC fue el más bajo, pero en todos los índices antropométricos se obtuvo una diferencia significativa ($p < 0.001$).

Berroa et al. (2021) verificaron la aplicabilidad de los índices antropométricos IMC e IMT, para valorar la adiposidad corporal en jóvenes universitarios peruanos (Berroa et al., 2021). Los autores reportaron una relación positiva cuando compararon la sumatoria de 4 pliegues cutáneos (bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco) con el IMT, concluyendo que este índice puede ser utilizado para determinar los niveles de grasa corporal en universitarios, convirtiéndose en una alternativa apropiada en lugar del uso del IMC. En concordancia con estos antecedentes, en el presente estudio el IMT mostró una capacidad discriminatoria de aceptable a sobresaliente para identificar el exceso de grasa corporal en ambos sexos ($p < 0.001$). Para la identificación del exceso de TAV, el IMT presentó un ABC sobre saliente y estadísticamente significativo en las mujeres ($p < 0.001$) y en el caso de los hombres, aunque su ABC también fue sobresaliente (ABC = 0.923) no alcanzó significancia estadística ($p = 0.062$) posiblemente si la “n” hubiera sido mayor, esta significancia se podría haber alcanzado.

Nuestro estudio tiene como limitante el tamaño de muestra en el grupo de los hombres, lo que probablemente limitó el poder estadístico en algunos índices, principalmente los relacionados con el TAV. Además, al ser un estudio transversal no permite establecer causalidad o evaluar el comportamiento de los índices. También al ser una muestra de una sola institución no podemos generalizar los resultados o extrapolarlos a otra población. Sin embargo, nuestro estudio cuenta con una gran fortaleza, la

determinación de la grasa corporal y del TAV determinado por DXA, siendo un estándar de referencia y considerado como estándar de oro para la determinación de la composición corporal.

Por lo anterior se recomienda para futuros estudios el incluir muestras más amplias y de igual proporción entre hombres y mujeres para ver la posible diferencia. Así mismo, se recomienda explorar estos índices en otras poblaciones y grupos de edad para conocer su posible potencial como cribados. También incorporar indicadores bioquímicos y relacionarlos con riesgo cardiometabólico, finalmente se sugiere implementar programas de prevención para disminuir el riesgo de acumulación de grasa corporal en jóvenes universitarios.

Conclusiones

Los índices que se proponen como una opción para un primer cribado para determinar grasa corporal y visceral son IRC, IAC e IMT en ambos sexos, ya que presentaron un mejor comportamiento frente a la grasa corporal y TAV con DXA. Dichos índices representan una alternativa, principalmente en entornos comunitarios o escolares, ya que pueden ayudar a identificar posibles riesgos en la población donde el acceso a equipos más sofisticados no es posible.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este manuscrito, los autores emplearon ChatGPT [GPT 5.6 Sol, versión GPT-5.6 (OpenIA)] con fecha agosto de 2026 con el propósito de mejorar aspectos superficiales del texto como ortografía, gramática, puntuación, estilo o formato, sin modificar el contenido científico de fondo. Los autores supervisaron y editaron en todo momento el resultado generado y asumen plena responsabilidad por el contenido de esta publicación. Así mismo, los autores declaran no haber usado información sensible de los participantes en ningún modelo de Inteligencia Artificial.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecemos el apoyo para la toma de medidas antropométricas a la LCN Dana Gisselle Díaz Chavira y al LCN Samuel Ramírez García.

Bibliografía

- Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., Adams, R. J., Aekplakorn, W., Afsana, K., Aguilar-Salinas, C. A., Agyemang, C., Ahmadvand, A., Ahrens, W., Ajlouni, K., Akhtaeva, N., Al-Hazzaa, H. M., Al-Othman, A. R., Al-Raddadi, R., Al Buhairan, F., ... Ezzati, M. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: A pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113), 2627-2642. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32129-3)
- AlMasud, A. A., Alothman, S. A., Benajiba, N., Alqahtani, S., Alatr, A. A., Alshatowy, A. A., Alenezy, G. E., Alshahrani, G. M., Alhussain, L. A., Alnashwan, N. I., Alshimali, N. A., Alneghamshi, N. A., Aljasser, N. M., & Huwaikem, M. A. (2025). Relationship of fat mass index and fat free mass index with body mass index and association with sleeping patterns and physical activity in Saudi young adults women. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 44(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s41043-025-00795-5>
- Bauce, G., & Moya-Sifontes, M. Z. (2020). Índice Peso Circunferencia de Cintura como indicador complementario de sobrepeso y obesidad en diferentes grupos de sujetos. *Revista Digital de Postgrado*, 9(1), e195-e195.
- Bergman, R. N., Stefanovski, D., Buchanan, T. A., Sumner, A. E., Reynolds, J. C., Sebring, N. G., Xiang, A. H., & Watanabe, R. M. (2011). *A Better Index of Body Adiposity*. 19(15), 1083-1089. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.38>
- Berroa Gárate, H. C., Vidal Espinoza, R., Rivera Portugal, M., Gómez Campos, R., Olivares, P. R., Urrea Alborno, C., Flores Gómez, A., & Cossio Bolaños, M. A. (2021). Asociación entre relaciones peso-estatura y grasa subcutánea en jóvenes universitarios peruanos. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 41(3), 58–63. <https://doi.org/10.12873/413berroa>
- Bilgin Göçer, D., Baş, M., Çakır Biçer, N., & Hajhamdiasl, L. (2022). Predicting metabolic syndrome by visceral adiposity index, body roundness index, dysfunctional adiposity index, lipid accumulation product index, and body shape index in adults. *Nutrición Hospitalaria*, 39(4), 794–802. <https://doi.org/10.20960/nh.03966>
- Christakoudi, S., Tsilidis, K. K., Muller, D. C., Freisling, H., Weiderpass, E., Overvad, K., Söderberg, S., Häggström, C., Pischon, T., Dahm, C. C., Zhang, J.,

- Tjønneland, A., Halkjær, J., MacDonald, C., Boutron-Ruault, M.-C., Mancini, F. R., Kühn, T., Kaaks, R., Schulze, M. B., ... Riboli, E. (2020). A Body Shape Index (ABSI) achieves better mortality risk stratification than alternative indices of abdominal obesity: Results from a large European cohort. *Scientific Reports*, 10(1), 14541. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71302-5>
- Detopoulou, P., Dedes, V., Syka, D., Tzirogiannis, K., & Panoutsopoulos, G. I. (2022). Mediterranean Diet, a Posteriori Dietary Patterns, Time-Related Meal Patterns and Adiposity: Results from a Cross-Sectional Study in University Students. *Diseases*, 10(3), 64. <https://doi.org/10.3390/diseases10030064>
- Esparza-Ros, F., Vaquero-Cristóbal, R., & Marfell-Jones, M. (2019). Protocolo internacional para la valoración antropométrica. *Perfil Completo*. Murcia: International Society for the Advancement of Kinanthropometry-ISAK.
- Fahami, M., Hojati, A., & Farhangi, M. A. (2024). Body shape index (ABSI), body roundness index (BRI) and risk factors of metabolic syndrome among overweight and obese adults: A cross-sectional study. *BMC Endocrine Disorders*, 24(1), 230. <https://doi.org/10.1186/s12902-024-01763-6>
- Fedewa, M. V., Nickerson, B. S., & Esco, M. R. (2020). The Validity of Relative Fat Mass and Body Adiposity Index as Measures of Body Composition in Healthy Adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 24(2), 137-146. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2020.1720689>
- Frank, A. P., de Souza Santos, R., Palmer, B. F., & Clegg, D. J. (2019). Determinants of body fat distribution in humans may provide insight about obesity-related health risks. *Journal of Lipid Research*, 60(10), 1710-1719. <https://doi.org/10.1194/jlr.R086975>
- Freedman, D. S., Thornton, J. C., Pi-Sunyer, F. X., Heymsfield, S. B., Wang, J., Pierson Jr, R. N., Blanck, H. M., & Gallagher, D. (2012). The Body Adiposity Index (Hip Circumference ÷ Height^{1.5}) Is Not a More Accurate Measure of Adiposity Than Is BMI, Waist Circumference, or Hip Circumference. *Obesity*, 20(12), 2438-2444. <https://doi.org/10.1038/oby.2012.81>
- Gong, H., Duan, S., Choi, S., & Huang, S. (2024). Higher body roundness index (BRI) increases infertility among U.S. women aged 18–45 years. *BMC Endocrine Disorders*, 24(1), 266. <https://doi.org/10.1186/s12902-024-01799-8>
- Guo, Y., Song, M., & Wang, C. (2025). Weight-adjusted waist circumference index and chronic diseases as predictors of depression risk in U.S. adults: A cross-sectional study with mediation analysis. *Frontiers in Nutrition*, 12, Article 1568193. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1568193>
- Kagawa, M. (2021). Differences in the obesity screening ability of 19 anthropometric parameters in young Japanese females: Comparisons of direct measurements, conventional and novel indices. *International Journal of Kinanthropometry*, 1(1), 41-52. <https://doi.org/10.34256/ijk2117>
- Liu, P., Ma, F., Lou, H., & Liu, Y. (2013). The utility of fat mass index vs. Body mass index and percentage of body fat in the screening of metabolic syndrome. *BMC Public Health*, 13(1), 629. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-629>
- López Maupomé, A., & Vacio Muro, M. de los Á. (2020). La etapa universitaria y su relación con el sobrepeso y la obesidad. *Revista Digital Universitaria*, 21(5). <https://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2020.21.5.7>
- Maillet, M. A., & Grouzet, F. M. E. (2023). Understanding changes in eating behavior during the transition to university from a self-determination theory perspective: A systematic review. *Journal of American College Health*, 71(2), 422-439. <https://doi.org/10.1080/07448481.2021.1891922>
- Martins, C. A., Prado, C. B. do, Ferreira, J. R. S., Cattafesta, M., Neto, E. T. dos S., Haraguchi, F. K., Marques-Rocha, J. L., & Salaroli, L. B. (2023). Conicity index as an indicator of abdominal obesity in individuals with chronic kidney disease on hemodialysis. *PLOS ONE*, 18(4), e0284059. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284059>
- Meredith-Jones, K., Taylor, R., Brown, R., Cooke, R., Vlietstra, L., Manning, P., Poulton, R., & Haszard, J. (2021). Age- and sex-specific visceral fat reference cutoffs and their association with cardio-metabolic risk. *International Journal of Obesity*, 45(4), 808-817. <https://doi.org/10.1038/s41366-021-00743-3>
- Messina, C., Albano, D., Gitto, S., Tofanelli, L., Bazzocchi, A., Ulivieri, F. M., Guglielmi, G., & Sconfienza, L. M. (2020). Body composition with dual energy X-ray absorptiometry: From basics to new tools. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 10(8), 1687698-1681698. <https://doi.org/10.21037/qims.2020.03.02>

- Molano-Tobar, N. J., Narváez, L. M. C., & Hurtado, A. F. V. (2021). Estimación de la Obesidad a partir de índices de adiposidad en Universitarios de Popayán, Colombia (Estimation of obesity from adiposity indexes in university students of Popayán, Colombia). *Cultura, Ciencia y Deporte*, 16(48), 301-309. <https://doi.org/10.12800/ccd.v16i48.1753>
- Mondal, S., Basu, C., Alkhawaitri, M., Almamari, I., Albrwaney, S., & Alhabsi, T. (2025). Obesity among college students in Oman: Implications for health and academic performance. *BMC Public Health*, 25(1), 1111. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21946-7>
- Ribeiro da Costa, J. R., Costa, R. F. da, Goncalves, C. A. M., de Oliveira Borges, M. V., Almeida-Neto, P. F. D., De Assis, G. G., Cabral, B. G. D. A. T., & Dantas, P. M. S. (2022). The Body Adiposity Index is not applicable to the Brazilian adult population. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.888507>
- Rosales-Ricardo, Y., Cordovéz-Macias, S., Fernández-Vélez, Y., Álvarez-Carrión, S., Rosales-Ricardo, Y., Cordovéz-Macias, S., Fernández-Vélez, Y., & Álvarez-Carrión, S. (2023). Nutritional status and physical activity in college students. A systematic review. *Revista chilena de nutrición*, 50(4), 445-456. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182023000400445>
- Secretaría de Salud. (2013). *NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013#gsc.tab=0
- Söğüt, M., Altunsoy, K., & Varela-Silva, M. I. (2018). Associations between anthropometric indicators of adiposity and body fat percentage in normal weight young adults. *Anthropological Review*, 81(2), 174-181. <https://doi.org/10.2478/anre-2018-0015>
- Sun, J., Yang, R., Zhao, M., Bovet, P., & Xi, B. (2021). Tri-Ponderal Mass Index as a Screening Tool for Identifying Body Fat and Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Frontiers in Endocrinology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.694681>
- Telleria-Aramburu, N., & Arroyo-Izaga, M. (2022). Risk factors of overweight/obesity-related lifestyles in university students: Results from the EHU12/24 study. *British Journal of Nutrition*, 127(6), 914-926. <https://doi.org/10.1017/S0007114521001483>
- Ugbenyen, A. M., & Ajayi, O. O. (2023). Studying the anthropometric indices of university students at a Nigerian university. *Journal of Nature and Science of Medicine*, 6(4), 192-198. https://doi.org/10.4103/jnsnm.jnsnm_148_22
- Van Haute, M., Rondilla, E., Vitug, J. L., Batin, K. D., Abrugar, R. E., Quitoriano, F., Dela Merced, K., Maaño, T., Higa, J., Almoró, J. G., Ternida, D., & Cabrera, J. T. (2020). Assessment of a proposed BMI formula in predicting body fat percentage among Filipino young adults. *Scientific Reports*, 10(1), 21988. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79041-3>
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *JAMA*, 310(20), 2191-2194. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>