

# Estimación predictiva en población laboral del Índice de adiposidad visceral (VAI) y adiposidad disfuncional (DAI) en síndrome metabólico

Predictive estimation of the Visceral Adiposity Index (VAI) and Dysfunctional Adiposity Index (DAI) for metabolic syndrome in a working population

M<sup>a</sup> Teófila Vicente-Herrero<sup>1</sup>  0000-0002-7439-8117

Mónica Egea Sancho<sup>2</sup>  0000-0003-2088-3560

M<sup>a</sup> Victoria Ramírez Iñiguez de la Torre<sup>3</sup>  0000-0002-7772-5689

Ángel Arturo López González<sup>4,5</sup>  0000-0002-7439-8117

<sup>1</sup>Especialista en Medicina del Trabajo. Grupo ADEMA-SALUD del Instituto Universitario de Ciencias de la Salud-IUNICS Illes Balears (España)

<sup>2</sup>Especialista en Medicina del Trabajo. Servei de Salut Manacor. Illes Balears (España)

<sup>3</sup>Especialista en Medicina del Trabajo. SPP Grupo Correos-SEPI-Albacete y Cuenca (España).

<sup>4</sup>Especialista en Medicina del Trabajo. Servei de Salut Palma de Mallorca. Illes Balears (España).

<sup>5</sup>Grupo ADEMA-SALUD del Instituto Universitario de Ciencias de la Salud-IUNICS Illes Balears (España).

## Fechas · Dates

Recibido: 02/01/2023  
Aceptado: 06/07/2023  
Publicado: 15/07/2023

## Correspondencia · Corresponding Author

M<sup>a</sup> Teófila Vicente-Herrero  
ADEMA-SALUD Grupo del Instituto Universitario de Ciencias de la Salud-IUNICS  
Illes Balears (España)  
vicenteherreromt@gmail.com

## Resumen

**Introducción:** Evaluar el síndrome metabólico utilizando tres métodos propuestos por instituciones internacionales de referencia, y los índices de adiposidad visceral (VAI) y adiposidad disfuncional (DAI), en la predicción y estimación de la prevalencia en población laboral.

**Métodos:** Estudio transversal en trabajadores de distintas comunidades autónomas españolas a los que se les realizó un examen de salud entre enero 2019 y septiembre 2021 por cuatro servicios de prevención de riesgos laborales. Se evaluó el síndrome metabólico con criterios del National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP/ATP-III), International Diabetes Federation (IDF) y Joint Interim Statement (JIS). Se calcularon los valores de VAI y DAI mediante sus fórmulas específicas y su capacidad predictiva mediante curvas ROC. Se utilizó el programa SPSS 27.0, considerando significación estadística  $p < 0,05$ .

**Resultados:** Se incluyeron 418 343 trabajadores, la mayoría hombres (58,8%), de edad media entre 30 y 49 años (58,0%), clase social III, tipo de trabajo manual (75,9%) y no fumadores (66,9%). La prevalencia de síndrome metabólico muestra diferencias según el criterio utilizado, siendo superior en hombres con IDF y JIS, y en mujeres con ATPIII. Para las tres definiciones de síndrome metabólico, los valores del área bajo la curva fueron  $> 0,8$  ( $>80\%$ ). El VAI más elevado se obtuvo con JIS, y el DAI más alto con ATPIII. El índice de mayor confianza fue para ATPIII y JIS.

**Conclusiones:** Los índices de adiposidad VAI y DAI muestran una elevada capacidad predictiva del síndrome metabólico con los tres criterios utilizados y pueden ser de utilidad preventiva en salud laboral.

---

**Palabras clave:** síndrome metabólico, prevención, salud laboral, índice de adiposidad.

---

## Abstract

**Objective:** To evaluate metabolic syndrome using three methods proposed by recognized international institutions, and the visceral adiposity (VAI) and dysfunctional adiposity (DAI) indices for prediction and prevalence estimation in working populations.

**Methods:** Cross-sectional study in workers from different Spanish autonomous communities who underwent a health examination between January 2019 and September 2021 at four occupational risk prevention services. Metabolic syndrome was evaluated according to criteria from the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP/ATP-III), the International Diabetes Federation (IDF) and the Joint Interim Statement (JIS). VAI and DAI values were calculated using their specific formulas and their predictive capacity was measured using ROC curves. The SPSS 27.0 program was used, with statistical significance level set at  $p < 0.05$ .

**Results:** 418 343 workers were included, mostly men (58.8%), average age between 30 and 49 years (58.0%), social class III, mostly manual workers (75.9%) and nonsmokers (66.9%). The prevalence of metabolic syndrome differed depending on the criteria used, being higher in men with IDF and JIS, and in women with ATPIII. For the three definitions of metabolic syndrome, the values of the area under the curve were  $> 0.8$  ( $>80\%$ ). The highest VAI was obtained with the JIS, and the highest DAI with the ATPIII. The highest confidence index was for ATPIII and JIS.

**Conclusions:** The VAI and ICD adiposity indices show high predictive capacity in metabolic syndrome with all three criteria used and can be useful for prevention activities in occupational health.

---

**Key Words:** Metabolic syndrome, Prevention, Occupational health, Adiposity index.

---

## Introducción

El síndrome metabólico (MetS) es una agrupación de factores individuales de riesgo metabólico que incluyen obesidad abdominal, hiperglucemia, hipertrigliceridemia, hipertensión y niveles bajos de colesterol de alta densidad. Es un factor de riesgo reconocido de enfermedades cardiovasculares y su prevalencia está aumentando en la población general, de forma similar a la enfermedad cardiovascular, con repercusión en la morbilidad y mortalidad en las personas afectadas<sup>(1)</sup>.

El MetS se asocia a un riesgo superior de eventos cardiovasculares, riesgo duplicado de enfermedad cardiovascular, cinco veces más en riesgo de diabetes tipo 2<sup>(2)</sup> y mayor mortalidad global por todas las causas. Sin embargo, esta relación no parece tan clara respecto a un mayor riesgo de infarto de miocardio ni de accidente cerebrovascular<sup>(3)</sup>. En población laboral se estima una prevalencia de MetS del 17,5 % para hombres y del 10,6 % para mujeres<sup>(4)</sup>.

Para evaluar el MetS en la población se proponen métodos alternativos, simples y no invasivos, así como métodos predictivos o que muestren fortaleza de asociación entre variables para actuar en prevención mediante la utilización de índices antropométricos, de composición corporal y valores de prueba de análisis de bioimpedancia<sup>(5)</sup>.

Estos índices de adiposidad son utilizados en la práctica clínica, especialmente en estudios de obesidad, riesgo cardiovascular y metabólico, pero no son conocidos ni usados en salud laboral donde la actividad de prevención y promoción de la salud son aspectos básicos. Además, el seguimiento periódico de las personas que trabajan facilita su detección precoz, posterior control y seguimiento, con la consiguiente repercusión en salud pública.

Este estudio tiene como objetivo evaluar el MetS en población laboral, utilizando tres métodos propuestos por instituciones internacionales de referencia: National Cholesterol Education Program/Adult Treatment Panel III (NCEP/ATP-III)<sup>(6)</sup>, la International Diabetes Federation (IDF)<sup>(7,8)</sup> y el Joint Interim Statement (JIS)<sup>(9)</sup>. También, estimar la sensibilidad de los índices de adiposidad visceral (visceral adiposity index, VAI) y de adiposidad disfuncional (dysfunctional adiposity index, DAI) en la predicción y estimación de la prevalencia de MetS en población laboral.

## Método

Estudio transversal realizado en trabajadores de nueve comunidades autónomas en España (Islas Baleares, Andalucía, Canarias, Comunidad Valenciana, Cataluña,

Madrid, Castilla-La Mancha, Castilla y León, y País Vasco) y con ocupaciones laborales como la hostelería, construcción, comercio, sanidad, administración pública, transporte, educación, industria y limpieza.

Se seleccionó una muestra de la población total de 925 320 personas procedente de la base de datos anonimizada depositada en el repositorio de la escuela universitaria de la Universidad de las Islas Baleares (ADEMA-UIB). Esta base de datos ha sido validada por el comité de ética de las Islas Baleares para estudios de investigación y tesis doctorales (CEI-IB Ref. No. 4383/20). Las personas incluidas se corresponden con los exámenes de salud realizados en el periodo enero 2019-septiembre 2021 en 4 servicios de prevención de riesgos laborales, 3 propios y 1 ajeno de implantación nacional. Sólo consta un único examen de salud por trabajador incluido en el estudio y comprendido en este espacio temporal. Se excluyeron 83 trabajadores por haber aportado la analítica en el examen de salud y, por tanto, no constar los mismos parámetros y no proceder del laboratorio de referencia en el estudio<sup>(10)</sup>.

Las medidas antropométricas de talla y peso, datos clínicos y analíticas fueron realizadas por el personal sanitario de las diferentes unidades de salud laboral participantes en el estudio, previa homogeneización de las técnicas de medición comprobando que los medios utilizados eran iguales y que los aparatos estaban calibrados y utilizados en estudios previos de investigación<sup>(11)</sup>. El laboratorio concertado para analíticas era común a todos ellos y de implantación nacional y formado parte de estudios previos de investigación y proyectos de tesis doctoral<sup>(12)</sup>.

El perímetro abdominal de la cintura se midió en centímetros (cm) con una cinta métrica: SECA modelo 20, con un intervalo de 1-200 cm y división milimétrica. Para su evaluación, la persona se colocó en posición de pie, con los pies juntos y el tronco erguido, el abdomen relajado y las extremidades superiores colgando a ambos lados del cuerpo. La cinta métrica se colocó paralela al suelo a la altura de la última costilla flotante. La tensión arterial se determinó en decúbito supino con un esfigmomanómetro automático OMRON M3 calibrado tras 10 minutos de reposo (tamaño del manguito ajustado a la circunferencia del brazo). Se realizaron tres mediciones a intervalos de 1 minuto y se calculó la media de las tres.

Las muestras de sangre se obtuvieron por venopunción periférica tras un ayuno de 12 horas y se enviaron a laboratorios de referencia donde se procesaron en un plazo de 48-72 horas. La glucemia, el colesterol total y los triglicéridos se determinaron por métodos enzimáticos automatizados, expresando los valores en miligramo/decilitro (mg/dl). Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) se calcularon por precipitación con dextranosulfato Cl2Mg, y los valores se expresaron en mg/dL. Las lipoproteínas de baja densidad (LDL) se estimaron mediante la fórmula de Friedewald  $LDL = (\text{colesterol total} - HDL - \text{triglicéridos}/5)$ <sup>(13)</sup>, siempre que los triglicéridos fueran inferiores a 400 mg/dl, y se expresaron en mg/dl. En caso contrario, no se calculó el LDL.

Para el diagnóstico del MetS se utilizaron las definiciones y criterios de NCEP/ATP-III, IDF y JIS. Son parámetros de referencia en todos ellos el perímetro de cintura, la presión arterial, la glucemia basal, los triglicéridos y el HDL colesterol.

Se utilizaron las siguientes fórmulas para los índices VAI y DAI<sup>(14,15)</sup>, para hombres y mujeres: VAI (hombres) = (perímetro de cintura(cm))/(39,68+(1,88\*IMC)))\*(TG/1,03)\*(1,31/HDL); VAI (mujeres) = (perímetro de cintura(cm)/(36,58+(1,89\*IMC)))\*(TG/0,81)\*(1,52/HDL); DAI (hombres) = [perímetro de cintura/[22,79+[2,68\*IMC]]]\*[triglicéridos(mmol/L)/1,37]\*[1,19/colesterol alta densidad (HDL-C, mmol/L)]; DAI (mujeres) = [perímetro de cintura/[24,02+[2,37\*IMC]]]\*[triglicéridos (mmol/L)/1,32]\*[1,43/ colesterol alta densidad HDL-C(mmol/L)], siendo IMC el índice de masa corporal y TG los triglicéridos.

La clase social y el tipo de trabajo se codificaron de acuerdo a la Clasificación Nacional de Ocupaciones vigente desde el año 2011 (CNO-11)<sup>(16)</sup>. Se tomó como referencia la propuesta del grupo de determinantes sociales de la Sociedad Española de Epidemiología. Esta clasificación incluye seis grupos que se han reducido a tres para este trabajo: Clase I. Directores/gerentes, profesionales universitarios, deportistas y artistas; Clase II. Ocupaciones intermedias y trabajadores por cuenta propia sin asalariados; y Clase III. Trabajadores no cualificados. La CNO permite también dividir a los trabajadores en manuales (blue collar) y no manuales (white collar), teniendo en cuenta el primer dígito. Los trabajadores con un primer dígito de la CNO entre 1 y 4 se consideraron trabajadores no manuales, mientras que los trabajadores con un primer dígito comprendido entre 5 y 9 fueron incluidos en la categoría de trabajadores manuales<sup>(17)</sup>.

Se realizó en primer lugar un análisis descriptivo de las variables categóricas, calculando la frecuencia y la distribución de las respuestas a cada variable. En el caso de las variables cuantitativas, se calcularon la media y la desviación típica. Para evaluar la normalidad de la muestra se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para valorar la utilidad de los diferentes métodos en la predicción del MetS con los tres métodos, se realizaron curvas ROC y se determinó el área bajo la curva (AUC), así como los puntos de corte con su sensibilidad, especificidad e índice de Youden (IJ) (IJ = S + E - 1) para determinar el punto de corte óptimo para la detección de MetS utilizando los tres criterios. Se considera alta capacidad predictiva cuando AUC>0,8 (>80%).

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 27.0, siendo el nivel de significación estadística aceptado de 0,05.

El estudio fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Área de Salud de las Islas Baleares (IB 4383/20).

## Resultados

Se incluyó un total de 418.343 trabajadores con un reconocimiento médico realizado durante el período de estudio. La mayoría eran hombres (58,8%), de edad media comprendida entre 30 y 49 años (el 58% de la población), pertenecientes en su mayoría a la clase social III, con tipo de trabajo manual (75,9%), y el 67,9% eran no fumadores (Tabla 1).

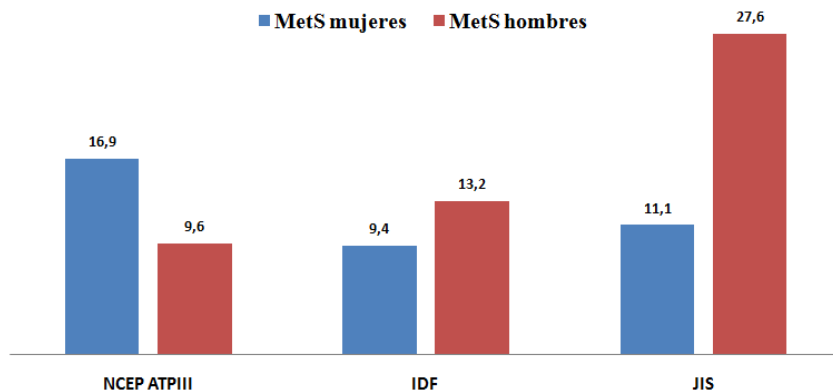
**Tabla 1.** Características de la población laboral estudiada: parámetros somatométricos, analíticos, sociales y consumo de tabaco.

VARIABLES	MUJERES n = 172 282	HOMBRES n = 246061	TOTAL n = 418343	P	
Parámetros somatométricos y analíticos (media, dt)	Edad	39,58 (10,78)	40,57 (11,06)	40,16 (10,96)	<0.0001
	Altura	161,83 (6,49)	174,62 (6,97)	169,35 (9,25)	<0.0001
	Peso	66,23 (13,98)	81,36 (14,72)	75,13 (16,23)	<0.0001
	Perímetro cintura (cm)	74,77 (10,55)	86,16 (11,09)	81,47 (12,23)	<0.0001
	TAS (mmHg)	117,43 (15,66)	128,17 (15,53)	123,74 (16,45)	<0.0001
	TAD (mmHg)	72,59 (10,40)	77,75 (10,96)	75,62 (11,03)	<0.0001
	Colesterol (mg/dL)	190,62 (35,82)	192,55 (38,87)	191,75 (37,65)	<0.0001
	HDL (mg/dL)	56,75 (8,65)	50,30 (8,49)	52,96 (9,13)	<0.0001
	LDL (mg/dL)	116,10 (34,80)	118,03 (36,69)	117,23 (35,93)	<0.0001
	Triglicéridos (mg/dL)	89,11 (46,18)	123,71 (86,39)	109,46 (74,56)	<0.0001
	Glucemia (mg/dL)	87,80 (15,14)	93,28 (21,26)	91,02 (19,17)	<0.0001
	GPT (U/l)	20,21 (13,56)	31,00 (20,20)	26,64 (18,58)	<0.0001
	GOT (U/l)	18,15 (7,91)	24,42 (13,30)	21,73 (11,73)	<0.0001
GGT (U/l)	20,41 (19,69)	35,77 (39,25)	29,56 (33,64)	<0.0001	
Edad (años) (%)	18-29	20,68	18,78	19,56	<0.0001
	30-39	29,67	27,55	28,42	
	40-49	29,61	30,05	29,87	
	50-70	20,04	23,62	22,15	
Clase social (%)	Clase I	6,90	4,86	5,70	<0.0001
	Clase II	23,37	14,87	18,37	
	Clase III	69,73	80,27	75,93	
Tabaco (%)	No fumadores	67,17	66,62	66,85	<0.0001
	Fumadores	32,83	33,38	33,15	

dt = desviación típica; Significación estadística  $p < 0,05$

La prevalencia de MetS mostró diferencias por sexo según el método utilizado para su valoración, siendo diferentes con NCEP/ATP III (16,9% en mujeres y 9,6 en hombres) respecto a IDF (9,4% en mujeres y 11,2% en hombres) y JIS (11,1% en mujeres y 27,6% en hombres), con mayor proporción de MetS en hombres con IDF y JIS y proporción superior en mujeres con ATP III (Figura 1).

**Figura 1.** Estimación porcentual del Síndrome Metabólico según el sexo y la definición y criterios del National Cholesterol Education Program/Adult Treatment Panel III (NCEP/ATP-III), la International Diabetes Federation (IDF) y el Joint Interim Statement (JIS).



MetS= Síndrome metabólico; ATP III=Adult Treatment Panel III; IDF= International Diabetes Federation; JIS= Joint Interim Statement

Los valores medios de VAI y DAI fueron más elevados en los hombres ( $p < 0.0001$ ). Los valores medios más altos se obtuvieron, tanto para el VAI como el DAI, con JIS comparándolos con los obtenidos con NCEP/ATP III y con IDF (Tabla 2).

**Tabla 2.** Valores medios de los índices Visceral Adiposity Index (VAI) y Dysfunctional Adiposity Index (DAI), según el sexo, el diagnóstico o no de Síndrome Metabólico (MetS), y el método de valoración: National Cholesterol Education Program/Adult Treatment Panel III (NCEP/ATP-III), la International Diabetes Federation (IDF) y el Joint Interim Statement (JIS).

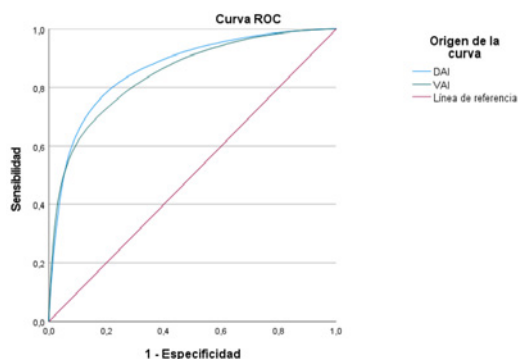
Método de valoración		Mujeres					Hombres				
		n	VAI		DAI		n	VAI		DAI	
			media (dt)	p	media (dt)	p		media (dt)	p	media (dt)	p
NCEP/ATP III	No MetS	155	2,46		0,63		204	5,84		0,75	
	MetS	772	(1,22)	<0.0001	(0,31)	<0.0001	597	(3,99)	<0.0001	(0,49)	<0.0001
	Si MetS	16	5,04		1,24		41	15,09		1,70	
	MetS	510	(2,91)		(0,73)		464	(9,98)		(1,11)	
IDF	No MetS	156	2,49		0,64		213	6,27		0,80	
	MetS	169	(1,32)	<0.0001	(0,33)	<0.0001	558	(4,83)	<0.0001	(0,59)	<0.0001
	Si MetS	16	4,78		1,18		32	14,80		1,61	
	MetS	113	(2,76)		(0,68)		503	(10,07)		(1,09)	
JIS	No MetS	153	2,44		0,63		178	5,31		0,70	
	MetS	102	(1,18)	<0.0001	(0,29)	<0.0001	147	(3,32)	<0.0001	(0,41)	<0.0001
	Si MetS	19	4,88		1,21		67	12,86		1,47	
	MetS	180	(2,85)		(0,71)		914	(9,06)		(1,02)	

dt= desviación típica; MetS= Síndrome Metabólico; NCEP/ATP III=Adult Treatment Panel III; IDF= International Diabetes Federation; JIS= Joint Interim Statement; VAI=Visceral Adiposity Index; DAI= Dysfunctional Adiposity Index; Significación estadística  $p < 0,05$ .

Con relación al análisis de las curvas ROC de los índices VAI y DAI para MetS, los resultados del VAI fueron: para el NCEP/ATPIII, el AUC fue de 0,85, el punto de corte de 5,6, la sensibilidad de 0,76, la especificidad de 0,76 y el índice Youden de 0,52; para IDF estos valores fueron 0,81%, 5,4, 0,73, 0,73y 0,45, respectivamente; y para JIS 0,86, 5,2, 0,78, 0,77 y 0,55, respectivamente (Figura 2).

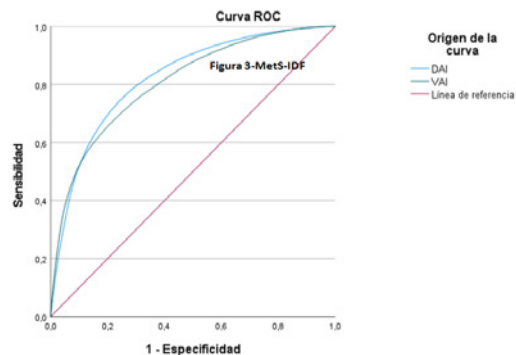
**Figura 2.** Valoración de la capacidad predictiva de los índices de adiposidad visceral (VAI) y adiposidad disfuncional (DAI) en Síndrome Metabólico (MetS), estimado con los métodos del National Cholesterol Education Program/Adult Treatment Panel III (NCEP/ATP-III), la International Diabetes Federation (IDF) y el Joint Interin Statement (JIS), atendiendo al Área bajo la Curva ROC (AUC).

**2a. Método National Cholesterol Education Program/Adult Treatment Panel III (NCEP/ATP-III)**



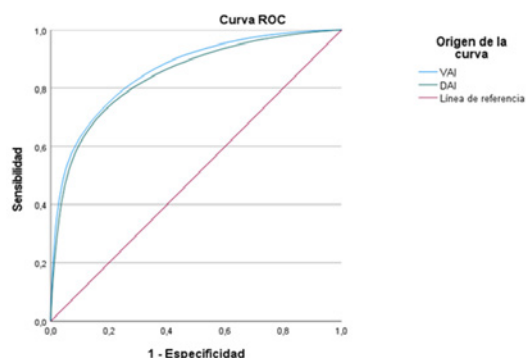
AUC VAI 84,7% (IC 95% 86,3-86,6)  
AUC DAI 86,5% (IC 95% 85,5-84,9)

**2b. International Diabetes Federation (IDF)**



AUC VAI 80,7% (IC 95% 86,3-86,6)  
AUC DAI 82,2 (IC 95% 85,5-84,9)

**2c. Joint Interin Statement (JIS)**



AUC VAI = 86 % (IC 95% 86,3-86,6)  
AUC DAI = 84,3% (IC 95% 85,5-84,9)



Comparando la fortaleza predictiva de los tres métodos de valoración de MetS (ATPIII, IDF y JIS), los valores del AUC obtenidos fueron superiores a 0,8 (>80%) para los tres criterios. El valor más elevado del AUC en VAI se obtuvo con JIS, y en DAI el mayor AUC fue para NCEP/ATPIII. El índice de mayor confianza fue para las definiciones de ATPIII y JIS MetS (Tabla3).

**Tabla 3.** Análisis ROC de los índices de obesidad Visceral Adiposity Index (VAI) y Dysfunctional Adiposity Index (DAI) para el Síndrome Metabólico (MetS), según y el método de valoración: National Cholesterol Education Program/Adult Treatment Panel III (NCEP/ATP-III), la International Diabetes Federation (IDF) y el Joint Interim Statement (JIS).

Índice de obesidad	Método de valoración	AUC	Desv. Error <sup>a</sup>	Significación asintótica <sup>b</sup>	(IC 95% asintótico)	Punto de corte	Sensibilidad	Especificidad	Índice Youden
VAI	NCEP/ATPIII	0,847	0,001	0,000	(0,845 - 0,849)	5,57	0,762	0,761	0,523
	IDF	0,807	0,001	0,000	(0,805 - 0,809)	5,37	0,726	0,725	0,451
	JIS	0,860	0,001	0,000	(0,859 - 0,861)	5,22	0,775	0,774	0,549
DAI	NCEP/ATPIII	0,865	0,001	0,000	(0,863 - 0,866)	5,57	0,762	0,761	0,523
	IDF	0,822	0,001	0,000	(0,821 - 0,824)	0,86	0,751	0,750	0,501
	JIS	0,843	0,001	0,000	(0,841 - 0,845)	0,80	0,770	0,760	0,530

a. Bajo el supuesto no paramétrico; b. Hipótesis nula: área verdadera = 0,5; MetS= Síndrome Metabólico; NCEP ATP III=Adult Treatment Panel III; IDF= International Diabetes Federation; JIS= Joint Interim Statement; VAI=Visceral Adiposity Index; DAI= Dysfunctional Adiposity Index . AUC= Area Bajo la curva ROC.

## Discusión

Los resultados de nuestro estudio muestran diferentes prevalencias de MetS en función del sexo, con una mayor proporción de MetS en hombres con IDF y JIS y proporción superior en mujeres con ATPIII. Los valores medios de VAI y DAI son más elevados en hombres, y en ambos sexos son superiores en la valoración con JIS frente a NCEP/ATP-III e IDF. VAI y DAI mostraron una buena capacidad predictiva para MetS con las tres escalas utilizadas.

En el momento actual no hay consenso sobre una definición de MetS<sup>(18)</sup>, por lo que en este trabajo utilizamos tres de las definiciones más utilizadas por instituciones de referencia internacionales, como son NCEP/ATP-III, JIS e IDF. Las últimas guías reconocen el MetS como un conjunto de anomalías de laboratorio y antropométricas, en las que las personas tienen al menos tres parámetros alterados para poder ser diagnosticados de MetS: perímetro de cintura aumentada, valores elevados de triglicéridos o estar en tratamiento farmacológico, niveles bajos de HDL, hipertensión arterial y glucemia en ayunas  $\geq 100$  mg/dL o estar en tratamiento por diabetes mellitus. En nuestro estudio evaluamos como MetS la presencia de tres o más de

los parámetros anteriores alterados para cualquiera de las tres definiciones de MetS.

La prevalencia de MetS en nuestro estudio fue algo superior a la observada en estudios similares (14,6% de la población considerando globalmente los tres métodos utilizados), si bien coincide en una mayor prevalencia de los hombres (16,8%) frente a las mujeres (12,4%), y mantiene las diferencias ya reseñadas por otros autores según los criterios utilizados en la valoración<sup>(19,20)</sup>. Nuestro trabajo muestra coincidencia con otros previos en los que, con la definición de JIS se obtiene mayor prevalencia de MetS que con las otras definiciones, y que existe una buena concordancia entre estos criterios. Por ello se asume de forma general que la definición de JIS puede conducir a una mejor gestión preventiva, diagnóstico y orientación terapéutica en una mayor parte de la población<sup>(21,22)</sup>. Los resultados obtenidos con nuestro estudio destacan una elevada fortaleza de asociación del VAI y del DAI en MetS con los 3 métodos utilizados que, en todos los casos presentan altos valores bajo la curva y alta especificidad y sensibilidad. Además, coinciden con estudios previos donde se resalta su importancia ante la prevalencia creciente de MetS, especialmente en diabéticos y donde la relación VAI y DAI actúan de forma útil para actuar como índices con fortaleza de asociación respecto a MetS, y actuar sobre las personas afectadas de forma temprana o precoz<sup>(23,24)</sup>.

En trabajos previos, como el estudio MARK, se han utilizado otros índices, como son el de la forma corporal (ABSI) o el de redondez corporal (BRI) para valorar el estado de salud y el riesgo cardiovascular relacionado con la obesidad, atendiendo a la sencillez de su uso y bajo coste. Ambos han mostrado ser útiles en la práctica clínica para detectar a los sujetos con mayor riesgo de presentar alteraciones en la función vascular. Sin embargo, su relación con la presencia de MetS no es tan clara<sup>(25)</sup>.

El índice de Youden resume el rendimiento de una prueba diagnóstica al resultado de las AUC, que se desarrollaron mediante análisis de regresión logística binomial, con MetS (Sí = 1, No = 0) como variable de respuesta y con los parámetros antropométricos como útiles en su fortaleza de asociación. En la mayoría de los resultados obtenidos, el AUC encontró un valor superior a 0,80 (80%), lo que refleja un buen valor de la prueba.

El VAI incluye tres parámetros (TG, HDL-C e IMC) que forman parte de las tres definiciones de MetS utilizadas en nuestro estudio. Dichos factores influyen en la fortaleza asociativa según los diferentes criterios de MetS y, por tanto, se considera un buen índice para la detección del MetS, como se ha demostrado en otros estudios<sup>(26,27)</sup>. Estos trabajos que resaltan que la acumulación de adiposidad visceral evaluada por el VAI se asocia con una puntuación más alta y una mayor probabilidad de calcificación aórtica abdominal grave<sup>(28)</sup>. Todo ello reafirma los resultados obtenidos en este trabajo y su utilidad preventiva en el ámbito laboral.

El DAI incluye parámetros similares (perímetro de cintura, IMC, TG, HDLc) que forman parte de las definiciones de MetS utilizadas en este trabajo, que también influyen en la fortaleza de asociación. Se considera igualmente un buen índice para la detección del MetS, como se ha demostrado en otros estudios en los que se

asocia con alteraciones cardiometabólicas tempranas, independientemente de la adiposidad y otros factores de riesgo. Dado que DAI se obtiene utilizando parámetros accesibles, puede incorporarse fácilmente a la práctica clínica en el ámbito laboral para la identificación temprana de anomalías del tejido adiposo en sujetos aparentemente sanos<sup>(29)</sup>, que son la base de la actuación sanitaria de los médicos del trabajo encargados de los exámenes de salud de la población laboral activa y que muestra su utilidad con los resultados obtenidos.

La mayor fortaleza de este trabajo es el tamaño muestra poblacional estudiada, la especificidad que aporta el uso de índices específicos de adiposidad como el VAI y el DAI, ampliamente reconocidos internacionalmente en la predicción de MetS y el uso comparativo de tres métodos de referencia internacionales para la valoración de MetS.

Una de las limitaciones de este trabajo es no disponer de datos para comparar entre sectores laborales en esta muestra de población tan extensa. También, se han excluido las personas menores de 18 y mayores de 66 años. Por ello, la extrapolación de los resultados a población general debe interpretarse con cautela. De otro lado, el diseño transversal implica que no se pueden establecer relaciones temporales y se necesitaría un estudio prospectivo posterior para valorar la efectividad de los índices VAI y DAI como herramienta predictiva de estos marcadores en esta misma población laboral y otras como la de trabajadores autónomos, distintas comunidades y en sectores laborales diferentes a los recogidos en este trabajo.

A pesar de ello, podemos concluir que la prevalencia de MetS en este colectivo de trabajadores muestra diferencias por sexo según el criterio utilizado, siendo más alta en hombres con IDF y JIS y en mujeres con ATPIII. Los índices VAI y DAI muestran alta capacidad predictiva en MetS con los tres criterios utilizados, todos ellos de sencilla aplicación en las unidades básicas de salud con la introducción de las fórmulas respectivas en las bases de datos recogidos en los exámenes de salud y en una población como la laboral, aparentemente sana, donde la actividad preventiva de los profesionales sanitarios es un aspecto básico de su actividad.

Dados los resultados obtenidos, parece oportuno utilizar los índices VAI y DAI de forma complementaria al índice de masa corporal con carácter predictivo y anticipándose a las alteraciones metabólicas, siendo el JIS el método de valoración de MetS que muestra en ambos sexos la capacidad predictiva más elevada. La facilidad de uso de estos índices en la clínica diaria los hace recomendables en salud pública y, en los exámenes de salud en ámbito laboral por su carácter predictivo para detectar las alteraciones de forma temprana y reducir su repercusión socio-laboral y la carga de la enfermedad.

## **Agradecimientos**

El estudio se ha realizado con el apoyo del Grupo ADEMA-SALUD del Instituto Universitario de Ciencias de la Salud-IUNICS, previa autorización del Comité Ético de las Islas Baleares, con el consentimiento informado previo de los sujetos de estudio y siguiendo las normas de la Declaración de Helsinki y con lo establecido en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y

garantía de los derechos digitales y el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD).

## Bibliografía

1. Huang PL. A comprehensive definition for metabolic syndrome. *Dis Model Mech.* 2009;2(5-6):231-7.
2. Wang HH, Lee DK, Liu M, Portincasa P, Wang DQ. Novel Insights into the Pathogenesis and Management of the Metabolic Syndrome. *Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr.* 2020;23(3):189-230.
3. Guembe MJ, Fernandez Lazaro CI, Sayon Orea C, Toledo E, Moreno Iribas C; RIVANA Study Investigators. Risk for cardiovascular disease associated with metabolic syndrome and its components: a 13-year prospective study in the RIVANA cohort. *Cardiovasc Diabetol.* 2020;19(1):195.
4. van Zon SKR, Amick Iii BC, de Jong T, Brouwer S, Bültmann U. Occupational distribution of metabolic syndrome prevalence and incidence differs by sex and is not explained by age and health behavior: results from 75 000 Dutch workers from 40 occupational groups. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2020;8(1):e001436.
5. Pouragha H, Amiri M, Saraei M, Poryaghoub G, Mehrdad R. Body impedance analyzer and anthropometric indicators; predictors of metabolic syndrome. *J Diabetes Metab Disord.* 2021;20(2):1169-78.
6. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA.* 2001;285(19):2486-97.
7. Zimmet P, Magliano D, Matsuzawa Y, Alberti G, Shaw J. The metabolic syndrome: a global public health problem and a new definition. *J Atheroscler Thromb.* 2005;12(6):295-300. doi: 10.5551/jat.12.295. PMID: 16394610.
8. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J; IDF Epidemiology Task Force Consensus Group. The metabolic syndrome--a new worldwide definition. *Lancet.* 2005;366(9491):1059-62.
9. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation.* 2009 ;120(16):1640-5.
10. Siquier Homar P. Estilos de vida y riesgo cardiovascular en una población activa. Tesis doctoral. Palma de Mallorca. Universidad de las Islas Baleares; 2022. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11201/159834>

- 11.** Busquets Cortés C, López C, Paublíni H, Arroyo Bote S, López González AA, Ramírez Manent JI. Relationship between Atherogenic Dyslipidaemia and Lipid Triad with Different Scales of Overweight and Obesity in 418,343 Spanish Workers. *J Nutr Metab.* 2022;9946255.
- 12.** Ramírez Manent JI, Martínez Almoyna E, López C, Busquets Cortés C, González San Miguel H, López González AA. Relationship between Insulin Resistance Risk Scales and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease and Liver Fibrosis Scales in 219,477 Spanish Workers. *Metabolites.* 2022;12(11):1093.
- 13.** Friedewald WT, Levy RJ, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem.* 1972; 18(6):499-502.
- 14.** Martínez Sánchez FD, Díaz Jarquín A, Vargas Abonce VP, Torres Cuevas JL, Guerrero Castillo AP, et al. Comparison of adiposity indices and their association with insulin resistance and  $\beta$ -cell dysfunction in primary prevention for diabetes in Mexican population. *Diabetes Epidemiology & Management* 2022;8: 100091.
- 15.** Amato MC, Giordano C. Visceral adiposity index: an indicator of adipose tissue dysfunction. *Int J Endocrinol.* 2014;730827.
- 16.** Real Decreto 1591/2010, de 26 de noviembre, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011. Boletín Oficial de Estado núm. 306, de 17 de diciembre de 2010.
- 17.** Domingo Salvany A, Bacigalupe A, Carrasco JM, Espelt A, Ferrando J, Borrell C; Grupo de Determinantes Sociales de Sociedad Española de Epidemiología. Propuestas de clase social neoweberiana y neomarxista a partir de la Clasificación Nacional de Ocupaciones 2011. *Gac Sanit.* 2013;27(3):263-72.
- 18.** Matsuzawa Y, Funahashi T, Nakamura T. The concept of metabolic syndrome: contribution of visceral fat accumulation and its molecular mechanism. *J Atheroscler Thromb.* 2011;18(8):629-39.
- 19.** Tauler P, Bennasar Veny M, Morales Asencio JM, Lopez Gonzalez AA, Vicente Herrero T, De Pedro Gomez J, et al. Prevalence of premorbid metabolic syndrome in Spanish adult workers using IDF and ATP III diagnostic criteria: relationship with cardiovascular risk factors. *PLoS One.* 2014;9(2):e89281.
- 20.** Nagahama S, Kurotani K, Pham NM, Nanri A, Kuwahara K, Dan M, et al. Self-reported eating rate and metabolic syndrome in Japanese people: cross-sectional study. *BMJ Open.* 2014;4(9):e005241.
- 21.** Esmailzadehha N, Ziaee A, Kazemifar AM, Ghorbani A, Oveisi S. Prevalence of metabolic syndrome in Qazvin Metabolic Diseases Study (QMDS), Iran: a comparative analysis of six definitions. *Endocr Regul.* 2013;47(3):111-20.
- 22.** Hadaegh F, Zabetian A, Khalili D, Safarkhani M, Philip T James W, et al. A new approach to compare the predictive power of metabolic syndrome defined by a joint interim statement versus its components for incident cardiovascular disea-

se in Middle East Caucasian residents in Tehran. *J Epidemiol Community Health*. 2012;66(5):427-32.

**23.** Karatas S, Beysel S. Visceral Adiposity Index, Triglyceride/High-Density Lipoprotein Ratio, and Lipid Accumulation Product Index to Discriminate Metabolic Syndrome Among Adult Type 1 Diabetes Patients. *Metab Syndr Relat Disord*. 2021;19(9):507-12.

**24.** Bilgin Göçer D, Baş M, Çakır Biçer N, Hajhamidiasl L. Predicting metabolic syndrome by visceral adiposity index, body roundness index, dysfunctional adiposity index, lipid accumulation product index, and body shape index in adults. *Nutr Hosp*. 2022;39(4):794-802.

**25.** Gómez Sánchez L, Gómez Sánchez M, Montero Sánchez C, Pérez Fernández C, García Ortiz L, Gómez Marcos M. Relación entre la rigidez arterial con el índice de forma corporal e índice de redondez corporal de acuerdo al estatus de obesidad en caucasianos adultos. *Estudio MARK. Semergen*. 2017;43(Espec Congr 4):18.

**26.** Bijari M, Jangjoo S, Emami N, Raji S, Mottaghi M, Moallem R, et al. The Accuracy of Visceral Adiposity Index for the Screening of Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Endocrinol*. 2021;2021:6684627.

**27.** Chiu TH, Huang YC, Chiu H, Wu PY, Chiou HC, Huang JC, et al. Comparison of Various Obesity-Related Indices for Identification of Metabolic Syndrome: A Population-Based Study from Taiwan Biobank. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10(12):1081.

**28.** Qin Z, Jiang L, Sun J, Geng J, Chen S, Yang Q, et al. Higher visceral adiposity index is associated with increased likelihood of abdominal aortic calcification. *Clinics (Sao Paulo)*. 2022;77:100114.

**29.** Reyes Barrera J, Sainz Escárrega VH, Medina Urritia AX, Jorge Galarza E, Osorio Alonso H, Torres Tamayo M, et al. Dysfunctional adiposity index as a marker of adipose tissue morpho-functional abnormalities and metabolic disorders in apparently healthy subjects. *Adipocyte*. 2021;10(1):142-52.