

## ORIGINAL

# Relación de los índices de adiposidad visceral (VAI) y disfuncional (DAI) con parámetros de obesidad



M.T. Vicente-Herrero<sup>a,\*</sup>, M. Egea Sancho<sup>b</sup>, M.V. Ramírez Íñiguez de la Torre<sup>c</sup>  
y Á.A. López González<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Medicina del Trabajo, Grupo ADEMA-SALUD del Instituto Universitario de Ciencias de la Salud-IUNICS, Illes Balears, España

<sup>b</sup> Medicina del Trabajo, Servei de Salut Manacor, Illes Balears, España

<sup>c</sup> Medicina del Trabajo, SPP Grupo Correos-SEPI-Albacete y Cuenca, Albacete, España

<sup>d</sup> Servei de Salut Palma de Mallorca. Escuela Universitaria ADEMA, Illes Balears, España

Recibido el 9 de enero de 2023; aceptado el 6 de marzo de 2023

Disponible en Internet el 17 de abril de 2023

### PALABRAS CLAVE

Obesidad;  
Grasa visceral;  
Prevención;  
Salud laboral;  
Índice de adiposidad

### Resumen

**Introducción:** La obesidad es una pandemia mundial con repercusión en morbilidad y mortalidad crecientes. Valoramos la fortaleza asociativa del índice de adiposidad visceral (VAI) y del índice de adiposidad disfuncional (DAI) en obesidad y riesgo asociado utilizando diversos métodos.

**Material y métodos:** Estudio transversal en 418.343 trabajadores de diferentes comunidades autónomas en España, estimando prevalencia de obesidad con: perímetro de cintura, Índice cintura/altura, IMC, CUN-BAE, ECOPE-BF, RFM, Palafolls, IMG, METS-VF calculados ajustándose a sus fórmulas específicas. Se realizó análisis descriptivo de las variables categóricas y fortaleza asociativa de VAI y DAI para obesidad con curvas ROC considerando riesgo elevado cuando el valor AUC > 0,8 y moderado con AUC > 0,7 y < 0,8. Se utilizó SPSS 27.0, considerando significación estadística  $p < 0,05$ .

**Resultados:** La prevalencia de obesidad varía según el método utilizado, siendo alta con Palafolls (72,92% en mujeres y 86,98% en hombres) y baja con METS-VF (1,31% en mujeres y 8,54% en hombres). Los valores medios de VAI y DAI son siempre superiores en hombres. El AUC de la curva ROC para VAI fue alta con METS-VF: en mujeres 0,836 (intervalo de confianza del 95% [IC 95%] 0,829-0,843), en hombres 0,848 (IC 95% 0,845-0,850) y con perímetro de cintura en hombres: 0,819 (IC 95% 0,816-0,822). DAI fue alto para METS-VF en mujeres: 0,809 (IC 95% 0,801-0,817).

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [vicenteherreromt@gmail.com](mailto:vicenteherreromt@gmail.com) (M.T. Vicente-Herrero).

**Conclusiones:** La prevalencia de obesidad y riesgo relacionado difiere según el método de valoración utilizado. VAI muestra alta fortaleza asociativa en obesidad y masa grasa para METS-VF en ambos sexos y con perímetro de cintura en hombres; DAI para METS-VF en mujeres.  
© 2023 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## KEYWORDS

Obesity;  
Visceral fat;  
Prevention;  
Occupational health;  
Adiposity index

## Visceral adiposity index (VAI) and dysfunctional adiposity index (DAI). Relationship with obesity parameters

### Abstract

**Introduction:** Obesity is a global pandemic with a growing impact on morbidity and mortality. We assessed the associative strength of the Visceral Adiposity Index (VAI) and Dysfunctional Adiposity Index (DAI) in obesity and associated risk using different methods.

**Material and methods:** Cross-sectional study in 418 343 workers from different autonomous communities in Spain, estimating prevalence of obesity with: waist circumference, waist/height index, BMI, CUN-BAE, Ecore-BF, RFM, PALAFOLLS, IMG, METS-VF calculated according to their specific formulas. Descriptive analysis of categorical variables and associative strength of VAI and DAI for obesity was performed with ROC curves considering high risk when the AUC value  $> 0.8$  and moderate with  $AUC > 0.7$  and  $< 0.8$ . SPSS 27.0 was used, considering statistical significance  $p < 0.05$ .

**Results:** The prevalence of obesity varied according to the method used, being high with Pala-folls (72.92% in women and 86.98% in men) and low with METS-VF (1.31% in women and 8.54% in men). The mean values of VAI and DAI are always higher in men. The AUC of the ROC curve for VAI was high with METS-VF: in women 0.836 (95%CI 0.829-0.843), in men 0.848 (95%CI 0.845-0.850) and with waist circumference in men: 0.819 (95%CI 0.816-0.822). DAI was high for METS-FV in women: 0.809 (95%CI 0.801-0.817).

**Conclusions:** The prevalence of obesity and related risk differs according to the assessment method used. VAI shows high strength of association with obesity and fat mass for METS-VF in both sexes and with waist circumference in men; DAI for METS-VF in women.

© 2023 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

La obesidad es una pandemia mundial cuya epidemiología tiende hacia un modelo conceptual de transición con varias etapas: la 1 con mayor prevalencia en mujeres, en los niveles socioeconómicos altos y en adultos; la 2, con aumento de la prevalencia en adultos y reducción de la brecha de género y de diferencias socioeconómicas; la 3 con alta prevalencia de obesidad entre personas con nivel socioeconómico bajo, superando a las de nivel alto, estancándose la obesidad entre mujeres y en niños. La mayoría de los países europeos se encuentran actualmente en esta última etapa. Este modelo facilita identificar la transición de la obesidad en una población, anticipar subpoblaciones de riesgo futuro y proponer medidas proactivas para atenuar la evolución atendiendo a las condiciones de cada país<sup>1</sup>.

La obesidad acorta la esperanza y calidad de vida y está asociada a diversas patologías: diabetes mellitus tipo 2, enfermedad cardiovascular, algunos tipos de cáncer, enfermedad renal, apnea obstructiva del sueño, gota, osteoartritis y enfermedad hepatoiliar, entre otras. Tanto

actuando en prevención como en tratamiento hay que considerar la distribución de grasa corporal y los riesgos para la salud además del índice de masa corporal (IMC)<sup>2</sup>, que es el parámetro más utilizado para evaluar sobrepeso y obesidad considerando el IMC junto con la masa corporal magra. En los últimos años se han ido desarrollando y empleando nuevos índices antropométricos para superar estas limitaciones<sup>3</sup>.

Es objetivo de este trabajo determinar la prevalencia de obesidad y riesgo asociado en población laboral utilizando varios métodos: perímetro abdominal, índice cintura/altura (ICA), IMC, Clínica Universitaria de Navarra-Body Adiposity Estimator (CUN-BAE), ecuación de Córdoba para la estimación de la grasa corporal (ECORE-BF), relative fat mass (RFM), Deurenberg Index (IMG), Metabolic Score for Visceral Fat (METS-VF), fórmula Palafolls, valorando la fortaleza asociativa de los índices de adiposidad visceral (VAI) y de adiposidad disfuncional (DAI) para actuar en prevención, base de la actuación sanitaria en salud laboral, utilizando para ello índices antropométricos, de composición corporal y valores de prueba de análisis de bioimpedancia<sup>4</sup>.

**Tabla 1** Comparativo de métodos de estimación de obesidad y riesgo asociado

	Parámetros incluidos					
	Peso	Talla	IMC	Edad	Sexo	PC
IMC	Sí	Sí	Sí	No	No	No
CUN-BAE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
ECORE-BF	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
RFM	No	Sí	No	No	No	Sí
Palafolls	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí
IMG-Deurenberg Index	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
METS-VF	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

Índice de masa corporal (IMC)-índice de Quetelet (IMC = peso [kg]/altura<sup>2</sup> [metros]). Se clasifica según recomendaciones de la OMS-2023. CUN-BAE: Clínica Universitaria de Navarra-*Body Adiposity Estimator*, ECORE-BF: ecuación de Córdoba para la estimación de la grasa; RFM: *relative fat mass*; IMG-Deurenberg Index; METS-VF: *Metabolic Score for Visceral Fat*, ecuación Palafolls; PC: perímetro de cintura.

## Material y métodos

Estudio transversal en 418.343 trabajadores de diferentes comunidades autónomas en España (Baleares, Andalucía, Canarias, Comunidad Valenciana, Cataluña, Madrid, Castilla La Mancha, Castilla León, País Vasco) y con diferentes ocupaciones laborales (hostelería, construcción, comercio, sanidad, administración pública, transporte, educación, industria y limpieza), entre enero de 2019 y septiembre de 2021. La población de estudio se obtuvo de la base de datos anonimizada de trabajadores depositada en el repositorio de la escuela universitaria ADEMA-UIB (Universidad de las Islas Baleares). Esta base de datos procede de los reconocimientos médicos laborales realizados en diversos servicios de prevención de riesgos laborales de toda España<sup>5</sup>. El sistema de anonimización de ADEMA no permite a los investigadores conocer la identidad de los trabajadores. Son criterios de inclusión: edad entre 18 y 67 años, ser trabajador en activo, no estar en situación de incapacidad temporal en el momento del estudio y aceptación voluntaria de participación y uso epidemiológico de los datos.

Las medidas antropométricas de talla, peso, perímetro de cintura, variables clínicas 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.

El perímetro de la cintura se midió con una cinta métrica (SECA 201 cinta medición perímetro con retracción, TMA Médica, España), colocando a la persona de pie, con los pies juntos, el tronco erguido, el abdomen relajado y las extremidades superiores a ambos lados del cuerpo. La cinta métrica se colocó paralela al suelo a la altura de la última costilla flotante. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece el valor máximo del perímetro abdominal en 88 cm en la mujer y 102 cm en el hombre, aunque es un parámetro revisable en función de raza, edad y población<sup>6</sup>.

Para la valoración de obesidad y su riesgo asociado se utilizan los siguientes métodos: perímetro de cintura, índice cintura/altura, IMC-índice de Quetelet (IMC = peso (kg)/altura<sup>2</sup> (metros);  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> se clasifica la obesidad atendiendo a los criterios OMS-2023<sup>7</sup>. Los distintos métodos empleados tienen valoraciones concretas ajustadas a sus ecuaciones: CUN-BAE<sup>8</sup>, ECORE-BF<sup>9</sup>, RFM<sup>10</sup>, IMG-Deurenberg Index (*Deurenberg fat mass*)<sup>11</sup>, METS-VF<sup>12</sup>,

fórmula Palafolls<sup>13</sup>. El comparativo de parámetros utilizados para el cálculo en cada método se muestra en la tabla 1.

Se toman como valores de referencia para perímetro de cintura los determinados por la OMS 1999, coincidentes con los del panel de expertos en hipercolesterolemia (NCEP-ATP-III, 2001) estableciendo el valor máximo saludable del perímetro abdominal en 88 cm en la mujer, mientras que en el hombre el valor es de 102 cm<sup>14</sup>.

Para índice cintura/altura se homogeniza para ambos sexos un valor de normalidad  $< 0,5$ <sup>15</sup>.

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de VAI y DAI son<sup>16,17</sup>:

VAI = (perímetro de cintura [cm]/[39,68 + (1,88\*IMC)])\*(triglicéridos/1,03)\*(1,31/colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad [C-HDL]) para hombres y (perímetro de cintura [cm]/[36,58 + (1,89\*IMC)])\*(triglicéridos/0,81)\*(1,52/C-HDL) para mujeres.

DAI = (perímetro de cintura [cm]/[22,79+ (2,68\*IMC)])\*(triglicéridos [mmol/L]/1,37)\*(1,19/C-HDL [mmol/L]) para hombres y (perímetro de cintura [cm]/[24,02+(2,37\*IMC)])\*(triglicéridos [mmol/L]/1,32)\* (1,43/C-HDL [mmol/L]) para mujeres.

## Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de las variables categóricas, calculando la frecuencia y la distribución de 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 fortaleza asociativa de VAI y DAI, se realizaron curvas ROC y se determinó el área bajo la curva (AUC). Se utilizó el programa SPSS 27.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.), siendo el nivel de significación estadística aceptado de  $p < 0,05$ .

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

## Resultados

Estudio descriptivo transversal en una población de 418.343 trabajadores, con mayoría de hombres (58,82%), edad media

**Tabla 2** Comparativa de valores porcentuales de obesidad según método empleado

Método	Clasificación	mujeres		hombres		p
		n	%	n	%	
IMC	Bajo peso	5.768	3,35	2.448	0,99	< 0,0001
	Normopeso	91.309	53	93.186	37,87	
	Sobrepeso	47.032	27,30	102.182	41,54	
	Obesidad	28.173	16,35	48.245	19,60	
CUN-BAE	Normopeso	43.291	25,12	48.634	19,77	< 0,0001
ECORE-BF	Sobrepeso	46.560	27,03	69.837	28,38	
	Obesidad	82.431	47,85	127.590	51,85	< 0,0001
	Normopeso	44.399	25,77	45.977	18,69	
	Sobrepeso	47.141	27,36	72.648	29,52	
RFM	Obesidad	80.742	46,87	127.436	51,79	< 0,0001
	No obesidad	89.676	52,05	160.441	65,20	
Palafolls	Sí obesidad	82.606	47,95	85.620	34,80	< 0,0001
	Normopeso	1.496	0,87	803	0,38	
IMG-Deurenberg Index	Sobrepeso	45.158	26,21	31.246	12,70	< 0,0001
	Obesidad	125.628	72,92	214.012	86,98	
	Normopeso	12.425	7,21	53.170	21,61	
METS-VF	Sobrepeso	41.856	24,30	74.217	30,16	< 0,0001
	Obesidad	118.001	68,49	118.674	48,28	
METS-VF	Normal	170.027	98,69	225.057	91,46	< 0,0001
	Alto	2.255	1,31	21.004	8,54	

Índice de masa corporal (IMC)-índice de Quetelet (IMC = peso [kg]/altura<sup>2</sup> [metros]). Se clasifica según recomendaciones de la OMS-2023. CUN-BAE: Clínica Universitaria de Navarra-Body Adiposity Estimator, Ecore-BF: ecuación de Córdoba para la estimación de grasa; RFM: relative fat mass; IMG-Deurenberg Index; METS-VF: Metabolic Score for Visceral Fat, ecuación Palafolls. Se considera significativo p < 0,05.

entre 30-49 años (58% de la población), pertenecientes mayoritariamente a la clase social III, con tipo de trabajo manual (75,94%) y no fumadores 66,85%.

La comparativa de valores porcentuales de obesidad con los distintos métodos empleados muestra prevalencias más elevadas en los hombres que en las mujeres con todos los métodos menos con RFM (47,95% en mujeres vs. 34,80% en hombres) y con IMG (68,49% en mujeres vs. 48,28% en hombres). Los valores porcentuales más bajos se obtienen con METS-VF (8,54% en hombres y 1,31% en mujeres) y los más altos con Palafolls (86,98% en hombres y 72,92% en mujeres). En todos los casos los resultados son estadísticamente significativos (tabla 2).

Cuando se estratifican los valores medios de VAI y DAI por sexos los resultados son más elevados en hombres y en ambos sexos aumentan según lo hace la obesidad cuantificada con el IMC, METS-VF y perímetro de cintura, en todos los casos con significación estadística (p<0,0001) (tabla 3).

En el análisis ROC, el área bajo la curva (AUC) de los índices VAI y DAI para obesidad aplicado a todos los métodos y en riesgo asociado atendiendo al perímetro de cintura e índice cintura/altura muestran que ambos índices VAI y DAI son útiles para valorar la fortaleza asociativa de obesidad estimada con METS-VF (VAI en mujeres 0,836 [IC 95% 0,829-0,843]; VAI en hombres 0,848 [IC 95% 0,845-0,850]). Para DAI solo se supera la puntuación 0,8 en mujeres 0,809 (IC 0,801-0,817) siendo algo inferior en hombres 0,781 (IC 0,778-0,784)

Para el perímetro de cintura solo se obtiene una puntuación de AUC > 0,8 en hombres para VAI 0,819 (IC 95% 0,816-0,822).

VAI y DAI en mujeres solo muestran moderada fortaleza asociativa por encima de una puntuación AUC de 0,7 con perímetro de cintura, ICA e IMC. En hombres, los valores AUC por encima de 0,7 se encuentran para VAI con todos ellos: perímetro de cintura, ICA e IMC, CUN-BAE, Ecore-BF, RFM, Palafolls e IMG y para DAI con todos ellos menos con ICA y Palafolls. El valor más elevado del AUC en VAI se obtuvo en hombres con METS-VF y los más bajos para mujeres con CUN-BAE, Ecore-BF, RFM, Palafolls e IMG (tabla 4).

Comparando la fortaleza asociativa por sexo de VAI y DAI para obesidad y riesgo relacionado mediante las curvas ROC, los valores del AUC fueron superiores a 0,8 para perímetro de cintura en hombres con DAI y para ambos sexos con VAI en METS-VF. (figuras 1 y 2)

## Discusión

En este trabajo se ha evaluado la fortaleza asociativa de VAI y DAI en obesidad y riesgo relacionado con obesidad utilizando una base de datos de la escuela universitaria ADEMA-UIB. La muestra ha sido de 418.343 trabajadores, 172.282 mujeres y 246.061 hombres. La fortaleza de asociación de los índices VAI y DAI para obesidad se estimó utilizando curvas de características operativas del receptor (ROC) y las áreas bajo las curvas (AUC).

**Tabla 3** Valores medios de VAI y DAI según escalas de obesidad y riesgo asociado (perímetro de cintura e Índice cintura/altura)

Parámetros	Hombres					Mujeres				
	n	VAI		DAI		n	VAI		DAI	
		Media (dt)	P	N	Media (dt)		Media (dt)	p	media (dt)	p
IMC bajo peso	2.448	3,60 (2,50)	< 0,0001	0,61 (0,43)	< 0,0001	5.768	2,16 (0,96)	< 0,0001	0,58 (0,26)	< 0,0001
IMC normopeso	93.186	4,82 (3,50)		0,68 (0,49)		91.309	2,29 (1,17)		0,60 (0,31)	
IMC sobrepeso	102.182	7,59 (5,83)		0,94 (0,72)		47.032	2,91 (1,74)		0,73 (0,44)	
IMC obesidad	48.245	12,16 (9,05)		1,29 (0,95)		28.173	3,83 (2,24)		0,94 (0,55)	
CUN-BAE normopeso	48.634	4,14 (2,90)	< 0,0001	0,62 (0,43)	< 0,0001	43.291	2,17 (1,01)	< 0,0001	0,57 (0,27)	< 0,0001
CUN-BAE sobrepeso	69.837	5,59 (4,05)		0,75 (0,55)		46.560	2,32 (1,20)		0,60 (0,31)	
CUN-BAE obesidad	127.590	9,62 (7,62)		1,11 (0,84)		82.431	3,21 (1,96)		0,80 (0,49)	
ECORE-BF normopeso	45.977	4,13 (2,92)	< 0,0001	0,62 (0,44)	< 0,0001	44.399	2,18 (1,03)	< 0,0001	0,58 (0,27)	< 0,0001
ECORE-BF sobrepeso	72.648	5,54 (4,01)		0,75 (0,54)		47.141	2,33 (1,21)		0,60 (0,31)	
ECORE-BF obesidad	127.436	9,63 (7,62)		1,11 (0,84)		80.742	3,22 (1,97)		0,80 (0,49)	
RFM no obesidad	118.727	5,30 (4,15)	< 0,0001	0,72 (0,54)	< 0,0001	113.882	2,35 (1,26)	< 0,0001	0,61 (0,32)	< 0,0001
RFM obesidad	127.334	9,35 (7,56)		1,09 (0,83)		58.400	3,40 (2,05)		0,85 (0,51)	
IMG normopeso	53.170	4,15 (2,88)	< 0,0001	0,61 (0,42)	< 0,0001	12.425	2,14 (0,97)	< 0,0001	0,57 (0,26)	< 0,0001
IMG-Deurenberg Index sobrepeso	74.217	5,83 (4,23)		0,78 (0,56)		41.856	2,17 (1,02)		0,57 (0,27)	
IMG-Deurenberg Index obesidad	118.674	9,83 (7,75)		1,13 (0,85)		118.001	2,96 (1,82)		0,75 (0,45)	
METS-VF normal	225.057	6,68 (5,37)	< 0,0001	0,85 (0,64)	< 0,0001	170.027	2,68 (1,61)	< 0,0001	0,68 (0,40)	< 0,0001
METS-VF alto	21.004	15,08 (10,89)		1,57 (1,16)		2.255	5,01 (2,91)		1,20 (0,71)	
Palafolls normopeso	803	3,67 (2,48)	< 0,0001	0,65 (0,44)	< 0,0001	1.496	2,21 (0,94)	< 0,0001	0,60 (0,26)	< 0,0001
Palafolls sobrepeso	31.246	4,19 (3,08)		0,64 (0,47)		45.158	2,22 (1,07)		0,59 (0,28)	
Palafolls obesidad	214.012	7,88 (6,72)		0,95 (0,75)		125.628	2,89 (1,79)		0,73 (0,44)	
PC normal	227.428	6,81 (5,60)	< 0,0001	0,86 (0,66)	< 0,0001	153.014	2,54 (1,44)	< 0,0001	0,65 (0,36)	< 0,0001
PC alto	18.633	14,57 (10,80)		1,53 (1,16)		19268	4,07 (2,41)		1,00 (0,59)	
ICA normal	143.949	5,56 (4,37)	< 0,0001	0,75 (0,56)	< 0,0001	135169	2,44 (1,34)	< 0,0001	0,63 (0,34)	< 0,0001
ICA alta	102.112	9,99 (7,92)		1,14 (0,87)		37113	3,68 (2,21)		0,91 (0,54)	

Índice de masa corporal (IMC)-índice de Quetelet (IMC = peso [kg]/altura<sup>2</sup> [metros]). Se clasifica según recomendaciones de la OMS-2023.

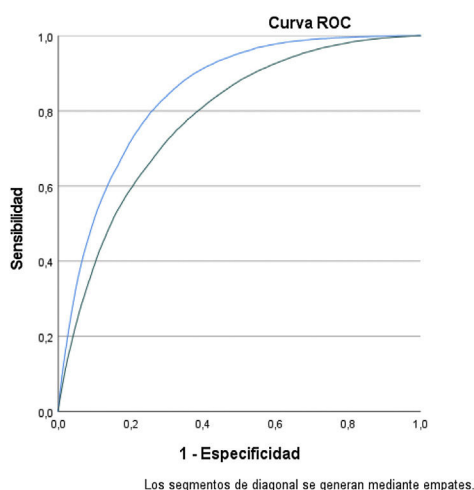
CUN-BAE: Clínica Universitaria de Navarra-*Body Adiposity Estimator*, ECORE-BF: ecuación de Córdoba para la estimación de grasa; RFM: *relative fat mass*; IMG-Deurenberg Index; METS-VF: *Metabolic Score for Visceral Fat*, ecuación Palafolls; PC: perímetro de cintura; ICA: índice cintura/altura; VAI: índice de adiposidad visceral; DAI: índice de adiposidad disfuncional. Se considera significativo p < 0,05.

**Tabla 4** Estimación de la fortaleza asociativa con área debajo de la curva ROC (AUC) según sexo y método de valoración

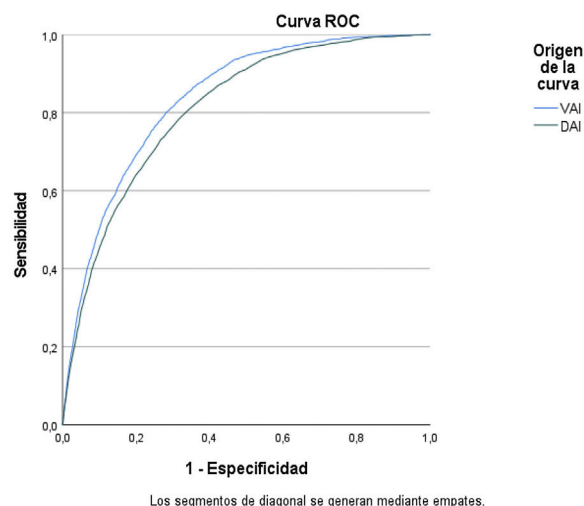
	VAI		DAI	
	Mujeres Área (IC 95%)	Hombres Área (IC 95%)	Mujeres Área (IC 95%)	Hombres Área (IC 95%)
PC	0,761 (0,758-0,765)	0,819 (0,816-0,822)	0,737 (0,733-0,740)	0,754 (0,750-0,757)
ICA	0,728 (0,725-0,731)	0,752 (0,750-0,754)	0,705 (0,702-0,708)	0,698 (0,696-0,700)
IMC	0,745 (0,741-0,748)	0,799 (0,797-0,801)	0,718 (0,715-0,721)	0,721 (0,719-0,723)
CUN-BAE	0,692 (0,689-0,694)	0,782 (0,780-0,784)	0,668 (0,665-0,671)	0,714 (0,712-0,716)
ECORE-BF	0,692 (0,690-0,695)	0,782 (0,780-0,784)	0,668 (0,666-0,671)	0,714 (0,711-0,716)
RFM	0,684 (0,681-0,686)	0,761 (0,759-0,763)	0,665 (0,663-0,668)	0,705 (0,703-0,707)
Palafolls	0,634 (0,631-0,637)	0,753 (0,751-0,756)	0,609 (0,606-0,611)	0,670 (0,667-0,673)
IMG-Deurenberg Index	0,662 (0,659-0,664)	0,781 (0,779-0,783)	0,639 (0,637-0,642)	0,719 (0,717-0,721)
METS-VF	0,836 (0,829-0,843)	0,848 (0,845-0,850)	0,809 (0,801-0,817)	0,781 (0,778-0,784)

Índice de masa corporal (IMC)-índice de Quetelet ( $IMC = \text{peso [kg]} / \text{altura}^2 [\text{metros}]$ ). Se clasifica según recomendaciones de la OMS-2023. CUN-BAE: Clínica Universitaria de Navarra-Body Adiposity Estimator, Ecore-BF: ecuación de Córdoba para la estimación de grasa; RFM: *relative fat mass*; IMG-Deurenberg Index; METS-VF: *Metabolic Score for Visceral Fat*, ecuación Palafolls; PC: perímetro de cintura; ICA índice cintura/altura; VAI: índice de adiposidad visceral; DAI: índice de adiposidad disfuncional.

### Obesidad-METS VF en hombres



### Obesidad-METS VF en mujeres



**Figura 1** Valoración de la fortaleza asociativa de los índices de adiposidad visceral (VAI) y adiposidad disfuncional (DAI) en obesidad y riesgos relacionados según el método *Metabolic Score for Visceral Fat* (METS-VF). Diferencias por sexo.

Hombres: AUC VAI 0,848 (IC 95% 0,845-0,850). DAI 0,781 (IC 95% 0,778-0,784).

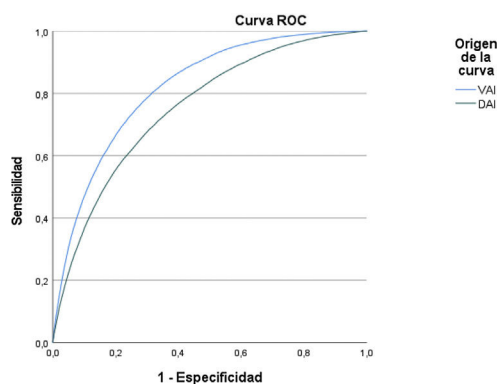
Mujeres: AUC VAI 0,836 (IC 95% 0,829-0,843). DAI 0,809 (IC 95% 0,801-0,817).

AUC: área bajo la curva. Se considera alta fortaleza asociativa  $AUC > 0,8$ .

Nuestros resultados muestran un porcentaje de obesidad determinada mediante IMC de 16,35% en mujeres y 19,60% en hombres, algo inferior a las prevalencias obtenidas en estudios previos, como el ENPE, realizados en población con rango de edad similar a la de nuestro trabajo (entre 25-64 años) con prevalencias de 22,8% en los hombres y 20,5% en las mujeres<sup>18</sup>, o el estudio ANIBES, que también incluye una población de edad similar a la nuestra, que muestra porcentajes atendiendo al IMC de 19,9%, aunque con diferencias entre sexos, siendo mayor en los hombres<sup>19</sup>.

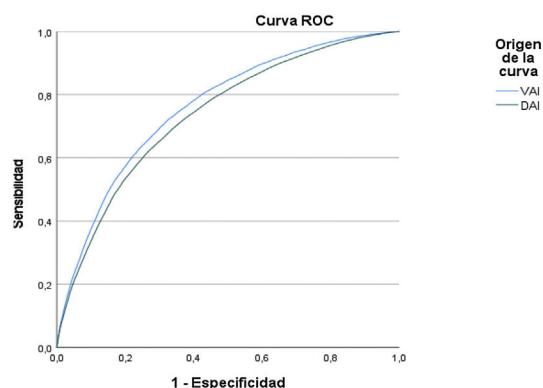
En nuestro trabajo se observa concordancia en los resultados obtenidos con CUN-BAE y con la Ecore-BF, coincidiendo con estudios previos en población laboral<sup>20</sup>. Ecore-BF es recomendado por algunos autores, por la sencillez de su cálculo y tener solo tres componentes, reduciendo así la necesidad de personal altamente cualificado y formado en medidas antropométricas. Además su aplicabilidad intersexo, en cualquier grupo de edad o estado nutricional garantiza la exactitud de los resultados en cualquier trabajador al que se le aplique<sup>21</sup>.

## Obesidad-Perímetro de cintura hombres



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

## Obesidad-Perímetro de cintura -mujeres



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

**Figura 2** Valoración de fortaleza asociativa de los índices de adiposidad visceral (VAI) y adiposidad disfuncional (DAI) en obesidad según el perímetro de cintura. Diferencias por sexo.

Hombres: AUC VAI 0,819 (IC 95% 0,816-0,822). DAI 0,754 (IC 95% 0,750-0,757).

Mujeres: AUC VAI 0,761 (IC 95% 0,758-0,765). DAI 0,737 (IC 95% 0,733-0,740).

AUC: área bajo la curva. Se considera alta fortaleza asociativa  $AUC > 0,8$ .

Los resultados con mayor fortaleza asociativa del VAI y DAI en obesidad los hemos obtenido con METS-VF que, en trabajos de otros autores, ha mostrado ser un sustituto novedoso para estimar la grasa intraabdominal y visceral y con mejor rendimiento en comparación con otros índices como parámetro predictivo de complicaciones de la obesidad: enfermedad renal<sup>22</sup>, diabetes tipo 2 e hipertensión arterial, por lo que podría ser una herramienta útil para evaluar el riesgo cardiometabólico en la práctica en nuestro entorno laboral, como ya lo es en atención primaria y en entornos de investigación<sup>23</sup>.

La fortaleza asociativa del VAI y del DAI en obesidad estimada en nuestro trabajo, muestra diferencias en hombres y mujeres y, en función del método de valoración empleado.

Destacan el  $AUC > 0,8$  del VAI para el perímetro de cintura en hombres y de VAI y DAI con METS-VF en ambos sexos.

Si bien no hay comparativa con DAI y VAI en la literatura con todos estos métodos, estudios previos con METS-VF señalan la sensibilidad de esta ecuación de obesidad para asociarse positivamente con un mayor riesgo de complicaciones cardiometabólicas, tanto en hombres como en mujeres, siendo mayor que con otros índices como el *score* metabólico para la resistencia a la insulina, el índice de adiposidad visceral, la relación cintura-altura, la circunferencia de la cintura o el índice de masa corporal<sup>24</sup>.

En nuestro trabajo VAI muestra alta fortaleza asociativa en hombres con el perímetro de cintura. Trabajos previos muestran que este parámetro proporciona información independiente y adicional al IMC para predecir la morbilidad y el riesgo de muerte, además se obtiene de forma sencilla en la práctica clínica ofreciendo a los médicos una oportunidad importante para mejorar el manejo y salud de las personas. Es este un aspecto importante si se considera que el IMC por sí solo no es suficiente para evaluar adecuadamente el riesgo cardiometabólico relacionado con la adiposidad en adultos<sup>25</sup>. La bibliografía previa indica que las puntuaciones

más altas del VAI suponen una capacidad de diagnóstico de complicaciones, especialmente con diabetes tipo 2 más alta que el IMC y que el perímetro de cintura en adultos. Sin embargo, el IMC y la circunferencia de cintura son más utilizados en la práctica diaria, de forma independiente y como indicadores de detección de riesgo por su fácil uso<sup>26</sup>. VAI y DAI en nuestro trabajo muestran solo moderada fortaleza asociativa con el IMC: VAI en mujeres muestra AUC de 0,745 (IC 95% 0,741-0,748) y en hombres 0,799 (IC 95% 0,797-0,801); DAI en mujeres 0,718 (IC 95% 0,715-0,721) y en hombres 0,721 (IC 95% 0,719-0,723).

En nuestro trabajo VAI y DAI han mostrado ser de utilidad asociativa en obesidad, especialmente relacionados con perímetro de cintura en hombres y con METS-VF en ambos sexos y reflejan moderada fortaleza asociativa con IMC, CUN-BAE, Ecore-BF, Palafolls y con IMG en hombres. En mujeres solo sobrepasan la puntuación AUC 0,7 con IMC y perímetro de cintura, siendo baja su fortaleza asociativa con el resto de estimadores de obesidad y parámetros de riesgo asociados utilizados.

Se considera fortaleza de este trabajo su tamaño muestral, el uso de índices específicos de adiposidad como el VAI y el DAI en la capacidad asociativa con obesidad y sus riesgos asociados y por el uso comparativo de distintas ecuaciones y parámetros relacionados con el riesgo por obesidad. La mayor debilidad es no tener un comparativo por sectores laborales en esta muestra población tan extensa, ser un estudio transversal y las dudas en cuanto a la generalización de los resultados.

## Conclusiones

Los valores porcentuales más elevados de obesidad se obtienen con la ecuación de Palafolls y los más bajos con METS-VF. Los índices VAI y DAI presentan valores medios que aumentan, según lo hace la obesidad con todos los

métodos utilizados de valoración de obesidad y riesgo asociado, siendo ambos más elevados en los hombres.

La fortaleza asociativa más alta ( $AUC > 0,8$ ) se obtiene con VAI para METS-VF en ambos sexos y con el perímetro de cintura en hombres. DAI tiene alta fortaleza asociativa para METS-VF en mujeres. Con las ecuaciones IMC, CUN-BAE, ECORE-BF, RFM, Palafolls e IMG la fortaleza asociativa es moderada con valores de  $AUC < 0,8$ .

## Financiación

Este trabajo no ha recibido ningún tipo de financiación.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Jaacks LM, Vandevijvere S, Pan A, McGowan CJ, Wallace C, Imamura F, et al. The obesity transition: stages of the global epidemic. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2019;7:231–40.
- Bray GA, Heisel WE, Afshin A, Jensen MD, Dietz WH, Long M, et al. The Science of Obesity Management: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr Rev.* 2018;39:79–132.
- Wu Y, Li H, Tao X, Fan Y, Gao Q, Yang J. Optimised anthropometric indices as predictive screening tools for metabolic syndrome in adults: a cross-sectional study. *BMJ Open.* 2021;11:e043952.
- Pouragha H, Amiri M, Saraei M, Pouryaghoub G, Mehrdad R. Body impedance analyzer and anthropometric indicators; predictors of metabolic syndrome. *J Diabetes Metab Disord.* 2021;20:1169–78.
- España. Ley 31/95, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. 1995. Boletín Oficial del Estado núm. 269.
- Heymsfield SB, Heo M, Pietrobelli A. Are adult body circumferences associated with height? Relevance to normative ranges and circumferential indexes. *Am J Clin Nutr.* 2011;93:302–7.
- OMS 2023. Clasificación Obesidad [consultaado 7 Ene 2023]. Disponible en: <https://www.enterat.com/salud/imc-indice-masa-corporal.php>
- Gómez-Ambrosi J, Silva C, Catalán V, Rodríguez A, Galofré JC, Escalada J, et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. *Diabetes Care.* 2012;35:383–8, <http://dx.doi.org/10.2337/dc11-1334>.
- Molina-Luque R, Romero-Saldaña M, Álvarez-Fernández C, Bannasar-Veny M, Álvarez-López Á, Molina-Recio G. Equation Córdoba: A Simplified Method for Estimation of Body Fat (ECORE-BF). *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16:4529.
- Woolcott OO, Bergman RN. Relative fat mass (RFM) as a new estimator of whole-body fat percentage — A cross-sectional study in American adult individuals. *Sci Rep.* 2018;8:10980.
- Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr.* 1991;65:105–14.
- Bello-Chavolla OY, Antonio-Villa NE, Vargas-Vázquez A, Viveros-Ruiz TL, Almeda-Valdés P, Gómez-Velasco D, et al. Metabolic Score for Visceral Fat (METS-VF), a novel estimator of intra-abdominal fat content and cardio-metabolic health. *Clin Nutr.* 2020;39:1613–21.
- Mill-Ferreira E, Cameno-Carrillo V, Saúl-Gordo H, Camí-Lavado MC. Estimación del porcentaje de grasa corporal en función del índice de masa corporal y perímetro abdominal: fórmula Palafolls [Estimation of the percentage of body fat based on the body mass index and the abdominal circumference: Palafolls Formula]. *Semergen.* 2019;45:101–8.
- Yao F, Bo Y, Zhao L, Li Y, Ju L, Fang H, et al. Prevalence and Influencing Factors of Metabolic Syndrome among Adults in China from 2015 to 2017. *Nutrients.* 2021;13:4475, <http://dx.doi.org/10.3390/nu13124475>.
- Lu Y, Liu S, Qiao Y, Li G, Wu Y, Ke C, et al. Waist-to-height ratio, waist circumference, body mass index, waist divided by height0.5 and the risk of cardiometabolic multimorbidity: A national longitudinal cohort study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2021;31:2644–51, <http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2021.05.026>.
- Martínez-Sánchez FD, Díaz-Jarquín A, Vargas-Abonce VP, Torres-Cuevas JL, Guerrero-Castillo AP, Medina-Julio D, et al. Comparison of adiposity indices and their association with insulin resistance and  $\beta$ -cell dysfunction in primary prevention for diabetes in Mexican population. *Diab Epidemiol Manag.* 2022;8:10091.
- Amato MC, Giordano C. Visceral adiposity index: an indicator of adipose tissue dysfunction. *Int J Endocrinol.* 2014;2014:730827, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/730827>.
- Aranceta-Bartrina J, Pérez-Rodrigo C, Alberdi-Aresti G, Ramos-Carrera N, Lázaro-Masedo S. Prevalence of General Obesity and Abdominal Obesity in the Spanish Adult Population (Aged 25-64 Years) 2014-2015: The ENPE Study. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2016;69:579–87.
- López-Sobaler AM, Aparicio A, Aranceta-Bartrina J, Gil Á, González-Gross M, Serra-Majem L, et al. Overweight and General and Abdominal Obesity in a Representative Sample of Spanish Adults: Findings from the ANIBES Study. *Biomed Res Int.* 2016;2016:8341487.
- Molina-Luque R, Romero-Saldaña M, Álvarez-Fernández C, Bannasar-Veny M, Álvarez-López A, Molina-Recio G. Equation Córdoba: A simplified method for estimation of body fat (ECORE-BF). *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16:4529.
- Molina-Luque R, Yañez AM, Bannasar-Veny M, Romero-Saldaña M, Molina-Recio G, López-González ÁA. A Comparison of Equation Córdoba for Estimation of Body Fat (ECORE-BF) with Other Prediction Equations. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17:7940.
- Feng L, Chen T, Wang X, Xiong C, Chen J, Wu S, et al. Metabolism Score for Visceral Fat (METS-VF): A New Predictive Surrogate for CKD Risk. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2022;15:2249–58.
- Kapoor N, Jiwanmall SA, Nandyal MB, Kattula D, Paravathareddy S, Paul TV, et al. Metabolic Score for Visceral Fat (METS-VF) Estimation - A Novel Cost-Effective Obesity Indicator for Visceral Adipose Tissue Estimation. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2020;13:3261–7.
- Feng Y, Yang X, Li Y, Wu Y, Han M, Qie R, et al. Metabolic Score for Visceral Fat: A reliable indicator of visceral obesity for predicting risk for hypertension. *Nutrition.* 2022;93:111443.
- Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, et al. Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nat Rev Endocrinol.* 2020;16:177–89.
- Wei J, Liu X, Xue H, Wang Y, Shi Z. Comparisons of Visceral Adiposity Index, Body Shape Index, Body Mass Index and Waist Circumference and Their Associations with Diabetes Mellitus in Adults. *Nutrients.* 2019;11:1580.