

COMPARACIÓN DE ÍNDICES ANTROPOMÉTRICOS, CLÁSICOS Y NUEVOS, PARA EL CRIBADO DE SÍNDROME METABÓLICO EN POBLACIÓN ADULTA LABORAL

Elena Raya-Cano (1), Guillermo Molina-Recio (1), Manuel Romero-Saldaña (2), Carlos Álvarez-Fernández (3), Alberto Hernández-Reyes (1) y Rafael Molina-Luque (1)

(1) Departamento de Enfermería. Facultad de Medicina y Enfermería. Universidad de Córdoba. Córdoba. España.

(2) Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. Departamento de Enfermería. Facultad de Medicina y Enfermería. Universidad de Córdoba. Córdoba. España.

(3) Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ayuntamiento de Córdoba. Córdoba. España.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

RESUMEN

Fundamentos: El síndrome metabólico (SMet) se ha convertido en una epidemia a nivel mundial, como resultado de una alta prevalencia de obesidad y de un estilo de vida sedentario. El objetivo de este trabajo fue determinar la capacidad predictiva de los índices antropométricos sobre el SMet.

Métodos: Se realizó un estudio transversal en una muestra de 636 trabajadores, con una prevalencia global de SMet del 14,3%. Se realizaron Curvas Operador-Receptor para determinar los valores de corte. La precisión diagnóstica se determinó a partir de la sensibilidad y especificidad, los valores predictivos, el índice de validez y el índice de Youden.

Resultados: Las variables con mayor área bajo la curva (ABC) fueron el índice cintura-talla (ICT) y el índice de redondez del cuerpo (BRI) con 0,89 (IC 95% 0,858-0,927), seguidos de la circunferencia de cintura (CC) con 0,87 (IC 95% 0,83-0,909). Los valores de corte fueron: ICT=0,54, con una sensibilidad del 90,1% y una especificidad del 76,1%; BRI=4,15, con una sensibilidad y especificidad del 90,1% y 76,1%, respectivamente.

Conclusiones: El ICT y el BRI son los indicadores antropométricos que mejor discriminan la incidencia y prevalencia de SMet en población adulta laboral. Además, muestran una importante capacidad discriminatoria de obesidad abdominal.

Palabras clave: Síndrome metabólico, Antropometría, Prevalencia.

ABSTRACT

Comparison of classic and new anthropometric indexes for the screening of metabolic syndrome on the working population

Background: Metabolic syndrome (MetS) has become a worldwide epidemic as the result of a high prevalence of obesity and a sedentary lifestyle. This study was aimed to determine the predictive capacity of some anthropometric indexes on the metabolic syndrome MetS.

Methods: A cross-sectional study was carried out in 636 workers with an overall prevalence of MetS of 14.3%. Receiver Operating Characteristic curves have been carried out to determine the cut-off values. Diagnostic accuracy was determined from the sensitivity and specificity, predictive values, validity index, and Youden index.

Results: Waist-to-Height Ratio (WtHR) and Body Round Index (BRI) were the variables with the highest area under the curve (AUC) both with 0.89 CI 95% (0.858-0.927), followed by Waist Circumference with 0.87 CI 95% (0.83-0.909). The most outstanding cut-off values were: WtHR (0.54), with a sensitivity of 90.1% and a specificity of 76.1% and BRI (4.15) achieved a sensitivity and specificity of 90.1% and 76.1%, respectively.

Conclusions: WtHR and BRI are the anthropometric indicators that best discriminate the incidence and prevalence of MetS on the working population. In addition, they show a significant discriminatory capability of abdominal obesity.

Key words: Metabolic syndrome, Anthropometry, Prevalence.

Correspondencia:
Guillermo Molina-Recio
Departamento de Enfermería
Facultad de Medicina y Enfermería
Universidad de Córdoba
Avenida Menéndez Pidal, s/n
Edificio Sur, 1ª Planta
14004 Córdoba, España
gmolina@uco.es

Cita sugerida: Raya-Cano E, Molina-Recio G, Romero-Saldaña M, Álvarez-Fernández C, Hernández-Reyes A, Molina-Luque R. Comparación de índices antropométricos, clásicos y nuevos, para el cribado de Síndrome Metabólico en población adulta laboral. Rev Esp Salud Pública. 2020; 94: 4 de junio e202006042

INTRODUCCIÓN

El síndrome metabólico (SMet) es un estado fisiopatológico multifactorial que engloba una serie de factores de riesgo como obesidad abdominal, resistencia a la insulina, hipertensión arterial (HTA), dislipemia aterogénica (disminución del colesterol HDL y aumento de triglicéridos), disfunción endotelial y un estado sistémico proinflamatorio⁽¹⁾. Presenta una estrecha asociación con el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular (ECV) y diabetes mellitus tipo 2. La patogenia de SMet no se conoce con exactitud pero implica interacciones complejas entre los antecedentes genéticos, las hormonas y los factores ambientales, como la contaminación del aire, las toxinas y los nutrientes^(2,3).

El SMet se ha convertido en una epidemia a nivel mundial, como resultado de una alta prevalencia de obesidad y un estilo de vida sedentario⁽⁴⁾. Este aumento global tiene graves efectos en la salud de la población⁽⁵⁾. En nuestro país, su prevalencia es elevada. El estudio DARIOS⁽⁶⁾, realizado en España en 2011, muestra una prevalencia de SMet del 32% en hombres y del 29% en mujeres. Por otra parte, el estudio ENRICA⁽⁷⁾, realizado en 2010, presenta una prevalencia de SMet del 22,7%, (26% en hombres y 19,4% en mujeres). Además, la frecuencia aumenta con la edad y es mayor en hombres que en mujeres hasta los 65 años. Por encima de esta edad, la frecuencia es mayor en mujeres.

Por ello, es esencial una detección precoz del SMet en la población susceptible, que evite la progresión de estos factores de riesgo a la instauración de la obesidad, ECV, diabetes, etc. Recientemente se ha presentado un método no invasivo de detección precoz basado en la medición del índice cintura-talla (ICT) y la tensión arterial (TA)⁽⁸⁾. Además, numerosos estudios han evidenciado la asociación de SMet con indicadores de adiposidad abdominal, resaltando la capacidad predictiva de esos índices^(9,10).

El índice de masa corporal (IMC) es el método más utilizado para determinar el sobrepeso y la obesidad en la población⁽¹¹⁾. Sin embargo, el IMC es incapaz de describir la distribución del tejido adiposo, además de estar limitado por las diferencias existentes según el género, la edad y la etnia⁽¹²⁾. Por tanto, se requieren índices antropométricos adicionales para evaluar la distribución de la grasa corporal.

La circunferencia de la cintura (CC) y el índice cintura-cadera (ICC) están correlacionados con la medición de la grasa central o abdominal, así como con los factores de riesgo de ECV. Algunos estudios sugieren que la CC predice mejor el riesgo de SMet que el índice cintura-cadera (ICC) y el IMC⁽¹³⁾. Sin embargo, la CC puede sobreestimar o subestimar el riesgo al no tener en cuenta la altura de los individuos⁽¹⁴⁾. Por ello, se propuso el ICT como una alternativa a la CC, y recientes estudios han apoyado el uso de ICT como mejor predictor del riesgo de ECV⁽¹¹⁾. Otro índice antropométrico empleado en la práctica clínica es el porcentaje de peso graso (%PG), que puede ser obtenido, entre otros métodos, por bioimpedancia eléctrica o a través de la medición de los pliegues cutáneos.

En los últimos años se han empleado otros índices antropométricos como el índice de redondez del cuerpo (BRI, *Body Roundness Index*), que estima la distribución total de grasa corporal⁽¹⁵⁾, y el índice de adiposidad corporal (BAI, *Body Adiposity Index*), que es considerado un fuerte predictor del porcentaje de adiposidad^(16,17). Recientemente, se ha correlacionado el índice de adiposidad visceral⁽¹⁸⁾ (VAI, *Visceral Adiposity Index*) y el índice de la forma del cuerpo (ABSI, *A Body Shape Index*)⁽¹⁹⁾ con el riesgo cardiometabólico. Otro índice de adiposidad abdominal utilizado es el índice de conicidad (CI, *Conicity Index*).

El objetivo del presente estudio fue determinar la capacidad predictiva de los índices

antropométricos sobre el SMet, clasificándolos en dos grupos: los índices antropométricos clásicos (IMC, CC, ICC, ICT, %PG) y los nuevos índices propuestos en los últimos años (BRI, BAI, ABSI, VAI, CI).

SUJETOS Y MÉTODOS

Diseño de estudio. Población. Muestra. Estudio transversal llevado a cabo en 2018 sobre población trabajadora del Ayuntamiento de Córdoba (España). Para determinar el tamaño muestral se utilizó EPIDAT (versión 4.2). Para una prevalencia esperada del 16%⁽²⁰⁾, una población de 1.800 trabajadores, una seguridad del 95% y una precisión del 2,5%, se obtuvo una muestra de 567 personas. Finalmente, se seleccionaron 636 trabajadores, mediante procedimiento aleatorio y estratificado por edad y género.

Criterios de elegibilidad:

Criterios de inclusión. Trabajadores pertenecientes a la población laboral del Ayuntamiento de Córdoba que se realizaron la vigilancia de la salud entre 2016 y 2018.

Criterios de exclusión. Trabajadores con falta de datos correspondientes a variables de interés, trabajadores con patología aguda relacionada con enfermedad cardiovascular incapacitante o trabajadores con ingresos hospitalarios recientes (tres meses antes de realizarse la vigilancia de la salud).

Variables de estudio y medición:

Variable resultado. Presencia o ausencia de SMet (cualitativa dicotómica, sí/no). Se emplearon los criterios de la Definición Armonizada de SMet (2009)⁽²¹⁾, que le definen por la presencia de, al menos, tres de los siguientes criterios: CC ≥ 88 cm en mujeres o ≥ 102 en hombres; TA $\geq 130/85$ mmHg; triglicéridos (TG) ≥ 150 mg/dl; colesterol-HDL < 50 mg/dL para mujeres o

< 40 mg/dL para hombres; glucemia plasmática en ayunas ≥ 100 mg/dL.

Variables explicativas:

i) Variables antropométricas: CC en cm, IMC en kg/m^2 , %PG determinado según la ecuación de Deurenberg, ICC [(CC (cm)/circunferencia de cadera (cm)], ICT [CC (cm)/altura (cm)], tensión arterial diastólica (TAD) y sistólica (TAS) expresada en mmHg. El resto de índices antropométricos (BRI, BAI, ABSI, VAI, CI) fueron calculados siguiendo las siguientes fórmulas^(15,16,17,18):

– BRI: $364,2 - 365,5 \times (1 - [\text{circunferencia de cintura (m)}/2\pi]^2 / [0,5 \times \text{altura (m)}]^2)^{1/2}$

– ABSI: $\text{Circunferencia de cintura (m)} / [\text{IMC (kg}/\text{m}^2)^{3/5} / \text{altura (m)}^{1/2}]$

– BAI: $[\text{Circunferencia de cadera (cm)} / \text{altura (m)}^{1,5}] - 18$

– $\text{VAI}_{\text{HOMBRES}}$: $[\text{Circunferencia de cintura (cm)} / 39,68 + (1,88 \times \text{IMC (kg}/\text{m}^2))] \times [\text{TG (mmol/L)} / 1,03] \times [1,31 / \text{HDL (mmol/L)}]$

– $\text{VAI}_{\text{MUJERES}}$: $[\text{Circunferencia de cintura (cm)} / 36,58 + (1,89 \times \text{IMC (kg}/\text{m}^2))] \times [\text{TG (mmol/L)} / 0,81] \times [1,52 / \text{HDL (mmol/L)}]$

– CI= $\text{Circunferencia de cintura (m)} / [0,109 \times (\text{peso (kg)} / \text{altura (m)})^{1/2}]$.

ii) Variables analíticas: glucosa basal en plasma (mg/dL), colesterol HDL (mg/dL), colesterol LDL (mg/dL) y triglicéridos (mg/dL).

Las variables antropométricas (talla, peso, circunferencia de cintura y cadera) se midieron según las recomendaciones del manual de referencia para la estandarización antropométrica⁽²²⁾, y fueron realizadas por personal experimentado y debidamente entrenado al objeto de

minimizar el coeficiente de variación. El peso corporal se midió con una precisión de 0,1 kg empleando una escala analógica y la talla se midió con una precisión de 0,1 cm usando un estadiómetro. Para la circunferencia de cintura y cadera, se empleó una cinta métrica flexible de acero. La CC fue tomada entre el borde inferior de la última costilla y el punto más alto de la cresta iliaca al final de una espiración.

Para la medición de la presión arterial se siguieron las recomendaciones del *Manual de HTA* de la Sociedad Andaluza de Medicina Familiar⁽²³⁾. Previamente a la toma, los trabajadores estuvieron en reposo, sentados, al menos 10 minutos. Se llevaron a cabo 3 tomas separadas por un intervalo de un minuto cada una, calculando la media o mediana según la variación obtenida.

Para las variables analíticas, la extracción de las muestras de sangre se realizó en el lugar de trabajo tras 12 horas de ayuno, a partir de 10 ml de sangre extraída mediante punción venosa en la fosa antecubital del brazo, con un tubo de vacío desechable. Una vez extraídas, se centrifugaron entre los 30 y 60 minutos posteriores a la extracción y fueron refrigeradas entre 2-8°C hasta su transporte y recepción por el laboratorio de referencia. Este laboratorio de análisis clínicos acreditó la certificación de calidad externa e interna exigida por la normativa.

Aspectos éticos y legales. Todos los trabajadores fueron reclutados a través de exámenes de salud laboral realizados en la empresa, informándoles verbalmente y por escrito de los objetivos del examen, recogiendo su consentimiento informado. El protocolo de estudio respetó la Declaración de Helsinki para la realización de investigaciones médicas con seres humanos.

Análisis estadístico. Las variables cuantitativas se presentaron según la media y desviación estándar, mientras que las variables cualitativas se han expresaron en frecuencias absolutas y relativas (porcentajes). Para contrastar la bondad de ajuste a una distribución normal de los datos se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, con la corrección de Lilliefors si $n > 50$, o la prueba de Shapiro-Wilk si $n < 50$.

Para la comparación de dos medias aritméticas independientes se realizó la prueba t de Student o U de Mann-Whitney, según parametricidad de los datos. La comparación de porcentajes se realizó mediante el test chi-cuadrado, no siendo preciso realizar la corrección de Yates ni el test exacto de Fisher.

Para conocer el grado de discriminación de los indicadores antropométricos sobre el SMet se han llevado a cabo Curvas Operador-Receptor (por sus siglas en inglés, ROC), determinando los valores de corte para cada índice a partir del índice de Youden (mayor sensibilidad y especificidad conjuntas). Además, la precisión diagnóstica de cada índice antropométrico se determinó a partir de los indicadores de validez (sensibilidad y especificidad) y de seguridad (valores predictivos), y también del índice de validez. Se realizó una regresión logística cruda y ajustada calculando los valores de *Odds Ratio* (OR) con un intervalo de confianza (IC) del 95%.

El nivel de significación estadística fue fijado en todos los contrastes para un error alfa inferior al 5%, y los intervalos de confianza fueron calculados con una seguridad del 95%. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 22 y EPIDAT versión 4.2.

RESULTADOS

Descripción de la muestra de estudio. De los 636 trabajadores incluidos en la muestra, 432 eran hombres (67,9%). La edad media fue de $45,1 \pm 8,8$ años (IC 95% 44,4-45,8 años). Entre ellos, 91 trabajadores presentaron SMet, con una prevalencia global del 14,3% (IC 95% 11,5%-17,1%). La prevalencia obtenida en hombres fue de 17,4% y en mujeres de 7,8%.

La **tabla 1** representa las características de la muestra estudiada, los resultados según las variables independientes para los grupos con y sin SMet y, finalmente, el análisis de regresión logística cruda y ajustada. La regresión ajustada se llevó a cabo mediante modelización para cada variable de estudio, incluyendo edad y sexo. Los valores de OR ajustadas para edad y sexo incluyeron a ambas variables. Todos los índices antropométricos (IMC, CC, ICC, ICT, %PG, VAI, BAI, BRI, CI, ABSI) y variables analíticas (glucosa, TG, HTA) se encontraron elevados en sujetos con SMet. Todas las variables antropométricas representadas en **tabla 1** obtuvieron diferencias significativas en la regresión logística binaria. En el caso de la variable sexo, su efecto sobre la fuerza de asociación de las variables antropométricas con el SMet sólo fue significativa en el caso del %PG y la CC ($p < 0,05$).

Capacidad predictiva de los indicadores antropométricos frente a SMet. Se determinó la capacidad predictiva de los indicadores antropométricos para discriminar SMet entre los sujetos de estudio. Los valores del Área Bajo la

Curva (ABC), obtenidos a partir de las curvas ROC (**figura 1**), fueron mayores de 0,7 para todos los índices antropométricos. La variable que presentó mayor ABC fue ICT y BRI con 0,89 (IC 95% 0,858-0,927), seguida de CC 0,87 (IC 95% 0,83- 0,909), representados en la **tabla 2**.

En la **tabla 2** también podemos observar los valores predictivos positivos (VPP) y negativos (VPN), así como el índice de validez (IV). En nuestra muestra, y tras aplicar la prueba de screening de SMet, los VPP obtenidos se encontraron en un rango del 20% al 53%. Todos los VPN obtenidos fueron superiores al 90%.

A partir del índice de Youden ($IJ = S + E - 1$) se determinaron los umbrales (puntos de corte) para cada covariable. Los valores de corte más destacados fueron 0,54 para ICT y 4,15 para BRI, alcanzando ambos una sensibilidad del 90,1% y una especificidad del 76,1%.

La **tabla 3** muestra la capacidad discriminante determinada por el ABC de los índices antropométricos para los cinco componentes de SMet. Destaca que todos los índices, salvo el VAI, obtuvieron el mayor ABC para el componente de obesidad abdominal. Por componentes, los índices con mayor capacidad discriminante para HTA fueron ICT y BRI (0,81), ICT y BRI (0,74) para hiperglucemia, VAI con un ABC de 0,96 y 0,82, respectivamente, para hipertrigliceridemia y bajo colesterol HDL y, finalmente, ICT y BRI con 0,97 para obesidad abdominal.

Tabla 1
Características de la muestra según SMet y regresión logística.

Variable	Total N=636	SMet Si N=91	SMet No N=545	Estimación cruda			Estimación ajustada ⁽¹⁾			
				OR	IC 95%	p	OR	IC 95%	p	
Edad (años)	45,1 ± 8,8	51,58	44,01	1,116	1,08-1,15	<0,001	1,11	1,08-1,14	<0,001	
Género	Mujeres	16 (7,8%)	188 (92,2%)	1 (ref.)	1 (ref.)	<0,001	1,8	0,98-3,2	0,06	
	Hombres	432 (67,9%)	357 (82,6%)	2,468	1,4-4,4					
Variables antropométricas	IMC	26,53 ± 4,15	31,33 ± 4,33	25,72 ± 3,54	1,41	1,32-1,52	<0,001	1,4	1,3-1,5	<0,001
	ICC	0,88 ± 0,09	0,95 ± 0,07	0,86 ± 0,08	1,01	1,0-1,02	<0,001	1	1-1	<0,01
	ICT	0,52 ± 0,07	0,6 ± 0,06	0,5 ± 0,06	3,13	2,44-4,01	<0,001	2,6	2,02-3,4	<0,001
	CC	87,71 ± 12,38	101,89 ± 10,76	85,34 ± 10,98	1,16	1,13-1,2	<0,001	1,6	1,5-1,8	<0,001
	%PG	29,47 ± 6,47	35,16 ± 6,12	28,52 ± 6,03	1,17	1,12-1,21	<0,001	1,3	1,2-1,4	<0,001
	BAI	27,38 ± 4,64	30,87 ± 5,28	26,79 ± 4,26	1,19	1,13-1,24	<0,001	1,3	1,2-1,4	<0,001
	ABSI	0,07 ± 0,001	0,08 ± 0,003	0,075 ± 0,01	3,6	2,5-5,2	<0,001	2,2	1,5-1,3	<0,001
	VAI	3,24 ± 2,69	6,39 ± 4,54	2,71 ± 1,75	1,66	1,49-1,86	<0,001	1,6	1,5-1,8	<0,001
	BRI	3,77 ± 1,38	5,55 ± 1,37	3,47 ± 1,13	3,71	2,86-4,81	<0,001	3,3	2,5-4,3	<0,001
	CI	1,19 ± 0,1	1,28 ± 0,06	1,18 ± 0,09	1	1-1	0,8	1	1-1	0,9
Glucosa mg/dl	96,55 ± 19,7	115,81 ± 29,87	93,34 ± 15,24	1,1	1,05-1,09	<0,001	1,06	1,04-1,1	<0,001	
HDL mg/dl	56,77 ± 15,2	48,19 ± 17,17	58,21 ± 14,37	0,94	0,92-0,96	<0,001	0,94	0,92-0,96	<0,001	
Triglicéridos	117,84 ± 77,3	202,1 ± 117,67	103,69 ± 57,24	1,01	1,01-1,02	<0,001	1,01	1,01-1,02	<0,001	
HTA	Diastólica (mmHg)	76,12 ± 9,73	85,33 ± 7,88	74,58 ± 9,15	1,14	1,1-1,17	<0,001	1,07	1,05-1,09	<0,001
	Sistólica (mmHg)	118,67 ± 15,2	133,59 ± 12,46	116,17 ± 14,1	1,09	1,07-1,11	<0,001	1,13	1,1-1,2	<0,001

IMC: índice de masa corporal; ICC: índice cintura cadera; ICT: índice cintura-talla; CC: circunferencia cintura; %PG: porcentaje de grasa; BAI: *body adiposity index*; ABSI: *a body shape index*; VAI: *visceral adiposity index*; BRI: *body roundness index*; CI: índice de concididad; HTA: hipertensión arterial; (1) Estimación ajustada para cada variable de estudio según edad y género. Las OR de edad y género están ajustadas por ambas variables.

Tabla 2
Área bajo la curva, puntos de corte, sensibilidad, especificidad, índice de Youden, VPP, VPn e IV para cada variable antropométrica.

Variable	ABC	p	IC 95%	Punto corte	S	E	IJ	VPP	VPn	IV
IMC	0,86	<0,001	0,82-0,89	28,5	78%	80,9%	0,59	40,6%	95,7%	80,5%
ICC	0,78	<0,001	0,73-0,83	0,93	58,8%	77,2%	0,361	30,1%	91,8%	74,6%
ICT	0,89	<0,001	0,86-0,93	0,54	90,1%	76,1%	0,66	38,1%	97,9%	77,6%
CC	0,87	<0,001	0,83-0,91	98,85	68,1%	90,3%	0,584	53,9%	94,4%	87,1%
%PG	0,79	<0,001	0,75-0,84	30,37	82,4%	67,9%	0,503	30%	95,8%	69,9%
BAI	0,74	<0,001	0,69-0,79	25,2	93,3%	38,8%	0,321	20,3%	97,2%	46,6%
ABSI	0,74	<0,001	0,68-0,78	0,74	86,8%	44,4%	0,312	20,7%	95,3%	50,5%
VAI	0,85	<0,001	0,81-0,89	4,07	74,7%	85,5%	0,602	46,3%	95,3%	83,9%
BRI	0,89	<0,001	0,86-0,93	4,15	90,1%	76,1%	0,663	38,7%	97,9%	78,1%
CI	0,83	<0,001	0,79-0,88	1,26	69,2%	83,7%	0,529	41,5%	94,2%	81,6%
TAS	0,83	<0,001	0,79-0,87	127	75,8%	79,8%	0,556	38,5%	95,2%	79,3%
TAD	0,82	<0,001	0,78-0,86	79	90,1%	60%	0,501	27,3%	97,3%	64,3%

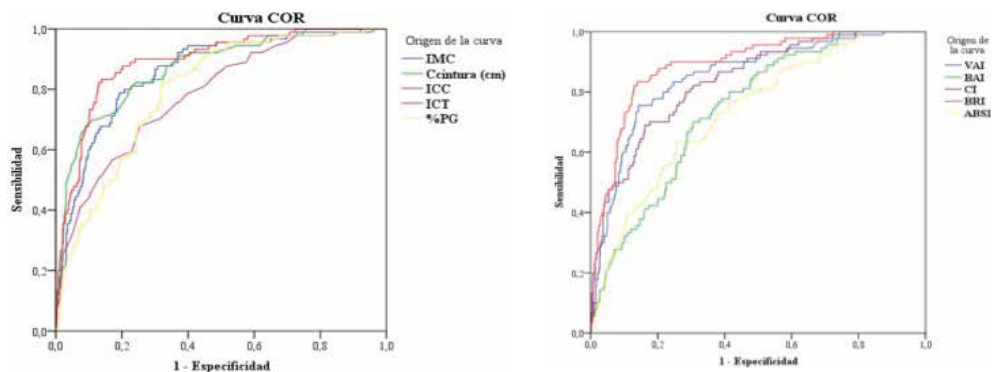
IMC: índice de masa corporal; ICC: índice cintura cadera; ICT: índice cintura-talla; CC: circunferencia cintura; %PG: porcentaje de grasa; BAI: *body adiposity index*; ABSI: *a body shape index*; VAI: *visceral adiposity index*; BRI: *body roundness index*; CI: índice de concididad; TAS: tensión arterial sistólica; TAD: tensión arterial diastólica; ABC: área bajo la curva; S: sensibilidad; E: especificidad; IJ: Índice Youden; VPP: valor predictivo positivo; VPn: valor predictivo negativo; IV: índice de validez.

Tabla 3
Área bajo la curva (ABC) en el análisis de curvas receptor-operador (ROC) de diferentes índices antropométricos para discriminar entre los componentes del SMet.

Variable	Hipertensión arterial			Hiperglucemia			Hipertrigliceridemia			Bajo HDL			Obesidad abdominal		
	ABC	IC 95%	p	ABC	IC 95%	p	ABC	IC 95%	p	ABC	IC 95%	p	ABC	IC 95%	p
IMC	0,77	0,74-0,81	<0,001	0,7	0,66-0,74	<0,001	0,71	0,66-0,76	<0,001	0,70	0,65-0,76	<0,001	0,96	0,95-0,98	<0,001
CC	0,79	0,75-0,82	<0,001	0,73	0,69-0,77	<0,001	0,76	0,71-0,8	<0,001	0,61	0,54-0,68	<0,001	0,96	0,93-0,98	<0,001
ICC	0,76	0,72-0,80	<0,001	0,73	0,69-0,77	<0,001	0,73	0,69-0,78	<0,001	0,52	0,45-0,59	<0,001	0,79	0,74-0,85	<0,001
ICT	0,81	0,78-0,85	<0,001	0,74	0,69-0,78	<0,001	0,74	0,69-0,79	<0,001	0,66	0,59-0,72	<0,001	0,97	0,96-0,98	<0,001
%PG	0,66	0,62-0,71	<0,001	0,58	0,53-0,63	<0,001	0,58	0,53-0,63	<0,001	0,74	0,68-0,79	<0,001	0,89	0,87-0,92	<0,001
BAI	0,64	0,59-0,68	<0,001	0,57	0,52-0,61	<0,001	0,57	0,52-0,63	<0,001	0,67	0,61-0,74	<0,001	0,82	0,78-0,87	<0,001
VAI	0,67	0,62-0,71	<0,001	0,63	0,58-0,68	<0,001	0,96	0,94-0,98	<0,001	0,82	0,77-0,87	<0,001	0,71	0,66-0,77	<0,001
BRI	0,81	0,78-0,85	<0,001	0,74	0,69-0,78	<0,001	0,74	0,69-0,79	<0,001	0,66	0,59-0,72	<0,001	0,97	0,96-0,98	<0,001
ABSI	0,69	0,65-0,74	<0,001	0,68	0,64-0,73	<0,001	0,69	0,65-0,74	<0,001	0,47	0,39-0,55	<0,001	0,72	0,67-0,78	<0,001
CI	0,76	0,72-0,8	<0,001	0,73	0,68-0,77	<0,001	0,74	0,7-0,79	<0,001	0,54	0,47-0,61	<0,001	0,86	0,82-0,9	<0,001

ABC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza; IMC: índice de masa corporal; CC: circunferencia cintura; ICC: índice cintura cadera; ICT: índice cintura-talla; %PG: porcentaje de grasa; BAI: *body adiposity index*; VAI: *visceral adiposity index*; BRI: *body roundness index*; ABSI: *a body shape index*; CI: índice de conicidad.

Figura 1
Curvas ROC para covariables antropométricas.



IMC: índice de masa corporal; Cintura: circunferencia cintura; ICC: índice cintura cadera; ICT: índice cintura-talla; %PG: porcentaje de grasa; BAI: *body adiposity index*; VAI: *visceral adiposity index*; BRI: *body roundness index*; ABSI: *a body shape index*; CI: índice de conicidad.

DISCUSIÓN

Se estudió y comparó la capacidad predictiva de indicadores antropométricos clásicos (ICT, CC, IMC, ICC, %PG) y modernos (BRI, CI, BAI, ABSI y VAI) para el diagnóstico de SMet.

La prevalencia global obtenida de SMet en trabajadores es del 14,3%. Al contrastar los resultados del presente estudio con los publicados, se debe considerar que la mayoría de ellos no utilizan los criterios armonizados para el diagnóstico de SMet, lo que dificulta su comparación. Así, el estudio MESYAS⁽²⁴⁾ obtiene una prevalencia global del 10,2% (n=7.256 sujetos), y Tauler et al, en un estudio realizado en trabajadores de las Islas Baleares, reportan un 12,3%⁽²⁵⁾. En ambos casos, siguieron los criterios diagnósticos NCEP ATP-III. Las diferencias en la prevalencia deben interpretarse con cautela, ya que pueden explicarse por las diferencias en el tamaño de la muestra y la composición de ésta, así como por el uso de diferentes criterios para definir SMet. En cualquier caso, los resultados reflejan una alta proporción de este síndrome en la población española.

El análisis de las variables muestra una fuerte asociación entre los índices antropométricos y SMet. Todos ellos eran capaces de discriminar sujetos con SMet, reflejando ABC superiores a 0,7. Cabe destacar que la variable sexo sólo modifica la fuerza de asociación de forma significativa en el caso del %PG y la CC. El %PG varía entre hombres y mujeres una media del 10%, algo que contempla la fórmula de Deurenberg en su cálculo⁽²⁶⁾. Por su parte, diversos autores consideran puntos de corte distintos para hombres y mujeres para la CC, como es en el caso de los criterios diagnósticos de SMet⁽²¹⁾.

Uno de los aspectos más relevantes del presente estudio es evidenciar la capacidad predictiva del ICT y del BRI para SMet, ambos indicadores antropométricos compuestos por las mismas variables (cintura y talla). De los indicadores antropométricos analizados, ICT y BRI obtienen la mayor área bajo la curva (0,89), incluso mayor que CC, que es empleado como componente en la definición de SMet. Stefanescu et al, en su estudio realizado en población peruana (n=1.518) obtienen que BRI es un fuerte predictor de SMet para ambos sexos,

comparado con IMC y CC⁽²⁷⁾. En la revisión sistemática realizada por Ashwell et al, en la que analizan la asociación entre los índices antropométricos de obesidad central y SMet, el ICT obtiene el valor más alto de ABC, con 0,76 en hombres y 0,75 en mujeres y, además, demuestra que el ICT es mejor predictor que CC para la diabetes, dislipemia, HTA y riesgo de ECV en ambos sexos, en poblaciones de diversas nacionalidades y etnias⁽²⁸⁾.

En nuestro estudio, para un punto de corte de 0,54, el ICT alcanza una sensibilidad en la predicción de SMet del 90,1%. El BRI, con un valor de corte de 4,15, consigue una sensibilidad del 90,1%. Por último, el IMC, con un punto de corte de 28,5 kg/m², obtiene una sensibilidad del 78%. Bennasar-Veny et al, en una muestra de 50.254 trabajadores españoles, obtienen mejor sensibilidad (78%) y especificidad (68%) en el IMC que en el BAI (70% en sensibilidad y 59% en especificidad)⁽¹⁷⁾. Bellido et al⁽²⁹⁾ estudiaron la prevalencia de SMet en una muestra española de 3.316 pacientes en consulta de nutrición y endocrinología. Para ICT, el ABC fue de 0,73 y, con un punto de corte de 0,54, obtuvo un valor predictivo positivo del 20% para SMet. Romero-Saldaña et al⁽³⁰⁾, en un estudio longitudinal realizado en un periodo de 9,2 años, comparan cuatro índices antropométricos (ICT, IMC, CC, %PG) en la incidencia de SMet, donde el ICT es el mejor predictor, con un ABC de 0,82 y con un valor de corte de 0,54, alcanzando una sensibilidad del 70% y una especificidad del 77%.

Finalmente, en cuanto al comportamiento de estos índices en diferentes poblaciones étnicas (caucásica, asiática, latinoamericana, etc.), el ICT, al tratarse de un indicador con mayor recorrido histórico que BRI, ha sido más estudiado en diferentes poblaciones. Así, por ejemplo, Soon et al⁽³¹⁾, en un estudio con 2.952 adultos coreanos, encuentran que el ICT es el indicador antropométrico con mayor ABC para SMet tanto en hombres (0,73) como en mujeres (0,76).

En población india asiática, Raiput et al⁽³²⁾ analizan en 3.054 adultos la prevalencia de SMet, observando que el ICT alcanza el mayor valor predictivo, con un ABC de 0,9. De igual forma, el estudio de incidencia de SMet de Koch et al⁽³³⁾, sobre una muestra de 11.600 adultos chilenos controlados durante 8 años, obtiene que el ICT es el mejor predictor, con un ABC del 0,9 (hombres) y del 0,81 (mujeres), seguido de la CC con 0,81 y 0,75 para hombres y mujeres, respectivamente.

Como limitaciones halladas en el estudio, no se han tenido en cuenta factores importantes como el tabaquismo, la realización de actividad física o los hábitos dietéticos que influyen en el desarrollo de SMet. Por tanto, se necesitan más estudios para determinar si los resultados obtenidos son consistentes.

A modo de conclusión, el ICT (como ejemplo de indicador clásico) y el BRI (nuevo índice antropométrico) son los indicadores antropométricos que mejor discriminan la incidencia y prevalencia de SMet en la población sana. Además, ICT y BRI muestran una importante capacidad discriminadora sobre obesidad abdominal. Ambos indicadores requieren para su cálculo la CC y la altura, pero para obtener dichos parámetros no es necesario utilizar técnicas invasivas.

No se encuentran diferencias entre el ICT y el BRI. Por tanto, se sugiere emplear el ICT, ya que su cálculo matemático es más fácil y su interpretación mucho más intuitiva. Un ICT>0,5 marca el riesgo de SMet. Es posible mejorar la detección temprana de SMet mediante la medición del ICT.

BIBLIOGRAFÍA

1. Grundy SM. Metabolic Syndrome: Connecting and Reconciling Cardiovascular and Diabetes Worlds. *J Am Coll Cardiol.* 2006; 47(6): 1093-100. DOI: 10.1019/j.jacc.2005.11.046.

2. Zapulla D. Environmental Stress, Erythrocyte Dysfunctions, Inflammation and the Metabolic Syndrome: Adaptations to CO₂ increases. *J Cardiometab Syndr*. 2008; 3(1): 30-34. DOI: 10.1111/j.1559-4572.2008.07263.x.
3. Lang F, Gulbins E, Lang PA, Zappulla D, Foller M. Ceramide in suicidal death of erythrocytes. *Cell Physiol Biochem*. 2010; 26(1): 21-28. DOI: 10.1159/000315102.
4. Yamaoka K, Tango T. Effects of lifestyle modification on metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med*. 2012; 10(1). DOI: 10.1186/1741-7015-10-138.
5. Swinburn BA, Sacks G, Hall KD, McPherson K, Finegood DT, Moodie ML et al. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. *Lancet*. 2011; 378(9793): 804-814. DOI: 10.1016/s0140-6736(11)60813-1.
6. Fernández-Berges D, Cabrera A, Sanz H, Eloussa R, Guembe MJ, Alzamora M et al. Síndrome metabólico en España: prevalencia y riesgo coronario asociado a la definición armonizada y a la propuesta por la OMS. Estudio DARIOS. *Rev Esp Cardiol*. 2012; 65(3): 241-248. DOI: 10.1016/j.recesp.2011.10.015.
7. Guallar-Castillón P, Gil-Montero M, León LM, Graciani A, Bayán A, Taboada JM et al. Magnitud y manejo de la hipercolesterolemia en la población adulta de España, 2008-2010: el estudio ENRICA. *Rev Esp Cardiol*. 2012; 65(6): 551-558. DOI: 10.1016/j.recesp.2012.02.005.
8. Romero-Saldaña M, Fuentes-Jiménez FJ, Vaquero-Abellán M, Álvarez-Fernández C, Molina-Recio G, López-Miranda J. New non-invasive method for early detection of metabolic syndrome in the working population. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2016; 15(7):549-558. DOI: 10.1177/1474515115626622.
9. Wajchenberg BL. Subcutaneous and Visceral Adipose Tissue: Their Relation to the Metabolic Syndrome. *Endocr Rev*. 2000; 21(6): 697-738. DOI: 10.1210/edrv.21.6.0415.
10. Lajeunesse-Trempe F, Dufour R, Du Souich P, Paquette M, Kaduka L, Christensen D. Anthropometric Measures and their association with risk factors for cardio-metabolic diseases in Kenyan adults. *Ann Hum Biol*. 2019: 1-34. DOI: 10.1080/03014460.2018.1562568.
11. Lee CM, Huxley RR, Wildman RP, Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *J Clin Epidemiol*. 2008; 61(7): 646-653. DOI: 10.1016/j.clinepi.2007.08.012.
12. Jackson AS, Stanforth PR, Gagnon J, Rankinen T, Leon AS, Rao DC et al. The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: The Heritage Family Study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002; 26(6): 789-796. DOI: 10.1038/SJ.IJO.0802006.
13. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev*. 2010; 23(02): 247-269. DOI: 10.1017/s0954422410000144.
14. Al-Rubean K, Youssef AM, Al Farsi Y, Al-Sharqawi AH, Bawazeer N, Al Otaibi MT et al. Anthropometric cut-off values for predicting metabolic syndrome in a Saudi community: from the SAUDI-DM study. *Ann Saudi Med*. 2017; 37(1): 21-30. DOI: 10.5144/0256-4947.2017.21.
15. Thomas DM, Bredlau C, Bosity-Westphal A, Mueller M, Shen W, Gallagher D et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity (Silver Spring)*. 2013; 21(11): 2264-2271. DOI: 10.1002/oby.20408.
16. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG et al. A Better Index of Body Adiposity. *Obesity (Silver Spring)*. 2011; 19(5): 1038-1089. DOI: 10.1038/oby.2011.38.

17. Bannasar-Veny M, López-González AA, Tauler P, Cespedes ML, Vicente-Herreno T, Yañez A et al. Body Adiposity Index and Cardiovascular Health Risk Factors in Caucasians: A Comparison with the Body Mass Index and others. *PLoS ONE*. 2013; 8(5): e63999. DOI: 10.1371/journal.pone.0063999.
18. Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscrimanna A, Vitabile S, Midiri M et al. Visceral Adiposity Index: A reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*. 2010; 33(4): 920-922. DOI: 10.2337/dc09-1825.
19. Bertoli S, Leone A, Krakauer NY, Bedogni G, Vanzulli A, Redaelli VI et al. Association of Body Shape Index (ABSI) with cardio-metabolic risk factors: A cross-sectional study of 6081 Caucasian adults. *PLoS ONE*. 2017; 12(9): e0185013. DOI: 10.1371/journal.pone.0185013.
20. Romero M, Álvarez C, Vaquero M, Prieto A. Evolución de la prevalencia de Síndrome Metabólico en población trabajadora (2001-2013). *Enferm Trab*. 2014; 4(3): 87-94.
21. Alberti KGMM, 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): 1640-1645. DOI: 10.1161/circulationaha.109.192644.
22. Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD et al. Circumferences. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual*. Campaign: Human Kinetics Books; 1991. p. 44-5.
23. González A. La medición correcta de la presión arterial. En: *Manual de hipertensión arterial en la práctica clínica de atención primaria*. Grupo de hipertensión arterial. Sociedad Andaluza de Medicina Familiar, 2006, pp. 35-41.
24. Alegría E, Cordero A, Laclaustra M, Grima A, León M, Casasnovas JA et al. Prevalencia del síndrome metabólico en población laboral española: registro MESYAS. *Rev Esp Cardiol*. 2005; 58(7): 797-806. DOI: 10.1157/13077231.
25. Tauler P, Bannasar-Veny M, Morales-Asencio JM, López-González AA, Vicente-Herrero T, De Pedro-Gómez J et al. Prevalence of Premorbid Metabolic Syndrome in Spanish Adult Workers Using IDF and ATPIII Diagnostic Criteria: Relationship with Cardiovascular Risk Factors. *PLoS ONE*. 2014; 9 (2): e89281. DOI: 10.1371/journal.pone.0089281.
26. Deurenberg P, Wetstrate JA, Seidell JC. Body mass index as a measure of body fatness: Age- and sex- specific prediction formulas. *Br. J. Nutr*. 1991, 65: 105-114. DOI: 10.1079/bjn19910073.
27. Stefanescu A, Revilla L, López T, Sánchez SE, Williams MA, Gelaye B. Using A Body Shape Index (ABSI) and Body Roundness Index (BRI) to predict risk of metabolic syndrome in Peruvian adults. *J Int Med Res*. 2020; 48(1): 300060519848854. DOI: 10.1177/0300060519848854.
28. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2011; 13 (3): 275-286. DOI: 10.1111/j.1467-789x.2011.00952.x.
29. Bellido D, López M, Carreira J, De Luis D, Bellido V, Soto A et al. Índices antropométricos estimadores de la distribución adiposa abdominal y capacidad discriminante para el síndrome metabólico en población española. *Clin Invest Arterioscl*. 2013; 25(3): 105-109. DOI: 10.1016/j.arteri.2013.05.007.
30. Romero-Saldaña M, Fuentes-Jiménez FJ, Vaquero-Abellán M, Álvarez-Fernández C, Aguilera-López MD, Molina-Recio G. Predictive Capacity and Cutoff Value of Waist-to-Height Ratio in the Incidence of Metabolic Syndrome. *Clin Nurs Res*. 2019; 28(6):676-691. DOI: 10.1177/1054773817740533.

31. Park YS, Kim JS. Association between Waist-to-Height Ratio and Metabolic Risk Factors in Korean Adults with Normal Body Mass Index and Waist Circumference. *Tohoku J Exp Med.* 2012; 228(1):1-8. DOI: 10.1620/tjem.228.1.
32. Rajput R, Rajput M, Bairwa M, Singh J, Saini O, Shankar V. Waist height ratio: A universal screening tool for prediction of metabolic syndrome in urban and rural population of Haryana. *Indian J Endocrinol Metab.* 2014; 18(3):394-399. DOI: 10.4103/2230-8210.131201.
33. Koch E, Romero T, Manríquez L, Taylor A, Román C, Paredes M et al. Razón cintura-estatura: Un mejor predictor antropométrico de riesgo cardiovascular y mortalidad en adultos chilenos. Nomograma diagnóstico utilizado en el Proyecto San Francisco. *Rev Chil Cardiol.* 2008; 27(1): 23