

Utilidad en enfermería de diferentes índices antropométricos y analíticos para valorar la existencia de síndrome metabólico con los criterios NCEP ATP III e IDF en población mediterránea española

Usefulness in nursing of different anthropometric and analytical indices to assess the existence of metabolic syndrome with the NCEP ATP III and IDF criteria in Spanish Mediterranean population

María Gil Llinás¹, Pilar Estades Janer¹, Sheila García Agudo², Rosa González Casquero³, Irene Campos González⁴

1. Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Servei de Salut de les Illes Balears. Hospital Son Llàtzer.

2. Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Servicio Balear de Prevención.

3. Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Servei de Salut de les Illes Balears. Hospital de Inca.

4. Enfermera. Hospital Son Llàtzer.

Correspondencia

María Gil Llinás

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Son Llàtzer

Crtra. de Manacor, Km 4. 07198 - Palma de Mallorca

Teléfono: 871 20 22 76

E-mail: mgil@hsl.es

Recibido: 14 – XI – 2016

Aceptado: 29 – XII – 2016

doi: 10.3306/MEDICINABALEAR.32.01.26

Resumen

Introducción: El síndrome metabólico (SM) es un conjunto de alteraciones metabólicas relacionadas con el estilo de vida, factores genéticos y ambientales que aumentan el riesgo padecer una enfermedad cardiovascular.

Objetivos: Determinar la utilidad de diferentes índices relacionados con el riesgo cardiovascular en la predicción de SM.

Material y métodos: Estudio descriptivo transversal en 61283 trabajadores del área mediterránea. Los índices estudiados son: índice de masa corporal, índice ponderal, índice cintura/altura, índice cintura/cadera, índice de volumen abdominal, índice de adiposidad corporal, índice de adiposidad visceral, índice de forma del cuerpo, índice de redondez del cuerpo, índice de conicidad, cholíndex, producto de acumulación de lípidos e índices aterogénicos. El SM se determina con los criterios NCEP ATP III e IDF. Se determinan las curvas ROC y los puntos de corte de cada uno de los índices que mejor predicen el SM.

Resultados: Los índices que mejor predicen el SM con los criterios NCEP ATP III son el índice aterogénico triglicéridos/HDL, índice de adiposidad visceral y producto de acumulación de lípidos, mientras que si empleamos los criterios IDF los mejores resultados se obtienen con índice de redondez del cuerpo, índice cintura altura, índice de volumen abdominal y producto de acumulación de lípidos. Los peores resultados se obtienen con el índice de forma del cuerpo.

Conclusiones: Los índices analizados son útiles para predecir la aparición de SM y podrían ser una alternativa para calcular SM. Al ser fáciles de obtener y baratos son especialmente útiles en los niveles asistenciales primarios.

Palabras clave: Síndrome metabólico, riesgo cardiovascular, índices antropométricos

Abstract

Introduction: Metabolic syndrome (MS) is a set of metabolic disorders related to lifestyle, genetic and environmental factors that increase the risk of cardiovascular disease.

Objective: Determine the usefulness of different indices related to cardiovascular risk in predicting MS.

Materials and methods: Cross-sectional study in 61283 workers in the Mediterranean area. The indices studied are: body mass index, ponderal index, waist to height ratio, waist to hip ratio, abdominal volume index, body adiposity index, visceral adiposity index, body shape index, body roundness index, conicity index, cholindex, lipid accumulation product and atherogenic indices. The MS is determined by the NCEP ATP III and IDF criteria. ROC curves and cutoff points of each of the indices that best predict SM are determined.

Results: The indices that best predict the MS with the NCEP ATP III criteria are the atherogenic index triglycerides / HDL, visceral adiposity index and lipid accumulation product, whereas if we use the IDF criteria the best results are obtained with body roundness index, waist to height ratio, abdominal volume index and lipid accumulation product. The worst results are obtained with the body shape index.

Conclusions: The analyzed indices are useful in predicting the onset of MS and could be an alternative to calculate MS. Being easy to get and cheap they are especially useful in the primary care levels.

Keywords: Metabolic syndrome, cardiovascular risk, anthropometric indices

Introducción

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) causan gran morbimortalidad tanto en los países desarrollados como no desarrollados, así en los últimos años un 80% de las muertes por enfermedades cardiovasculares se han producido en países con renta media o baja, y la cifra no para de crecer.¹ El riesgo cardiovascular (RCV) se define como la probabilidad de sufrir un evento cerebrovascular en un periodo determinado, generalmente 10 años, para su determinación se emplean generalmente escalas como Framingham o SCORE que están basadas en estudios de cohortes. Esta determinación del RCV es la base de la práctica totalidad de guías clínicas que se ocupan de la prevención cardiovascular. Otra forma de valorar el RCV es mediante la determinación del síndrome metabólico (SM) entendido como la presencia conjunta en una misma persona de diferentes factores de riesgo que van a aumentar considerablemente las probabilidades de que una persona sufra ECV. Son varios los criterios existentes para determinar la presencia o no de SM², desde los más sencillos: NCEP ATP II o el de la International Diabetes Federation (IDF) que se basan en medidas antropométricas como perímetro de cintura, determinaciones clínicas como la tensión arterial o parámetros analíticos como triglicéridos, HDL colesterol o glucemia, hasta otros más complejos como los de la OMS que requieren la determinación de resistencia a la insulina o la excreción de albúmina urinaria o relación albúmina-creatinina, determinaciones estas que no siempre están al alcance de cualquier profesional sanitario de nivel primario.

En un intento de mejorar la predicción de ECV se han ido creando diferentes instrumentos, algunos de los cuales se presentan en este trabajo, que pudieran complementar a los ya existentes, entre ellos destacamos el Body Shape Index (ABSI) que algunos autores han visto que se relaciona con un mayor riesgo de mortalidad cardiovascular³, el Visceral Adiposity Index (VAI) que guarda relación tanto con los niveles de grasa visceral,⁴ como con diabetes tipo 2⁵ y enfermedad arterial coronaria,⁶ el Cholinex⁷ y el Abdominal volumen index (AVI)⁶ que se han relacionado también con enfermedad arterial coronaria, el Conicity Index (CI) que se asocia con riesgo coronario elevado⁸ y mayor RCV,⁹ la cintura hipertriglicéridémica (CHTG) que se ha relacionado entre otros con la diabetes tipo 2,¹⁰ la enfermedad arterial coronaria¹¹ e incluso el infarto agudo de miocardio¹². Por su parte el Body Roundness Index (BRI) se ha asociado con anomalías cardiometabólicas¹³, obesidad,¹⁴ diabetes¹⁵ y síndrome metabólico¹⁶ mientras que el Body Adiposity Index (BAI) es un buen indicador de la grasa corporal¹⁷ e incluso un buen predictor de SM.¹⁸ El Lipid Accumulation Product (LAP) se ha asociado con factores de riesgo cardiometabólico.¹⁹

Al analizar la literatura científica se observa que los ín-

dices antes citados no han sido demasiado utilizados en la prevención cardiovascular aunque quizá puedan aportar valiosa información sobre la valoración del RCV. Por ello en este trabajo nos planteamos que utilidad tendrían estos nuevos índices que emplean pocas variables en su determinación para predecir la aparición o no de SM entidad que requiere un mayor número de variables para su diagnóstico, de manera que se pueda facilitar el trabajo de los profesionales sanitarios del nivel primario, especialmente de enfermería, que no siempre tienen acceso, o si lo tienen no siempre es fácil, a determinados parámetros clínicos y analíticos.

Material y métodos

Tipo de estudio

Estudio descriptivo transversal en 61.283 trabajadores (26.241 mujeres y 35.042 hombres) del área mediterránea española pertenecientes a diferentes sectores productivos.

Protocolo de trabajo

La muestra se ha obtenido de los reconocimientos médicos realizados en las diferentes empresas participantes durante el periodo enero de 2012 y diciembre de 2015. Los trabajadores incluidos en este estudio pertenecen todos al mismo servicio de prevención por lo que la metodología empleada ha sido la misma en todos los casos y el laboratorio donde se han realizado las pruebas es el mismo. En las distintas unidades de Salud Laboral participantes se informó a cada trabajador, y a los Comités de Seguridad y Salud, según marca la legislación vigente, de las características y objetivos del estudio, y tras su aceptación mediante consentimiento informado se procedió a realizar una anamnesis lo más completa posible con: antecedentes personales y familiares, tratamientos seguidos, datos laborales y recogida de datos clínicos: peso, talla, perímetro de cintura, perímetro de cadera, tensión arterial, hábitos saludables, así como la analítica correspondiente.

Criterios de inclusión

- Edades comprendidas entre 18 y 69 años.
- Pertenecer a alguna de las empresas adscritas al estudio.
- Aceptar participar y firmar el consentimiento informado.
- Aceptar el uso de los datos para estudios de investigación.

Se realizaron 61.530 reconocimientos médicos y se excluyeron del estudio a 247 personas, 138 por que no aceptaron participar y 109 por que no aceptaron ceder sus datos para estudios de investigación, por lo tanto el número total de personas que entraron en el estudio fue de 61.283.

Determinación de variables

La altura y peso se determinaron mediante báscula-tallímetro homologada. El perímetro de cintura abdominal se calculó con una cinta métrica colocada paralela al suelo a nivel de la última costilla flotante, es decir, se mide el contorno del talle natural tomado entre la parte superior del hueso de la cadera (crestas ilíacas) y la costilla inferior, medido durante la respiración normal con el sujeto de pie y con el abdomen relajado. El perímetro de cadera se determina a nivel del mayor relieve de los glúteos casi siempre coincidente con el nivel de la sínfisis pubiana, el evaluador se sitúa al costado para comprobar que la cinta está colocada horizontalmente mientras que la persona está de pie con los pies juntos y sin contraer los muslos. La tensión arterial sistólica (TAS) y diastólica (TAD) se determinaron tras un periodo de reposo de unos 10 minutos en decúbito supino empleando un esfigmomanómetro automático OMRON M3 calibrado.

El colesterol total y los triglicéridos se determinaron por métodos enzimáticos automatizados (para transformar los mg/dl de los triglicéridos en mmol se multiplica por 0,011).

El cHDL se determinó por precipitación con dextrano-sulfato Cl_2Mg , el cLDL se calculó mediante la fórmula de Friedewald (siempre que los triglicéridos fueron inferiores a 400 mg/dl) y la glucosa por un método enzimático. La extracción de sangre se realizó en la misma sesión del reconocimiento médico y en el mismo lugar, tras un ayuno nocturno de 12 horas. Las muestras se remitieron al laboratorio de referencia y se procesaron en un máximo de 48-72 horas, conservándolas a una temperatura de -20°C .

Para determinar la existencia de síndrome metabólico se emplearon dos modelos: NCEP ATP III (National Cholesterol Educational Program Adult Treatment Panel III) que establecen síndrome metabólico cuando tres o más de los siguientes factores están presentes: perímetro de cintura mayor de 88 cm en mujeres y 102 en hombres, triglicéridos a partir de 150 mg/dl o tratamiento específico de esta alteración lipídica, presión arterial a partir de 130/85 mm Hg, HDL inferior a 40 mg/dl en mujeres o inferior a 50 en hombres o tratamiento específico, glucemia en ayunas a partir de 100 mg/dl o tratamiento específico de glucemia y el modelo de la International Diabetes Federation (IDF) que indican como factor necesario la presencia de obesidad central, definida como un perímetro de cintura a partir de 80 cm en mujeres y 94 cm en hombres, más al menos dos de los otros factores antes señalados para ATP III (triglicéridos, HDL, tensión arterial y glucemia).

El IMC se obtuvo mediante el índice de Quetelet:

$$\text{IMC} = \text{peso (kg)}/\text{altura}^2 \text{ (m)}$$

El ponderal index se obtuvo mediante la fórmula:

$$\text{PI} = \text{peso (kg)}/\text{altura}^3 \text{ (m)}$$

El abdominal volume index (AVI) se determinó mediante la fórmula:

$$\text{AVI} = [2 \text{ cm (p cintura)}^2 + 0,7 \text{ cm (p cintura-p cadera)}^2]/1000$$

El body adiposity index (BAI) se determinó mediante la fórmula:

$$\text{BAI} = (100 \times \text{p cadera (m)}/\text{altura (m)} \times \sqrt{\text{altura}}) - 18$$

El Visceral Adiposity Index (VAI)²⁰ se calculó a partir de las siguientes fórmulas:

$$\text{Mujeres (perímetro cintura}/(39,68 + (1,89 \text{ IMC})) \times (\text{triglic}/1,03) \times (1,31/\text{HDL})$$

$$\text{Hombres (perímetro cintura}/(36,58 + (1,89 \text{ IMC})) \times (\text{triglic}/0,81) \times (1,52/\text{HDL})$$

El Body shape index (ABSI)³ de la persona se calculó con la fórmula:

$$\text{ABSI} = \text{Perímetro de cintura (cm)}/\text{IMC}^{2/3} \times \text{peso}^{1/2} \text{ (kg)}$$

El Body Roundness index (BRI)²¹ se determinó mediante la fórmula:

$$\text{BRI} = 364,2 - 365,5 \times \sqrt{1 - ((\text{p cintura}/2\pi)^2/(0,5 \text{ altura})^2)}$$

El Conicity index (CI)⁸ se calculó a partir de la fórmula

$$\text{CI} = \text{perímetro cintura (m)}/(0,109 \sqrt{\text{peso (kg)}/\text{altura (m)}})$$

El Cholesterol index⁷ se determinó mediante la fórmula:

$$\text{Cholindex} = \text{LDL-HDL (si triglicéridos} < 400 \text{ mg/dl)} \text{ ó } \text{LDL-HDL} + \text{TG}/5 \text{ (si triglicéridos} \geq 400 \text{ mg/dl)}$$

El lipid accumulation product (LAP) se determinó mediante la fórmula:

$$\text{LAP} = \text{p cintura (cm)} - 65 \times \text{triglicéridos (mM)} \text{ en hombres}$$

$$\text{LAP} = \text{p cintura (cm)} - 58 \times \text{triglicéridos (mM)} \text{ en mujeres.}$$

Se calculan cuatro índices aterogénicos: colesterol total/HDL (índice de Castelli), LDL/HDL (índice de Kannel) y triglicéridos/HDL y colesterol total-HDL/HDL.

Análisis estadístico

En el análisis descriptivo, una vez comprobada la distribución normal mediante el método de Kolmogorov-Smirnov, se utilizaron el valor de la media y desviación estándar. Se calcularon las curvas ROC y se determinó el área debajo de la curva para cada uno de los paráme-

tros, se calculó la sensibilidad y especificidad de cada uno de los posibles puntos de corte de los diferentes parámetros para determinar la existencia o no de síndrome metabólico con los dos modelos. El punto de corte de una escala continua que determina la sensibilidad y especificidad más alta es aquel que presenta el mayor índice de Youden, calculado según la fórmula (sensibilidad + especificidad - 1).

En todos los casos la significación estadística se estableció para una $p < 0.05$. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS 20.0

Resultados

Los valores medios de cada una de las variables tanto antropométricas como clínicas y analíticas y de los diferentes índices relacionados con RCV utilizados en este estudio se muestran en las **tablas I y II**. En la primera de ellas (**Tabla I**), la que hace referencia al SM con los criterios NCEP ATP III se observan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.0001$) en todos los parámetros analizados tanto en mujeres como en hombres.

En la **tabla II**, que muestra los valores medios de todos los parámetros analizados teniendo en cuenta la presen-

cia o no de SM con los criterios IDF también se observan diferencias estadísticamente significativas en todos los casos ($p < 0.0001$) tanto en el caso de las mujeres como de los hombres.

El análisis de las curvas ROC en los hombres muestra que en ambos modelos de SM todos los parámetros estudiados presentan un área debajo de la curva superior ampliamente al 0,5 que es la línea de referencia. En concreto en el modelo NCEP ATP III el área va desde 0,676 obtenido con el ABSI hasta valores muy cercanos a 1 como son LAP (0,946), índice aterogénico triglicéridos/HDL (0,949) y VAI (0,953). En el modelo IDF los valores oscilan entre 0,640 del índice aterogénico LDL/HDL y 0,643 del Cholinindex hasta llegar por arriba a 0,932 del LAP, 0,937 del BRI e índice cintura altura y 0,946 del AVI. Los datos completos se muestran en la **figura 1** y en la **tabla III**.

Este mismo análisis en las mujeres también nos indica que todos los parámetros analizados superan ampliamente el valor de referencia de 0,5. En el modelo NCEP ATP III el área que se encuentra debajo de la curva varía entre 0,610 del ABSI por la parte baja y 0,923 del índice aterogénico triglicéridos/HDL, 0,932 del AVI y 0,942 del LAP. Con el modelo IDF los valores debajo de la curva oscilan entre 0,595 del ABSI a 0,924 del BRI, índice

Tabla I: Valores medios de cada variable en nuestra población según síndrome metabólico con los criterios ATP III

	Mujeres			Hombres		
	Sd mtb ATP III si (n=1089)	Sd mtb ATP III no (n=25152)	p	Sd mtb ATP III si (n=3195)	Sd mtb ATP III no (n=31847)	p
	media (dt)	media (dt)		media (dt)	media (dt)	
Edad (años)	47,06 (9,24)	38,90 (10,21)	<0.0001	45,96 (9,25)	39,47 (10,61)	<0.0001
altura (cm)	160,41 (7,13)	161,34 (6,49)	<0.0001	173,37 (7,45)	173,94 (7,01)	<0.0001
peso (kg)	81,80 (16,53)	64,24 (12,36)	<0.0001	93,51 (16,10)	79,91 (13,09)	<0.0001
p cintura (cm)	92,15 (13,48)	74,68 (8,99)	<0.0001	103,40 (10,86)	88,12 (8,41)	<0.0001
p cadera (cm)	106,85 (11,18)	97,19 (8,27)	<0.0001	106,16 (9,18)	99,72 (8,06)	<0.0001
TAS (mm Hg)	133,42 (17,29)	113,78 (14,45)	<0.0001	138,72 (16,34)	123,90 (14,94)	<0.0001
TAD (mm Hg)	82,52 (10,76)	69,91 (10,07)	<0.0001	84,67 (10,78)	75,00 (10,48)	<0.0001
Colesterol (mg/dl)	223,55 (39,77)	191,40 (35,69)	<0.0001	225,21 (41,44)	193,31 (37,52)	<0.0001
HDL (mg/dl)	46,51 (7,51)	55,36 (9,06)	<0.0001	42,03 (8,31)	51,48 (6,93)	<0.0001
LDL (mg/dl)	140,51 (39,89)	119,38 (36,59)	<0.0001	129,89 (44,08)	120,24 (36,77)	<0.0001
Triglicéridos (mg/dl)	185,73 (97,33)	83,36 (37,25)	<0.0001	274,94 (150,16)	108,66 (62,51)	<0.0001
Glucemia (mg/dl)	104,26 (34,32)	84,22 (12,96)	<0.0001	108,67 (39,58)	88,45 (16,67)	<0.0001
IMC (kg/m ²)	31,76 (5,97)	24,69 (4,63)	<0.0001	31,05 (4,62)	26,40 (3,97)	<0.0001
Ponderal index (kg/m ³)	19,86 (3,92)	15,35 (3,04)	<0.0001	17,94 (2,78)	15,21 (2,43)	<0.0001
ICAltura	0,57 (0,08)	0,46 (0,06)	<0.0001	0,60 (0,06)	0,51 (0,05)	<0.0001
ICCadera	0,86 (0,11)	0,77 (0,08)	<0.0001	0,98 (0,09)	0,89 (0,08)	<0.0001
AVI	17,59 (4,96)	11,72 (2,79)	<0.0001	21,69 (4,36)	15,81 (3,01)	<0.0001
BAI	34,73 (6,02)	29,54 (4,64)	<0.0001	28,57 (4,03)	25,54 (3,71)	<0.0001
VAI	7,43 (4,75)	2,63 (1,35)	<0.0001	9,32 (6,14)	2,75 (1,82)	<0.0001
ABSI	0,0732 (0,0088)	0,0670 (0,0070)	<0.0001	0,0800 (0,0072)	0,0758 (0,0058)	<0.0001
BRI	4,99 (1,79)	2,76 (1,06)	<0.0001	5,43 (1,36)	3,54 (0,97)	<0.0001
Conicity index	1,19 (0,14)	1,09 (0,10)	<0.0001	1,30 (0,11)	1,20 (0,08)	<0.0001
Cholinindex	96,74 (43,08)	64,07 (41,18)	<0.0001	102,99 (54,32)	69,32 (39,72)	<0.0001
LAP	69,86 (49,15)	15,77 (12,62)	<0.0001	118,80 (78,58)	28,82 (24,49)	<0.0001
CT/HDL	4,92 (1,16)	3,57 (1,01)	<0.0001	5,60 (1,62)	3,84 (1,01)	<0.0001
LDL/HDL	3,12 (1,06)	2,26 (0,93)	<0.0001	3,27 (1,42)	2,41 (0,91)	<0.0001
TG/HDL	4,10 (2,38)	1,56 (0,80)	<0.0001	6,86 (4,32)	2,18 (1,39)	<0.0001
CT-HDL/HDL	3,92 (1,16)	2,57 (1,01)	<0.0001	4,60 (1,62)	2,84 (1,01)	<0.0001

Figura 1: Curvas ROC de cada variable para el screening de síndrome metabólico con los criterios ATPIII e IDF en hombres.

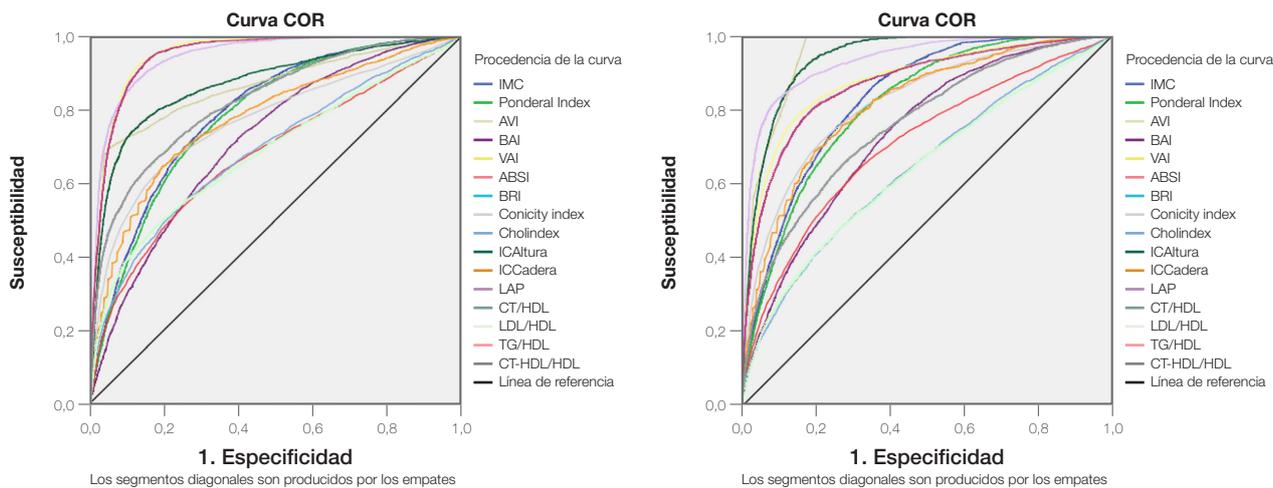
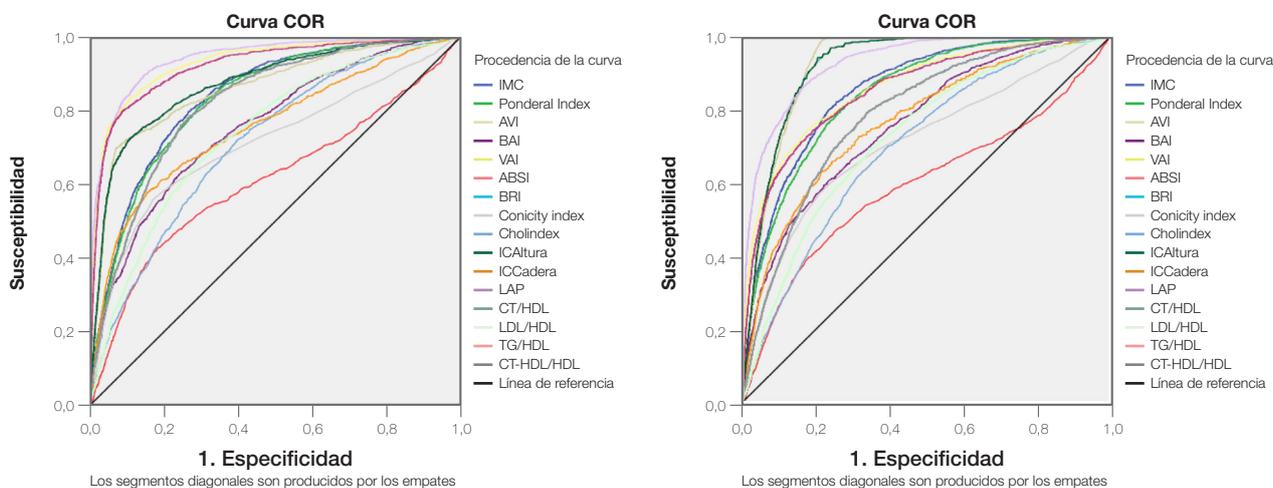


Figura 2: Curvas ROC de cada variable para el screening de síndrome metabólico con los criterios ATPIII e IDF en mujeres.



cintura altura, 0,926 del AVI y 0,931 del LAP. Los datos completos se muestran en la **figura 2** y en la **tabla III**.

La sensibilidad y la especificidad de una prueba se utilizan usualmente de forma simultánea como una medida conjunta del comportamiento de esa prueba diagnóstica, esto se debe a que son complementarias ya que al disminuir una aumenta la otra, por ello en esta situación hay que alcanzar un compromiso aceptable. Una de las soluciones propuestas es seleccionar el punto de corte que maximice la diferencia entre ambas, así el valor máximo de esta cantidad es el Índice de Youden y el punto de corte en la curva ROC correspondiente a este índice es, a menudo, seleccionado como el punto de corte óptimo de la prueba, por esta razón aunque el área debajo de la curva es el índice global más comúnmente usado el índice de Youden es también frecuentemente usado en la práctica médica.

El análisis de la sensibilidad, especificidad y consecuentemente del índice de Youden de los diferentes parámetros analizados en este trabajo muestra que para la

determinación del SM con el modelo NCEP ATPIII los parámetros que mejor se comportan, es decir los que presentan un mayor índice de Youden y por tanto mejor van a predecir la presencia o no de SM, son VAI (0,710 en mujeres y 0,797 en hombres), LAP (0,660 en mujeres y 0,710 en hombres) e índice aterogénico triglicéridos/HDL (0,630 en mujeres y 0,770 en hombres). Los valores completos de sensibilidad, especificidad e índice Youden del resto de parámetros analizados para este modelo en ambos sexos se presentan en la **tabla IV**.

Si nos centramos en el SM con los criterios IDF los parámetros analizados en este estudio que han mostrado un mejor comportamiento para predecirlo, es decir los que presentan valores de índice Youden más elevados, son AVI (0,750 en mujeres y 0,810 en hombres), BRI (0,730 en mujeres y 0,745 en hombres), índice cintura/altura (0,730 en mujeres y 0,710 en hombres) y LAP (0,650 en mujeres y 0,690 en hombres). Los valores completos de sensibilidad, especificidad e índice Youden del resto de parámetros analizados para este modelo en ambos sexos se presentan en la **tabla V**.

Tabla II: Valores medios de cada variable en nuestra población según síndrome metabólico con los criterios IDF.

	Mujeres			Hombres		
	Sd mtb IDF si (n=1539)	Sd mtb IDF no (n=24702)	p	Sd mtb IDF si (n=4103)	Sd mtb IDF no (n=30939)	p
	media (dt)	media (dt)		media (dt)	media (dt)	
Edad (años)	45,90 (9,34)	38,82 (10,21)	<0.0001	45,91 (9,56)	39,28 (10,56)	<0.0001
altura (cm)	160,88 (6,62)	161,33 (6,51)	<0.0001	174,01 (7,19)	173,87 (7,04)	<0.0001
peso (kg)	82,92 (15,55)	63,85 (12,01)	<0.0001	95,13 (14,84)	79,29 (12,73)	<0.0001
p cintura (cm)	91,80 (10,49)	74,39 (8,86)	<0.0001	104,56 (7,32)	87,52 (8,11)	<0.0001
p cadera (cm)	107,33 (10,67)	96,98 (8,10)	<0.0001	107,04 (8,76)	99,41 (7,90)	<0.0001
TAS (mm Hg)	131,93 (17,12)	113,52 (14,28)	<0.0001	137,85 (16,53)	123,58 (14,76)	<0.0001
TAD (mm Hg)	81,79 (11,15)	69,72 (9,93)	<0.0001	84,34 (10,72)	74,76 (10,38)	<0.0001
Colesterol (mg/dl)	217,78 (39,36)	191,17 (35,67)	<0.0001	218,20 (41,91)	193,30 (37,64)	<0.0001
HDL (mg/dl)	47,50 (8,20)	55,46 (9,03)	<0.0001	44,54 (8,52)	51,42 (7,05)	<0.0001
LDL (mg/dl)	139,26 (38,17)	119,07 (36,58)	<0.0001	127,16 (41,77)	120,32 (36,94)	<0.0001
Triglicéridos (mg/dl)	157,19 (92,71)	83,27 (37,65)	<0.0001	239,62 (149,64)	108,47 (62,94)	<0.0001
Glucemia (mg/dl)	99,88 (29,86)	84,13 (13,03)	<0.0001	105,44 (32,51)	88,29 (17,65)	<0.0001
IMC (kg/m ²)	32,06 (5,88)	24,55 (4,47)	<0.0001	31,39 (4,38)	26,21 (3,84)	<0.0001
Ponderal index (kg/m ³)	19,99 (3,91)	15,26 (2,95)	<0.0001	18,09 (2,70)	15,11 (2,36)	<0.0001
ICAItura	0,57 (0,06)	0,46 (0,06)	<0.0001	0,60 (0,05)	0,50 (0,05)	<0.0001
ICCadera	0,86 (0,10)	0,77 (0,08)	<0.0001	0,98 (0,08)	0,88 (0,08)	<0.0001
AVI	17,33 (4,06)	11,63 (2,74)	<0.0001	22,03 (3,17)	15,59 (2,89)	<0.0001
BAI	34,74 (5,94)	29,44 (4,57)	<0.0001	28,71 (4,01)	25,43 (3,65)	<0.0001
VAI	6,23 (4,49)	2,61 (1,34)	<0.0001	7,88 (5,99)	2,74 (1,87)	<0.0001
ABSI	0,0726 (0,0089)	0,0700 (0,0069)	<0.0001	0,0803 (0,0067)	0,0757 (0,0058)	<0.0001
BRI	4,87 (1,50)	2,73 (1,04)	<0.0001	5,51 (1,07)	3,47 (0,93)	<0.0001
Conicity index	1,18 (0,13)	1,09 (0,10)	<0.0001	1,30 (0,09)	1,19 (0,08)	<0.0001
Cholindex	93,59 (41,04)	63,67 (41,18)	<0.0001	94,11 (50,98)	69,51 (40,25)	<0.0001
LAP	60,51 (45,03)	15,36 (12,10)	<0.0001	107,71 (75,67)	27,65 (22,46)	<0.0001
CT/HDL	4,71 (1,13)	3,56 (1,00)	<0.0001	5,11 (1,53)	3,86 (1,06)	<0.0001
LDL/HDL	3,03 (1,02)	2,25 (0,93)	<0.0001	3,00 (1,27)	2,42 (0,94)	<0.0001
TG/HDL	3,42 (2,24)	1,56 (0,81)	<0.0001	5,73 (4,19)	2,19 (1,47)	<0.0001
CT-HDL/HDL	3,71 (1,13)	2,56 (1,00)	<0.0001	4,11 (1,53)	2,86 (1,06)	<0.0001

Tabla III: Área debajo de la curva de cada variable para el screening de síndrome metabólico con los criterios ATPIII e IDF.

	criterios ATP III		criterios IDF	
	mujeres	hombres	mujeres	hombres
IMC	0,839 (0,828-0,850)	0,793 (0,785-0,800)	0,857 (0,849-0,866)	0,830 (0,824-0,836)
Ponderal index	0,832 (0,821-0,844)	0,784 (0,776-0,792)	0,845 (0,836-0,855)	0,811 (0,804-0,817)
AVI	0,862 (0,849-0,875)	0,860 (0,851-0,868)	0,926 (0,922-0,930)	0,946 (0,944-0,949)
BAI	0,756 (0,741-0,771)	0,716 (0,708-0,725)	0,762 (0,750-0,774)	0,734 (0,727-0,742)
VAI	0,932 (0,923-0,940)	0,953 (0,950-0,956)	0,863 (0,853-0,873)	0,878 (0,872-0,885)
ABSI	0,610 (0,590-0,630)	0,676 (0,665-0,686)	0,595 (0,578-0,612)	0,706 (0,697-0,715)
BRI	0,873 (0,862-0,885)	0,871 (0,863-0,878)	0,924 (0,919-0,928)	0,937 (0,935-0,940)
Conicity index	0,712 (0,694-0,730)	0,770 (0,760-0,780)	0,712 (0,697-0,727)	0,819 (0,812-0,826)
Cholindex	0,713 (0,698-0,728)	0,688 (0,678-0,699)	0,701 (0,689-0,714)	0,643 (0,634-0,653)
ICAItura	0,874 (0,862-0,885)	0,871 (0,863-0,878)	0,924 (0,919-0,928)	0,937 (0,935-0,940)
ICCadera	0,756 (0,739-0,772)	0,775 (0,765-0,784)	0,769 (0,756-0,781)	0,813 (0,806-0,820)
LAP	0,942 (0,935-0,950)	0,946 (0,943-0,950)	0,931 (0,926-0,937)	0,932 (0,928-0,937)
CT/HDL	0,821 (0,810-0,833)	0,824 (0,816-0,832)	0,788 (0,777-0,799)	0,757 (0,749-0,765)
LDL/HDL	0,739 (0,724-0,754)	0,684 (0,673-0,695)	0,726 (0,714-0,739)	0,640 (0,630-0,649)
TG/HDL	0,923 (0,914-0,932)	0,949 (0,946-0,952)	0,856 (0,845-0,866)	0,868 (0,862-0,875)
CT-HDL/HDL	0,821 (0,810-0,833)	0,824 (0,816-0,832)	0,788 (0,777-0,799)	0,757 (0,749-0,765)

Tabla IV: Puntos de corte, sensibilidad, especificidad e índice Youden de cada variable para el screening de SM con los criterios ATPIII.

criterios ATP III				
	Punto corte	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Índice Youden
MUJERES				
IMC	26,20	82,3	70,0	0,520
Ponderal index	16,30	82,1	69,5	0,520
AVI	12,40	83,3	69,3	0,530
BAI	30,50	74,9	61,0	0,360
VAI	3,60	87,6	83,4	0,710
ABSI	0,0689	64,4	47,8	0,122
BRI	3,25	8,02	76,5	0,585
Conicity index	1,10	70,0	60,6	0,306
Cholindex	72,00	72,7	59,0	0,317
ICAItura	0,50	82,0	76,8	0,590
ICCadera	0,78	73,8	60,0	0,340
LAP	18,40	96,0	70,1	0,660
CT/HDL	3,80	85,8	63,4	0,490
LDL/HDL	2,39	74,1	60,5	0,350
TG/HDL	1,75	92,2	70,6	0,630
CT-HDL/HDL	2,85	84,8	65,1	0,500
HOMBRES				
IMC	27,30	80,0	64,0	0,440
Ponderal index	15,70	79,0	63,3	0,420
AVI	16,90	83,5	67,8	0,510
BAI	26,10	72,3	60,1	0,320
VAI	4,20	91,9	87,8	0,797
ABSI	0,077	67,1	58,1	0,252
BRI	4,15	82,2	76,7	0,589
Conicity index	1,23	74,1	66,2	0,403
Cholindex	72,50	70,0	54,3	0,243
ICAItura	0,52	87,5	63,2	0,510
ICCadera	0,90	78,2	60,2	0,380
LAP	36,04	95,0	75,7	0,710
CT/HDL	4,00	82,8	60,9	0,440
LDL/HDL	2,45	67,7	55,4	0,230
TG/HDL	2,96	95,5	81,8	0,770
CT-HDL/HDL	3,00	82,2	60,9	0,430

Tabla V: Puntos de corte, sensibilidad, especificidad e índice Youden de cada variable para el screening de SM con los criterios IDF.

criterios IDF				
	Punto corte	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	Índice Youden
MUJERES				
IMC	26,00	85,5	69,8	0,550
Ponderal index	16,00	85,2	67,2	0,520
AVI	13,20	94,6	80,8	0,750
BAI	30,40	75,2	60,3	0,360
VAI	3,00	81,5	72,3	0,538
ABSI	0,0689	64,4	46,2	0,106
BRI	3,25	94,6	78,4	0,730
Conicity index	1,10	70,2	61,2	0,314
Cholindex	74,00	69,5	62,1	0,316
ICAItura	0,50	90,6	81,9	0,730
ICCadera	0,78	77,1	60,0	0,370
LAP	18,00	95,0	70,0	0,650
CT/HDL	3,70	82,7	60,6	0,430
LDL/HDL	2,40	72,0	61,5	0,340
TG/HDL	1,62	86,0	64,8	0,510
CT-HDL/HDL	2,80	80,5	64,0	0,450
HOMBRES				
IMC	27,30	84,7	65,9	0,510
Ponderal index	15,60	83,0	63,4	0,460
AVI	18,06	98,5	82,9	0,810
BAI	26,21	72,0	62,4	0,340
VAI	3,50	82,5	79,5	0,620
ABSI	0,0775	68,5	62,9	0,314
BRI	4,30	90,7	83,8	0,745
Conicity index	1,23	79,5	68,1	0,476
Cholindex	65,00	70,7	46,5	0,172
ICAItura	0,53	96,2	75,0	0,710
ICCadera	0,90	84,0	61,9	0,460
LAP	37,75	89,8	79,5	0,690
CT/HDL	4,00	75,7	59,4	0,350
LDL/HDL	2,45	63,2	55,3	0,190
TG/HDL	2,40	86,3	70,2	0,570
CT-HDL/HDL	2,89	78,5	55,6	0,340

Discusión

Algunos de los índices analizados en este trabajo han mostrado ser muy útiles para predecir la aparición de SM tanto con el modelo NCEP ATPIII como con el modelo IDF siendo los valores algo superiores con el modelo IDF. También se ha observado que los varones presentan valores más elevados que las hembras. Para la predicción del SM con el modelo NCEP ATPIII los más útiles son VAI, LAP y el índice triglicéridos/HDL con áreas debajo de la curva muy por encima de 0,9. Con el modelo IDF los que mejor se comportan son AVI, BRI, índice cintura/altura y LAP también con áreas debajo de la curva bastante mayores que 0,9.

Un estudio realizado en población china²² mostró que el IMC podía ser un buen predictor de la aparición de SM con el modelo IDF encontrándose áreas bajo la curva de 0,812 en hombres y 0,719 en mujeres, valores bastante inferiores a los encontrados por nosotros en este traba-

jo. Otro estudio¹³ también en población china mostró la utilidad del IMC como predictor del SM especialmente en mujeres.

El índice cintura altura (ICAIt), al igual que el IMC, es otro clásico indicador que se ha relacionado bastantes con alteraciones cardiometabólicas al igual que ocurre en nuestro trabajo. Un estudio iraní²³ muy reciente sugería usar el AVI y ICAIt en lugar de otros índices, ya que son más capaces de evaluar la acumulación de grasa en la zona abdominal y también con mayor exactitud el porcentaje de grasa corporal, que son indicadores de la enfermedad crónica. El anterior estudio chino²² mostró que el ICAIt es el indicador que mejor se comportaba en hombres para determinar SM (área debajo de la curva 0,838 frente a 0,937 encontrada por nosotros) y algo peor en mujeres (área debajo de la curva 0,780 frente a 0,924 encontrada por nosotros). Un estudio colombia-

no²⁴ realizado en mujeres mostraba también que ICAIt se asociaba con SM. Existen estudios en poblaciones especiales, en este caso mujeres con ovario poliquístico²⁵ y sanas, en las cuales el ICAIt se ha propuesto como herramienta de cribado para la evaluación de resistencia a la insulina y el riesgo de SM, considerándose como un índice sensible, de bajo costo, no invasivo, simple y fácil de calcular.

El estudio realizado en Xinjiang²² indicaba que el índice cintura cadera se podía considerar también un buen predictor del SM con el modelo IDF en varones (área debajo de la curva 0,781 que es inferior a la obtenida por nosotros en este trabajo 0,813) y algo menos en mujeres (área debajo de la curva 0,730 en su estudio y 0,769 en el nuestro).

Un estudio argentino²⁵ en mujeres jóvenes mostró que el VAI y el LAP eran marcadores eficaces para evaluar desordenes metabólicos como el SM asociado a la resistencia a la insulina, en este caso el punto de corte establecido fue en el caso del VAI de 2,19 que es bastante inferior al obtenido por nosotros tanto en el SM con el modelo NCEP ATP III (3,60) como IDF (3,19), además el índice de Youden en su caso fue de 0,533 mientras nosotros obteníamos valores de 0,710 con los criterios NCEP ATP III y 0,538 con los IDF. Con el LAP el punto de corte se estableció en 18,24 mientras nosotros lo determinamos en 18,40 con criterios NCEP ATP III y 18 con criterios IDF. El índice Youden del estudio argentino fue de 0,549 bastante inferior al obtenido por nuestro grupo (0,660 para NCEP ATP III y 0,650 para IDF), aunque debemos tener en cuenta que en este estudio el modelo de SM es el propuesto por la OMS que emplea criterios de selección diferentes. El VAI y el LAP también mostraron su eficacia diagnóstica elevada en población hindú²⁶ aparentemente sana y se consideró que podrían ser utilizados eficazmente como marcadores sustitutos para la detección de SM en población asintomática de Gujarat ya que se obtuvieron áreas debajo de la curva muy altas, 0,856 en el caso del VAI y 0,821 en el LAP, valores muy inferiores a los obtenidos en nuestro trabajo. El índice aterogénico triglicéridos/HDL también se ha mostrado como un indicador muy útil en este estudio con un área debajo de la curva de 0,821 muy por debajo igualmente de la obtenida por nosotros.

El BRI mostró en diversos estudios realizados en población china^{13,16} que tenía una buena capacidad predictiva para identificar anomalías cardiometabólicas y SM, aunque los resultados obtenidos eran peores a los encontrados en nuestro estudio.

Peores resultados se han obtenido con BAI, con CI y con ABSI. En el caso del BAI un estudio chino¹⁶ indicaba que los valores obtenidos con este índice no fueron superiores a los obtenidos con otros índices de obesidad

tradicionales para predecir SM, BAI mostró la capacidad de predicción más débil y no se asoció significativamente con la presencia de síndrome metabólico después de ajustar por posibles factores de confusión. Algo similar se encontró en otro estudio realizado en mujeres postmenopáusicas.²⁷ Sin embargo otro estudio realizado en profesionales de la salud²⁸ si ha asociado la presencia de SM con mayores valores de BAI. El estudio de Chen²² mostró áreas debajo de la curva de 0,709 en hombres y de 0,699 en mujeres bastante inferiores a las obtenidas por nuestro grupo empleando cualquiera de los criterios de SM. Con el CI los resultados no fueron demasiado buenos en el estudio en mujeres postmenopáusicas²⁷ y mejores en el estudio con profesionales sanitarios.²⁸

El ABSI en todos los estudios consultados^{13, 25, 29} ha mostrado no ser un buen indicador predictivo de SM, algo similar ocurre en nuestro estudio donde pese a obtener áreas debajo de la curva generalmente superiores a 0,600, e incluso en algún caso por encima de 0,700 se puede considerar que globalmente es el indicador que peor se ha comportado.

No hemos encontrado ningún estudio que valore la relación entre AVI y SM por lo tanto no podemos compararlo con los resultados obtenidos por nosotros que han sido muy buenos con ambos modelos pero especialmente con el IDF. Tampoco hemos encontrado trabajos que relacionen Cholesterol/HDL con SM, aunque los resultados obtenidos por nosotros con este indicador muestran áreas debajo de la curva alrededor de 0,700.

En cuanto a los índices aterogénicos, además de lo mencionado anteriormente para triglicéridos/HDL, este índice ha mostrado valores elevados de áreas debajo de la curva en el estudio de Chen²² (0,826 en hombres y 0,815 en mujeres). Por otra parte los valores más elevados de los índices colesterol/HDL y LDL/HDL²⁸ se han asociado a SM.

Como hemos podido ver la mayoría de los índices analizados en este trabajo son útiles para predecir la aparición de SM, por ello y teniendo en cuenta que estos índices son, en su mayoría, fáciles de calcular y no requieren de pruebas complejas y caras podrían ser una alternativa al modelo tradicional de cálculo de SM especialmente en los niveles asistenciales primarios o en aquellos países donde el acceso a determinadas pruebas es más difícil.

Bibliografía

1. Leeder S. A race against time: the challenge of cardiovascular disease in developing economies. Columbia University, New York. 2004.
2. Grundy SM, Brewer B, Cleeman JI, Smith SC, Lenfant C. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation*. 2004;109(3):433-8.
3. Krakauer NY, Krakauer JC. A new Body Shape Index predicts mortality hazard independently of Body Mass Index. *Plos One*. 2012;7(7):e39504.
4. Mohammadreza B, Farzad H, Davoud K, Fereidoun A. Prognostic significance of the Complex "Visceral Adiposity Index" vs simple anthropometric measures: Tehran lipid and glucose study. *Cardiovasc Diabetol*. 2012;11:20.
5. Al-Daghri NM, Al-Attas OS, Wani K, Alnaamil AM, Sabico S, Al-Ajlan A, et al. Sensitivity of various indices in identifying cardiometabolic disease in Arab adults. *Cardiovasc Diabetol*. 2015;14:101.
6. Patil VC, Parale GP, Kulkarni PM, Patil HV. Relation of anthropometric variables to coronary artery disease risk factors. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2011; 15(1):31-7.
7. Akpınar O, Bozkurt A, Acartürk E, Seydaoglu G. A new index (CHO-LINDEX) in detecting coronary artery disease risk. *Anadolu Kardiyol Derg*. 2013; 13:315-9.
8. Gondin-Pitanga FJ, Lessa I. Anthropometric indexes of obesity as an instrument of screening for high coronary risk in adults in the city of Salvador-Bahia. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2005;85(1):26-31
9. Motamed N, Perumal D, Zamani F, Ashrafi H, Haghjoo M, Saeedian FS, et al. Conicity Index and Waist-to-Hip Ratio Are Superior Obesity Indices in Predicting 10-Year Cardiovascular Risk Among Men and Women. *Clin Cardiol*. 2015;38(9):527-34.
10. Amini M, Esmailzadeh A, Sadeghi M, Mehvarifar N, Amini M, Zare M. The association of hypertriglyceridemic waist phenotype with type 2 diabetes mellitus among individuals with first relative history of diabetes. *JRMS*. 2011; 16(2):156-64.
11. Arsenault BJ, Lemieux I, Despres JP, Wareham NJ, Kastelein JJP, Khaw KT, et al. The hypertriglyceridemic-waist phenotype and the risk of coronary artery disease: results from the EPIC-Norfolk Prospective Population Study. *CMAJ*. 2010;182(13):1427-32.
12. Egeland GM, Igland J, Nygard O, Sulo G, Tell GS. Hypertriglyceridemic-waist phenotype is a useful global assessment tool for predicting acute myocardial infarction. *J Cardiovasc Dis Diagn*. 2015;3:4
13. Tian S, Zhang X, Xu Y, Dong H. Feasibility of body roundness index for identifying a clustering of cardiometabolic abnormalities compared to BMI, waist circumference and other anthropometric indices: the China Health and Nutrition Survey, 2008 to 2009. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Aug;95(34):e4642. j
14. Zhang N, Chang Y, Guo X, Chen Y, Ye N, Sun Y. A Body Shape Index and Body Roundness Index: Two new body indices for detecting association between obesity and hyperuricemia in rural area of China. *Eur J Intern Med*. 2016;29:32-6.
15. Chang Y, Guo X, Chen Y, Guo L, Li Z, Yu S, et al. A body shape index and body roundness index: two new body indices to identify diabetes mellitus among rural populations in northeast China. *BMC Public Health*. 2015;15:794.
16. Liu PJ, Ma F, Lou HP, Zhu YN. Body roundness index and body adiposity index: two new anthropometric indices to identify metabolic syndrome among Chinese postmenopausal women. *Climacteric*. 2016 Jul 13:1-7.
17. López AA, Cespedes ML, Vicente T, Tomas M, Bennasar-Veny M, Tauler P, Aguilo A. Body adiposity index utilization in a Spanish Mediterranean population: comparison with the body mass index. *PLoS One*. 2012;7(4):e35281.
18. Zaki ME, Kamal S, Reyad H, Yousef W, Hassan N, Helwa I, et al. The Validity of Body Adiposity Indices in Predicting Metabolic Syndrome and Its Components among Egyptian Women. *Open Access Maced J Med Sci*. 2016;4(1):25-30.
19. Namazi Shabestari A, Asadi M, Jouyandeh Z, Qorbani M, Kelishadi R. Association of Lipid Accumulation Product with Cardio-Metabolic Risk Factors in Postmenopausal Women. *Acta Med Iran*. 2016;54(6):370-5.
20. Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Midiri M, et al. Visceral Adiposity Index. A reliable indicator of visceral function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*. 2010; 33(4):920-2.
21. Thomas DM, Bredlau C, Bony-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*. 2013;21(11):2264-71.
22. Chen BD, Yang YN, Ma YT, Pan S, He CH, Liu F, et al. Waist-to-Height Ratio and Triglycerides/High-Density Lipoprotein Cholesterol Were the Optimal Predictors of Metabolic Syndrome in Uighur Men and Women in Xinjiang, China. *Metab Syndr Relat Disord*. 2015 Jun;13(5):214-20.
23. Ehrampoush E, Arasteh P, Homayounfar R, Cheraghpour M, Alipour M, Naghizadeh MM, et al. New anthropometric indices or old ones: Which is the better predictor of body fat?. *Diabetes Metab Syndr*. 2016 S1871-4021(16)30201-6.
24. Mora-García GJ, Gómez-Camargo D, Mazonett E, Alario Á, Fortich Á, Gómez-Alegría C. Anthropometric parameters' cut-off points and predictive value for metabolic syndrome in women from Cartagena, Colombia. *Salud Publica Mex*. 2014;56(2):146-53.
25. Abruzzese GA, Cerrone GE, Gamez JM, Graffigna MN, Belli S, Lioy G, et al. Lipid Accumulation Product (LAP) and Visceral Adiposity Index (VAI) as Markers of Insulin Resistance and Metabolic Associated Disturbances in Young Argentine Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Horm Metab Res*. 2016 Aug 29. [Epub ahead of print].
26. Joshi H, Shah K, Patel P, Prajapati J, Parmar M, Doshi D, et al. Novel indexes for diagnosing metabolic syndrome in apparently healthy Gujarati Asian Indians: a cross-sectional study. *QJM*. 2016 Apr 15. pii: hcv056.
27. Gadelha AB, Myers J, Moreira S, Dutra MT, Safons MP, Lima RM. Comparison of adiposity indices and cut-off values in the prediction of metabolic syndrome in postmenopausal women. *Diabetes Metab Syndr*. 2016 Jul-Sep;10(3):143-8.
28. Vidigal Fde C, Ribeiro AQ, Babio N, Salas-Salvadó J, Bressan J. Prevalence of metabolic syndrome and pre-metabolic syndrome in health professionals: LATINMETS Brazil study. *Diabetol Metab Syndr*. 2015 Feb 11;7:6.