



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

INVESTIGACIÓN – **versión *post-print***

Esta es la versión aceptada, revisada por pares. El artículo puede recibir modificaciones de estilo y de formato.

Área bajo curva ROC de Porcentaje de grasa corporal como estimativo de Síndrome metabólico en adultos de Barranquilla, Colombia **Area under the ROC curve of body fat percentage to assess metabolic syndrome in adults from Barranquilla, Colombia**

Adalgisa Esther Alcocer Olaciregui^{a,b,*}, Rusvelt Franklin Vargas Moranth^{a,c}, Edgar Navarro Lechuga^b.

^a Universidad Metropolitana. Barranquilla, Colombia.

^b Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia.

^c Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia.

* aalcocer@uninorte.edu.co

Recibido: 22/04/2017; Aceptado: 30/11/2017; Publicado: 10/12/2017

CITA: Alcocer Olaciregui AE, Vargas Moranth RF, Navarro Lechuga E. Área bajo curva ROC de Porcentaje de grasa corporal como estimativo de Síndrome metabólico en adultos de Barranquilla, Colombia. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2017; 21 (4). doi: 10.14306/renhyd.21.4.398 [ahead of print]

La Revista Española de Nutrición Humana y Dietética se esfuerza por mantener a un sistema de publicación continua, de modo que los artículos se publican antes de su formato final (antes de que el número al que pertenecen se haya cerrado y/o publicado). De este modo, intentamos poner los artículos a disposición de los lectores/usuarios lo antes posible.

The Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics strives to maintain a continuous publication system, so that the articles are published before its final format (before the number to which they belong is closed and/or published). In this way, we try to put the articles available to readers/users as soon as possible.

RESUMEN

Introducción: El objetivo del presente trabajo fue determinar la relación entre grasa corporal y síndrome metabólico (SM), utilizando curvas ROC, en adultos de una localidad del Caribe colombiano. **Material y métodos:** estudio transversal con 552 adultos de 20 a 64 años, con información completa de perfil lipídico, glicemia y mediciones antropométricas: peso, talla, presión arterial, perímetro de cintura y pliegues cutáneos. Se calculó porcentaje de grasa corporal mediante ecuaciones de Siri, Brozcek y Lean y se determinó la presencia de SM mediante 4 consensos: AHA, ATP III, IDF y Armonizado. Para comparar los promedios de grasa corporal según estos se usó *t* de Student y/o *U* de Mann Whitney. Se utilizó análisis de curvas ROC para determinar puntos de corte de la grasa corporal para determinar el SM. **Resultados:** Las medias de grasa corporal fueron mayores en sujetos con SM independientemente del método utilizado ($p < 0,05$). Las áreas bajo curva ROC oscilaron entre 63% y 76,9%, con sensibilidades entre 50% y 85%, y especificidades entre 51% y 78%. Mediante Lean-cintura y el consenso de AHA se obtuvo el valor más alto del área bajo la curva (0,77; punto de corte: 37,1; sensibilidad: 60,8; especificidad: 78,8%) y utilizando Siri y el consenso armonizado se obtuvo el valor más bajo (0,63; punto de corte: 28,5; sensibilidad: 80%; especificidad: 42,5%). **Conclusiones:** El análisis de curvas ROC permite identificar la relación entre grasa corporal y síndrome metabólico, y podría emplearse como tamizaje, teniendo en cuenta que los valores de sensibilidad y especificidad dependen de las mediciones antropométricas y las ecuaciones empleadas.

Palabras clave: Síndrome Metabólico; Tejido Adiposo; Curva ROC; Tamizaje Masivo.

ABSTRACT

Introduction: the aim of the present work was to determine the relationship between body fat and metabolic syndrome (MS) in adults of a Colombian Caribbean locality using ROC curves.

Material and methods: A cross-sectional study was carried out with 552 adults aged 20 to 64 years, with complete information on: lipid profile, glycemia and anthropometric measurements: weight, height, blood pressure, waist circumference and skinfolds. Body fat percentage was calculated by means of Siri, Brozeck and Lean equations and the presence of MS was determined through 4 consensuses: AHA, ATP III, IDF and Harmonized. To compare body fat averages according to these, Student's t and / or Mann Whitney U were used. ROC curve analysis was used to determine cut-off points of body fat to determine SM. **Results:** Body fat means were higher in subjects with MS regardless of the method used ($p < 0.05$). The areas under the ROC curve ranged between 63% and 76.9%, with sensitivities between 50% and 85%, and specificities between 51% and 78%. The highest value of the area under the curve (0.77; cut-off point: 37.1, sensitivity: 60.8, specificity: 78.8%) was obtained by Lean-waist and the consensus of AHA and using Siri and the harmonized consensus obtained the lowest value (0.63; cut-off point: 28.5, sensitivity: 80%, specificity: 42.5%). **Conclusions:** The analysis of ROC curves allows identifying the relationship between body fat and metabolic syndrome. It could be used as a screening test, taking into account that the values of sensitivity and specificity depend on the anthropometric measurements and the equations used.

Keywords: Metabolic Syndrome; Adipose Tissue; ROC Curve; Mass Screening.

INTRODUCCIÓN

La prevalencia de síndrome metabólico (SM) es del 25,5% en países desarrollados¹ y del 29,6% en países en vías de desarrollo², y aumenta con la edad pudiendo llegar a 50% en mayores de 60 años³. Las posibles consecuencias para la salud de la presencia de SM son el aumento de diabetes, enfermedad coronaria, enfermedad cerebrovascular, y un aumento de la mortalidad cardiovascular⁴. La morbilidad y mortalidad derivada del SM ha aumentado principalmente por falta de actividad física y obesidad^{5,6}, factores de riesgo prevenibles de la presencia del SM⁷.

Actualmente existen diferentes criterios diagnósticos de SM, entre las que se cuentan: *National Cholesterol Education Program* (NCEP), *Adult Treatment Panel III* (ATP III), la *American Heart Association* (AHA), el *National Heart, Lung and Blood Institute* (NHLBI), la *Internacional Diabetes Foundation* (IDF) y el consenso armonizado, los cuales tienen la misma base conceptual, pero con variaciones entre sí⁸⁻¹¹. Esta diferencia en la definición del SM entre los diferentes criterios conlleva diferencias en una misma comunidad dependiendo del criterio utilizado. Por ello, surgen diferentes interrogantes sobre la validez de los mismos y cuestiona un posible subdiagnóstico al utilizar cada uno de ellos.

Asimismo, se ha reconocido la importancia que tiene la estimación de la distribución regional de la grasa corporal (GC), especialmente visceral, como método fiable para establecer riesgo cardiovascular¹². El Índice de Masa Corporal (IMC) es el método más empleado para evaluar sobrepeso y obesidad, pero ha sido cuestionado porque no siempre refleja la verdadera cantidad de GC en personas con masa muscular alta o muy baja¹³⁻¹⁵. De acuerdo con Madeira y cols.¹⁶, en personas con exceso de GC y un IMC normal, se requieren valoraciones antropométricas adicionales más sensibles y específicas para evaluar los riesgos de enfermedad cardiovascular¹⁷. Por otro lado, el perímetro de cintura (PC) aumentado hace parte de los principales criterios diagnósticos para SM, pero los puntos de corte varían según diferentes consensos¹⁸.

Teniendo en cuenta lo anterior, Navarro y cols.^{19,20} han estudiado la posible relación de GC con SM en adultos de la costa norte colombiana y, en aras de fundamentar su uso como un marcador antropométrico que pueda llegar a emplearse como cribaje en las principales definiciones de SM a nivel mundial, se requiere determinar valores de área bajo curva ROC que sustenten su uso. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre grasa corporal y síndrome metabólico, utilizando curvas ROC, en adultos de Barranquilla, una localidad del caribe colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio descriptivo transversal con participantes del proyecto Salud Global desarrollado por la Universidad del Norte, Colombia. Este estudio se realizó con adultos de la ciudad de Barranquilla, sobre quienes se llevó a cabo una encuesta para síndrome metabólico y factores de riesgo cardiovascular, así como mediciones antropométricas y pruebas bioquímicas. De un total de 572 sujetos reclutados con resultados de colesterol (total, HDL y LDL), triglicéridos y glicemia y mediciones antropométricas (peso, talla, presión arterial, perímetro de cintura y pliegues cutáneos), se incluyeron aquellos con datos completos (n=552). Es necesario indicar que las mediciones antropométricas se llevaron a cabo de manera estandarizada²¹ por personal entrenado por expertos en nutrición y cineantropometría certificados por ISAK: el perímetro de cintura fue medido con una cinta métrica graduada en centímetros, con el sujeto en bipedestación y brazos en posición anatómica, en el punto medio entre la espina iliaca anterosuperior y el margen costal inferior²². La estatura fue determinada con un tallímetro y el peso y la grasa corporal, con una balanza electrónica: Tanita Ironman®, con precisión de 5 gramos, sin calzado. Los pliegues cutáneos se midieron con un plicómetro estándar, de acuerdo a los criterios de Durnin y Womersley²³.

Las ecuaciones empleadas para determinar grasa corporal fueron las de Siri²⁴, Brozcek²⁵ y Lean²⁶. Para las dos primeras se tuvo en cuenta el concepto de densidad corporal específica por grupo de edad y sexo propuesto por Durnin y Womersley²³, basado en la medición de 4 pliegues cutáneos (bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco); la de Lean, por su parte, presenta tres variantes, según el uso de IMC, PC y pliegues cutáneos.

Para síndrome metabólico, se tuvieron en cuenta los criterios de: AHA, ATP III, IDF y Armonizado⁸⁻¹¹, los cuales presentan algunas diferencias, como los puntos de corte para cada uno de los componentes y la obligatoriedad del criterio de perímetro de cintura en IDF.

Se realizaron análisis descriptivos univariantes utilizando n y porcentaje para variables cualitativas y media y desviación típica para variables cuantitativas. Para las comparaciones entre las medias de grasa corporal usando los diferentes criterios y la presencia o no de SM se utilizó el test t de Student.

Se analizó el área bajo la curva ROC y puntos de corte de porcentaje de grasa corporal con cada una de las fórmulas establecidas (Siri, Brozcek y Lean). La interpretación del área bajo la Curva ROC (AOC) se realizó según lo descrito por Swets²⁷, donde valores entre 0,5 y 0,7 indican baja exactitud, entre 0,7 y 0,9 pueden ser útiles para algunos propósitos y un valor mayor de 0,9

indica exactitud alta, considerando que si el intervalo de confianza al 95% (IC95%) no incluye el valor 0,5 la prueba es capaz de distinguir entre enfermos y sanos.

Los cálculos fueron realizados mediante el programa informático SPSS® v.20 en español. Para el cálculo de κ global se utilizó Epidat® 3,1 y para los análisis de curvas ROC el programa Medcal®.

La investigación se llevó a cabo según la guía de Buenas Prácticas Clínicas, la Declaración de Helsinki y la Conferencia Internacional de Armonización. Se protegió la privacidad del individuo y prevaleció el respeto a la dignidad, los derechos y el bienestar de las personas. Según la Resolución 8430 de 1993 (legislación colombiana), se considera que el presente trabajo es “sin riesgo”, por tratarse de una fuente secundaria. El proyecto de investigación se presentó ante el Comité de ética de la Universidad del Norte (Colombia) el día 31 de julio de 2014, fecha en que fue aprobado.

RESULTADOS

El 55,9% de los participantes fueron mujeres y la edad media fue 38,9 años (DE 13,2). En la Tabla 1 se muestran las medias y desviación típica del porcentaje GC calculado con los diferentes criterios existentes y distinguiendo por presencia o no de SM usando los cuatro diferentes criterios que existen. En ella se observa que las medias del porcentaje GC fueron estadísticamente superiores ($p < 0,05$) en las personas con SM, independientemente de la ecuación empleada para calcular GC y del consenso utilizado para definir SM, tanto para el total como distinguiendo por sexos. Las diferencias en las medias GC en hombres son mucho más marcadas al emplear IDF y ATP III, y al emplear la ecuación de Lean. En las mujeres, el GC en la que tenían SM van desde 42,1% hasta 43,9%, mientras que, en aquellas sin SM, estos porcentajes oscilan entre 35,8% y 36,6% (Tabla 1).

Tabla 1. Promedios y desviaciones estándar de porcentaje de grasa, con y sin síndrome metabólico, según Consenso armonizado, IDF, AHA y ATP III, de adultos de la ciudad de Barranquilla, Atlántico (Colombia) para el total y distinguiendo por sexo.

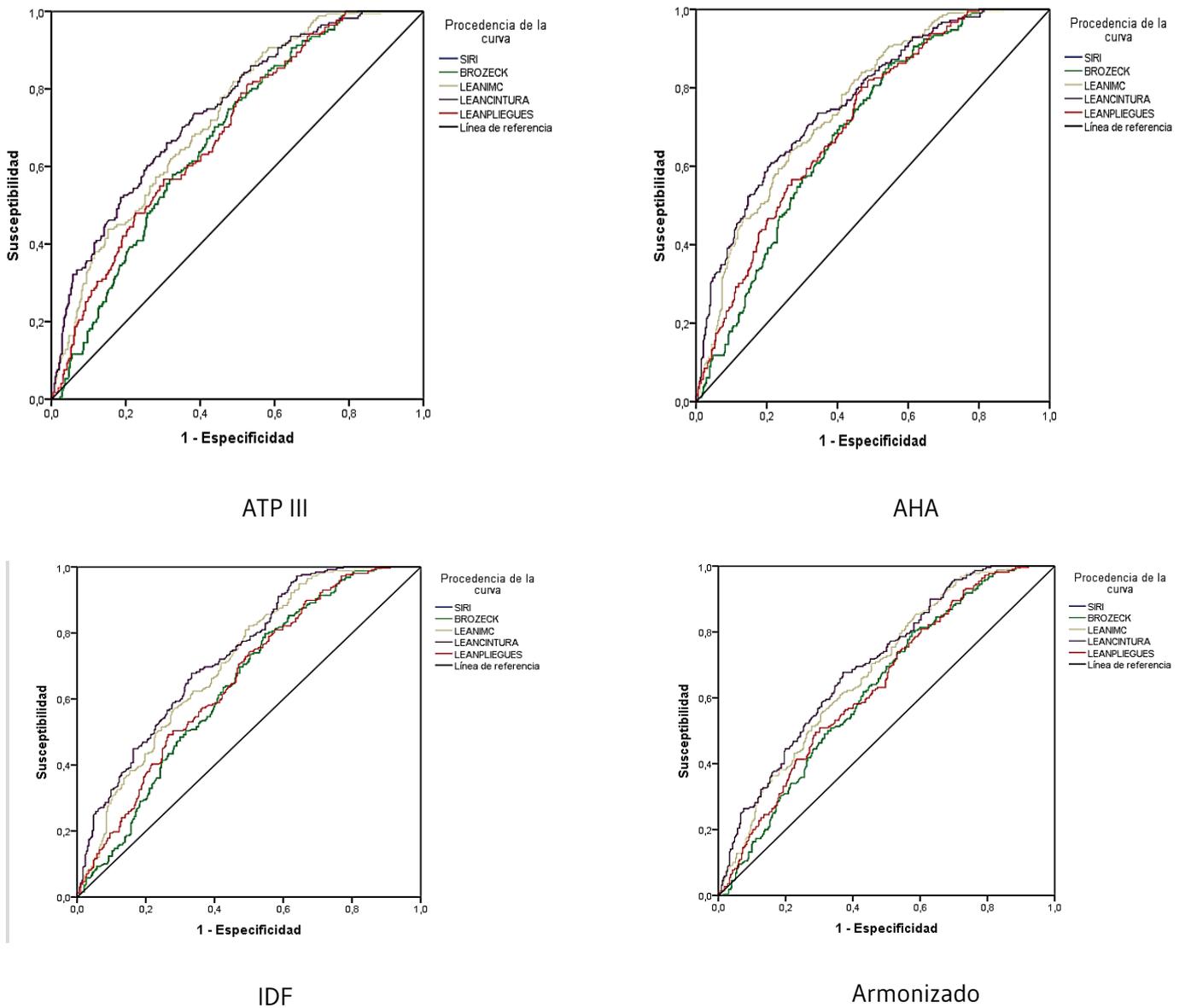
| | Consenso armonizado | | | IDF | | | AHA | | | ATP III | | | |
|----------------------------|----------------------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|---------|----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|
| | SM+ | SM- | U*/T** | SM+ | SM- | U*/T** | SM+ | SM- | U*/T** | SM+ | SM- | U*/T** | |
| Total | Siri | 33,7;7 | 29,3;9,9 | 27056,5** | 33,7;7,1 | 28,7;10 | 27113,5 | 34,9;6,5 | 28,7;9,7 | 22145,5* | 34,9;6,2 | 29,4;9,7 | 21242,5* |
| | Brozeck | 32,3;6,5 | 28,3;9,2 | 27058,0* | 32,4;6,6 | 27,8;9,3 | 27116,0 | 33,5;5,9 | 27,7;9 | 22146* | 33,5;5,8 | 28,4;8,9 | 21243* |
| | Lean IMC | 34,9;8,5 | 28,8;9,9 | 23264,0* | 35;8,4 | 28;9,9 | 21848,5 | 36,5;8,1 | 28;9,4 | 17403,5* | 36,5;8,3 | 28,9;9,6 | 17860* |
| | Lean Cintura | 37,5;8,3 | 30,2;10,2 | 9,16** | 37,6;8,1 | 29,2;10 | 20158,0 | 38,9;8,1 | 29,5;9,5 | 12,3** | 39,1;8,2 | 30,5;9,7 | 10,8** |
| | Lean Pliegues | 35,8;7,8 | 30,7;10,6 | 26298,5* | 35,9;7,9 | 30;10,7 | 25896,0 | 37,4;7,2 | 29,9;10,3 | 20726* | 37,3;7,1 | 30,7;10,3 | 20391* |
| Hombres[#] | Siri | 30,3;7,7 | 22,5;9,5 | 3661* | 29,7;7,6 | 22,5;9,8 | 3936,5* | 31,5;6,9 | 22,7;9,5 | 2877,50* | 31,8;6,7 | 22,9;9,5 | 2688,5* |
| | Brozeck | 29,2;7,1 | 22,0;8,8 | 3662* | 28,7;7,0 | 22,0;9,1 | 3937,5* | 30,3;6,3 | 22,2;8,7 | 2878,50* | 30,6;6,2 | 22,4;8,7 | 2689,5* |
| | Lean-IMC | 29,4;6,8 | 21,0;6,1 | 2498* | 29,3;6,5 | 20,6;6,1 | 2256,5* | 30,9;6,6 | 21,1;5,8 | 11,81** | 31,1;6,5 | 21,5;6,0 | 11,18** |
| | Lean-Cint | 31,2;6,5 | 22,1;6,9 | 2397* | 31,2;6,1 | 21,5;6,7 | 1982* | 32,3;6,6 | 22,5;6,6 | 11,03** | 32,7;6,6 | 22,7;6,7 | 11,72** |
| | Lean Pliegues | 22,0;8,8 | 23,2;9,9 | 3684,5* | 30,6;7,3 | 23,0;10,1 | 3952* | 32,5;6,5 | 23,2;9,6 | 2768,00* | 32,9;6,4 | 23,5;9,6 | 7,66** |
| Mujeres[#] | Siri | 36,4;5,0 | 34,6; 6,4 | 2,75** | 36,6;5,1 | 34,2;6,4 | 9270,5* | 37,1;5,1 | 34,0;6,2 | 8193,50* | 37,2;4,7 | 34,5;6,2 | 7183,0* |
| | Brozeck | 34,9;4,6 | 33,2;5,9 | 2,75** | 35,0;4,7 | 32,8;5,9 | 9271,0* | 35,5;4,7 | 32,7;5,7 | 8193,00* | 35,6;4,4 | 33,1;5,7 | 7182,5* |
| | Lean-IMC | 39,3;7,0 | 34,9;7,9 | 7410,5* | 39,1;7,0 | 34,3;7,9 | 7369,0* | 40,1;6,9 | 34,1;7,6 | 6083,00* | 40,6;7,1 | 34,8;7,5 | 5675,0* |
| | Lean-Cint | 42,5;5,8 | 36,5;7,4 | 7,98** | 42,1;5,0 | 35,8;7,4 | 8,23** | 43,0;5,9 | 35,9;6,9 | 9,44** | 43,9;5,5 | 36,6;7,0 | 4074,5* |
| | Lean Pliegues | 39,7;5,9 | 36,5;6,8 | 8121* | 39,6;5,8 | 36,0;6,9 | 8260,0* | 40,4;5,8 | 35,8;6,6 | 7076,00* | 40,6;5,7 | 36,5;6,6 | 6311,0* |

Fuente: Base de datos proyecto Salud Global. 2012

IDF: *Internacional Diabetes Foundation*; AHA: *American Heart Association*; ATP III: *Adult Treatment Panel III*; *U: U de Mann-Whitney; **T: t de Student; #: en todos los casos el valor de p fue <0,01.

La Figura 1 representa la comparación de las curvas ROC para ecuaciones de porcentaje de grasa corporal (Siri, Brozeck, Lean (IMC), Lean (cintura), y Lean (pliegues) según presencia de Síndrome metabólico en los participantes. En la tabla 2 se muestra el análisis de las curvas ROC para el porcentaje GC usando las ecuaciones de Siri, Brozeck y Lean para determinar el SM según los cuatro criterios. Las áreas bajo la curva oscilaron entre 63% y 76,9%; las sensibilidades entre 50% y 85%, y los valores de especificidad entre 51% y 78%. Sin embargo, mediante la fórmula de Lean-cintura, se obtuvieron las mayores áreas bajo la curva ROC, seguidos por los de Lean-IMC. El mayor punto de corte se observó con la ecuación de Lean para pliegues cutáneos utilizando el consenso armonizado: 36,97%, con la segunda especificidad más alta de todas: 69,9%, pero con la más baja sensibilidad: 50,9%, de manera similar a como ocurrió con Lean cintura en AHA, donde la especificidad fue mayor que la sensibilidad: 78,8% y 60,8%, respectivamente. (Tabla 2).

Figura 1. Comparación de las curvas ROC para ecuaciones de porcentaje de grasa corporal (Siri, Brozeck, Lean [IMC], Lean [cintura] y Lean [pliegues]) según presencia de síndrome metabólico de acuerdo a los consensos de ATP III, AHA, IDF y armonizado, en hombres y mujeres adultos de la ciudad de Barranquilla, Atlántico (Colombia), durante enero – junio de 2012.



Fuente: Base de datos proyecto Salud Global. 2012.

IDF: *Internacional Diabetes Foundation*; AHA: *American Heart Association*; ATP III: *Adult Treatment Panel III*.

Tabla 2. Características operativas de análisis de curvas ROC para síndrome metabólico según cuatro diferentes criterios, empleando porcentajes de grasa corporal obtenidos mediante ecuación de Siri, Brozeck y Lean.

| Ecuación de GC | Consenso | Área bajo la Curva (IC95%) | (>) Punto de corte | Sensibilidad | Especificidad | |
|-----------------|----------------|----------------------------|--------------------|--------------|---------------|------|
| Siri | A | 0,67 (0,63 - 0,72) | 31,3 | 74,8 | 52,5 | |
| | B | 0,69 (0,65 - 0,74) | 28,5 | 85,8 | 45,6 | |
| | C | 0,63 (0,58 - 0,68) | 28,5 | 80,0 | 42,5 | |
| | D | 0,64 (0,60 - 0,69) | 28,5 | 79,8 | 45,2 | |
| Brozeck | A | 0,67 (0,63 - 0,72) | 30,1 | 74,8 | 52,5 | |
| | B | 0,69 (0,65 - 0,74) | 27,5 | 85,8 | 45,6 | |
| | C | 0,63 (0,58 - 0,68) | 27,5 | 80,0 | 42,5 | |
| | D | 0,64 (0,60 - 0,69) | 27,5 | 79,8 | 45,2 | |
| IMC | A | 0,73 (0,68 - 0,77) | 28,4 | 81,9 | 51,2 | |
| | B | 0,76 (0,72 - 0,80) | 28,4 | 82,1 | 55,3 | |
| | C | 0,68 (0,64 - 0,72) | 25,4 | 85,5 | 41,3 | |
| | D | 0,71 (0,67 - 0,75) | 26,6 | 82,2 | 50,0 | |
| Lean | Cintura | A | 0,75 (0,70 - 0,79) | 34,1 | 73,7 | 61,7 |
| | | B | 0,77 (0,73 - 0,81) | 37,1 | 60,8 | 78,8 |
| | | C | 0,70 (0,66 - 0,75) | 34,1 | 67,7 | 62,9 |
| | | D | 0,73 (0,69 - 0,77) | 33,9 | 67,8 | 66,7 |
| Pliegues | A | 0,69 (0,64 - 0,73) | 31,2 | 81,3 | 47,2 | |
| | B | 0,71 (0,67 - 0,75) | 31,7 | 80,2 | 53,2 | |
| | C | 0,64 (0,59 - 0,69) | 37,0 | 50,9 | 69,9 | |
| | D | 0,66 (0,61 - 0,70) | 31,2 | 74,4 | 49,7 | |

Fuente: Base de datos proyecto Salud Global. 2012

A: ATP III (*Adult Treatment Panel III*); B: AHA (*American Heart Association*); C: Armonizado; D: IDF (*Internacional Diabetes Foundation*).

Con Lean IMC se obtuvieron los valores de sensibilidad más altos: entre 81,9% y 85,5%, pero los valores de especificidad no superaron el 60% (Tabla 2); en cambio con Lean cintura, si bien los valores de sensibilidad no fueron tan altos como los anteriores (60,8% a 73,7%), la especificidad resultó más robusta (61,7% a 78,8%), y la diferencia entre sensibilidad y especificidad fue más baja que utilizando las demás ecuaciones, con un punto de corte de GC promedio de 34,8 (Tabla 2).

En mujeres, las mayores áreas bajo la curva ROC se dieron empleando Lean para cintura, con puntos de corte cercanos a 40% y valores de sensibilidad entre 68,2% y 79,4%, con especificidades de 65,8% a 73,2%, mientras que en hombres las mayores áreas bajo la curva ROC se dieron mediante Lean para IMC, con puntos de corte cercanos a 24% y valores de sensibilidad entre 76,8% y 90,8%, con especificidades de 62,1% a 81,4% (Tabla 3).

Tabla 3. Características operativas de análisis de curvas ROC para síndrome metabólico según cuatro diferentes criterios, empleando porcentajes de grasa corporal obtenidos mediante ecuación de Siri, Brozeck y Lean, en hombres y mujeres adultos de la ciudad de Barranquilla, Atlántico (Colombia), durante enero – junio de 2012.

| Ecuación de GC | Consenso SM | Hombres | | | | Mujeres | | | | |
|----------------|-------------|----------------------------|--------------------|---------------|----------------|----------------------------|--------------------|---------------|----------------|------|
| | | Área bajo la Curva (IC95%) | (>) Punto de corte | Sensi-bilidad | Especi-ficidad | Área bajo la Curva (IC95%) | (>) Punto de corte | Sensi-bilidad | Especi-ficidad | |
| Siri | A | 0,65 (0,59 - 0,71) | 34,4 | 77,3 | 50,5 | 0,78 (0,73 - 0,84) | 25,0 | 85,1 | 64,5 | |
| | B | 0,65 (0,59 - 0,71) | 34,4 | 73,1 | 52,5 | 0,78 (0,73 - 0,84) | 25,0 | 82,9 | 65,8 | |
| | C | 0,60 (0,54 - 0,67) | 35,6 | 61,5 | 58,3 | 0,74 (0,68 - 0,80) | 23,0 | 84,7 | 56,5 | |
| | D | 0,61 (0,55 - 0,67) | 34,8 | 66,2 | 55,1 | 0,73 (0,67 - 0,79) | 20,1 | 90,67 | 50,0 | |
| Brozeck | A | 0,65 (0,59 - 0,71) | 33,0 | 77,3 | 50,5 | 0,78 (0,73 - 0,84) | 24,4 | 85,1 | 64,5 | |
| | B | 0,65 (0,59 - 0,71) | 33,0 | 73,1 | 52,5 | 0,78 (0,73 - 0,84) | 24,4 | 82,9 | 65,8 | |
| | C | 0,60 (0,54 - 0,66) | 34,1 | 61,5 | 58,3 | 0,74 (0,68 - 0,80) | 22,5 | 84,7 | 56,5 | |
| | D | 0,61 (0,55 - 0,67) | 33,4 | 66,2 | 55,1 | 0,73(0,67 - 0,79) | 19,8 | 90,6 | 50,0 | |
| IMC | A | 0,72 (0,66 - 0,78) | 38,2 | 63,9 | 73,6 | 0,87 (0,82 - 0,91) | 25,7 | 78,4 | 79,3 | |
| | B | 0,74 (0,68 - 0,79) | 37,6 | 65,4 | 75,4 | 0,87 (0,83 - 0,92) | 25,7 | 76,8 | 81,4 | |
| | C | 0,67 (0,61 - 0,73) | 34,2 | 74,6 | 52,9 | 0,82 (0,77 - 0,87) | 22,4 | 90,8 | 62,1 | |
| | D | 0,69 (0,63 - 0,75) | 34,5 | 72,2 | 58,9 | 0,84 (0,80 - 0,89) | 23,2 | 87,8 | 70,6 | |
| Lean | Cintura | A | 0,80 (0,75 - 0,85) | 39,5 | 79,4 | 67,9 | 0,86 (0,81 - 0,90) | 26,2 | 85,1 | 72,8 |
| | | B | 0,80 (0,75 - 0,85) | 39,4 | 75,4 | 73,2 | 0,86 (0,81 - 0,90) | 26,2 | 82,9 | 74,5 |
| | | C | 0,74 (0,69 - 0,80) | 39,4 | 69,7 | 65,8 | 0,83 (0,78 - 0,88) | 24,1 | 89,8 | 66,9 |
| | | D | 0,76 (0,70 - 0,81) | 39,4 | 68,2 | 70,9 | 0,86 (0,82 - 0,91) | 24,2 | 93,5 | 75,0 |
| Pliegues | A | 0,69 (0,63 - 0,75) | 38,7 | 68,0 | 65,1 | 0,79 (0,74 - 0,85) | 25,2 | 89,2 | 60,9 | |
| | B | 0,70 (0,64 - 0,75) | 37,3 | 74,6 | 57,0 | 0,79 (0,73 - 0,85) | 25,5 | 85,4 | 63,3 | |
| | C | 0,64 (0,58 - 0,70) | 37,3 | 72,9 | 54,5 | 0,74 (0,68 - 0,80) | 23,8 | 87,8 | 56,5 | |
| | D | 0,65 (0,59 - 0,71) | 37,3 | 70,9 | 57,6 | 0,73 (0,67 - 0,79) | 20,5 | 93,5 | 48,5 | |

Fuente: Base de datos proyecto Salud Global. 2012.

A: ATP III (Adult Treatment Panel III); B: AHA (American Heart Association); C: Armonizado; D: IDF (Internacional Diabetes Foundation).

DISCUSIÓN

Los promedios de GC fueron significativamente mayores en los sujetos con SM, independientemente de las ecuaciones empleadas en el presente artículo y a los consensos utilizados para definir SM. Con respecto al área bajo la curva ROC, al emplear Lean-cintura para el cálculo de GC, se obtuvieron las mayores áreas, seguidos por Lean-IMC.

Estos hallazgos fueron semejantes a lo encontrado por Zhang y cols.²⁸ y Liu y cols.²⁹, pero a diferencia de estos trabajos, en los cuales solamente se evaluó el valor de GC como predictor de SM con IDF, el presente estudio exploró tres definiciones adicionales de SM, con resultados consistentes en cada una, indistintamente de las fórmulas empleadas para el cálculo de GC, las cuales fueron seleccionadas dentro del marco del proyecto Salud Global, reconociendo la importancia de otras fórmulas, como la de Faulkner, que no hicieron parte de los objetivos del presente trabajo, pero que se espera sean empleadas en una futura publicación.

Es de anotar que, en las mujeres, los porcentajes de área bajo la curva ROC fueron mayores que en los hombres, lo cual resulta de una distribución de grasa relacionada con la parte hormonal y características fenotípicas inherentes al sexo femenino, lo cual indica que el análisis debe estratificarse por sexo.

Ningún resultado mostró bajos niveles de área bajo curva ROC y los mejores porcentajes, en cada uno de los cuatro consensos estudiados, se obtuvieron con la ecuación de GC de Lean para cintura, con valores similares a los reportados por Zhu y cols.³⁰ y Yan y cols.³¹, lo cual es un punto que apoya la inclusión de la medición de GC para evaluar la presencia de SM a modo de tamizaje, tal como lo han descrito otros autores³²⁻³⁴.

Como limitante, se debe indicar que, los resultados encontrados en el presente estudio, a pesar de tener una muestra importante, no pueden ser extrapolados a toda la población, especialmente a adolescentes y personas con condiciones de salud especiales, no incluidos en el trabajo, pero sí son ilustrativos de la importancia de la determinación de GC, independientemente del consenso empleado para SM. A pesar de esto, hubo cierto control en la edad, al llevar a cabo una selección de manera probabilística y proporcional a la composición de la población general, en el proyecto de Salud Global, del cual fueron tomados los datos como fuente secundaria para el presente trabajo.

Otra posible limitante está dada por el no uso del estándar hidrostático para la determinación de GC, por los costos y logística que ello implica en un estudio con características poblacionales en terreno. Sin embargo, este método podría considerarse para un posible diagnóstico, y las fórmulas empleadas, especialmente la de Lean para cintura en la determinación de GC, como un posible tamizaje, teniendo en cuenta los valores de sensibilidad, su reducido costo, su amplia reproducibilidad y su carácter no invasivo.

Por otro lado, aunque en el consenso Armonizado la obesidad abdominal no es un parámetro fijo para SM, y que sí lo es para IDF, se hubiera esperado una prevalencia mayor en el primero; sin embargo, el análisis de la información, como se ha mencionado anteriormente, es de fuente secundaria, y no se tuvo injerencia sobre las variables relacionadas con las definiciones de SM, las cuales fueron entregadas por los investigadores principales del proyecto de Salud Global. En todo caso el análisis de GC se llevó a cabo de manera estratificada para cada una de las cuatro definiciones estudiadas, y esto permite apreciar el comportamiento de la misma según cada una de ellas.

CONCLUSIONES

Es factible emplear la determinación de GC como tamizaje para SM, ya que es sabido que la GC aumentada se encuentra directamente relacionada con la resistencia a la insulina, eje central del SM. A futuro, se debería realizar un estudio longitudinal, en el que se observe la progresión de aquellos pacientes con y sin SM, de acuerdo a los valores de GC, estudiando su aceptación en la comunidad científica y en los médicos de atención primaria en salud, teniendo en cuenta su bajo costo y factibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad del Norte (Colombia), por su apoyo y a los participantes en el estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores expresan que no existen conflictos de intereses al redactar el manuscrito.

REFERENCIAS

- (1) Beltrán-Sánchez H, Harhay MO, Harhay MM, McElligott S. Prevalence and trends of metabolic syndrome in the adult U.S. population, 1999-2010. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62(8):697-703.
- (2) de Carvalho Vidigal F, Bressan J, Babio N, Salas-Salvadó J. Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults: a systematic review. *BMC Public Health.* 2013;13:1198.
- (3) Aguilar M, Bhuket T, Torres S, Liu B, Wong RJ. Prevalence of the metabolic syndrome in the United States, 2003-2012. *JAMA.* 2015;313(19):1973-4.
- (4) Samson SL, Garber AJ. Metabolic syndrome. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2014;43(1):1-23.
- (5) Pearl RL, Wadden TA, Hopkins CM, Shaw JA, Hayes MR, Bakizada ZM, et al. Association between weight bias internalization and metabolic syndrome among treatment-seeking individuals with obesity. *Obesity (Silver Spring).* 2017;25(2):317-22.
- (6) Lee S-R, Cha M-J, Kang D-Y, Oh K-C, Shin D-H, Lee H-Y. Increased prevalence of metabolic syndrome among hypertensive population: ten years' trend of the Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *Int J Cardiol.* 2013;166(3):633-9.
- (7) Lakka H-M, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, et al. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *JAMA.* 2002;288(21):2709-16.
- (8) National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation.* 2002;106(25):3143-421.
- (9) Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation.* 2005;112(17):2735-52.

- (10) Alberti KGMM, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome--a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med.* 2006;23(5):469-80.
- (11) 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):1640-5.
- (12) Tai ES, Lau TN, Ho SC, Fok AC, Tan CE. Body fat distribution and cardiovascular risk in normal weight women. Associations with insulin resistance, lipids and plasma leptin. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000;24(6):751-7.
- (13) Bastien M, Poirier P, Lemieux I, Després J-P. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis.* 2014;56(4):369-81.
- (14) Lavie CJ, McAuley PA, Church TS, Milani RV, Blair SN. Obesity and cardiovascular diseases: implications regarding fitness, fatness, and severity in the obesity paradox. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63(14):1345-54.
- (15) Laakso M, Kuusisto J, Stančáková A, Kuulasmaa T, Pajukanta P, Lusi AJ, et al. The Metabolic Syndrome in Men study: a resource for studies of metabolic and cardiovascular diseases. *J Lipid Res.* 2017;58(3):481-93.
- (16) Madeira FB, Silva AA, Veloso HF, Goldani MZ, Kac G, Cardoso VC, et al. Normal weight obesity is associated with metabolic syndrome and insulin resistance in young adults from a middle-income country. *PLoS ONE.* 2013;8(3):e60673.
- (17) Ho-Pham LT, Lai TQ, Nguyen MTT, Nguyen TV. Relationship between Body Mass Index and Percent Body Fat in Vietnamese: Implications for the Diagnosis of Obesity. *PLoS ONE.* 2015;10(5):e0127198.

- (18) Lavie CJ, De Schutter A, Patel DA, Romero-Corral A, Artham SM, Milani RV. Body composition and survival in stable coronary heart disease: impact of lean mass index and body fat in the «obesity paradox». *J Am Coll Cardiol.* 2012;60(15):1374-80.
- (19) Lechuga EN, Moranth RFV, Olaciregui AEA. Grasa corporal total como posible indicador de síndrome metabólico en adultos. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2016;20(3):198-207.
- (20) Navarro E, Vargas R. Síndrome metabólico en el suroccidente de Barranquilla (Colombia). *Salud Uninorte Barranquilla.* 2008;24(1):40-52.
- (21) Marfell-Jones M, Stewart A. International Standards for Anthropometric Assessment. Ridder J, ISAK, editores. Wellington, Nueva Zelanda: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2012.
- (22) Hormiguera X. Circunferencia de la cintura y riesgo cardiovascular en población española. *Clin Invest Arterioscl.* 2007;19(2):90-1.
- (23) Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974;32(1):77-97.
- (24) Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. En: Brožek J, Henschel A, editores. *Techniques for measuring body composition: proceedings of a conference, Quartermaster Research and Engineering Center, Natick, Massachusetts, January 22-23, 1959.* Washington, D.C.: National Academy of Sciences-National Research Council; 1961. p. 223-44.
- (25) Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. DENSITOMETRIC ANALYSIS OF BODY COMPOSITION: REVISION OF SOME QUANTITATIVE ASSUMPTIONS. *Ann N Y Acad Sci.* 1963;110:113-40.
- (26) 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(2):105-14.
- (27) Swets JA. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science.* 1988;240(4857):1285-93.

- (28) Zhang Z, Deng J, He L, Ling W, Su Y, Chen Y. Comparison of various anthropometric and body fat indices in identifying cardiometabolic disturbances in Chinese men and women. *PLoS ONE*. 2013;8(8):e70893.
- (29) Liu P, Ma F, Lou H, Liu Y. The utility of fat mass index vs. body mass index and percentage of body fat in the screening of metabolic syndrome. *BMC Public Health*. 2013;13:629.
- (30) Zhu S, Wang Z, Shen W, Heymsfield SB, Heshka S. Percentage body fat ranges associated with metabolic syndrome risk: results based on the third National Health and Nutrition Examination Survey (1988-1994). *Am J Clin Nutr*. 2003;78(2):228-35.
- (31) Yan S, Li Y, Shen X, Yang L, Zhang S, Yi R, et al. [Use body fat determination instead of simple body composition parameters evaluate the risk of metabolic syndrome in Fuzhou adults]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2010;90(24):1678-81.
- (32) Phillips CM, Tierney AC, Perez-Martinez P, Defoort C, Blaak EE, Gjelstad IMF, et al. Obesity and body fat classification in the metabolic syndrome: impact on cardiometabolic risk metabotype. *Obesity (Silver Spring)*. 2013;21(1):E154-161.
- (33) De Schutter A, Lavie CJ, Arce K, Menendez SG, Milani RV. Correlation and discrepancies between obesity by body mass index and body fat in patients with coronary heart disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2013;33(2):77-83.
- (34) Weber DR, Leonard MB, Shults J, Zemel BS. A comparison of fat and lean body mass index to BMI for the identification of metabolic syndrome in children and adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014;99(9):3208-16.