

Evaluación de la capacidad diagnóstica de tres pruebas utilizadas en el diagnóstico de los estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad

José Franco Monsreal^{1*}; José Fermín Dzul Mul¹, Lidia Esther del Socorro Serralta Peraza¹ & Lizbeth Mota Magaña²

Resumen

El objetivo fue comparar la validez interna del índice de masa corporal *versus* la validez interna del Índice cintura/cadera *versus* la validez interna del índice circunferencia abdominal o índice perímetro abdominal como pruebas diagnósticas de sobrepeso y obesidad y determinar si cada una de las tres pruebas tienen o no capacidad diagnóstica suficiente o, al menos, capacidad diagnóstica moderada combinando en una sola expresión la sensibilidad y la especificidad mediante la razón de verosimilitud positiva y la razón de verosimilitud negativa. Enfoque cuantitativo o enfoque positivista. Estudio epidemiológico observacional descriptivo de corte transversal sin direccionalidad (causa ► efecto, o bien, efecto ► causa) y con temporalidad prospectiva. Se estudiaron 300 pacientes adultos de ambos géneros que acudieron para atención médica al "Hospital Integral José María Morelos". Como prueba de referencia estándar de oro o Gold Standard fue utilizada la ecuación de Hamwi. Únicamente se encontró diferencia estadísticamente significativa cuando se contrastó la sensibilidad observada del índice de masa corporal *versus* la sensibilidad observada del índice cintura/cadera: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; g.l.=1) > 3.8416; p < 0.0500$. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastaron las especificidades y las seguridades observadas de las tres pruebas diagnósticas: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; g.l.=1) < 3.8416; p > 0.0500$. Se concluye que la mejor prueba para el diagnóstico de los estados nutricio-

Abstract

The purpose of this study is to compare the internal validity of the Body Mass Index, the Waist/Hip Index and the Abdominal Circumference Index (or Abdominal Perimeter Index) as diagnostic tests for overweight and obesity and to determine whether each of the three tests has sufficient diagnostic capacity or, at least, moderate diagnostic capacity by combining sensitivity and specificity in a single expression by means of the positive likelihood ratio and the negative likelihood ratio. This is a descriptive observational epidemiological study without directionality (cause ► effect or effect ► cause) and with prospective temporality. We studied 300 adult patients of both genders who came for medical attention at the "Hospital Integral José María Morelos." The Hamwi equation was used as a Gold Standard reference test. A statistically significant difference was only found when the observed sensitivity of the Body Mass Index was compared with the observed sensitivity of the Waist/Hip Index: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; g.l.=1) > 3.8416; p < 0.0500$. No statistically significant differences were found when the specificities and the observed safety of the three diagnostic tests were contrasted: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; g.l.=1) < 3.8416; p > 0.0500$. We concluded that the best test for the diagnosis of the pathological nutritional states of overweight and obesity is the Body Mass Index. However, the observed results of the positive likelihood ratios corresponded to 1.8, 1.7 and 1.6, respectively, for the diagnostic tests IMC, ICC and ICA or IPA; these

¹ Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo. Carretera Muna-Felipe Carrillo Puerto S/N, km. 137. CP. 77890. La Presumida, José María Morelos, Quintana Roo, México.

² Universidad de la Sierra Sur. Calle Guillermo Rojas Mijangos S/N. Esquina Avenida Universidad. Colonia Ciudad Universitaria. CP. 70800. Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oaxaca, México.

* Autor de correspondencia: jose.franco@uimqroo.edu.mx (JFM)

nales patológicos sobrepeso y obesidad corresponde al índice de masa corporal; Sin embargo, los resultados observados de las razones de verosimilitud positiva correspondieron a 1.8, 1.7 y 1.6, respectivamente, para las pruebas diagnósticas IMC, ICC e ICA o IPA; dichos resultados indican capacidades diagnósticas insignificantes para las tres pruebas. Asimismo, los resultados observados de las razones de verosimilitud negativa correspondieron a 0.3, 0.5 y 0.4, respectivamente, para las pruebas diagnósticas IMC, ICC e ICA o IPA; dichos resultados indican capacidades diagnósticas escasas para las tres pruebas.

Palabras clave: capacidad diagnóstica, evaluación, índices antropométricos.

Recibido: 09 de mayo de 2018

results indicate negligible diagnostic capabilities for the three tests. Likewise, the observed results of the negative likelihood ratios corresponded to 0.3, 0.5 and 0.4, respectively, for the diagnostic tests IMC, ICC and ICA or IPA; these results also indicate poor diagnostic capabilities for the three tests.

Key words: diagnostic capacity, evaluation, anthropometric indices.

Aceptado: 11 de junio de 2018

Introducción

A nivel mundial, los estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad se encuentran relacionados con un mayor número de defunciones con respecto al bajo peso o insuficiencia ponderal (Bouchard 2008). Existen más personas con obesidad (índice de masa corporal [IMC] ≥ 30.0 kg/m²) que con bajo peso (IMC < 18.5 kg/m²) (Astrup *et al.* 2008).

Desde 1975 la obesidad se ha casi triplicado en todo el mundo y para el año 2016 más de 1900 millones de adultos mayores a 18 años presentaban sobrepeso, de los cuales más de 650 millones eran obesos. Asimismo, la mayoría de la población mundial vive en países donde el sobrepeso y la obesidad cobran más vidas que la insuficiencia ponderal. En 2016, 41 millones de niños de 0-4 años de edad cursaban con sobrepeso o eran obesos. En el caso de los adolescentes, en el mismo año había más de 340 millones de niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad. En 2016 el 39.5% de los adultos mayores de 18 años (39% del género masculino y 40% del género femenino) presentaba sobrepeso. En general, en 2016 alrededor del 13% de la población adulta mundial (11% del género masculino y 15% del género femenino) era obesa. Entre 1975 y 2016 la prevalencia mundial de obesidad se ha casi triplicado. Si bien el sobrepeso y la obesidad se consideraban antes un problema propio de los países de ingresos altos, actualmente ambos

trastornos han aumentado en los países de ingresos bajos y medianos –en particular en los entornos urbanos–. En África, el número de niños de 0-4 años de edad con sobrepeso ha aumentado cerca de un 50% desde el año 2000. En 2016, cerca de la mitad de los niños de 0-4 años de edad con sobrepeso u obesidad vivía en Asia. En 2016 había más de 340 millones de niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad. La prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes ha aumentado de forma espectacular, del 4% en 1975 a más del 18% en 2016. Este aumento ha sido prácticamente similar en ambos géneros: 19% del género masculino y 18% del femenino con sobrepeso en 2016. Mientras que en 1975 había menos de 1% de niños y adolescentes con obesidad, en 2016 eran 124 millones (8% del género masculino y 6% del femenino). A nivel mundial, el sobrepeso y la obesidad se encuentran vinculados con un mayor número de defunciones que la insuficiencia ponderal. En general, hay más personas obesas que con bajo peso. Ello ocurre en todas las regiones con excepción en partes del África subsahariana y Asia (Organización Mundial de la Salud 2017).

El sobrepeso y la obesidad son dos de las alteraciones metabólicas y nutricias más frecuentes (Malik *et al.* 2010). Constituyen un problema de salud pública importante en México, toda vez que afectan a más del 30% de

la población adulta. Por el elevado número de personas que las padecen y por el riesgo que implica en las esferas biológica, psicológica y social; así como por la incapacidad física que provocan, conllevan a un aumento del riesgo de mortalidad temprana en un alto porcentaje, generando asimismo, pérdidas económicas importantes (Rivera *et al.* 2009).

Diversos estudios han revelado información destacando la trascendencia de la existencia de una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad. Los resultados observados intensificaron el conocimiento acerca del sobrepeso y la obesidad, así como de sus métodos diagnósticos. En México, existe insuficiente información epidemiológica con relación a la obesidad. A pesar de ello, existe información disponible en algunos estudios realizados en México y se cuenta con los datos nacionales sobre obesidad (Albrecht *et al.* 2016).

Desde un enfoque epidemiológico, la obesidad puede considerarse como un factor de riesgo para el desarrollo de algunas enfermedades –enfermedades cardiovasculares (principalmente las cardiopatías y los accidentes cerebrovasculares) que fueron la principal causa de defunción en 2012; diabetes mellitus tipo 2; trastornos del aparato locomotor (en especial la osteoartritis, una enfermedad degenerativa de las articulaciones muy discapacitante) y algunos cánceres (endometrio, mama, ovarios, próstata, hígado, vesícula biliar, riñones y colon)–, o bien, como una enfermedad por sí misma. Básicamente, los factores de riesgo para el desarrollo de la obesidad son los genéticos, los fisiológicos y los ambientales incluyendo los estilos de vida no-saludable, los cuales constituyen los que más peso específico tienen como factores de riesgo para el desarrollo o no de la obesidad (Rivera *et al.* 2009).

No existe un método de estimación de la composición corporal que tenga suficiente precisión estadística para considerarse como método de referencia contra el cual validar otros métodos. Por este motivo coexisten diversos métodos que presentan ventajas y desventajas, donde el investigador selecciona el que mejor se adapte a sus necesidades.

Las ecuaciones más utilizadas para la estimación del peso corporal ideal son las de Broca, Devine, Hamwi, Lemmens, Lorentz, Metropolitan Life Insurance Company, Miller, Perroult y Robinson (Mataix 2009).

En el presente estudio se utilizó como prueba de referencia, estándar de oro o *Gold Standard* la ecuación de Hamwi la cual proporciona el peso corporal ideal para ambos géneros: 1. Género masculino= 48.1 kg por los primeros 152.4 cm de estatura + 1.1 kg por cada cm adicional de estatura y 2. Género femenino= 45.4 kg por los primeros 152.4 cm de estatura + 0.9 kg por cada cm adicional de estatura (Hamwi 1964).

Los tres componentes de la validez interna son la sensibilidad, la especificidad y la seguridad.

Los objetivos del estudio fueron: 1. Comparar estadísticamente, utilizando el estadístico Ji-Cuadrado de Mantel-Haenszel (χ^2 M-H), los tres componentes de la validez interna del índice de masa corporal (IMC) *versus* los tres componentes de la validez interna del Índice cintura/cadera (ICC) *versus* los tres componentes de la validez interna del índice circunferencia abdominal (ICA) o índice perímetro abdominal (IPA) con el objeto de conocer cuál de los tres índices antropométricos es el más adecuado para el diagnóstico de los estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad y 2. Determinar si cada uno de los tres índices antropométricos (IMC, ICC e ICA o IPA) tiene o no capacidad diagnóstica suficiente o, al menos, capacidad diagnóstica moderada combinando en una sola expresión la sensibilidad y la especificidad mediante la razón de verosimilitud positiva y la razón de verosimilitud negativa.

Material y métodos

En el presente trabajo se consideró un enfoque cuantitativo o enfoque positivista (Hernández-Sampieri *et al.* 2006) y se realizó un estudio epidemiológico observacional descriptivo de corte transversal sin direccionalidad y con temporalidad prospectiva (Hernández-Ávila 2007).

El estudio se efectuó en 300 pacientes (n= 119, 39.67% del género masculino; n= 181, 60.33% del género femenino) de 18 a 64 años de edad que acudieron para atención médica (no atención médica de control) al "Hospital Integral José María Morelos" del municipio maya de José María Morelos, Quintana Roo, México; en el período comprendido del 1 de agosto de 2014 al 31 de julio de 2015. Dicho hospital corresponde a la Jurisdicción Sanitaria No. 3 ubicada en el municipio maya de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México.

El municipio de José María Morelos tenía 36 179 habitantes para el año 2010 y una superficie de 4677.838 km², con una densidad de población de 7.73 habitantes por km² (Instituto Nacional de Estadística y Geografía 2010). Por su cobertura, dicho municipio pertenece al Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP) debido a que el 25% o más de su población se encuentra en pobreza extrema y es uno de los municipios contemplados en la Cruzada Nacional contra el Hambre (Secretaría de Desarrollo Social 2014).

Para fines del presente estudio se consideró como peso corporal ideal que confiere la mayor esperanza de vida a una persona (Mataix 2009); mientras que se consideró como prueba diagnóstica a cualquier procedimiento complejo que pretenda establecer en un paciente la presencia de cierta situación, supuestamente patológica, no susceptible de ser observada directamente con alguno de los cinco sentidos (Ruiz & Morrillo 2004).

La prueba de referencia, estándar de oro o *Gold Standard*, constituye la mejor alternativa diagnóstica existente para estudiar una enfermedad o evento de interés en términos de sensibilidad, de especificidad, de seguridad, de valor predictivo positivo y de valor predictivo negativo; en consecuencia, constituye la mejor opción para etiquetar pacientes con y sin la enfermedad o evento de interés (Manterola 2009). De tal manera que para efectos del trabajo se consideraron a los pacientes como:

1. Verdaderos positivos (A), a las unidades de observación con la característica de interés (enfermedad) que son

correctamente identificadas como positivas por la prueba diagnóstica (Martínez *et al.* 2014);

2. Falsos positivos (B), a las unidades de observación sin la característica de interés (enfermedad) que son incorrectamente identificadas como positivas por la prueba diagnóstica (Martínez *et al.* 2014);
3. Falsos negativos (C), a las unidades de observación con la característica de interés (enfermedad) que son incorrectamente identificadas como negativas por la prueba diagnóstica (Martínez *et al.* 2014) y
4. Verdaderos negativos (D), a las unidades de observación sin la característica de interés (enfermedad) que son correctamente identificadas como negativas por la prueba diagnóstica (Martínez *et al.* 2014).

La sensibilidad es la capacidad de la prueba diagnóstica para identificar correctamente a quienes sí padecen la enfermedad o evento de interés, se obtiene al multiplicar por 10² el cociente obtenido al dividir el número de verdaderos positivos (A) entre el total de pacientes enfermos (A+C) (Grimes & Schultz 2002, Fernandez & Diaz 2003, Gordis 2004, Ruiz & Morrillo 2004); mientras que la especificidad es la capacidad de la prueba diagnóstica para identificar correctamente a quienes no padecen la enfermedad o evento de interés, se obtiene al multiplicar por 10² el cociente obtenido al dividir el número de verdaderos negativos (D) entre el total de pacientes sanos (B+D) (Grimes & Schultz 2002, Fernández & Díaz 2003, Gordis 2004, Ruiz & Morrillo 2004).

La seguridad de una prueba diagnóstica se encuentra determinada por el valor predictivo positivo $[A/(A+B)]$ y por el valor predictivo negativo $[D/(C+D)]$. Estos índices son importantes para valorar la utilidad de una prueba diagnóstica en el terreno clínico y de manera individualizada, es decir, para cada paciente (Grimes & Schultz 2002, Fernandez & Diaz 2003, Gordis 2004, Ruiz & Morrillo 2004).

Las razones de verosimilitud (RV) constituyen un concepto para valorar una prueba diagnóstica. También son denominadas likelihood

ratios (LR), razones de probabilidad (RP) o índices de eficiencia pronóstica (IEP) y combinan en una sola expresión la sensibilidad y la especificidad. Las RV adoptan valores positivos y negativos. Ofrecen la ventaja sobre otros indicadores de que son no-dependientes de la prevalencia de la enfermedad. Cada prueba diagnóstica se encuentra caracterizada por dos razones de verosimilitud: 1. La razón de verosimilitud positiva y 2. La razón de verosimilitud negativa (Jaeschke *et al.* 1994). La razón de verosimilitud positiva compara la probabilidad de que un paciente enfermo presente un resultado positivo en una prueba diagnóstica (sensibilidad) frente a la probabilidad de que se obtenga un resultado positivo en un paciente sano (el complemento de la especificidad, es decir, 1-especificidad) (Martínez *et al.* 2014). La razón de verosimilitud positiva se calcula dividiendo la probabilidad de un resultado positivo en los pacientes enfermos entre la probabilidad de un resultado positivo en los pacientes sanos. Es, en consecuencia, el cociente obtenido entre la fracción de verdaderos positivos (sensibilidad) y la fracción de falsos positivos (1-especificidad) e indica la razón de enfermedad o la probabilidad de tener la enfermedad si el resultado es positivo (Grimes & Schulz 2005, Donis 2012). La razón de verosimilitud negativa es el cociente del complemento de la sensibilidad entre la especificidad, la razón de verosimilitud negativa valora la contribución que realiza un resultado negativo en la no-confirmación de la enfermedad (Martínez *et al.* 2014). La razón de verosimilitud negativa se calcula dividiendo la probabilidad de un resultado negativo en presencia de enfermedad entre la probabilidad de un resultado negativo en ausencia de la misma. Por tanto, es el cociente entre la fracción de falsos negativos (1-sensibilidad) y la fracción de verdaderos negativos (especificidad). La razón de verosimilitud negativa indica la probabilidad de que un paciente enfermo obtenga un resultado negativo en relación con la que un paciente no-enfermo obtenga un resultado negativo. En otras palabras, este indicador muestra que la poca probabilidad que en un paciente enfermo la prueba resulte negativa

con respecto a un paciente sano con el mismo resultado negativo. Por tanto, una razón de verosimilitud positiva > 1 indica que existe una elevada probabilidad de que el paciente tenga la enfermedad y mientras más elevado sea el valor de la razón de verosimilitud positiva obtenida mayor será la probabilidad de tener la enfermedad. Contrariamente, una razón de verosimilitud negativa < 1 disminuirá la probabilidad de que el paciente tenga la enfermedad o evento de interés en estudio (Grimes & Schultz 2002, Fernandez & Diaz 2003, Gordis 2004, Ruiz & Morrillo 2004).

El índice de masa corporal (IMC) en kg/m^2 se relaciona con la adiposidad a través de la relación peso/estatura y tiene una utilización internacionalmente aceptada en el estudio de poblaciones donde posee un incuestionable valor como herramienta de tamizado en estudios de exámenes masivos de detección temprana (EMDT). En personas adultas, la Organización Mundial de la Salud establece una definición comúnmente en uso con los siguientes valores acordados: 1. Bajo peso ($\text{IMC} < 18.5 \text{ kg}/\text{m}^2$); 2. Normopeso o peso normal ($18.5 \text{ kg}/\text{m}^2 \leq \text{IMC} \leq 24.9 \text{ kg}/\text{m}^2$); 3. Sobrepeso ($25.0 \text{ kg}/\text{m}^2 \leq \text{IMC} \leq 29.9 \text{ kg}/\text{m}^2$); 4. Obesidad Clase I ($30.0 \text{ kg}/\text{m}^2 \leq \text{IMC} \leq 34.9 \text{ kg}/\text{m}^2$); Obesidad Clase II ($35.0 \text{ kg}/\text{m}^2 \leq \text{IMC} \leq 39.9 \text{ kg}/\text{m}^2$); 5. Obesidad Clase III, Grave o Mórbida ($40.0 \text{ kg}/\text{m}^2 \leq \text{IMC} \leq 49.9 \text{ kg}/\text{m}^2$) y 6. Obesidad Clase IV o Extrema ($\geq 50.0 \text{ kg}/\text{m}^2$).

La Organización Mundial de la Salud establece valores normales para el índice cintura/cadera (ICC) ≤ 1.00 unidades para el género masculino y ≤ 0.80 unidades para el género femenino. Valores superiores indican obesidad abdominovisceral lo cual se encuentra asociado a un riesgo cardiovascular aumentado y a un incremento de la probabilidad de adquirir enfermedades tales como: vasculopatía hipertensiva y diabetes mellitus tipo 2. El ICC es el cociente obtenido al dividir el perímetro de la cintura a la altura de la última costilla flotante entre el perímetro máximo de la cadera a nivel de los glúteos (Taylor 2010).

El índice circunferencia abdominal (ICA) o índice perímetro abdominal (IPA) en cm se define como el mínimo perímetro de la

cintura. Existen diversos criterios para la evaluación del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares según el valor del ICA o IPA. El Adult Treatment Panel III establece un valor ≥ 94 cm para el género masculino y ≥ 80 cm para el género femenino para definir obesidad abdominal o riesgo incrementado (Wang *et al.* 2005). La Federación Internacional de Diabetes establece valores ≥ 90 cm para el género masculino y ≥ 80 cm para el género femenino (Alberti *et al.* 2005). Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud, en 1997, propuso puntos de corte o umbrales para la identificación de personas en riesgo estableciendo las siguientes tres categorías: 1. Bajo riesgo ≤ 93 cm para el género masculino y ≤ 79 cm para el género femenino; 2. Riesgo incrementado $94 \text{ cm} \leq \text{ICA} \leq 101$ cm para el género masculino y $80 \text{ cm} \leq \text{ICA} \leq 87$ cm para el género femenino y 3. Alto riesgo ≥ 102 cm para el género masculino y ≥ 88 cm para el género femenino (Mederico *et al.* 2013).

Los datos fueron revisados (control de calidad de la información), clasificados (en escalas cualitativa y cuantitativa) y computarizados (mediante el software IBM SPSS Statistics 22 para Windows).

Se construyeron tablas de contingencia de 2x2 a partir de las cuales se calculó la sensibilidad, la especificidad, la seguridad, la razón de verosimilitud positiva y la razón de verosimilitud negativa para cada uno de los tres índices antropométricos. El estadístico Ji-Cuadrado de Mantel-Haenszel (χ^2_{M-H}) fue utilizado como prueba de hipótesis o prueba de significación estadística. Se empleó el software Epi Info para Windows, Versión 7.1.5.2, para la obtención de los valores del estadístico χ^2_{M-H} y de los valores de las probabilidades (p). El criterio aplicado en la realización de las pruebas de hipótesis para la diferencia entre dos porcentajes se basó en las siguientes recomendaciones (Cochran 1954): 1) Cuando $N > 40$ utilice la prueba χ^2_{M-H} ; 2) Cuando $20 \leq N \leq 40$ utilice la prueba χ^2_{M-H} si, y sólo si, todas las frecuencias esperadas son ≥ 5 ; si en alguna celda existe al menos una frecuencia esperada < 5 utilice, entonces, la prueba de la probabilidad exacta de Fisher (PPEF) y 3) Cuando $N <$

20 utilice la PPEF. Como prueba de referencia, estándar de oro o *Gold Standard*, fue utilizada la ecuación de Hamwi la cual proporciona el peso corporal ideal para ambos géneros mediante las siguientes ecuaciones (Hamwi 1964):

1. Género masculino= 48.1 kg por los primeros 152.4 cm de estatura + 1.1 kg por cada cm adicional de estatura y
2. Género femenino= 45.4 kg por los primeros 152.4 cm de estatura + 0.9 kg por cada cm adicional de estatura.

Consideramos como criterios de inclusión:

- Pertenecer a cualquier nivel socioeconómico;
- Ser de uno, o bien, de otro género;
- Pertenecer al grupo de 18-64 años de edad;
- Aceptación voluntaria para participar en el estudio y
- Tener cualquier actividad física o laboral.

Y como criterios de exclusión:

- Mujeres en estado de gestación;
- No aceptación para participar en el estudio y
- Presentar patología o condición fisiológica grave que afecte la interpretación de las variables antropométricas tales como: 1) Anasarca (término médico que describe una forma de edema o acumulación masiva y generalizada de líquidos en todo el cuerpo; se debe, por lo general, a insuficiencia cardíaca congestiva, insuficiencia hepática o cirrosis o por insuficiencia renal, así como por la administración excesiva de líquidos por terapia intravenosa) (Sharma *et al.* 2012); 2) Ascitis (acumulación de líquido en el espacio que existe entre el revestimiento del abdomen y los órganos abdominales) (Sundaram *et al.* 2014) y 3) Cáncer, entre otras.

Resultados

Se estudiaron 300 pacientes, 119 (39.67%) hombres y 181 (60.33%) mujeres. De acuerdo a la prueba de referencia fueron etiquetados

171 (57.00%) pacientes con sobrepeso y obesidad y 129 (43.00%) pacientes sin sobrepeso y obesidad.

En la tabla I se presentan los verdaderos positivos (A), los falsos positivos (B), el total de positivos (A+B), los falsos negativos (C), los verdaderos negativos (D), el total de negativos (C+D), el total de enfermos (A+C), el total de sanos (B+D) y el gran total (A+B+C+D= N) por prueba de referencia.

Los principales indicadores y sus correspondientes cálculos para el estudio y para la evaluación de las pruebas diagnósticas se presentan en la tabla II.

En la tabla III se presentan los índices de eficiencia pronóstica (IEP) o razones de verosimilitud positiva y negativa y la correspondiente capacidad de la prueba diagnóstica (Altman & Bland 1994a, Altman & Bland 1994b, Harper & Reeves 1999, Molinero 2002, Loong 2003, Centre for Evidence-Bases Medicine 2009).

Las frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad (IMC \geq 25.0 kg/m²) y por negatividad (IMC \leq 24.9 kg/m²) según la prueba diagnóstica IMC y por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia se presentan en la tabla IV. Las frecuencias relativas de los 300

Tabla I. Verdaderos positivos, falsos positivos, total de positivos, falsos negativos, verdaderos negativos, total de negativos, total de enfermos, total de sanos y gran total por prueba de referencia, estándar de oro o *Gold Standard* según prueba diagnóstica.

Resultados de la prueba diagnóstica	Prueba de referencia, estándar de oro o <i>Gold Standard</i>		Totales
	Sobrepeso y Obesidad		
	Presente	Ausente	
Positiva	Verdaderos positivos (A)	Falsos positivos (B)	Total de positivos (A + B)
Negativa	Falsos negativos (C)	Verdaderos negativos (D)	Total de negativos (C + D)
Totales	Total de enfermos (A + C)	Total de sanos (B + D)	Gran total (A + B + C + D) = N

Tabla II. Indicadores y cálculos para el estudio y para la evaluación de las pruebas diagnósticas.

Indicadores	Cálculos
Sensibilidad	$A / (A + C)$
Especificidad	$D / (B + D)$
Valor predictivo positivo	$A / (A + B)$
Valor predictivo negativo	$D / (C + D)$
Probabilidad de falsos positivos	$B / (B + D) = 1 - \text{Especificidad}$
Probabilidad de falsos negativos	$C / (A + C) = 1 - \text{Sensibilidad}$
Proporción de enfermos= Prevalencia de la enfermedad	$(A + C) / N$
Proporción de sanos	$(B + D) / N$
Razón de verosimilitud positiva	$\text{Sensibilidad} / (1 - \text{Especificidad})$
Razón de verosimilitud negativa	$1 - \text{Sensibilidad} / \text{Especificidad}$

Tabla III. Índices de eficiencia pronóstica (razón de verosimilitud positiva y razón de verosimilitud negativa) según la capacidad correspondiente de la prueba diagnóstica.

Índices de Eficiencia Pronóstica (IEP)	Capacidad de la prueba diagnóstica
RV(+) ≥ 10.0	Suficiente
RV(+) ≥ 5.0	Moderada
RV(+) ≥ 2.0	Escasa
RV(+) ≥ 1.0	Insignificante
RV(-) ≤ 0.1	Suficiente
RV(-) ≤ 0.2	Moderada
RV(-) ≤ 0.5	Escasa
RV(-) < 1.0	Insignificante
RV(-) > 0.1a	Moderada
RV(-) > 0.2	Escasa
RV(-) > 0.5	Insignificante

(Basado en: Altman & Bland 1994, Altman & Bland 1994, Harper & Reeves 1999, Molinero 2002, Loong 2003, Centre for Evidence-Bases Medicine 2009)

Tabla IV. Frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad (IMC ≥ 25.0 kg/m²) y por negatividad (IMC ≤ 24.9 kg/m²) según la prueba diagnóstica Índice de Masa Corporal (en kg/m²) y por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o *Gold Standard*. ♂ = Género masculino y ♀ = Género femenino.

ÍNDICE DE MASA CORPORAL (en kg/m ²)	Prueba de referencia o <i>Gold Standard</i> : Ecuación de Hamwi		Totales
	Sobrepeso y Obesidad		
	Presente	Ausente	
Positividad ≥ 25.0	141 (46 ♂ y 95 ♀)	58 (30 ♂ y 28 ♀)	199 (76 ♂ y 123 ♀)
Negatividad ≤ 24.9	30 (10 ♂ y 20 ♀)	71 (33 ♂ y 38 ♀)	101 (43 ♂ y 58 ♀)
Totales	171 (56 ♂ y 115 ♀)	129 (63 ♂ y 66 ♀)	300 (119 ♂ y 181 ♀)

pacientes por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad de la prueba diagnóstica IMC se presentan en la Figura 1. La sensibilidad, la especificidad, la seguridad, la razón de verosimilitud positiva y la razón de verosimilitud negativa observadas correspondieron, respectivamente, a 0.8246, 0.5504, 0.7067, 1.8 y 0.3.

En la tabla V se presentan las frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad (ICC ≥ 1.01 unidades en el género masculino y ≥ 0.81 unidades en el género femenino) y por

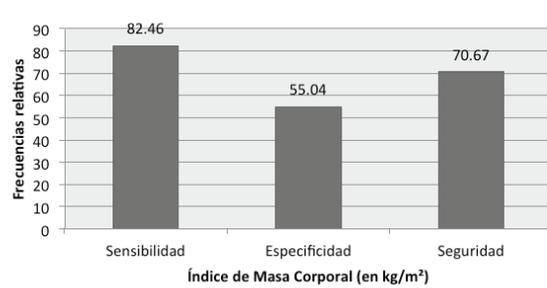


Figura 1. Frecuencias relativas de los 300 pacientes por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad del índice de masa corporal (en kg/m²). Elaborada con base en la tabla IV.

Tabla V. Frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad ($ICC \geq 1.01$ unidades en el género masculino y ≥ 0.81 unidades en el género femenino) y por negatividad ($ICC \leq 1.00$ unidades en el género masculino y ≤ 0.80 unidades en el género femenino) según la prueba diagnóstica índice cintura/cadera (en unidades) y por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o *Gold Standard*. σ = Género masculino y φ = Género femenino.

ÍNDICE CINTURA/ CADERA (en unidades)	Prueba de referencia o <i>Gold Standard</i> : Ecuación de Hamwi		Totales
	Sobrepeso y Obesidad		
	Presente	Ausente	
Positividad Hombres ≥ 1.01 Mujeres ≥ 0.81	123 (8 σ y 115 φ)	54 (27 σ y 27 φ)	177 (35 σ y 142 φ)
Negatividad Hombres ≤ 1.00 Mujeres ≤ 0.80	48 (48 σ y 0 φ)	75 (36 σ y 39 φ)	123 (84 σ y 39 φ)
Totales	171 (56 σ y 115 φ)	129 (63 σ y 66 φ)	300 (119 σ y 181 φ)

negatividad ($ICC \leq 1.00$ unidades en el género masculino y ≤ 0.80 unidades en el género femenino) según la prueba diagnóstica ICC y por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia. En la Figura 2 se expresan las frecuencias relativas de los 300 pacientes por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad del ICC. La sensibilidad, la especificidad, la seguridad, la razón de verosimilitud positiva y la razón de verosimilitud negativa observadas correspondieron a 0.7193, 0.5814, 0.6600, 1.7 y 0.5, respectivamente.

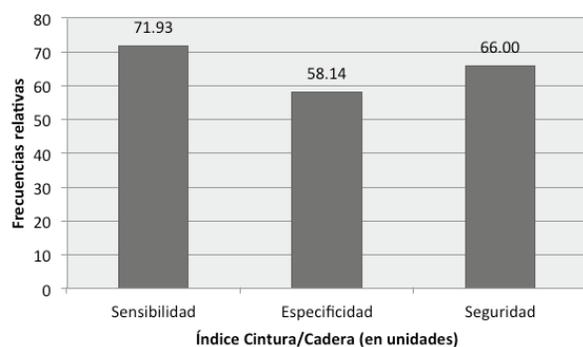


Figura 2. Frecuencias relativas de los 300 pacientes por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad del índice cintura/cadera (en unidades). Elaborada con base en la tabla V.

Las frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad ($ICA \geq 102$ cm en el género masculino y ≥ 88 cm en el género femenino) y por negatividad ($ICA \leq 101$ cm en el género masculino y ≤ 87 cm en el género femenino) según la prueba diagnóstica ICA o IPA (en cm) y por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia se muestran en la tabla VI. Las frecuencias relativas de los 300 pacientes por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad de la prueba diagnóstica ICA o IPA (en cm) se presentan en la Figura 3. La sensibilidad, la especificidad, la seguridad, la razón de verosimilitud positiva y la razón de verosimilitud negativa observadas correspondieron, respectivamente, a 0.8070, 0.5039, 0.6767, 1.6 y 0.4.

La tabla VII contiene un resumen de las tablas IV, V y VI; es decir, las frecuencias relativas de los 300 pacientes por valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad según las pruebas diagnósticas IMC, ICC e ICA o IPA. En la Figura 4 se muestra un resumen de las Figuras 1, 2 y 3; es decir, las frecuencias relativas de los 300 pacientes por valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad según las pruebas diagnósticas IMC, ICC e ICA o IPA.

Tabla VI. Frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad (ICA ≥ 102 cm en el género masculino y ≥ 88 cm en el género femenino) y por negatividad (ICA ≤ 101 cm en el género masculino y ≤ 87 cm en el género femenino) según el índice circunferencia abdominal o índice perímetro abdominal (en cm) y por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o *Gold Standard*. σ = Género masculino y φ = Género femenino.

ÍNDICE CIRCUNFERENCIA ABDOMINAL (en cm)	Prueba de referencia o <i>Gold Standard</i> : Ecuación de Hamwi		Totales
	Sobrepeso y Obesidad		
	Presente	Ausente	
Positividad Hombres ≥ 102 Mujeres ≥ 88	138 (45 σ y 93 φ)	64 (6 σ y 58 φ)	202 (51 σ y 151 φ)
Negatividad Hombres ≤ 101 Mujeres ≤ 87	33 (11 σ y 22 φ)	65 (57 σ y 8 φ)	98 (68 σ y 30 φ)
Totales	171 (56 σ y 115 φ)	129 (63 σ y 66 φ)	300 (119 σ y 181 φ)

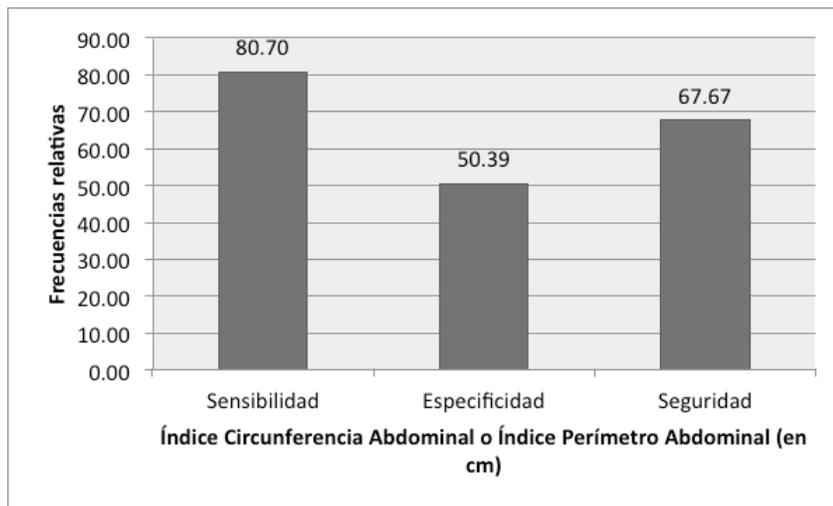


Figura 3. Frecuencias relativas de los 300 pacientes por estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad según valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad del índice circunferencia abdominal (en cm). Elaborada con base en la tabla VI.

Tabla VII. Frecuencias relativas de los 300 pacientes por valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad según pruebas diagnósticas (índice de masa corporal, índice cintura/cadera e índice circunferencia abdominal).

Pruebas diagnósticas	Sensibilidades	Especificidades	Seguridades
Índice de masa corporal (en kg/m ²)	82.46%	55.04%	70.67%
Índice cintura/cadera (en unidades)	71.93%	58.14%	66.00%
Índice circunferencia abdominal (en cm)	80.70%	50.39%	67.67%

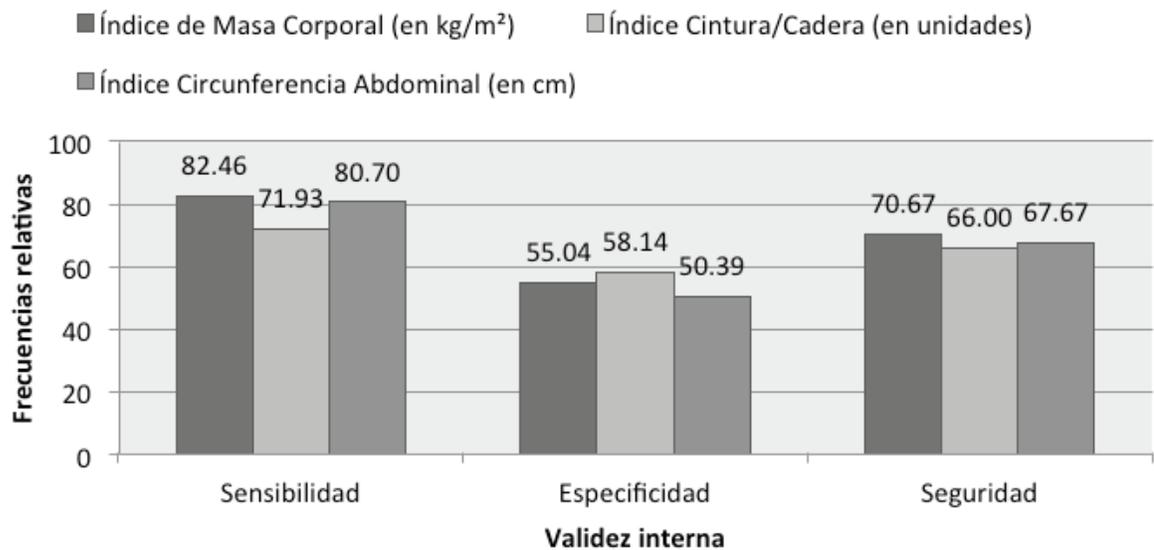


Figura 4. Frecuencias relativas de los 300 pacientes por valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad según pruebas diagnósticas (Índice de masa corporal, índice cintura/cadera e índice circunferencia abdominal). Elaborada con base en la tabla VII.

Los contrastes estadísticos de las sensibilidades, las especificidades y las seguridades de las pruebas diagnósticas según valores del estadístico Ji-Cuadrado de Mantel-Haenszel y de las probabilidades, así como su correspondiente interpretación estadística se expresan en la tabla VIII.

En la tabla IX se muestran los contrastes estadísticos de sobrepeso y obesidad presentes según la prueba de referencia versus las positividades de las pruebas diagnósticas IMC, ICC e ICA o IPA, así como los contrastes estadísticos de sobrepeso y obesidad ausentes según la prueba de referencia versus las negatividades de las pruebas diagnósticas IMC, ICC e ICA o IPA según valores del estadístico Ji-Cuadrado de Mantel-Haenszel y de las probabilidades, así como su correspondiente interpretación estadística.

Las sensibilidades, las especificidades, las razones de verosimilitud positiva, las razones de verosimilitud negativa y las capacidades diagnósticas según pruebas (IMC, ICC e ICA o IPA) están contenidas en la tabla X.

La prueba de referencia etiquetó 171 (57.00%) pacientes con sobrepeso y obesidad

en tanto que el IMC etiquetó 199 (66.33%) pacientes como positivos ($IMC \geq 25.0 \text{ kg/m}^2$); el ICC etiquetó 177 (59.00%) pacientes como positivos ($ICC \geq 1.01$ unidades en el género masculino y ≥ 0.81 unidades en el género femenino) y el ICA o IPA etiquetó 202 (67.33%) pacientes como positivos ($ICA \text{ o } IPA \geq 102 \text{ cm}$ en el género masculino y $\geq 88 \text{ cm}$ en el género femenino). Se procedió al contraste estadístico del porcentaje de pacientes etiquetados con sobrepeso y obesidad por la prueba de referencia versus los porcentajes de pacientes etiquetados como positivos por cada una de las tres pruebas diagnósticas (IMC, ICC e ICA o IPA).

Asimismo, la prueba de referencia etiquetó 129 (43.00%) pacientes sin sobrepeso y obesidad en tanto que el IMC etiquetó 101 (33.67%) pacientes como negativos ($IMC \leq 24.9 \text{ kg/m}^2$); el ICC etiquetó 123 (41.00%) pacientes como negativos ($ICC \leq 1.00$ unidades en el género masculino y ≤ 0.80 unidades en el género femenino) y el ICA o IPA etiquetó 98 (32.67%) pacientes como negativos ($ICA \text{ o } IPA \leq 101 \text{ cm}$ en el género masculino y $\leq 87 \text{ cm}$ en el género femenino). Se procedió también al contraste estadístico del porcentaje de pacientes etiquetados sin sobrepeso y obesidad por la prueba

de referencia versus los porcentajes de pacientes etiquetados como negativos por cada una de las tres pruebas (IMC, ICC e ICA o IPA).

La prueba diagnóstica IMC etiquetó 58 falsos positivos y 30 falsos negativos. La prueba diagnóstica ICC etiquetó 54 falsos positivos y 48 falsos negativos. Finalmente, la prueba diagnóstica ICA o IPA etiquetó 64 falsos positivos y 33 falsos negativos.

Los resultados observados para las razones de verosimilitud positiva

correspondieron a 1.8, 1.7 y 1.6 para las pruebas diagnósticas IMC, ICC e ICA o IPA, respectivamente. Dichos resultados indican capacidades diagnósticas insignificantes ($RV(+) \geq 1.0$) para cada una de las tres pruebas.

Los resultados observados para las razones de verosimilitud negativa correspondieron a 0.3, 0.5 y 0.4 para las pruebas diagnósticas IMC, ICC e ICA o IPA, respectivamente. Los resultados observados indican capacidades diagnósticas escasas ($RV(-) > 0.2$) para cada una de las tres pruebas.

Tabla VIII. Contrastes estadísticos de las sensibilidades, las especificidades y las seguridades de las pruebas diagnósticas según valores del estadístico Ji-Cuadrado de Mantel-Haenszel (χ^2_{M-H}), valores de las probabilidades (p) e interpretaciones estadísticas. IMC= índice de masa corporal; ICC= índice cintura/cadera; ICA= índice circunferencia abdominal; χ^2_{M-H} = Estadístico Ji-Cuadrado de Mantel-Haenszel; y p = probabilidades.

Sensibilidades			
Contrastes estadísticos	χ^2_{M-H}	p	Interpretaciones estadísticas
IMC versus ICC	5.3654	0.0205	Significativa
IMC versus ICA	0.1746	0.6761	No-Significativa
ICC versus ICA	3.6292	0.0568	No-Significativa
Especificidades			
Contrastes estadísticos	χ^2_{M-H}	p	Interpretaciones estadísticas
IMC versus ICC	0.2515	0.6160	No-Significativa
IMC versus ICA	0.5576	0.4552	No-Significativa
ICC versus ICA	1.5557	0.2123	No-Significativa
Seguridades			
Contrastes estadísticos	χ^2_{M-H}	p	Interpretaciones estadísticas
IMC versus ICC	1.5071	0.2196	No-Significativa
IMC versus ICA	0.6320	0.4266	No-Significativa
ICC versus ICA	0.1877	0.6649	No-Significativa

Tabla IX. Contrastes estadísticos de sobrepeso y obesidad presentes y ausentes según la prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard *versus* las positividades y las negatividades de las pruebas diagnósticas IMC, ICC e ICA o IPA según valores del estadístico Ji-Cuadrado de Mantel-Haenszel, valores de las probabilidades e interpretaciones estadísticas.

Sobrepeso y obesidad presentes	<i>versus</i>	Positivos	X^2_{M-H}	<i>p</i>	Interpretaciones estadísticas
Prueba de referencia o Gold Standard: (171/300) (100)= 57.00%	<i>versus</i>	Índice de masa corporal (en kg/m ²): (199/300) (100)= 66.33%	5.5184	0.0188	Significativa
Prueba de referencia o Gold Standard: (171/300) (100)= 57.00%	<i>versus</i>	Índice cintura/cadera (en unidades): (177/300) (100)= 59.00%	0.2459	0.6200	No-Significativa
Prueba de referencia o Gold Standard: (171/300) (100)= 57.00%	<i>versus</i>	Índice circunferencia abdominal (en cm): (202/300) (100)= 67.33%	6.7985	0.0091	Significativa
Sobrepeso y obesidad ausentes	<i>versus</i>	Negativos	X^2_{M-H}	<i>p</i>	Interpretaciones estadísticas
Prueba de referencia o Gold Standard: (129/300) (100)= 43.00%	<i>versus</i>	Índice de masa corporal (en kg/m ²): (101/300) (100)= 33.67%	5.5184	0.0188	Significativa
Prueba de referencia o Gold Standard: (129/300) (100)= 43.00%	<i>versus</i>	Índice cintura/cadera (en unidades): (123/300) (100)= 41.00%	0.2459	0.6200	No-Significativa
Prueba de referencia o Gold Standard: (129/300) (100)= 43.00%	<i>versus</i>	Índice circunferencia abdominal (en cm): (98/300) (100)= 32.67%	6.7985	0.0091	Significativa

Tabla X. Sensibilidades, especificidades, razones de verosimilitud positivas, razones de verosimilitud negativas y capacidades diagnósticas según índices antropométricos (IMC, ICC e ICA o IPA).

Índices antropométricos	Sensibilidades	Especificidades	Razones de verosimilitud positivas	Capacidades diagnósticas	Razones de verosimilitud negativas	Capacidades diagnósticas
Índice de masa corporal (en kg/m ²)	0.8246	0.5504	1.8	Insignificante	0.3	Escasa
Índice cintura/cadera (en unidades)	0.7193	0.5814	1.7	Insignificante	0.5	Escasa
Índice circunferencia abdominal (en cm)	0.8070	0.5039	1.6	Insignificante	0.4	Escasa

Discusión

En orden numérico ascendente las sensibilidades observadas fueron 71.93% (123/171) para el ICC; 80.70% (138/171) para el ICA o IPA y 82.46% (141/171) para el IMC. Cuando se contrastó la sensibilidad observada del IMC (82.46%) *versus* la sensibilidad observada del ICC (71.93%) se encontró diferencia estadísticamente significativa: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; g.l.=1) > 3.8416; p < 0.0500$. Por otra parte, no se encontró diferencia estadísticamente significativa cuando se contrastó la sensibilidad observada del IMC (82.46%) *versus* la sensibilidad observada del ICA o IPA (80.70%): $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; g.l.=1) < 3.8416; p > 0.0500$. Finalmente, tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa al contrastar la sensibilidad observada del ICC (71.93%) *versus* la sensibilidad observada del ICA o IPA: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; g.l.=1) < 3.8416; p > 0.0500$.

Las especificidades observadas, en orden numérico ascendente, fueron 50.39% (65/129) para el ICA o IPA; 55.04% (71/129) para el IMC y 58.14% (75/129) para el ICC. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastaron las especificidades observadas de los tres métodos diagnósticos: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; g.l.=1) < 3.8416; p > 0.0500$.

Finalmente, siempre en orden numérico ascendente, las seguridades observadas fueron 66.00% (198/300) para el ICC; 67.67% (203/300) para el ICA o IPA y 70.67% (212/300) para el IMC. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastaron las seguridades observadas de los tres métodos diagnósticos: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; g.l.=1) < 3.8416; p > 0.0500$.

En el presente trabajo las sensibilidades más baja y más alta fueron encontradas, respectivamente, para las pruebas diagnósticas ICC (71.93%) e IMC (82.46%).

Las especificidades más baja y más alta fueron encontradas para las pruebas diagnósticas ICA o IPA (50.39%) e ICC (58.14%), respectivamente.

Por último, las seguridades más baja y más alta fueron encontradas, respectivamente,

para las pruebas diagnósticas ICC (66.00%) e IMC (70.67%).

A pesar de no tener la mayor capacidad para identificar correctamente a quienes no padecen la enfermedad (especificidad), los resultados obtenidos indican que el IMC es la prueba diagnóstica que tiene la mayor capacidad para identificar correctamente a quienes sí padecen la enfermedad (sensibilidad) (82.46%). Además, el IMC es la prueba diagnóstica que resultó con la mayor seguridad (70.67%), es decir, con el mayor porcentaje de verdaderos positivos y verdaderos negativos respecto del total de pacientes estudiados. Por si fuera poco, la especificidad del IMC (55.04%) no resultó con diferencia estadísticamente significativa cuando fue contrastada con la especificidad del ICC (58.14%), es decir, con la prueba diagnóstica que resultó con la mayor capacidad para identificar correctamente a quienes no padecen la enfermedad.

Dos o más pruebas diagnósticas pueden combinarse para aumentar la sensibilidad o la especificidad del proceso de selección. Hay dos formas principales de combinación: 1. Pruebas en paralelo y 2. Pruebas en serie. Con las pruebas diagnósticas en paralelo el paciente se etiqueta como positivo si resulta positivo a cualquiera de las pruebas. Cuando las pruebas diagnósticas se hacen en serie el paciente sólo se etiqueta como positivo si resulta positivo a todas las pruebas. El primer enfoque (pruebas en paralelo) aumenta la sensibilidad de las pruebas diagnósticas. El segundo enfoque (pruebas en serie) aumenta la especificidad de las pruebas diagnósticas (Mausner & Bahn 1977). Lo anterior es importante ya que en lugar de utilizar una única prueba diagnóstica pueden utilizarse dos o tres pruebas diagnósticas en paralelo para aumentar la sensibilidad, o bien, dos o tres pruebas diagnósticas en serie para aumentar la especificidad.

Con base en los resultados observados se concluye que la prueba diagnóstica con la mayor sensibilidad (82.46%) fue el IMC (en kg/m²); la prueba diagnóstica con la mayor especificidad (58.14%) fue el ICC (en unidades) y la prueba diagnóstica con la mayor

seguridad (70.67%) fue también el IMC (en kg/m²).

Se recomienda la combinación de las tres pruebas diagnósticas con el objeto de aumentar la sensibilidad (pruebas en paralelo) o la especificidad (pruebas en serie) del proceso de selección.

La prueba diagnóstica IMC etiquetó 58 falsos positivos y 30 falsos negativos. La prueba diagnóstica ICC etiquetó 54 falsos positivos y 48 falsos negativos. Finalmente, la prueba diagnóstica ICA o IPA etiquetó 64 falsos positivos 33 falsos negativos.

Aunque la prueba diagnóstica IMC resultó mejor con respecto al ICC y al ICA o IPA para el diagnóstico de los estados nutricionales patológicos sobrepeso y obesidad no puede ser considerada como una buena prueba diagnóstica, toda vez que etiquetó como positivos a 58 (58/171= 33.92%) pacientes sin sobrepeso u obesidad, así como también etiquetó como negativos a 30 (30/129= 23.26%) pacientes con sobrepeso u obesidad.

Por tanto, y en observancia del objetivo 2, se realizaron la prueba de la razón de verosimilitud positiva y la prueba de la razón de verosimilitud negativa para determinar si las pruebas tienen o no capacidad diagnóstica suficiente o, al menos, capacidad diagnóstica moderada al combinar en una sola expresión la sensibilidad y la especificidad. Dichas pruebas de razones de verosimilitud también se denominan *likelihood ratios* (LR), razones de probabilidad (RP) o índices de eficiencia pronóstica (IEP). Los resultados observados para la prueba de la razón de verosimilitud positiva fueron: 1.8 para el IMC, 1.7 para el ICC y 1.6 para el ICA o IPA; lo cual indica capacidad diagnóstica insignificante.

Asimismo, los resultados observados para la prueba de la razón de verosimilitud negativa fueron: 0.3 para el IMC, 0.5 para el ICC y 0.4 para el ICA o IPA; lo cual indica capacidad diagnóstica escasa.

Con base en dichos resultados se recomienda la utilización de la ecuación de Hamwi la cual proporciona el peso corporal

ideal para los géneros masculino y femenino, o bien, la utilización de las ecuaciones estimativas (Broca, Devine, Lemmens, Lorentz, Metropolitan Life Insurance Company, Miller, Perroult y Robinson) las cuales también proporcionan el peso corporal ideal para ambos géneros.

Agradecimientos

Agradecemos a tres revisores anónimos que con sus comentarios ayudaron a mejorar el presente trabajo.

Referencias

- Alberti, K.G., P. Zimmet & J. Shaw. 2005. The metabolic syndrome--a new worldwide definition. *Lancet* 366(9491): 1059-1062.
- Albrecht, S.S., S. Barquera & B.M. Popkin. 2016. Exploración de los cambios seculares en la asociación entre el IMC y la circunferencia de la cintura en mujeres de origen mexicano y mujeres blancas: una comparación de México y los Estados Unidos. *American Journal of Human Biology* 26(5): 627-634.
- Altman, D.G. & J.M. Bland. 1994. Diagnostic tests. 1: Sensitivity and specificity. *British Medical Journal* 308(6943): 1552.
- Altman, D.G. & J.M. Bland. 1994. Diagnostic tests 2: Predictive values. *British Medical Journal* 309(6947): 102.
- Astrup, A., J. Dyerberg, M. Selleck & S. Stender. 2008. Nutrition transition and its relationship to the development of obesity and related chronic diseases. *Obesity Reviews* 9(Suppl 1): 48-52.
- Bouchard, C. 2008. Gene-environment interactions in the etiology of obesity: defining the fundamentals. *Obesity* (Silver Spring, Md.) 16(Suppl 3): S5-S10.
- Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM). 2009. *Likelihood Ratios*. 1-3.
- Cochran, W.G. 1954. Some methods for strengthening the common χ^2 tests. *Biometrics* 10(4): 417-451.
- Donis, J.H. 2012. Evaluación de la validez y confiabilidad de una prueba diagnóstica. *Avances en Biomedicina* 1(2): 73-81.
- Fernandez, P.S. & P.S. Diaz. 2003. *Pruebas Diagnosticas. Atención Primaria en la Red*. 10: 120-124.
- Gordis, L. 2004. *Epidemiology*. Elsevier Saunders. Philadelphia. 400 pp. ISBN 978-032-3286-12-1.
- Grimes, D.A. & K.F. Schultz. 2002. An overview of clinical research: the lay of the land. *Lancet* 359(9300): 57-61.

- Grimes, D.A. & K.F. Schulz. 2005. Refining clinical diagnosis with likelihood ratios. *Lancet* 365(9469): 1500-1505.
- Hamwi, G.J. 1964. Therapy: changing dietary concepts. pp. 73-78. In: Danowski, T.S. (ed.), *Diabetes mellitus. Diagnosis and Treatment*. American Diabetes Association, New York.
- Harper, R. & B. Reeves. 1999. Reporting of precision of estimates for diagnostic accuracy: a review. *British Medical Journal* 318(7194): 1322-1323.
- Hernández-Ávila, M. 2007. *Epidemiología. Diseño y Análisis de Estudios*. Editorial Médica Panamericana. México. 385 pp. ISBN 978-968-7988-87-0.
- Hernández-Sampieri, R., C. Fernández-Collado & M.P. Baptista-Lucio. 2006. *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V. México. 850 pp. ISBN 970-10-5753-8.
- Organización Mundial de la Salud. 2017. <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. XIII Censo de Población y Vivienda 2010. Del 31 de mayo al 25 de junio de 2010.
- Jaeschke, R., G.H. Guyatt & D.L. Sackett. 1994. Users' guides to the medical literature. III. How to use an article about a diagnostic test. B. What are the results and will they help me in caring for my patients? The Evidence-Based Medicine Working Group. *Journal of the American Medical Association* 271(9): 703-707.
- Loong, T.W. 2003. Understanding sensitivity and specificity with the right side of the brain. *British Medical Journal* 327(7417): 716-719.
- Malik, V.S., B.M. Popkin, G.A. Bray, J.P. Després, W.C. Willett & F.B. Hu. 2010. Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care* 33(11): 2477-2483.
- Manterola, C. 2009. Cómo interpretar un artículo sobre pruebas diagnósticas. *Revista Médica Clínica Las Condes* 20(5): 708-717.
- Martínez-González, M.A., A. Sánchez-Villegas, E.A. Toledo-Atucha & J. Faulin-Fajardo. 2014. *Bioestadística Amigable*. Elsevier. España. 596 pp. ISBN 978-84-9022-500-4.
- Mataix-Verdú, J. 2009. *Nutrición y Alimentación Humana. II. Situaciones Fisiológicas y Patológicas*. Ergon. España. 1136 pp. ISBN 978-84-8473-664-6.
- Mausner, J.D. & A.K. Bahn. 1977. *Epidemiología*. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. México. 346 pp.
- Mederico, M., M. Paoli, Y. Zerpa, Y. Briceño, R. Gómez-Pérez, J.L. Martínez, N. Camacho, R. Cichetti, Z. Molina, Y. Mora & L. Valeri. 2013. Reference values of Waist circumference and waist/hip ratio in children and adolescents of Mérida, Venezuela: comparison with international references. *Endocrinología y Nutrición* 60(5): 235-242.
- Molinero, L.M. 2002. Valoración de pruebas diagnósticas. *Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión*. 6-7.
- Rivera, J.A., L.M. Irizarry & T. González de Cossío. 2009. Overview of the nutritional status of the Mexican population in the last two decades. *Salud Pública de México* 51(Suppl 4): S645-S656.
- Ruiz-Morales, A. & L. Morrillo-Zarate. 2004. *Epidemiología Clínica Investigación Aplicada*. Editorial Médica Panamericana. Bogotá DC Colombia. 576 pp. ISBN 978-958-9181-75-1.
- Secretaría de Desarrollo Social. 2014. Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias para el Ejercicio Fiscal 2014. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre de 2013.
- Sharma, D., S. Singh, D. Suri, A. Rawat, U. Shava & K.S. Sodhi. 2012. Anasarca as the initial presentation of juvenile polymyositis: an uncommon occurrence. *Rheumatology International* 32(8): 2589-2590.
- Sundaram, V., V. Manne & A.M. Al-Osaimi. 2014. Ascites and spontaneous bacterial peritonitis: recommendations from two United States centers. *Saudi Journal of Gastroenterology* 20(5): 279-287.
- Taylor, R.S. 2010. Use of body mass index for monitoring growth and obesity. *Paediatrics Child Health* 15(5): 258.
- Wang, Y., E.B. Rimm, M.J. Stampfer, W.C. Willett & F.B. Hu. 2005. Comparison of abdominal adiposity and overall obesity in predicting risk of type 2 diabetes among men. *The American Journal of Clinical Nutrition* 81(3): 555-563.