

Eficiencia pronóstica de cuatro índices antropométricos en el diagnóstico de las situaciones nutricionales patológicas: sobrepeso y obesidad

José Franco-Monsreal¹*, Oscar Manuel Cupul-Canul¹,
María Selene Sánchez-Uluac¹ & Deira Patricia Jiménez-Balam¹

Resumen

En este trabajo se evaluó la validez interna del Índice Cintura/Estatura *versus* la validez interna del Índice de Masa Corporal y la validez interna del Índice Cintura/Cadera *versus* la validez interna de la Circunferencia Abdominal como pruebas diagnósticas de las situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad; además se determinó si los cuatro índices antropométricos tienen o no eficiencia pronóstica suficiente o eficiencia pronóstica moderada combinando en una sola expresión la sensibilidad y la especificidad mediante la razón de verosimilitud positiva y la razón de verosimilitud negativa. Se estudiaron 300 pacientes adultos (18-64 años de edad) de ambos géneros que acudieron para atención médica al "Hospital Integral José María Morelos". Como prueba de referencia fue utilizada la Ecuación de la Metropolitan Life Insurance Company. Invariablemente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastaron la sensibilidad, la especificidad y la seguridad observadas del Índice Cintura/Estatura *versus* las sensibilidades, las especificidades y las seguridades observadas del Índice de Masa Corporal, del Índice Cintura/Cadera y de la Circunferencia Abdominal: $\chi^2 P(a= 0.0500; gl= 1) \geq 3.8416; p \leq 0.0500$. Se concluye que el mejor índice antropométrico para el diagnóstico de las situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad corresponde al Índice Cintura/Estatura. Además, los resultados de la razón de verosimilitud positiva y de la razón de verosimilitud negativa reportan

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the internal validity of the Waist/Height Index *versus* the internal validity of the Body Mass Index and the internal validity of the Waist/Hip Index *versus* the internal validity of the Abdominal Circumference as diagnostic tests for the pathological nutritional situations of overweight and obesity. We also wanted to determine whether or not the four anthropometric indices have sufficient or moderate prognostic efficiency or moderate prognostic efficiency by combining sensitivity and specificity using the positive likelihood ratio and the negative likelihood ratio in a single expression. Three hundred adult patients (18-64 years of age) of both genders who came to the "Jose Maria Morelos Integral Hospital" for medical attention were studied. As a reference, the test was used from the Equation of Metropolitan Life Insurance Company. Invariably, statistically significant differences were found when the observed sensitivity, specificity and safety of the Waist/Height Index were contrasted *versus* the observed sensitivities, specificities and safety of the Body Mass Index, Waist/Hip Index, and Abdominal Circumference: $\chi^2 P(a= 0.0500; gl= 1) \geq 3.8416; p \leq 0.0500$. It is concluded that the best anthropometric index for the diagnosis of pathological nutritional situations overweight and obesity corresponds to the Waist/Height Index. Furthermore, the results of the positive likelihood ratio and the negative likelihood ratio report sufficient prognostic efficiency for the Waist/Height

¹ Departamento de Salud y Desarrollo Comunitario. Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo. Carretera Muna-Felipe Carrillo Puerto, Km. 137 S/N Presumida, Municipio de José María Morelos C.P. 77870,, Quitana Roo, México.

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

eficiencia pronóstica suficiente para el Índice Cintura/Estatura. Por otro lado, los resultados de la razón de verosimilitud positiva y de la razón de verosimilitud negativa reportan, respectivamente, eficiencia pronóstica insignificante y eficiencia pronóstica escasa para el Índice de Masa Corporal, para el Índice Cintura/Cadera y para el Índice Circunferencia Abdominal.

Palabras clave: Eficiencia pronóstica, índices antropométricos, sobrepeso, obesidad.

Recibido: 03 de febrero de 2020

Index. On the other hand, the results of the positive likelihood ratio and the negative likelihood ratio report, respectively, negligible prognostic efficiency and poor prognostic efficiency for the Body Mass Index, for the Waist/Hip Index and for the Abdominal Circumference Index.

Key words: Prognostic efficiency, anthropometric indices, overweight, obesity.

Aceptado: 15 de octubre de 2020.

Introducción

A nivel mundial, las situaciones nutricionales patológicas como el sobrepeso y la obesidad se encuentran relacionadas con un mayor número de muertes con respecto al bajo peso o insuficiencia ponderal. Existen más personas con obesidad [Índice de Masa Corporal (IMC) ≥ 30.00 kg/m²] que con bajo peso (IMC < 18.50 kg/m²). Esto acontece en todas las regiones con excepción de partes del continente africano que no limitan con el mar Mediterráneo y con el continente Asiático.

En 2014, más de mil 900 millones de adultos de 18 y más años de edad cursaban con sobrepeso y, de ellos, más de 600 millones cursaban con obesidad. En 2014, alrededor del 13% de la población adulta mundial (11% del género masculino y 15% del género femenino) cursaban con obesidad. Siempre, en 2014, el 39% de la población adulta de 18 y más años de edad (38% del género masculino y 40% del género femenino) cursaban con sobrepeso. Entre 1980 y 2014 la prevalencia mundial de obesidad prácticamente se ha duplicado. Según las estimaciones, en 2014, aproximadamente 41 millones de la población de 0–4 años de edad cursaban con sobrepeso o con obesidad. Si bien el sobrepeso y la obesidad se consideraban como un problema específico de países

de altos ingresos, actualmente ambas situaciones nutricionales patológicas han aumentado en países tanto de bajos como de medianos ingresos –particularmente en zonas urbanas.

En el continente africano el número de niños con sobrepeso y obesidad también, prácticamente, se ha duplicado de 5 millones 400 mil en 1990 a 10 millones 600 mil en 2014. En este último año, cerca del 50% de la población de 0–4 años de edad con sobrepeso y obesidad se encontraban en el continente asiático. Las situaciones nutricionales patológicas antes mencionadas se encuentran entre las cinco principales causas de mortalidad en el mundo. Anualmente fallecen aproximadamente 2 mil 800 millones de personas de 18–64 años como corolario de sobrepeso y obesidad (OMS 2000).

El sobrepeso y la obesidad son dos de las alteraciones metabólicas y nutricias más frecuentes. 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 (Jackson & Pollock 1978, González-Villalpando & Stern 1993, Frenk 1994).

Diversos estudios han revelado información destacando la trascendencia de la existencia de altas prevalencias 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 de algunos estudios realizados en México y se cuenta con los datos nacionales sobre obesidad obtenidos de la Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas (ENEC93).

Desde un enfoque epidemiológico la obesidad puede considerarse como un factor de riesgo para el desarrollo de algunas enfermedades, 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 estilos de vida no-saludable constituyen los que más influencia tienen como factores de riesgo para el desarrollo o no de la obesidad (Casillas & Vargas 1993, Vargas & Casillas 1993, Tapia-Conyer & Kuri-Morales 1999).

No existe un método de estimación de la composición corporal que tenga suficiente precisión estadística para considerarse método de referencia contra el que validar otros métodos. Por este motivo conviven distintos métodos que presentan diversas ventajas y desventajas seleccionando el investigador el que mejor se adapte a sus necesidades. Las ecuaciones más utilizadas para la estimación del peso corporal ideal son la de Broca, la de Devine, la de Hamwi, la de Lemmens, la de Lorentz,

la de Miller, la de la Metropolitan Life Insurance Company, la de Perroult y la de Robinson (Mataix-Verdú 2009).

En el presente estudio se utilizó como prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard la Ecuación de la Metropolitan Life Insurance Company (Metropolitan Life Insurance Company 1983) la cual proporciona el peso corporal ideal para ambos géneros: $PCI = 50 [0.75 X (Estatura (cm) - 150)]$.

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

Los objetivos del presente estudio fueron: 1) Contrastar estadísticamente, utilizando el estadístico Ji-Cuadrado de Pearson ($\chi^2 P$) corregido por Yates por la continuidad, los tres componentes de la validez interna del Índice Cintura/Estatura (ICE) versus 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 de la Circunferencia Abdominal (CA) con el objeto de conocer cuál de los cuatro índices antropométricos es el más adecuado para el diagnóstico de las situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad; y 2) Determinar si cada una de las pruebas (ICE, IMC, ICC y CA) tiene o no eficiencia pronóstica suficiente o eficiencia pronóstica moderada combinando la sensibilidad y la especificidad en una sola expresión mediante la razón de verosimilitud positiva (RV+) y la razón de verosimilitud negativa (RV-).

Se consideró como hipótesis nula (H0) que no existe evidencia estadísticamente significativa al nivel de significación o nivel de significancia (α) del 5% para concluir que los tres componentes de

la validez interna del Índice Cintura/Estatura versus los tres componentes de la validez interna del Índice de Masa Corporal *versus* los tres componentes de la validez interna del Índice Cintura/Cadera versus los tres componentes de la validez interna de la Circunferencia Abdominal sean diferentes.

En tanto que la hipótesis alterna (H1) fue que existe evidencia estadísticamente significativa al nivel de significación o nivel de significancia (α) del 5% para concluir que los tres componentes de la validez interna del Índice Cintura/Estatura *versus* los tres componentes de la validez interna del Índice de Masa Corporal, *versus* los tres componentes de la validez interna del Índice Cintura/Cadera, *versus* los tres componentes de la validez interna de la Circunferencia Abdominal son diferentes.

Material y métodos

El presente trabajo se realiza bajo un enfoque cuantitativo, probabilístico o positivista (Hernández-Sampieri *et al.* 2006).

Por otro lado, el diseño del estudio fue epidemiológico observacional descriptivo de corte transversal sin direccionalidad (causa ► efecto, o bien, efecto ► causa) y con temporalidad prospectiva (Hernández-Ávila 2007).

El estudio se realizó en 300 pacientes [119 (39.67%) del género masculino y 181 (60.33%) del género femenino] de 18-64 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 de agosto 1 de 2017 a julio 31 de 2018.

El estado mexicano de Quintana Roo se

encuentra dividido en 11 municipios, siete de los cuales [Benito Juárez, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Isla Mujeres, José María Morelos, Lázaro Cárdenas y Othón Pompeyo Blanco] fueron creados en octubre 8 de 1974 conjuntamente con la elevación al rango de "Estado Libre y Soberano"; el octavo municipio, Solidaridad, en julio 28 de 1993; el noveno municipio, Tulum, en marzo 13 de 2008; el décimo municipio, Bacalar, en febrero 2 de 2011; y el undécimo municipio, Puerto Morelos, en noviembre 6 de 2015 (https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Municipios_de_Quintana_Roo).

El municipio maya de José María Morelos cuenta con a) 32,746 habitantes para 2005 (INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005); b) 36,179 habitantes para 2010 (INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010); c) 4,677.838 km² de superficie (INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2010); d) Densidad de población= 7.73 habitantes por km² (INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010); e) Se encuentra ubicado al Oeste de su entidad federativa, Quintana Roo (INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2010); f) Su tipo de urbanización es no-urbano (Consejo Nacional de Población 2000); y g) Colinda al Norte con Tzucacab, Yucatán; al Sur con Othón Pompeyo Blanco; Quintana Roo; al Este con Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo; y al Oeste con Tekax, Yucatán (SEDESOL 2014).

Según su cobertura, dicho municipio pertenece al Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP); el 25% o más de su población se encuentra en pobreza extrema; y es uno de los municipios que se encuentra en la Cruzada Nacional contra el Hambre (SEDESOL 2014).

Según su distribución de población por tamaño de localidad tiene 82 localidades

con < 100 habitantes; 30 localidades con 100–499 habitantes; 14 localidades con 500–1,499 habitantes; una localidad con 1,500–2,499 habitantes; una localidad con 2,500–4,999 habitantes; y una localidad con 10,000 y más habitantes (INEGI. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010).

Sus principales localidades son Adolfo López Mateos; Candelaria; Dziuché; El Naranjal; Gavilanes; Huay Max; José María Morelos (cabecera municipal); Kancabchén; La Esperanza; La Presumida; Othón Pompeyo Blanco; Plan de la Noria Poniente; Sabán; Sacalaca; y Santa Gertrudis (Localidad identificada como estratégica para el desarrollo de los municipios señalados en la Declaratoria de las Zonas de Atención Prioritaria 2012).

Las variables operacionales utilizadas en este trabajo fueron:

-Peso ideal. El cual se define como el peso corporal que confiere la mayor esperanza de vida a una persona. Para el cálculo del peso ideal se han desarrollado diversas ecuaciones matemáticas según estudios poblacionales. Las ecuaciones predictivas más utilizadas para la estimación del peso corporal ideal son la de Broca, la de Devine, la de Hamwi, la de Lemmens, la de Lorentz, la de la Metropolitan Life Insurance Company, la de Miller, la de Perroult y la de Robinson. Los valores obtenidos de estas ecuaciones predictivas deben interpretarse como orientativos. Así, cuantas más variables contemple la ecuación mejor estimará y más se adaptará a la realidad de cada paciente (Mataix-Verdú 2009).

-Prueba diagnóstica. Cualquier procedimiento más o menos complejo que pretende establecer en un paciente la presencia de cierta situación,

supuestamente patológica, no susceptible de ser observada directamente con alguno de los cinco sentidos (Ruiz-Morales & Morrillo-Zarate 2004).

-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). Ecuación de la Metropolitan Life Insurance Company: $50 [0.75 X (\text{Estatura (cm)} - 150)]$.

-Verdaderos positivos (A). Unidades de observación con la característica de interés (enfermedad) que son correctamente identificados como positivos por la prueba diagnóstica (Martínez-González *et al.* 2014).

-Falsos positivos (B). Unidades de observación sin la característica de interés (enfermedad) que son incorrectamente identificados como positivos por la prueba diagnóstica (Martínez-González *et al.* 2014).

-Falsos negativos (C). Unidades de observación con la característica de interés (enfermedad) que son incorrectamente identificados como negativos por la prueba diagnóstica (Martínez-González *et al.* 2014).

-Verdaderos negativos (D). Unidades de observación sin la característica de interés (enfermedad) que son correctamente identificados como negativos por la prueba diagnóstica (Martínez-González *et al.* 2014).

-Sensibilidad (A/A+C). Capacidad de la prueba diagnóstica para identificar

correctamente a quienes Sí padecen la enfermedad o evento de interés. La proporción (hasta diezmilésimas) se obtiene al dividir el número de verdaderos positivos (A) entre el número de pacientes enfermos (A+C). El porcentaje (hasta centésimas) se obtiene al multiplicar por 10^2 la proporción obtenida (Grimes & Schultz 2002, Fernandez & Diaz 2003, Gordis 2004, Ruiz-Morales & Morrillo-Zarate 2004).

-Especificidad (D/B+D). Capacidad de la prueba diagnóstica para identificar correctamente a quienes no padecen la enfermedad o evento de interés. La proporción (hasta diezmilésimas) se obtiene al dividir el número de verdaderos negativos (D) entre el número de pacientes sanos (B+D). El porcentaje se obtiene al multiplicar por 10^2 la proporción obtenida (Grimes & Schultz 2002, Fernandez & Diaz 2003, Gordis 2004, Ruiz-Morales & Morrillo-Zarate 2004).

-Seguridad (A+D)/(N). La seguridad de una prueba diagnóstica se encuentra determinada por el valor predictivo positivo y por el valor predictivo negativo. 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. Se obtiene sumando el número de verdaderos positivos (A) más el número de verdaderos negativos (D); dicha sumatoria se divide entre el total de pacientes estudiados (N); el resultado obtenido representa una proporción (hasta diezmilésimas), la cual cuando se multiplica por 10^2 se obtiene un porcentaje (hasta centésimas) (Grimes & Schultz 2002, Fernandez & Diaz 2003, Gordis 2004, Ruiz-Morales & Morrillo-Zarate 2004).

-Razones de verosimilitud. Las razones de verosimilitud (RV) constituyen un procedimiento valioso para evaluar

una prueba diagnóstica. Las razones de verosimilitud también denominadas likelihood ratios (LR), razones de probabilidad (RP) o índices de eficiencia pronóstica (IEP) combinan la sensibilidad y la especificidad en una sola expresión. Las razones de verosimilitud adoptan valores positivos y negativos. Ofrecen la ventaja sobre otros indicadores de que son no-dependientes de la prevalencia de la enfermedad en una población, o bien, en una muestra representativa de una población. Cada prueba diagnóstica se encuentra caracterizada por dos razones de verosimilitud: 1. La razón de verosimilitud positiva; y 2. La razón de verosimilitud negativa (Donis 2012).

-RV+. Esta variable compara la probabilidad de que un paciente enfermo presente un resultado positivo en una prueba diagnóstica (Sensibilidad) *versus* la probabilidad de obtener un resultado positivo en un paciente sano (el complemento de la especificidad, es decir, $1 - \text{Especificidad}$) (Martínez-González et al. 2014). La RV+ 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 los verdaderos positivos (Sensibilidad) y los falsos positivos ($1 - \text{Especificidad}$). Se expresa siempre como proporción (hasta décimas). La RV+ responde a la siguiente fórmula: $\text{Sensibilidad} / (1 - \text{Especificidad})$ (Jaeschke et al. 1994, Ruiz-Morales & Morrillo-Zarate 2004).

-RV-. Es el cociente del complemento de la sensibilidad entre la especificidad; la RV- valora la contribución que realiza un resultado negativo en la NO-confirmación de la enfermedad (Martínez-González et al. 2014). La RV- 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 obtenido entre los falsos negativos ($1 - \text{Sensibilidad}$) y los verdaderos negativos (Especificidad). Se expresa siempre como proporción (hasta décimas). La RV^- indica la probabilidad de que un paciente enfermo obtenga un resultado negativo en relación con la de que un paciente no-enfermo obtenga un resultado negativo. En otras palabras, la RV^- muestra la poca probabilidad de que en un paciente enfermo la prueba resulte negativa con respecto a un paciente sano con el mismo resultado negativo. Una $\text{RV}^+ > 1$ indica que existe una elevada probabilidad de que el paciente tenga la enfermedad y mientras más elevado sea el valor obtenido mayor será la probabilidad de tener la enfermedad (Grimes & Schulz 2005). Contrariamente, una $\text{RV}^- < 1$ disminuye la probabilidad de que el paciente tenga la enfermedad o evento de interés (Grimes & Schultz 2002, Fernandez & Diaz 2003, Gordis 2004, Ruiz-Morales & Morrillo-Zarate 2004).

-ICE. Durante mucho tiempo el IMC era el parámetro por excelencia utilizado para evaluar el riesgo cardiovascular y la situación nutricional de las personas; sin embargo, con el tiempo surgieron otros indicadores como el ICE que hoy en día se considera más efectivo que el IMC. Un reciente estudio que analizó los datos de cerca de 3 mil adultos encontró que evaluar la relación entre la cintura y la estatura es más efectivo que el IMC para conocer el riesgo cardiovascular y, al mismo tiempo, más sencillo pues ni siquiera es necesario contar con báscula o cinta métrica para su medición. Con una simple cuerda o un lazo con el cual podemos marcar nuestra estatura y doblando por la mitad el mismo podemos saber si tenemos más o menos

de la mitad de nuestra estatura como circunferencia de cintura. Si el resultado de dividir nuestra circunferencia de cintura (en cm) entre nuestra estatura (en cm) es > 0.5 indica la presencia de mayor riesgo cardiovascular. El estudio comprobó que un 12% de las personas que tenían un IMC dentro de valores normales tenían un ICE > 0.5 lo cual indicó que tenían demasiada grasa concentrada en la zona abdominal y ello se asoció a mayores valores de colesterol (C27H46O) y de hemoglobina glucosilada (HbA1c) lo cual se vincula a mayor riesgo cardiovascular. Incluso, estos parámetros fueron menores en quienes con un IMC elevado tenían un ICE < 0.5 ; por tanto, se cree que el IMC que no evalúa la distribución de la grasa corporal puede evaluar erróneamente a un 12% de las personas en riesgo y que, por ello, el ICE resulta más efectivo y más práctico. De hecho, desde hace tiempo sabemos que la grasa visceral es más peligrosa que la que se acumula en la región femoroglútea; por ello, visualizar dónde se almacena la grasa en nuestro cuerpo, independientemente de nuestro peso corporal, puede ser más valioso para evaluar el riesgo cardiovascular (<https://www.vitonica.com/anatomia/indice-de-cintura-estatura-mas-efectivo-que-el-imc-para-evaluar-riesgo-cardiovascular>, Grimes & Schulz 2005).

-IMC. Este 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, publicados y ajustados en 1997, en 2000

y en 2010, respectivamente: 1. Bajo peso (IMC < 18.50 kg/m²); 2. Normopeso o peso normal (18.50 kg/m² ≤ IMC ≤ 24.99 kg/m²); 3. Sobrepeso (25.00 kg/m² ≤ IMC ≤ 29.99 kg/m²); 4. Obesidad Clase I (30.00 kg/m² ≤ IMC ≤ 34.99 kg/m²); Obesidad Clase II (35.00 kg/m² ≤ IMC ≤ 39.99 kg/m²); 5. Obesidad Clase III, Grave o Mórbida (40.00 kg/m² ≤ IMC ≤ 49.99 kg/m²); y 6. Obesidad Clase IV o Extrema (IMC ≥ 50.00 kg/m²). El IMC es el cociente obtenido al dividir el peso (en kg) entre la estatura (en m²) (OMS 2000).

-ICC. La Organización Mundial de la Salud establece valores normales para el ICC ≤ 1.00 unidades para el género masculino e ≤ 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 en 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 (Jover-Sanz 1997, González *et al.* 2000, OMS 2000, Montalbán-Sánchez 2001, OMS 2004).

-CA. La CA se define como el mínimo perímetro de la cintura. Existen diversos criterios para la evaluación del riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares según el valor de la CA. 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 e ≥ 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 cm ≤ ICA ≤ 101 cm para el género masculino y 80 cm ≤ ICA ≤ 87 cm para el género femenino; y 3. Alto riesgo ≥ 102 cm para el género masculino y ≥ 88 cm para el género femenino. Para medir la circunferencia abdominal tan sólo se requiere de una cinta métrica. Para ello es necesario colocarse con el torso desnudo, los pies juntos y delante de un espejo para así asegurar que la medición se realiza correctamente. Se relaja el abdomen y se rodea la cintura con la cinta métrica a la altura del ombligo sin presionar (OMS 2000).

Técnicas y procedimientos

Los datos fueron captados en el Departamento de Archivo Clínico del "Hospital Integral José María Morelos" del municipio maya de José María Morelos, Quintana Roo, México; perteneciente a la Jurisdicción Sanitaria No. 3 del estado mexicano de Quintana Roo.

En la etapa de elaboración los datos fueron revisados (control de calidad de la información); clasificados (en escalas cualitativa y cuantitativa); computarizados (se utilizó el software IBM SPSS Statistics para Windows, versión 22); presentados (en Tablas y en Figuras); y resumidos (se utilizaron las medidas de resumen correspondientes para datos clasificados en escalas cualitativa y cuantitativa). En las etapas de análisis e interpretación los datos fueron analizados e interpretados, respectivamente.

Se construyeron tablas de contingencia de 2x2 a partir de las cuales se calcularon la

sensibilidad, la especificidad, la seguridad, la RV+ con sus correspondientes intervalos de estimación al nivel de confianza del 95% y la RV- con sus correspondientes intervalos de estimación al nivel de confianza del 95% para cada una de las cuatro pruebas diagnósticas. El estadístico Ji-Cuadrado de Pearson (χ^2_P) corregido por Yates por la continuidad fue utilizado como prueba de hipótesis o prueba de significación estadística. Se utilizó el software Epi Info para Windows, versión 7.1.5.2, para la obtención tanto de los valores del estadístico χ^2_P como 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 formuladas por Cochran (Cochran 1954): 1. Cuando $N > 40$ utilice la prueba χ^2_P ; 2. Cuando $20 \leq N \leq 40$ utilice la prueba χ^2_P 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 la Metropolitan Life Insurance Company (Metropolitan Life Insurance Company 1983) la cual proporciona el peso corporal ideal para ambos géneros.

$$\chi^2_P = \sum (|O - E| - 0.5)^2 / E$$

$$PPEF = (A+B)!(C+D)!(A+C)!(B+D)! / N! A! B! C! D!$$

$$PCI = 50 [0.75 X (\text{Estatura (cm)} - 150)]$$

Resultados

De acuerdo a la prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard fueron etiquetados 171 (57.00%) pacientes con

sobrepeso y obesidad y 129 (43.00%) pacientes sin sobrepeso y obesidad. De los 171 pacientes etiquetados con sobrepeso y obesidad 56 (32.75%) y 115 (67.25%) pacientes correspondieron a los géneros masculino y femenino, respectivamente. Por otra parte, de los 129 pacientes sin sobrepeso y obesidad 106 (82.17%) y 23 (17.83%) pacientes correspondieron, respectivamente, a los géneros masculino y femenino.

En la tabla I se presentan los principales indicadores y sus correspondientes cálculos para el estudio y para la evaluación de las pruebas diagnósticas.

Los índices de eficiencia pronóstica (IEP) o RV+ y RV- y la correspondiente capacidad de la prueba diagnóstica se presentan en la tabla II

En la Tabla III se presentan las frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad (ICE > 0.5 unidades) y por negatividad (ICE ≤ 0.5 unidades) según la prueba diagnóstica ICE y por situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard. La sensibilidad, la especificidad, la seguridad, la RV+, el intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la RV+, la RV- y el intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la RV- correspondieron, respectivamente, a 0.9357, 0.9302, 0.9333, 13.4, 7.1→25.0, 0.1 y 0.04→0.12.

Las frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad (IMC ≥ 25.00 kg/m²) y por negatividad (IMC ≤ 24.99 kg/m²) según la prueba diagnóstica IMC y por situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard se presentan en la Tabla IV. La sensibilidad, la especificidad, la seguridad,

Tabla I. Indicadores y cálculos para la evaluación de las pruebas diagnósticas.

Indicadores	Cálculos
Sensibilidad	$A / (A + C)$
Especificidad	$D / (B + D)$
Seguridad	$A + D / N$
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	$1 - \text{Sensibilidad} / \text{Especificidad}$

A= Verdaderos positivos; B= Falsos positivos; C= Falsos negativos; D= Verdaderos negativos; y N= A + B + C + D= Total de pacientes estudiados (Elaboración propia).

Tabla II. Índices de eficiencia pronóstica o razón de verosimilitud positiva y razón de verosimilitud negativa según capacidad de la prueba diagnóstica.

Índices de Eficiencia Pronóstica (IEP) o razón de verosimilitud positiva (RV+) y razón de verosimilitud negativa (RV-)	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(-) > 0.1	Moderada
RV(-) > 0.2	Escasa
RV(-) > 0.5	Insignificante

Fuente: Altman & Bland 1994, Altman & Bland 1994, Harper & Reeves 1999, Molinero 2002, Loong 2003, Centre for Evidence-Based Medicine 2009.

la RV+, el intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la RV+, la RV- y el intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la RV- correspondieron, respectivamente, a 0.8246, 0.5504, 0.7067, 1.8, 1.5→2.3, 0.3 y 0.2→0.5.

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 negatividad (ICC ≤ 1.00 unidades en el género masculino e ≤ 0.80 unidades en el género femenino) según la prueba diagnóstica ICC y por situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard. La sensibilidad, la especificidad,

Tabla III. Frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad (ICE > 0.5 unidades) y por negatividad (ICE ≤ 0.5 unidades) según la prueba diagnóstica ICE (en unidades) y por situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard.

Índice cintura / estatura (en unidades)	Prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard: Ecuación de la Metropolitan Life Insurance Company		
	Sobrepeso y obesidad		Totales
	Presente	Ausente	
Positividad > 0.5	160 (52 ♂ y 108 ♀)	9 (1 ♂ y 8 ♀)	169 (53 ♂ y 116 ♀)
Negatividad ≤ 0.5	11 (4 ♂ y 7 ♀)	120 (105 ♂ y 15 ♀)	131 (109 ♂ y 22 ♀)
Totales	171 (56 ♂ y 115 ♀)	129 (106 ♂ y 23 ♀)	300 (162 ♂ y 138 ♀)

♂= Género masculino; y ♀= Género femenino. Fuente: Elaboración propia.

- Sensibilidad= $(A / A + C) = (160 / 171) = 0.9357 = 93.57\%$
- Especificidad= $(D / B + D) = (120 / 129) = 0.9302 = 93.02\%$
- Seguridad= $(A + D) / (N) = (160 + 120) / (300) = (280) / (300) = 0.9333 = 93.33\%$
- Razón de verosimilitud positiva= $\text{Sensibilidad} / 1 - \text{Especificidad} = 0.9357 / 1 - 0.9302 = 0.9357 / 0.0698 = 13.4 = \text{Eficiencia pronóstica suficiente}$
- Intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la razón de verosimilitud positiva= 7.13→25.00
- Razón de verosimilitud negativa= $1 - \text{Sensibilidad} / \text{Especificidad} = 1 - 0.9357 / 0.9302 = 0.0643 / 0.9302 = 0.1 = \text{Eficiencia pronóstica suficiente}$
- Intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la razón de verosimilitud negativa= 0.04→0.12

Tabla IV. Frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad (IMC ≥ 25.00 kg/m²) y por negatividad (IMC ≤ 24.99 kg/m²) según la prueba diagnóstica IMC (en kg/m²) y por situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard.

Índice de masa corporal (en Kg/m ²)	Prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard: Ecuación de la Metropolitan Life Insurance Company		
	Sobrepeso y obesidad		Totales
	Presente	Ausente	
Positividad ≥ 25.00	141 (46 ♂ y 95 ♀)	58 (30 ♂ y 28 ♀)	199 (76 ♂ y 123 ♀)
Negatividad ≤ 24.99	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 ♀)

♂= Género masculino; y ♀= Género femenino. Fuente: Elaboración propia.

- Sensibilidad= $(A / A + C) = (141 / 171) = 0.8246 = 82.46\%$
- Especificidad= $(D / B + D) = (71 / 129) = 0.5504 = 55.04\%$
- Seguridad= $(A + D) / (N) = (141 + 71) / (300) = (212) / (300) = 0.7067 = 70.67\%$
- Razón de verosimilitud positiva= $\text{Sensibilidad} / 1 - \text{Especificidad} = 0.8246 / 1 - 0.5504 = 0.8246 / 0.4496 = 1.8 = \text{Eficiencia pronóstica insignificante}$
- Intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la razón de verosimilitud positiva= 1.5→2.3
- Razón de verosimilitud negativa= $1 - \text{Sensibilidad} / \text{Especificidad} = 1 - 0.8246 / 0.5504 = 0.1754 / 0.5504 = 0.3 = \text{Eficiencia pronóstica escasa}$
- Intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la razón de verosimilitud negativa= 0.2→0.5

la seguridad, la RV+, el intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la RV+, la RV- y el intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la RV- correspondieron a 0.7193, 0.5814, 0.6600, 1.7, 1.4→2.2, 0.5 y 0.4→0.6, respectivamente.

Las frecuencias absolutas de los 300

pacientes por positividad (CA ≥ 102 cm en el género masculino y ≥ 88 cm en el género femenino) y por negatividad (CA ≤ 101 cm en el género masculino y ≤ 87 cm en el género femenino) según la prueba diagnóstica CA y por situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia,

estándar de oro o Gold Standard se presentan en la Tabla VI. La sensibilidad, la especificidad, la seguridad, la RV+, el intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la RV+, la RV- y el intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la RV- correspondieron, respectivamente, a 0.8070, 0.5039, 0.6767, 1.6, 1.4→2.0, 0.4 y 0.3→0.5.

En la figura 1 se presentan las frecuencias relativas de los 300 pacientes por valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad según las pruebas diagnósticas ICE, IMC, ICC e ICA.

En la tabla VII se presentan los contrastes estadísticos de las sensibilidades, las especificidades y las seguridades de las pruebas diagnósticas según valores del estadístico Ji-Cuadrado de Pearson corregido por Yates por la continuidad,

valores de las probabilidades (p) y las correspondientes interpretaciones estadísticas. Invariablemente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastaron la sensibilidad, la especificidad y la seguridad observadas del ICE versus las sensibilidades, las especificidades y las seguridades observadas del IMC, del ICC y del ICA: $\chi^2 P(\alpha= 0.0500; gl= 1) \geq 3.8416; p \leq 0.0500$.

La prueba diagnóstica ICE etiquetó 9 (6.98%) falsos positivos y 11 (6.43%) falsos negativos; la prueba diagnóstica IMC etiquetó 58 (44.96%) falsos positivos y 30 (17.54%) falsos negativos; la prueba diagnóstica ICC etiquetó 54 (41.86%) falsos positivos y 48 (28.07%) falsos negativos; y, finalmente, la prueba diagnóstica CA etiquetó 64 (49.61%) falsos positivos y 33 (19.30%) falsos negativos.

Las sensibilidades, las especificidades,

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 ICC (en unidades) y por situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard.

Índice cintura/cadera (en unidades)	Prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard: Ecuación de la Metropolitan Life Insurance Company		Totales
	Sobrepeso y obesidad		
	Presente	Ausente	
Positividad			
Hombres ≥ 1.01	123 (8 ♂ y 115 ♀)	54 (27 ♂ y 27 ♀)	177 (35 ♂ y 142 ♀)
Mujeres ≥ 0.81			
Negatividad			
Hombres ≤ 1.00	48 (48 ♂ y 0 ♀)	75 (36 ♂ y 39 ♀)	123 (84 ♂ y 39 ♀)
Mujeres ≤ 0.80			
Totales	171 (56 ♂ y 115 ♀)	129 (63 ♂ y 66 ♀)	300 (119 ♂ y 181 ♀)

♂= Género masculino; y ♀= Género femenino. Fuente: Elaboración propia.

- Sensibilidad= $(A / A + C) = (123 / 171) = 0.7193 = 71.93\%$
- Especificidad= $(D / B + D) = (75 / 129) = 0.5814 = 58.14\%$
- Seguridad= $(A + D) / (N) = (123 + 75) / (300) = (198) / (300) = 0.6600 = 66.00\%$
- Razón de verosimilitud positiva= Sensibilidad / $1 -$ Especificidad= $0.7193 / 1 - 0.5814 = 0.7193 / 0.4186 = 1.7 =$ Eficiencia pronóstica insignificante
- Intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la razón de verosimilitud positiva= 1.4→2.2
- Razón de verosimilitud negativa= $1 -$ Sensibilidad / Especificidad= $1 - 0.7193 / 0.5814 = 0.2807 / 0.5814 = 0.5 =$ Eficiencia pronóstica escasa
- Intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la razón de verosimilitud negativa= 0.4→0.6

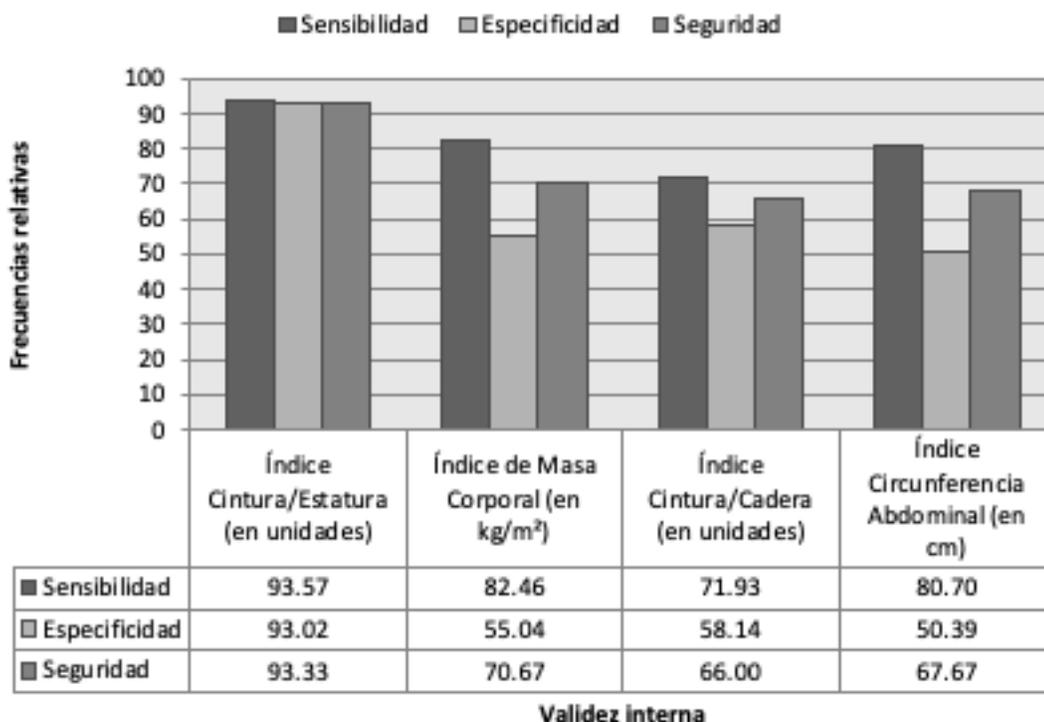


Figura 1. Frecuencias relativas de los 300 pacientes por valores de sensibilidad, de especificidad y de seguridad según pruebas diagnósticas ICE, IMC, ICC y CA. Fuentes: Tablas III, IV, V y VI.

Tabla VI. Frecuencias absolutas de los 300 pacientes por positividad ($CA \geq 102$ cm en el género masculino y ≥ 88 cm en el género femenino) y por negatividad ($CA \leq 101$ cm en el género masculino y ≤ 87 cm en el género femenino) según la prueba diagnóstica CA (en cm) y por situaciones nutricionales patológicas sobrepeso y obesidad según la prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard.

Circunferencia abdominal (en cm)	Prueba de referencia, estándar de oro o Gold Standard: Ecuación de la Metropolitan Life Insurance Company		Totales
	Sobrepeso y obesidad Presente	Ausente	
Positividad			
Hombres ≥ 1.01	138 (45 ♂ y 93 ♀)	64 (6 ♂ y 58 ♀)	202 (35 ♂ y 142 ♀)
Mujeres ≥ 0.81			
Negatividad			
Hombres ≤ 1.00	33 (11 ♂ y 22 ♀)	65 (57 ♂ y 8 ♀)	123 (84 ♂ y 39 ♀)
Mujeres ≤ 0.80			
Totales	171 (56 ♂ y 115 ♀)	129 (63 ♂ y 66 ♀)	300 (119 ♂ y 181 ♀)

♂= Género masculino; y ♀= Género femenino. Fuente: Elaboración propia.

- Sensibilidad= $(A / A + C) = (138 / 171) = 0.8070 = 80.70\%$
- Especificidad= $(D / B + D) = (65 / 129) = 0.5039 = 50.39\%$
- Seguridad= $(A + D) / (N) = (138 + 65) / (300) = (203) / (300) = 0.6767 = 67.67\%$
- Razón de verosimilitud positiva= $\text{Sensibilidad} / 1 - \text{Especificidad} = 0.8070 / 1 - 0.5039 = 0.8070 / 0.4961 = 1.6 = \text{Eficiencia pronóstica insignificante}$
- Intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la razón de verosimilitud positiva= $1.4 \rightarrow 2.0$
- Razón de verosimilitud negativa= $1 - \text{Sensibilidad} / \text{Especificidad} = 1 - 0.8070 / 0.5039 = 0.1930 / 0.5039 = 0.4 = \text{Eficiencia pronóstica escasa}$
- Intervalo de estimación al nivel de confianza del 95% para la razón de verosimilitud negativa= $0.3 \rightarrow 0.5$

Tabla VII. Contrastes estadísticos de las sensibilidades, las especificidades y las seguridades de las pruebas diagnósticas según valores del estadístico Ji-Cuadrado de Pearson corregido por Yates por la continuidad, valores de las probabilidades e interpretaciones estadísticas.

Sensibilidades			
Contrastes estadísticos	X ² P	p	Interpretaciones estadísticas
IMC <i>versus</i> ICC	4.7998	0.0142	Significativa
IMC <i>versus</i> CA	0.0778	0.3901	No significativa
IMC <i>versus</i> ICE	8.9789	0.0014	Significativa
ICC <i>versus</i> CA	3.1707	0.0375	No significativa
ICC <i>versus</i> ICE	26.5456	0.0000	Significativa
CA <i>versus</i> ICE	18.5026	0.0003	Significativa
Especificidades			
IMC <i>versus</i> ICC	0.1420	0.3531	No significativa
IMC <i>versus</i> CA	0.3887	0.2665	No significativa
IMC <i>versus</i> ICE	46.4504	0.0000	Significativa
ICC <i>versus</i> CA	1.2650	0.1308	No significativa
ICC <i>versus</i> ICE	40.6584	0.0000	Significativa
CA <i>versus</i> ICE	55.7074	0.0000	Significativa
Seguridades			
IMC <i>versus</i> ICC	1.3017	0.3531	No significativa
IMC <i>versus</i> CA	0.5002	0.2665	No significativa
IMC <i>versus</i> ICE	50.688	0.0000	Significativa
ICC <i>versus</i> CA	0.1203	0.1308	No significativa
ICC <i>versus</i> ICE	67.5041	0.0000	Significativa
CA <i>versus</i> ICE	61.3261	0.0000	Significativa

ICE= Índice Cintura/Estatura; IMC= Índice de Masa Corporal; ICC= Índice Cintura/Cadera; CA= Circunferencia Abdominal; x²P= Estadístico Ji-Cuadrado de Pearson corregido por Yates por la continuidad; y p= Probabilidades. Fuente: Elaboración propia.

Tabla VIII. Sensibilidades, especificidades, RV+, RV- y capacidades diagnósticas según pruebas ICE, IMC, ICC y CA.

Pruebas diagnósticas	Sensibilidades	Especificidades	Razones de verosimilitud positiva	Capacidades diagnósticas	Razones de verosimilitud negativa	Capacidades diagnósticas
Índice Cintura/Estatura (en unidades)	0.9357	0.9302	13.4	Suficiente	0.1	Suficiente
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
Circunferencia Abdominal (en cm)	0.8070	0.5039	1.6	Insignificante	0.4	Escasa

Fuente: Elaboración propia.

las RV+, las RV- y las eficiencias pronósticas según pruebas ICE, IMC, ICC y CA se presentan en la Tabla VIII. Los resultados observados para las RV+ correspondieron a 13.4, 1.8, 1.7 y 1.6 para las pruebas diagnósticas ICE, IMC, ICC e ICA, respectivamente. Dichos resultados indican eficiencias pronósticas suficiente (≥ 10.0), insignificante (≥ 1.0), insignificante (≥ 1.0) e insignificante (≥ 1.0), respectivamente. Los resultados observados para las RV- correspondieron a 0.1, 0.3, 0.5 y 0.4 para las pruebas diagnósticas ICE, IMC, ICC e ICA, respectivamente. Los resultados observados indican, respectivamente, eficiencias pronósticas suficiente (≤ 0.01), escasa (≤ 0.2), escasa (≤ 0.2) y escasa (≤ 0.2).

Discusión

En orden numérico ascendente las sensibilidades observadas fueron 71.93% (123/171) para el ICC; 80.70% (138/171) para la CA; 82.46% (141/171) para el IMC; y 93.57% (160/171) para el ICE. Cuando se contrastó la sensibilidad observada del IMC (82.46%) *versus* la sensibilidad observada del ICC (71.93%) se encontró diferencia estadísticamente significativa: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; gI=1) \geq 3.8416; p \leq 0.0500$. Por otra parte, no se encontró diferencia estadísticamente significativa cuando se contrastó la sensibilidad observada del IMC (82.46%) *versus* la sensibilidad observada de la CA (80.70%): $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; gI=1) < 3.8416; p > 0.0500$. Finalmente, tampoco se encontró diferencia estadísticamente significativa al contrastar la sensibilidad observada del ICC (71.93%) *versus* la sensibilidad observada de la CA: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; gI=1) < 3.8416; p > 0.0500$. Invariablemente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastó la sensibilidad observada del ICE *versus* las sensibilidades observadas del IMC, del ICC y de la CA: $\chi^2_P(\alpha=0.0500;$

$gI=1) \geq 3.8416; p \leq 0.0500$ (Ver Tabla VII).

Las especificidades observadas, en orden numérico ascendente, fueron 50.39% (65/129) para la CA; 55.04% (71/129) para el IMC; 58.14% (75/129) para el ICC; y 93.02% (120/129) para el ICE. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastaron las especificidades observadas de tres (IMC, ICC y CA) de los cuatro métodos diagnósticos: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; gI=1) < 3.8416; p > 0.0500$. Reiteradamente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastó la especificidad observada del ICE *versus* las especificidades observadas del IMC, del ICC y de la CA: $\chi^2_P(\alpha=0.0500; gI=1) \geq 3.8416; p \leq 0.0500$ (Ver Tabla VII).

Finalmente, siempre en orden numérico ascendente, las seguridades observadas fueron 66.00% (198/300) para el ICC; 67.67% (203/300) para la CA; 70.67% (212/300) para el IMC; y 93.33% (280/300) para el ICE. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastaron las seguridades observadas de tres (IMC, ICC y CA) de los cuatro métodos diagnósticos: $\chi^2_{M-H}(\alpha=0.0500; gI=1) < 3.8416; p > 0.0500$. Repetidamente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas cuando se contrastó la seguridad observada del ICE *versus* las seguridades observadas del IMC, del ICC y de la CA: $\chi^2_P(\alpha=0.0500; gI=1) \geq 3.8416; p \leq 0.0500$.

En el presente trabajo las sensibilidades más baja y más alta fueron encontradas, respectivamente, para las pruebas diagnósticas ICC (71.93%) e ICE (93.57%).

Las especificidades más baja y más alta fueron encontradas para las pruebas diagnósticas CA (50.39%) e ICE (93.02%), respectivamente.

Por último, las seguridades más baja y

más alta fueron encontradas, respectivamente, para las pruebas diagnósticas ICC (66.00%) e ICE (93.33%).

Los resultados obtenidos indican que el ICE es la prueba diagnóstica que tiene la mayor capacidad para identificar correctamente a quienes SÍ padecen la enfermedad (sensibilidad) (93.57%) y la mayor capacidad para identificar correctamente a quienes NO padecen la enfermedad (93.02%). Además, el ICE es la prueba diagnóstica que resultó con la mayor seguridad (93.33%), es decir, con el mayor porcentaje de verdaderos positivos y verdaderos negativos respecto del total de pacientes estudiados.

Adicionalmente, 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 (93.57%); la mayor especificidad (93.02%); y la mayor seguridad (93.33%) fue el ICE (en unidades).

En observancia del objetivo específico No. 2 se realizaron la prueba de la RV+ y la prueba de la RV- para determinar si las pruebas tienen o no eficiencia pronóstica suficiente o eficiencia pronóstica moderada al combinar la sensibilidad y la especificidad en una sola expresión. El resultado observado para la prueba de la RV+ fue 13.4 para el ICE lo cual indica eficiencia pronóstica suficiente. Sin embargo, los resultados observados para la prueba de la RV+ fueron 1.8 para el IMC, 1.7 para el ICC y 1.6 para la CA lo cual indica eficiencias pronósticas insignificantes.

El resultado observado para la prueba de la RV- fue 0.1 para el ICE lo cual indica eficiencia pronóstica suficiente. Empero, los resultados observados para la prueba de la RV- fueron 0.3 para el IMC, 0.5 para el ICC y 0.4 para la CA lo cual indica eficiencias pronósticas escasas (Ver Tabla II).

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1), es decir, existe evidencia estadísticamente significativa al nivel de significación o nivel de significancia (α) del 5% para concluir que los tres componentes de la validez interna del ICE versus los tres componentes de la validez interna del IMC versus los tres componentes de la validez interna del ICC versus los tres componentes de la validez interna de la CA son diferentes.

Se recomienda, finalmente, la utilización de la RV+ y de la RV- con el objeto de evaluar en forma conjunta la sensibilidad y la especificidad de cualesquier prueba diagnóstica lo cual, generalmente, no se hace.

Agradecimientos

Los autores agradecemos a la Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo (UIMQRoo) y al "Hospital Integral José María Morelos" por el apoyo brindado para la realización de este trabajo. Asimismo, agradecemos a dos árbitros quienes realizaron valiosos comentarios a nuestro trabajo.

Referencias

- Alberti KG, P Zimmet, J Shaw. 2005. The metabolic syndrome--a new worldwide definition. *Lancet* 366(9491): 1059-1062.
- Altman, D.G. & J.M. Bland. 1994. Diagnostic tests 2: Predictive values. *BMJ* 309(6947): 102.
- Altman, D.G. & J.M. Bland. 1994. Diagnostic tests. 1: Sensitivity and specificity. *BMJ* 308(6943): 1552.
- Casillas, L.E. & L.A. Vargas. 1993. La distribución de grasa corporal, posible factor de riesgo para la salud. *Cuadernos de Nutrición* 16(6): 7-15.
- Centre for Evidence-Based Medicine (CEBM). Likelihood Ratios. 2009. 1-3.
- Cochran, W.G. 1954. Some methods for strengthening the common x2 tests. *Biometrics* 10(4): 417-451.
- Consejo Nacional de Población. Clasificación de los municipios de México según tipo de urbanización 2000.
- 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.
- Frenk, S. 1994. Science and anti-science in clinical nutrition. *Gac Med Mex* 130(2): 103-107.
- González, C.A., G. Pera, A. Agudo, P. Amiano, A. Barricarte, J.M. Beguiristain, M.D. Chirlaque, M. Dorronsoro, C. Martínez, C. Navarro, J.R. Quirós, M. Rodríguez & M.J. Tormo. 2000. Factors associated with the accumulation of abdominal fat estimated with anthropometric indexes. *Med Clin (Barc)* 114(11): 401-406.
- González-Villalpando, C. & M.P. Stern. 1993. Obesity as a cardiovascular risk factor in Mexico. Study in an open population. *Rev Invest Clin* 45(1): 13-21.
- Gordis, L. 2004. *Epidemiology*. Philadelphia: Elsevier Saunders;
- 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.
- Harper, R. & B. Reeves. 1999. Reporting of precision of estimates for diagnostic accuracy: a review. *BMJ* 318(7194): 1322-1323.
- Hernández-Ávila M. 2007. *Epidemiología. Diseño y Análisis de Estudios*. México: Editorial Médica Panamericana
- Hernández-Sampieri, R., C. Fernández-Collado, M.P. Baptista-Lucio. 2006. *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. II Censo de Población y Vivienda 2005.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Marco Geoestadístico Municipal 2010.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. XIII Censo General de Población y Vivienda 2010.
- Jackson, A.S. & M.L. Pollock. 1978. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 40(3): 497-504.
- 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. *JAMA* 271(9): 703-707.
- Jover-Sanz, E. 1997. Waist/Hip ratio. Obesity and cardiovascular risk. *An Med Interna* 14(1): 1-2.
- Loong, T.W. 2003. Understanding sensitivity and specificity with the right side of the brain. *BMJ* 327(7417): 716-719.
- Manterola, C. 2009. Cómo interpretar un artículo sobre pruebas diagnósticas. *Rev Med Clin Condes* 20(5): 708-717.
- Martínez-González, M.A., A. Sánchez-Villegas, E.A. Toledo Atucha, J. Faulin-Fajardo. 2014. *Bioestadística Amigable*. España: Elsevier.
- Mataix-Verdú, J. 2009. *Nutrición y Alimentación Humana. II. Situaciones Fisiológicas y Patológicas*. España: Ergon
- Mausner, J.D. & A.K. Bahn. 1977. *Epidemiología*. México: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V.
- Metropolitan Life Insurance Company. 1983. *Metropolitan height and weight tables*: New York. *Stat Bull Metropolitan Life Insurance Company* 64: 1-9.
- Molinero, L.M. 2002. Valoración de pruebas diagnosticas. *Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión* 6-7.
- Montalbán-Sánchez, J. 2001. Índice cintura/cadera,

obesidad y estimación del riesgo cardiovascular en un centro de salud de Málaga. *Medicina de Familia (And)* 2(3): 208-215.

OMS Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004 363(9403): 157-163.

OMS Technical report series 894: Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization, 2000.

Ruiz-Morales, A. & L. Morrillo-Zarate. 2004. *Epidemiología Clínica Investigación Aplicada*. Bogotá DC Colombia: Editorial Médica Panamericana.

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.

Secretaría de Salud. Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Enfermedades Crónicas 1993 - ENEC93.

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. *Rheumatol Int* 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.

Tapia-Conyer, R. & P. Kuri-Morales. 1999. Epidemiología de la obesidad en México. *Gac Med Mex* 135(5): 477-479.

Vargas, L.A. & L.E. Casillas. 1993. Indicadores antropométricos del déficit y exceso de peso en el adulto, para empleo en el consultorio y en el campo. *Cuadernos de Nutrición* 16(5): 34-46.

Vinay, S., M. Vignani, & A.M. Al-Osaimi. 2014. Ascites and spontaneous bacterial peritonitis: recommendations from two United States Centers. *Saudi J Gastroenterol* 20(5): 279-287.

Wang, Y., E.B. Rimm, M.J. Stampfer, W.C. Willet, F.B. Hu. 2005 Comparison of abdominal adiposity and overall obesity in predicting risk of type 2 diabetes among men. *Am J Clin Nutr* 81(3): 555-563.