



ORIGINAL

Estimación del porcentaje de grasa corporal en función del índice de masa corporal y perímetro abdominal: fórmula Palafolls

E. Mill-Ferreyra^{a,b,*}, V. Cameno-Carrillo^b, H. Saúl-Gordo^b y M.C. Camí-Lavado^b

^a Centro de Atención Primaria Malgrat-Palafolls. Corporació de Salut de Maresme i la Selva, Malgrat de Mar, España

^b Residencia Geriatrica Clivia, Blanes, Girona, España

Recibido el 27 de diciembre de 2017; aceptado el 6 de abril de 2018

Disponible en Internet el 27 de septiembre de 2018

PALABRAS CLAVE

Porcentaje de grasa corporal;
Valoración nutricional;
Composición del peso corporal

Resumen

Introducción: El sobrepeso y la obesidad tienen rasgos epidémicos a nivel mundial, siendo por tanto un problema de salud pública. La clasificación tradicional con el índice de masa corporal es un buen inicio, pero luego de la evidencia de las actividades bioquímicas del tejido adiposo, su medida es una necesidad. Existen múltiples fórmulas para tal fin, pero con poca posibilidad de aplicación en atención primaria. Proponemos las siguientes fórmulas para su utilización con este fin. Hombres = ([IMC/PA]*10) + IMC. Mujeres = ([IMC/PA]*10) + IMC + 10.

Material y métodos: Trabajo descriptivo, prospectivo. Se incluyeron 505 mujeres, 489 hombres, con edades entre 30 y 90 años. Se midió el peso, la talla y el perímetro abdominal, siendo calculado índice de masa corporal, porcentaje de grasa con CUN BAE y fórmulas propuestas.

Resultados: Se realizaron cálculos comparativos entre CUN BAE y fórmulas a validar: en valores descriptivos no se evidenció diferencia significativa. Mujeres $\chi^2 = 1,1$; $p = 0,89$. Hombres $\chi^2 = 0,8$; $p = 0,93$. El intervalo de confianza y error estándar fueron $p = 1$. La correlación numérica evidencia $r = 0,94$; $p = 0,0001$; $R^2 = 0,89$. El error relativo de la media es en hombre 5,48% y mujeres (-0,43%). La comparación de medianas demostró Wilcoxon = 0,8333. El estudio de sensibilidad y especificidad para puntos de corte demuestra por curva ROC AUC = 0,986; $p = < 0,0001$.

Conclusiones: La falta de diferencia significativa entre los resultados de ambas fórmulas hace posible su propuesta para el cálculo del porcentaje graso en el peso corporal en consulta de atención primaria.

© 2018 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: eduardooscar.mill@gmail.com (E. Mill-Ferreyra).

KEYWORDS

Percentage of body fat;
Nutritional assessment;
Composition of body weight

Estimation of the percentage of body fat based on the body mass index and the abdominal circumference: Palafolls Formula**Abstract**

Introduction: Overweight and obesity have the features of a worldwide epidemic, making it a public health problem. The traditional classification with the body mass index is a good start, but after the evidence of the biochemical activities of adipose tissue, its measurement is a necessity. There are multiple formulas for this purpose, but with little possibility of applying it in Primary Care. The following formulas are proposed for its use in this setting; Men = (body mass index [BMI]/Abdominal Circumference [AC] * 10) + BMI. Women = ([BMI/AC] * 10) + BMI + 10.

Material and methods: A descriptive, prospective study was conducted, including 505 women and 489 men aged between 30 and 90 years. Weight, height, and abdominal circumference were measured, and the body mass index, percentage of fat using the CUN BAE (Clínica Universidad de Navarra - Body Adiposity Estimator) and proposed formulas were calculated. Comparative calculations were made between CUN BAE and formulas. No significant differences were observed in the descriptive values (Women $\chi^2 = 1.1$; $P = .89$. Men $\chi^2 = 0.8$; $P = .93$). The confidence interval and standard error $p = 1$. The numerical correlation shows $r = 0.94$; $p = 0.0001$; $R^2 = 0.89$. The relative error of the mean in men was 5.48% and -0.43% in women. The comparison of medians demonstrated Wilcoxon = 0.8333. The study of sensitivity and specificity for cut-off points shows a ROC curve AUC = 0.986; $P < .0001$.

Conclusions: The lack of significant differences between the results of both formulas, makes it possible to be proposed for the calculation of the fat percentage in body weight in Primary Care Clinics.

© 2018 Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El exceso de peso y la obesidad constituyen una auténtica epidemia a nivel mundial, y en el mundo desarrollado representa en la actualidad uno de los problemas de salud pública de mayor importancia. Afecta según los datos recogidos a todas las edades, sexo y condición social. Es curioso que esta situación epidémica se esté extendiendo a países con economía de transición, debido a la adquisición de hábitos no solo dietarios, sino también de estilos de vida de países desarrollados¹, con tendencia al sedentarismo.

El informe de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO)², estableció que la obesidad en España era del 14,5% de la población, siendo ligeramente superior en mujeres. El análisis de 11 estudios de prevalencia determinó que la obesidad era del 29% para la población general, lo que demuestra la expansión de dicho problema, ya que su publicación data del año 2009³. El registro MESYAS demostró que la obesidad y el sobrepeso se incrementaban de forma paralela a la edad⁴. Esto gana importancia por la demostración de la relación directa de obesidad y sobrepeso con enfermedad coronaria⁵ y con las restantes enfermedades de carácter cardiovascular.

La obesidad y el sobrepeso, en esencia, son un exceso de cantidad de tejido adiposo, el cual no es inerte, superando los antiguos conceptos funcionales de aislamiento térmico y depósito energético, siendo productor de un conjunto de sustancias con efectos a distancia conocidas como adiponquinas y que se relacionan no solo a nivel metabólico, sino también en la función cardiovascular.

Las más destacadas son la adiponectina, relacionada con la hipertensión arterial⁶, sus niveles bajos se asocian con mayor calcificación vascular⁷. La leptina se ha propuesto como marcador de exceso de tejido adiposo⁸, la resistina y el factor de necrosis tumoral alfa se relacionan con aumento del estado proinflamatorio y el segundo con resistencia insulínica periférica⁹. Dichas afirmaciones hacen posible pensar en la relación directa de estas sustancias con el desarrollo de los demás factores de riesgo, que en última instancia cuentan como elemento de base la disminución de la eficacia de la insulina en tejidos periféricos¹⁰.

La medición de la resistencia insulínica y de adiponquinas no está estandarizada en las consultas de atención primaria, pero la relación con algunos marcadores se considera relativamente fiable para su utilización en esta dirección, triglicéridos > 150 mg/dl o el cociente de triglicéridos HDL > 3¹¹.

La localización del tejido adiposo tiene mucha importancia, siendo las 2 herramientas más utilizadas el índice de masa corporal (IMC) y perímetro abdominal (PA). La obesidad abdominal es la que cuenta con mayor actividad endocrina y se relaciona con resistencia insulínica, alteración de los lípidos en sangre e hipertensión arterial, demostrada su relación independiente con el infarto agudo de miocardio¹².

En el Estudio Epic se concluyó que el poder predictivo de mortalidad por enfermedad cardiovascular era igual tanto para el IMC como para el PA¹³. El IMC se relaciona de forma directa con eventos cardiovasculares, mortalidad precoz¹⁴ e hipertrofia ventricular izquierda¹⁵.

De acuerdo a lo expuesto y la evidencia acumulada de afectación del riesgo cardiovascular en individuos con obesidad y sobrepeso, es importante no solo su detección a través del IMC, sino también su localización, lo que es francamente posible con la medición del PA, detectando de una forma práctica y directa la cantidad y la localización.

La concentración de adiponectinas es directamente proporcional a la cantidad de tejido adiposo⁸. Por tanto, su medición adquiere relevancia en dirección a la interpretación metabólica que se pueda generar en la acción de clasificación de cada paciente con condición de obesidad y sobrepeso. En dicha afirmación se demostró que las concentraciones de leptina disminuyen luego de la intervención de liposucción, con una igual caída del PA⁹.

Según estudios realizados las concentraciones elevadas de riesgo cardiometabólico reportadas en individuos no obesos clasificados por IMC, pero con una concentración de grasa corporal en rango de obesidad, hace necesaria esta medición en el proceso de detección de probables complicaciones metabólicas a mediano y largo plazo¹⁶.

Existen múltiples fórmulas para el cálculo aproximado de la composición corporal, todas con ecuaciones matemáticas complejas o con necesidad de la medición de múltiples variables antropomórficas, lo que limita su aplicación en la asistencia de atención primaria debido a las condiciones del tiempo asistencial de dichos servicios en relación con la demanda de consulta.

Es nuestro objetivo generar una herramienta de cálculo que nos permita de forma directa hacer una estimación aproximada de la composición de grasa corporal que conforma el peso del paciente, proponiendo 2 fórmulas aplicables a cada sexo y que se basan en 2 parámetros antropométricos de uso común en atención primaria como son el IMC y el PA, de forma que con dichas 2 mediciones, e independientemente de la edad del paciente, se pueda determinar según resultados la necesidad de acciones para revertir condiciones adversas para la salud metabólica y cardiovascular.

Las fórmulas propuestas son:

$$\text{Mujeres} = ([\text{IMC}/\text{PA}] * 10) + \text{IMC} + 10.$$

$$\text{Hombres} = ([\text{MC}/\text{PA}] * 10) + \text{IMC}.$$

Por ser desarrollado el trabajo en la Ciudad de Palafrugell, se denominará a estas fórmulas como Fórmulas Palafrugell (FP).

La idea inicial se basó en la importante acumulación de evidencia en favor del significado patológico de la obesidad y sobrepeso, determinados por la clasificación propuesta por el IMC y la localización del volumen corporal aceptado como contenido graso, siendo su ubicación central la más implicada y expresada por el PA.

Inicialmente obtuvimos relación matemática en el cociente establecido entre el IMC como numerador y el PA como denominador, al que luego se le realizaron ajustes según el sexo, lo que se suma al valor base del IMC. Estos ajustes fueron logrados por comparación con los resultados obtenidos por la fórmula de la Clínica Universitaria de Navarra.

Material y métodos

Trabajo descriptivo, prospectivo y observacional.

Población y muestra

Se calculó la muestra poblacional con un intervalo de confianza del 95% y un margen de error del 5%, cuyo resultado es para cada fórmula una muestra de 370 participantes. El trabajo se desarrolla en la ciudad de Palafrugell, provincia de Barcelona, con una población próxima a los 10.000 habitantes, con carácter de distribución rural y urbana. El período de inclusión de pacientes fue entre el 12 de noviembre de 2014 y el 12 de enero de 2015. Se utilizó la agenda de cita previa, en consulta diaria, con límites de edad entre los 30 y 90 años, de forma aleatoria y sistemática.

Fórmula Clínica Universitaria de Navarra-Body Adiposity Estimator

La fórmula Clínica Universitaria de Navarra-*Body Adiposity Estimator* (CUN-BAE) evalúa la composición adiposa en función de la edad, el sexo y el IMC¹⁷, siendo una fórmula desarrollada en población española, por lo que se decidió su utilización para la realización de este trabajo, como estándar de oro en comparación de resultados, por la posibilidad de su utilización en atención primaria.

La fórmula CUN-BAE fue validada por plestimografía de desplazamiento de aire (Bod Pod), método de amplia certificación y siendo un estándar de oro para la medición directa de la densidad corporal y su composición grasa¹⁶.

La plestimografía por desplazamiento de aire fue homologada mediante el desplazamiento hidrostático y absorciometría de rayos X^{18,19}.

La fórmula CUN-BAE nos permite su utilización en el seno de atención primaria, sin necesidad de uso de sistemas más sofisticados, imposibles de acceder en nuestro nivel de complejidad²⁰.

La correlación que se demostró enfrentando los resultados aportados por el IMC y la fórmula CUN-BAE no tuvo el resultado esperado en un grupo de pacientes aquejados de diabetes mellitus tipo 2 e hipertensión arterial, con probabilidad de ser subestimada la composición corporal por el IMC²¹. Adquiere importancia por esta condición la estimación del componente graso en el acto de clasificación ponderal.

Variables analizadas

Divididos por sexos se registró la edad y se midió el peso en kilogramos (kg), talla en metros (m) y el PA en centímetros (cm), con el paciente en ropa interior y con la vejiga vacía. Se calculó el IMC, porcentaje de grasa con fórmula CUN-BAE y las propuestas. Se utilizó una balanza con precisión de 100 g, peso máximo tolerado de 140 kg y tallímetro graduado en m, cuya medida máxima es de 2 m, según especificaciones del fabricante (SECA Vogel & Hake, Hamburgo, Alemania). El cálculo del IMC se realizó según fórmula de Quetelet: peso/talla² y los resultados expresados en kg/m², su interpretación diagnóstica fue la utilizada por la Organización Mundial de la Salud.

El PA se midió con el paciente de pie, con cinta métrica graduada en cm y a una altura a nivel de ombligo y paralela

Tabla 1 Valores descriptivos de parámetros generales

Mujeres	Mínimo-máximo	Mediana (IQR)	Media (DE)
Edad	30- 90 años	57 años (27)	57,8 años (15,6)
Peso	44-124 kg	68,5 kg (17,5)	69,8 kg (12,8)
Perímetro abdominal	62-134 cm	95 cm (18)	94,4 cm (12,7)
Talla	1,38-1,77 m	1,57 m (0,1)	1,56 m (0,07)
IMC	18,06-48,4 kg/m ²	27,99 kg/m ² (7,38)	28,44 kg/m ² (5,26)
<i>Hombres</i>			
Edad	30-88 años	57 años (25)	57,1 años (14,4)
Peso	50-142 kg	82 kg (15,5)	83,1 kg (12,6)
Perímetro abdominal	70-150 cm	101 (15)	101,3 cm (11,8)
Talla	1,5-1,9 m	1,7 m (0,1)	1,69 m (0,07)
IMC	18,9-46,6 kg/m ²	28,47 kg/m ² (5,11)	28,8 kg/m ² (4,13)

cm: centímetros; DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; IQR: rango intercuartílico; kg: kilogramo; m: metro.

al plano horizontal. El cálculo de la fórmula de CUN-BAE se practicó con hoja de cálculo aportada por los autores.

Análisis estadístico

Las variables de peso, edad, talla, PA e IMC se analizan con carácter descriptivo, mediante: media, desviación estándar, valores máximos y mínimos, mediana y percentiles 25 y 75. Se calculó el error absoluto (EA) y relativo (ER) de la media. La evaluación descriptiva bivariante (categórica) entre los valores obtenidos por CUN-BAE y FP se realiza con Ji cuadrado (χ^2), y su significado estadístico con $p < 0,05$. La expresión gráfica se realizará con el modelo Box Plot. El estudio de la relación numérica se hace por correlación de Pearson (r) y su porcentaje de variabilidad explicada (R^2) se expresará en forma de gráfico. Se compara de forma numérica a ambas fórmulas con el IMC, con r y R^2 , como así también con PA.

El tipo de distribución seguida por las medidas de la muestra se determina con gráfico QQ, en caso normal se utilizará la comparación de medias, con cálculo de error típico, determinando «t» de Student y el valor de p. En caso de distribución fuera de la normal, se analizará mediana y rango intercuartílico (IQR), medida de significación estadística con test de Wilcoxon. Se evalúa intervalo de confianza 95% (IC 95%), error estándar, χ^2 y valor de p.

El cálculo de los puntos de corte para la clasificación en pacientes normales, sobre peso u obesidad, se realiza basado en el modelo de regresión lineal, con el cálculo de la más alta sensibilidad y especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN). Expresión gráfica con curvas ROC y cálculo de área bajo la curva (AUC).

Los cálculos se realizaron con el paquete estadístico de Libreoffice 5.2.5, Software estadístico INFOSAT v. 2016 P, Wilcoxon EDISON-WMW: Exact Dynamic Programming solution of the Wilcoxon-Mann Whitney Test.

Responsabilidades éticas

Se cumplieron los principios éticos de Helsinki para la investigación en personas, y a cada paciente se le explicó los objetivos del trabajo mediante hoja informativa, que

firmaron, dando así su consentimiento. No se incluyeron los pacientes que se negaron a participar y aquellos asistidos con enfermedad aguda o crónica descompensada. Solo un paciente dio su negativa a participar en el trabajo.

Se respetó la confidencialidad de los datos de los pacientes, manteniendo en todo momento el anonimato de los mismos, según protocolos del centro asistencial donde se desarrolló la inclusión de pacientes y su comité de ética.

Resultados

Se incluyeron 994 pacientes, de los cuales 505 fueron mujeres y 489 hombres. Los datos de estadística descriptiva de las variables generales, edad, peso, talla, PA e IMC se puede ver en [tabla 1](#).

En referencia al IC 95% y EE, los valores demuestran en hombres para CUN BAE, IC 95% = 0,49; EE = 0,25; mientras que FP IC 95% = 0,37; EE = 0,19, $\chi^2 = 2,46$; $p = 1$. En el grupo de mujeres CUN-BAE IC 95% = 0,57; EE = 0,29; mientras que FP IC 95% = 0,47 y EE 0,24; $\chi^2 = 2,46$, $p = 1$.

Comparación de resultados entre la fórmula Clínica Universitaria de Navarra-Body Adiposity Estimator y la fórmula Palafolls

Los datos de los resultados de CUN-BAE y FP se pueden ver en las [figuras 1 y 2](#) y en la [tabla 2](#), los cuales demuestran $\chi^2 = 1,1$; $p = 0,89$ en hombres y $\chi^2 = 0,8$; $p = 0,93$ en mujeres. En el grupo de hombres la muestra evaluada por CUN-BAE tiene una ligera asimetría negativa (-0,16) y curtosis 0,35. En la fórmula Palafolls la asimetría es 0,68, con curtosis 1,45, ambas con distribución fuera de la normal. En el grupo de mujeres CUN-BAE demuestra curtosis (-0,65) y asimetría (-0,16), mientras que FP tiene curtosis 0,33 y asimetría 0,68, también con distribución fuera de la normal como se puede evidenciar en las [figuras 3 y 4](#).

La correlación numérica entre los grupos a evaluar demuestran en ambos sexos $r = 0,94$; $p < 0,0001$; $R^2 = 0,89$ ([figs. 5 y 6](#)).

La media demostró en el grupo de hombres un EA de 1,59, lo que hace ER del 5,24%, mientras que en mujeres los valores son EA (-0,18) y ER (-0,43%), $\chi^2 = 0,01$; $p = 0,91$.

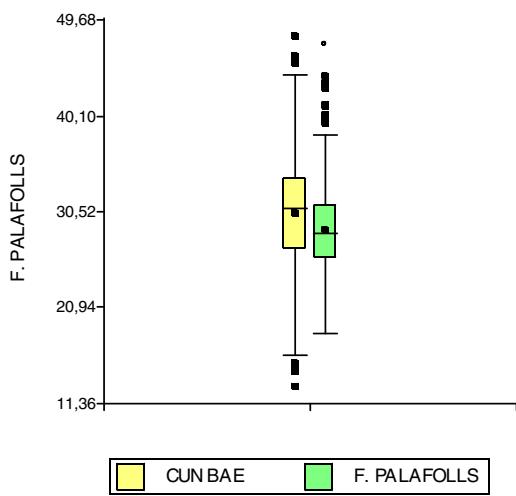


Figura 1 Hombres. Box Plot con datos descriptivos de mediciones aportadas por CUN-BAE y fórmula Palafolls.

$\chi^2 = 1,1$; $p = 0,89$.

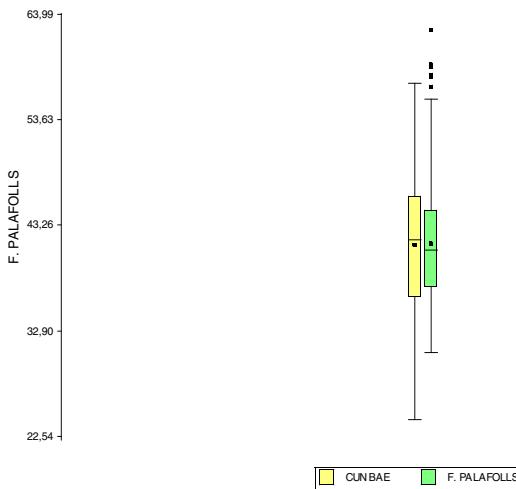


Figura 2 Mujeres. Box Plot con datos descriptivos de resultados de medición de CUN-BAE y fórmula Palafolls.

$\chi^2 = 0,8$; $p = 0,93$.

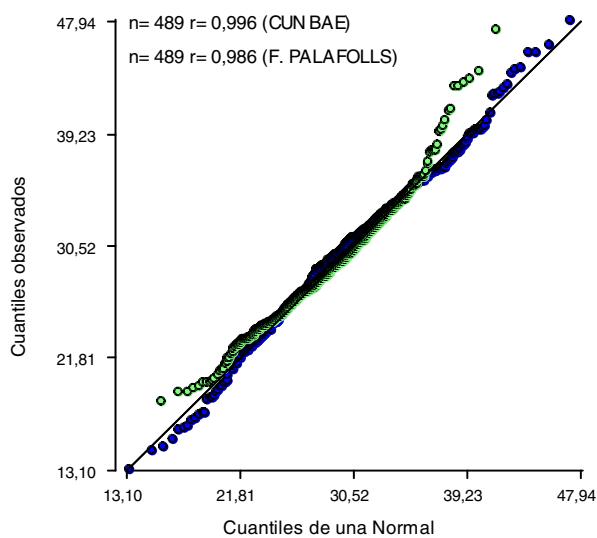


Figura 3 Gráfico QQ. Hombres.

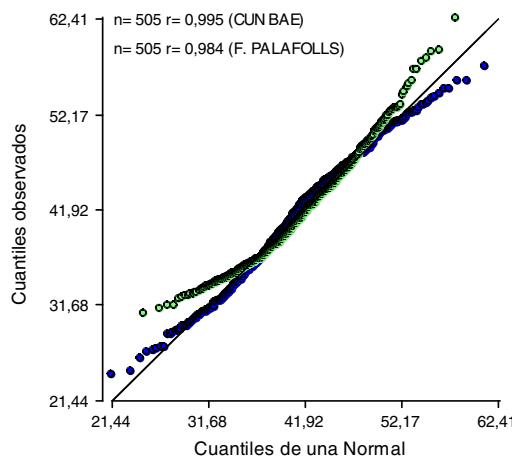


Figura 4 Gráfico QQ. Mujeres.

Tabla 2 Valores descriptivos obtenidos por ambas fórmulas en la misma población

Hombres (CV%)	CUN-BAE (18,4%)	FP (14,7%)
Máximo	47,9%	47,24%
Mínimo	13,1%	18,3%
Mediana	30,8%	28,3%
P25-P75	26,6- 33,8%	25,9-31,2%
$\chi^2 = 1,1$; $p = 0,89$		
Mujeres (CV%)	CUN BAE (15,8%)	FP (13,1%)
Máximo	57,2%	62,4%
Mínimo	24,1%	30,8%
Mediana	41,8%	40,8%
P25-P75	36,1-46,1%	37,1-40,8%
$\chi^2 = 0,8$; $p = 0,93$		

CUN-BAE: fórmula Clínica Universitaria de Navarra-Body Adiposity Estimator; CV%: coeficiente de variación; FP: fórmula Palafolls; P25-P75: percentiles 25-75.

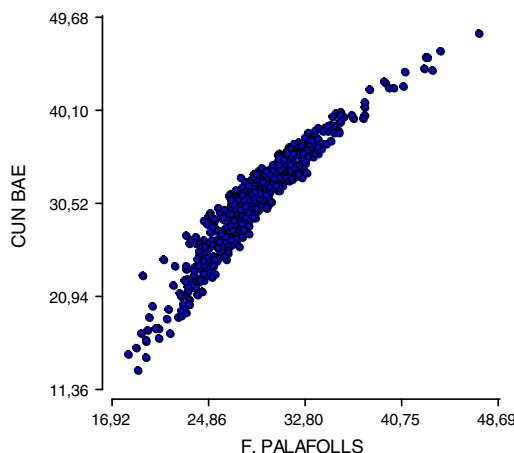


Figura 5 Hombres. Diagrama de dispersión.

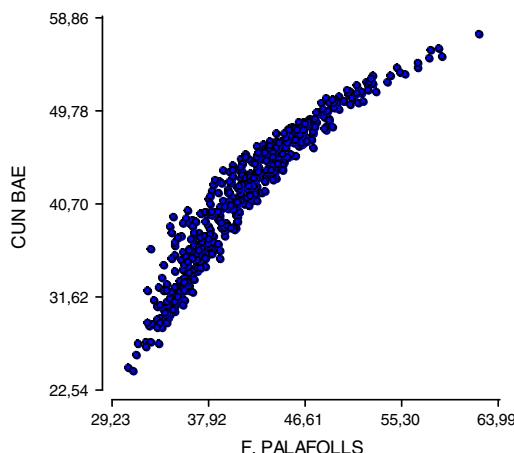


Figura 6 Mujeres. Diagrama de dispersión.

La correlación entre las fórmulas de porcentaje de grasa corporal y el IMC demuestran en hombres IMC con CUN-BAE $r = 0,952$; $R^2 = 0,906$, con FP $r = 0,9993$; $R^2 = 0,9987$. En mujeres IMC con CUN-BAE $r = 0,947$; $R^2 = 0,898$ con FP $r = 0,9994$; $R^2 = 0,9988$. En todos los resultados el valor es de $p < 0,0001$.

La correlación en mujeres establecida entre PA y CUN-BAE por r fue de 0,866, $R^2 = 0,751$, con FP $r = 0,869$, $R^2 = 0,765$; ($p = < 0,0001$) $\chi^2 = 2,14$; $p = 0,99$, estos últimos valores en referencia a los resultados obtenidos de ambas fórmulas comparadas. En hombres los valores con CUN-BAE fueron $r = 0,874$, $R^2 = 0,765$; en FP $r = 0,872$; $R^2 = 0,762$; ($p = < 0,0001$) $\chi^2 = 8,78$; $p = 0,99$.

Por la distribución fuera de la normal se compara resultados basados en mediana e IQR; en hombres CUN-BAE muestra mediana = 30,8; IQR = 7,15. Con la FP mediana = 28,3; IQR = 5,29, y en mujeres CUN-BAE mediana = 41,4; IQR = 9,91. Con la FP mediana = 40,8; IQR = 7,57 Wilcoxon = 0,83333.

Según el modelo de regresión la FP sobreestima de forma mínima los resultados de CUN-BAE, por lo que se modifican los puntos de corte obteniendo en el grupo de hombres valores de sensibilidad de 97%, especificidad 100%, VPP 100%, VPN 67%, los siguientes valores de corte < 26% como normal, entre el 26,1% a 28% como sobrepeso y > 28,1% como obesos. Esto se expresa en la figura 7 con AUC $0,975 \pm 0,007$; $p < 0,0001$.

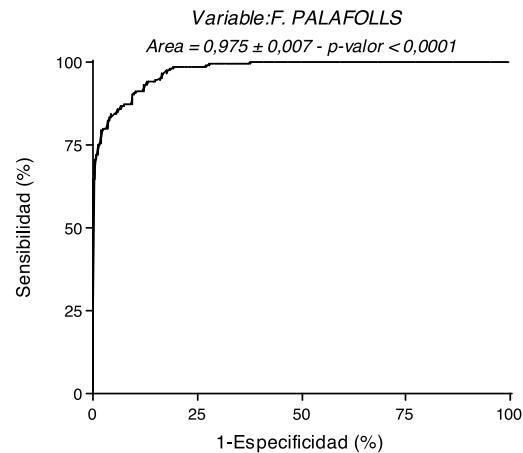


Figura 7 Hombres. Curva ROC.

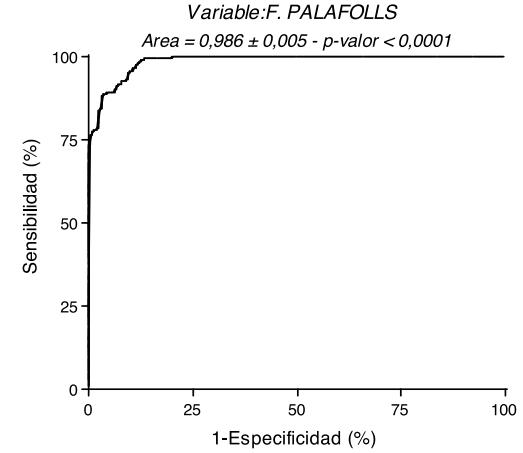


Figura 8 Mujeres. Curva ROC.

En el grupo de mujeres se obtuvo sensibilidad 98%, especificidad 100%, VPP 100%, VPN 75%, los puntos de corte siguientes: < 34% normal, entre 34,1% a 36,5% sobrepeso y > 36,5% obesidad. La figura 8 muestra la curva ROC con área bajo la curva (AUC) $0,986 \pm 0,005$, $p < 0,0001$ (fig. 8).

Discusión

La FP, comparada con la fórmula CUN-BAE, en ambos sexos, demuestra en sus valores descriptivos poblacionales ausencia de diferencia significativa, con valores de $p > 0,05$. Las características de los valores de ambas presentan, según los gráficos QQ utilizados, una distribución fuera de la normal, lo que hace necesario el uso de la mediana con los IQR para su estudio, logrando el valor de Wilcoxon una diferencia no significativa. La correlación numérica obtiene un valor alto de Pearson, con una variable explicada también de valor muy alto, lo que establece una gran relación entre los valores obtenidos por ambas fórmulas, y en este caso la comparativa sí evidencia una significación estadística positiva. El diagrama de dispersión dibuja esta relación estrecha entre los valores de ambas fórmulas.

La correlación de fórmula CUN-BAE y FP con el IMC, devuelve valores muy próximos a 1, con significación estadística. Si bien ambas fórmulas cuentan dentro de su expresión

matemática con el IMC, se evidencia mayor aproximación a 1 en la FP que en CUN-BAE, como se puede ver en los valores de correlación de Pearson.

En el caso de la correlación numérica establecida entre PA, CUN BAE, FP se demuestra un valor alto, siendo la diferencia estadística no significativa entre las 2 fórmulas. En igual dirección la alta correlación establecida entre el porcentaje graso corporal y el PA marca una relación directa positiva de ambos conceptos.

La medición del EA y ER de las fórmulas comparando las medias de ambos grupos demuestra valores sin diferencia significativa.

El estudio de la sensibilidad y especificidad obtiene valores de importancia con los puntos de corte modificados a fines de clasificación entre normalidad, sobrepeso y obesidad, expresados en gráfica ROC con AUC con resultados eficientes para la finalidad.

La medición de la composición grasa del peso corporal constituye un paso más en el estudio de la población asistida, y no solo constituye la evaluación del estado ponderal, sino que también nos permite inferir la condición metabólica poblacional e individual. Esta afirmación es respaldada por la acumulación de pruebas de la actividad del tejido adiposo desde el punto de vista endocrinológico, con la producción de un conjunto de sustancias que ejercen efectos al nivel del endotelio vascular y de la inflamación sistémica, que agregado a los efectos a nivel periférico, como disminución de la acción insulínica en el hígado y el músculo, son el puente directo con las restantes enfermedades cardiovasculares.

La composición de estas fórmulas basadas en el IMC y PA, 2 medidas antropomórficas relacionas con el riesgo cardiovascular, incrementa sus posibilidades de desarrollo tendiente a detectar implicaciones directas con elementos como la resistencia insulinica periférica.

Su simplicidad matemática hacen su cálculo fácil con la aportación de solo 3 datos, peso, talla y perímetro abdominal, que permite calcular en pocos segundos sus resultados y poder en tiempo y forma lograr una visión global de las necesidades particulares de cada paciente, con la posibilidad de un seguimiento evolutivo, que dibuje una curva de progreso o su inversa a mediano y largo plazo.

La necesaria agilidad de la consulta de atención primaria, por las características asistenciales de estos servicios médicos, dota a estas fórmulas de una aplicabilidad en el contexto de la consulta diaria.

En cuanto a la muestra poblacional incluida, sus valores descriptivos demuestran un gran margen de edad y una media localizada en la adultez en ambos sexos. El IMC posiciona a la población en una media que según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud se localiza en el margen de sobrepeso, lo que guarda relación con la tendencia marcada de los datos mundiales en cuanto a la prevalencia de esta condición ponderal poblacional. La media y la desviación estándar del perímetro abdominal supera los puntos de corte implicados con riesgo cardiovascular y resistencia insulinica periférica.

Conclusiones

La evidencia obtenida con esta fórmula propuesta, y la ausencia de diferencia significativa desde el punto de vista

estadístico con los resultados de una fórmula como CUN-BAE, diseñada en un amplio grupo poblacional español, hace que nuestra propuesta sea posible para el cálculo aproximado del porcentaje de composición de grasa corporal. El estudio del rendimiento diagnóstico referido a puntos de corte modificados para la clasificación entre normalidad, sobrepeso y obesidad reafirma este concepto. Su cálculo es simple y sencillo, con implicación de medidas antropomórficas muy comunes en su uso en los servicios de atención primaria, lo que la habilita aún más para su práctica.

Nuestra fórmula, al utilizar no solo el IMC sino también el PA, medidas con amplias implicaciones, no solo con el riesgo cardiovascular sino con enfermedades infecciosas como gripe²², nos hace ser optimistas en la continuidad del estudio de los riesgos estimados en la clasificación poblacional.

Limitaciones

1. Nuestro trabajo se compara únicamente con la fórmula CUN-BAE, no con otras fórmulas estimativas publicadas, lo que abre la posibilidad de la continuidad del trabajo.
2. Nuestra muestra poblacional no se puede comparar con la incluida en el estudio de validación de CUN BAE, que cuenta con más de 6.000 participantes.
3. Nuestro trabajo no pudo, por razones de infraestructura, realizar la comparación con métodos directos de medición de grasa corporal, pero al igual que en el punto 1 nos deja la posibilidad de la continuidad del trabajo en esa dirección.
4. Los pacientes incluidos en la muestra poblacional solicitaron asistencia sanitaria, por lo que puede generar un sesgo de inclusión, ya que pacientes con exceso de grasa corporal tienen mayor necesidad de uso asistencial.
5. La mayoría de los pacientes incluidos fueron caucásicos, por lo que la extensión a otras etnias se debería estudiar con mayor profundidad.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos ausencia de conflicto de intereses de forma total en la realización del presente trabajo.

Agradecimientos

Los autores agradecemos las aportaciones realizadas por Alicia Mulasano Meineri.

Bibliografía

1. James PT, Leach R, Kalamara E, Shayeghi M. The worldwide obesity epidemic. *Obes Res.* 2001;9 Suppl:S228-33.
2. Aranceta J, Perez-Rodrigo C, Serra-Majem L, Ribas Barba L, Quiles-Izquierdo J, Vioque J, et al. Prevalence of obesity in Spain: Results of the SEEDO 2000 study. *Med Clin (Barc).* 2003;120:608-12.
3. Grau M, Elosua R, de Cabrera LA, Guembe MJ, Baena Diez JM, Vega AT, et al. Factores de riesgo cardiovascular en España en la primera década del siglo XXI: análisis agrupado con datos individuales de 11 estudios de base poblacional, estudio DARIOS. *Rev Esp Cardiol.* 2011;64:295-304.

4. Cordero A, Leon M, Andres E, Ordoñez B, Laclaustra M, Grima A, et al. Gender differences in obesity related cardiovascular risk factors in Spain. *Prev Med.* 2009;48:134–9.
5. Medrano MJ, Pastor-Barriuso R, Boix R, del Barrio JL, Damian J, Alvarez R, et al. Riesgo coronario atribuible a los factores de riesgo cardiovascular en población española. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:1250–6.
6. Iwashima Y, Katysuya T, Ishikawa K, Ouchi N, Ohishi M, Sugimoto K, et al. Hypoadiponectinemia is an independent risk factor for hypertension. *Hypertension.* 2004;43:1318–23.
7. Maahs DM, Ogden LG, Kinney GL, Wadwa P, Snell-Bergeon JK, Dabelea D, et al. Low plasma adiponectin levels predict progression of coronary calcification. *Circulation.* 2005;111:747–53.
8. Fruhbeck G, Gomez-Ambrosi J, Muruzabal FJ, Burrell MA. The adipocyte: A model for integration of endocrine and metabolic signaling in energy metabolism regulation. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001;280:340–57.
9. Klein S, Fontana L, Young VL, Coggan AR, Kilo C, Patterson BW, et al. Absence of an effect of liposuction on insulin action and risk factor for coronary heart disease. *N Engl J Med.* 2004;350:2549–57.
10. Gerald M, Reaven GM, Lithell H, Landberg L. Hypertension and associated metabolic abnormalities, the role of insulin resistance and the sympathoadrenal system. *N Engl J Med.* 1996;334:374–81.
11. McLaughlin T, Abbasi F, Cheal K, Chu J, Lamendola C, Reaven G. Use of metabolic markers to identify overweight individuals who are insulin resistant. *Ann Intern Med.* 2003;139:802–9.
12. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): Case-control Study. *Lancet.* 2004;364:937–52.
13. Pischon T, Boeing H, Hoffmann K, Bergmann M, Schulze MB, Overvad K, et al. General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. *N Engl J Med.* 2008;359:2105–20.
14. Murphy NF, Macintyre K, Stewart S, Hart CL, Hole D, McMurray JJ. Long-term cardiovascular consequences of obesity: 20-year follow-up of more than 15,000 middle-aged men and women (the Renfrew-Paisley study). *Eur Heart J.* 2006;27:96–106.
15. Wong CY, O'Moore-Sullivan T, Rodel-Leano BS, Hukins C, Carly-Jenkins C, Marwick TH. Association of subclinical right ventricular dysfunction with obesity. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:611–6.
16. Gómez Ambrosi J, Silva C, Galofré JC, Escalada J, Santos S, Millán D, et al. Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. *Int J Obesity.* 2012;36:286–94. <http://dx.doi.org/10.1038/ijo2011.100>.
17. Zapatero-Gaviria A, Barba-Mártin R, Canora-Lebrato J, Losa-García JE, Plaza-Canteli S, Marco-Martínez J. Mortalidad en los servicios de medicina interna. *Med Clin (Barc).* 2010;134:6–12.
18. Fields DA, Wilson LB, Gladden GR, Hunter DD, Pascoe D, Goran MI. Comparison of the BOD POD with the four-compartment model in adult females. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1605–10.
19. Fields DA, Hunter GR, Goran MI. Validation of the BOD POD with hydrostatic weighing: Influence of body clothing. *Int J Obes.* 2000;24:200–5.
20. Zubiaga Toro L, Ruiz-Tovar Polo J, Díez-Tabernilla M, Giner Bernal L, Arroyo Sebastián A, Calpena Rico R. Fórmula CUN-BAE y factores bioquímicos como marcadores predictivos de obesidad y enfermedad cardiovascular en pacientes pre y post gastrectomía vertical. *Nutr Hosp.* 2014;30:281–6. DOI: Org/10.3305/nh.2014.30.2.7581.
21. Martín V, Dávila-Batista V, Castilla J, Godoy P, Delgado-Rodríguez M, Soldevila N, et al. Comparison of body mass index (BMI) with the CUN-BAE body adiposity estimator in the prediction of hypertension and type 2 diabetes. *BMC Public Health.* 2016;16:82. <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-016-2728-3>.
22. Dávila-Batista V, Carriedo D, Díez F, Pueyo Bastida A, Martínez Durán B, Martín V, y Grupo de trabajo del Proyecto CIBERESP de casos y controles sobre Gripe Pandémica (España). Estimaciones de la fracción atribuible poblacional debida a la obesidad en los ingresos hospitalarios por gripe valorada según el índice de masa corporal (IMC) y el CUN-BAE. *Semergen.* 2018;44:100–6.