



Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

INVESTIGACIÓN – **versión post-print**

Esta es la versión aceptada. El artículo puede recibir modificaciones de estilo y de formato.

Prevalencia de obesidad de acuerdo a tres índices antropométricos en una muestra representativa de la Comunidad Valenciana **Obesity prevalence according to three anthropometric indexes in a representative sample of Valencian Community**

Laura Torres-Collado^{a,b}, Manuela García de la Hera^{a,b,c*}, Eva Maria Navarrete-Muñoz^{a,b,c}, Sandra González-Palacios^{a,b,c}, Alejandro Oncina-Cánovas^{a,b}, Jesús Vioque^{a,b,c}.

^a Departamento de Salud Pública, Historia de la Ciencia y Ginecología, Universidad Miguel Hernández. Alicante, España.

^b Instituto de Salud e Investigación Biomédica (ISABIAL). Alicante, España.

^c Centro de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), Instituto de Salud Carlos III. Madrid, España.

* manoli@umh.es

Recibido: 02/12/2017; Aceptado: 22/10/2018; Publicado: 22/12/2018

CITA: Torres-Collado L, García de la Hera M, Navarrete-Muñoz EM, González-Palacios S, Oncina-Cánovas A, Vioque J. Prevalencia de obesidad de acuerdo a tres índices antropométricos en una muestra representativa de la Comunidad Valenciana. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2018; 22(4). doi: 10.14306/renhyd.22.4.527 [ahead of print]

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

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

RESUMEN

Introducción: La obesidad es un problema de salud pública que afecta y que ha aumentado rápidamente en la última década en un gran número de países en el mundo. Además, es un factor de riesgo importante en la enfermedad cardiovascular y se ha mostrado como un posible factor de riesgo en la mortalidad especialmente por enfermedades crónicas. **Objetivo:** Determinar la prevalencia de obesidad de acuerdo a tres índices antropométricos como el Índice de Masa Corporal (IMC), la Circunferencia de Cintura (CC) y el porcentaje de Grasa Corporal (% GC) medido por impedancia bioeléctrica y estimar los índices de validez y exactitud para definir obesidad según IMC y CC, usando como referencia el % GC. **Material y métodos:** Estudio transversal que incluye a 141 participantes de la Encuesta de Nutrición de Comunidad Valenciana realizada en 1994 que fueron evaluados de nuevo 10 años después. Se realizaron mediciones antropométricas usando protocolos estandarizados para peso y talla, obteniendo IMC, CC y % GC. Los puntos de corte utilizados para definir obesidad fueron: $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$, $CC > 102 \text{ cm}$ en hombres y $> 88 \text{ cm}$ en mujeres, y un $\% GC > 27$ para hombres y > 40 en mujeres. Se estimaron coeficientes de correlación ajustados por edad entre los distintos indicadores antropométricos. Se estimó la sensibilidad, especificidad y valores predictivos para IMC y CC utilizando % GC como referencia. **Resultados:** La prevalencia de obesidad fue 19,9% (IMC), 37,6% (CC) y 38,3% (%GC). La correlación osciló entre 0,232 para CC-% GC y 0,829 para IMC-CC. Utilizando el % GC como método de referencia, el IMC mostró mayor especificidad (en mujeres 92,6% y en hombres 93,9%) y la CC mayor sensibilidad (en mujeres 83,3% y en hombres 53,7%) para detectar obesidad. **Conclusiones:** La prevalencia de obesidad difiere según el indicador antropométrico utilizado. La CC, dada su fácil medición, puede ser el indicador más apropiado a utilizar en estudios de base poblacional y programas preventivos para detectar obesidad en adultos.

Palabras clave: Obesidad; Adultos; Índice de Masa Corporal; Circunferencia cintura.

ABSTRACT

Introduction: Obesity is a public health problem that affects and has increased rapidly in the last decade in a large number of countries in the world. Moreover, it is an important cardiovascular risk factor and has been shown to be a possible risk factor in mortality, specially due to chronic disease. **Objective:** To determine the prevalence of obesity according to three anthropometric indexes: Body Mass Index (BMI), waist circumference (WC) and body fat percentage (% BF) measured by bioelectrical impedance and to estimate the validity and accuracy of BMI and WC indexes to define obesity using % BF as reference method. **Material and methods:** We carried out a cross-sectional study that included 141 participants from the Nutrition Survey of Comunidad de Valencia conducted in 1994, who were evaluated again 10 years later. Anthropometric measurements were made with standardized protocols for weight and height obtaining BMI, CC and % GC. We classified the participants as obese (yes/no) using the following cut-off points of BMI ≥ 30 kg/m², WC > 102 cm in men and > 88 cm in women, and % BF > 27 for men and 40 in women. Correlation coefficients between anthropometric indexes adjusting by age were obtained. Sensitivity, specificity and predictive values were estimated for BMI and WC using % BF as reference. **Results:** The prevalence of obesity was 19.9%, 37.6 and 38.3% using BMI, WC and % BF respectively. The correlation coefficients ranged from 0.232 for WC-% BF and 0.829 for BMI-WC. Using the % BF as reference, the BMI showed greater specificity (92,6% in women and 93,9% in men) and WC greater sensitivity (83,3% in women and 53,7% in men) to detect obesity. **Conclusions:** The prevalence of obesity differs according to the anthropometric index used. WC, given its easy measurement may be the most appropriate indicator to be used in population-based studies and preventive programs to detect obesity in adults.

Keywords: Obesity; Adult; Body Mass Index; Waist circumference.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la obesidad se ha convertido en un problema de salud pública importante debido especialmente al aumento de su prevalencia tanto en España como a nivel mundial (1,2). La Organización Mundial de la Salud (OMS), estimó que en 2016, más de 1.900 millones de adultos presentaban un exceso de peso (sobrepeso y obesidad) y que de éstos, 650 millones eran obesos (3). Es bien conocido que la obesidad es uno de los principales factores de riesgo relacionados con el aumento de la mortalidad total y cardiovascular, así como la morbilidad por diabetes, enfermedades cardiovasculares y cáncer, siendo la causante de casi 3 millones de muertes cada año en todo el mundo (4–6).

El Índice de Masa Corporal (IMC) es el método más extendido para determinar la prevalencia de obesidad. Sin embargo, en los últimos años se ha señalado que este indicador puede no ser adecuado para medir la distribución de la grasa, ya que no permite distinguir entre grasa periférica y grasa abdominal, esta última fuertemente relacionada con una mayor mortalidad (7,8). En cambio, son varios los métodos alternativos o complementarios al IMC referenciados en la literatura para determinar la prevalencia de obesidad teniendo en cuenta la concentración de tejido adiposo como por ejemplo la absorciometría por rayos X, la resonancia magnética, la topografía computarizada, el porcentaje de grasa corporal (% GC) medido por impedancia bioeléctrica, la circunferencia de cintura (CC), así como otras técnicas más complejas (8–10).

Los indicadores más utilizados en estudios poblacionales por su fácil aplicación y por ser más económicos son IMC, CC y el % GC (8–10). Sin embargo, no son muchos los estudios poblacionales que combinen los tres indicadores para determinar obesidad. Por ello, el objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia de obesidad usando el IMC, la CC y el % GC así como estimar los índices de validez y exactitud para la definición de obesidad según IMC y CC, usando como referencia el % GC en población adulta de la Comunidad Valenciana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población

Estudio transversal con 206 individuos (89 hombres y 117 mujeres) con edades comprendidas entre 25 y 81 años que fueron contactados 10 años después de realizar la Encuesta de Nutrición y Salud de la Comunidad Valenciana en 1994. Los detalles de la metodología de este estudio han sido previamente publicados (11,12). De los 206 individuos, 141 participantes (63 hombres y 78 mujeres) tenían información completa para las variables sociodemográficas y las variables antropométricas de interés. La entrevista y las mediciones antropométricas fueron realizadas por encuestadores profesionales, formados previamente en cursos de "Auxiliares de Investigación de Salud Pública" llevados a cabo en el Instituto Valenciano de Estudios en Salud Pública, los cuales realizaron las mediciones usando un protocolo estandarizado. El comité ético del Hospital de San Juan y de la Universidad Miguel Hernández, Alicante (España), aprobó la realización del estudio. Todos los participantes fueron informados previamente de los objetivos del estudio y firmaron el consentimiento informado por escrito previamente a la entrevista.

Variables de estudio

Se tomaron mediciones antropométricas directas según protocolo estandarizado para CC, % GC y peso, talla, con las que se pudo obtener el IMC. Además se recogió entre otras variables información sobre variables sociodemográficas como edad y sexo (hombre, mujer).

El IMC se calculó con el peso (en kilogramos) dividido entre la talla (en metros) al cuadrado. La determinación del peso corporal se realizó con balanzas de baño electrónicas (Tefal "TOP-LINE"), de lectura digital que tenían una capacidad máxima de 130 kg y una precisión de 100 gramos, con los participantes en bipedestación, con ropa ligera y sin objetos en los bolsillos. La medición de la talla se realizó con los sujetos descalzos y en bipedestación, utilizándose cintas métricas flexibles e inextensibles.

La CC se realizó con los sujetos en bipedestación, con una cinta métrica flexible (SECA), se tomó la medida en el punto medio entre la 12ª costilla y la cresta ilíaca. Durante la realización de todas las mediciones antropométricas, los sujetos vestían con ropa ligera.

El % GC se obtuvo mediante impedancia bioeléctrica con un equipo portátil (OMRON BF306) con una precisión de 4,1%. Éste realiza el cálculo mediante una fórmula que incluye 5 factores: resistencia eléctrica, altura, peso, edad y sexo. La medida se tomó con los participantes en bipedestación, con los brazos extendidos formando un ángulo recto respecto al cuerpo, situando

el impedanciómetro bioeléctrico entre ambas manos, esperando aproximadamente 30 segundos en esta posición para obtener un valor correcto.

En todos los participantes se realizaron dos mediciones y cuando no fueron coincidentes, se procedió a una tercera medición.

Los puntos de corte tomados para definir la obesidad fueron $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ para ambos sexos, $CC \geq 102 \text{ cm}$ en hombres y $CC \geq 88 \text{ cm}$ en mujeres y un $\% GC > 27$ para hombres y > 40 en mujeres (13,14).

Análisis Estadístico

Para la realización de los análisis estadísticos se utilizó el software R.3.0.2 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; <http://www.r-project.org>). Se realizó un análisis descriptivo de las variables antropométricas determinando la prevalencia de obesidad con los tres indicadores. Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson ajustados por edad entre los distintos indicadores. Se estimó la exactitud y la validez del IMC y CC para determinar obesidad utilizando como método de referencia el $\% GC$.

RESULTADOS

Un total de 141 participantes con edades comprendidas entre 25 y 81 años participaron en el estudio, la edad media fue de 48 años, y el 55,3% de los participantes fueron mujeres. La mayor prevalencia de obesidad fue mostrada por el % GC (38,3%), seguido de la CC (37,6%) y el IMC (19,9%). Al distinguir por sexo se observó una mayor prevalencia de obesidad en hombres con el % GC (47,6%) y en mujeres para la CC (42,3%). En ambos casos la menor prevalencia se encontró con el IMC (Tabla 1).

Tabla 1. Prevalencia de obesidad de acuerdo a tres indicadores antropométricos utilizados para el total de la población y diferenciando por sexo en adultos de la Comunidad Valenciana, 2004. (N=141).

	Total (N=141)		Hombres (N=63)		Mujeres (N=78)	
	%	N	%	N	%	N
IMC	19,9	28	15,9	10	23,1	18
% GC	38,3	54	47,6	30	30,8	24
CC	37,6	53	31,8	20	42,3	33

Abreviaturas: Índice de Masa Corporal (IMC), Porcentaje de grasa corporal (% GC); Circunferencia de Cintura (CC).

Puntos de corte para, IMC ≥ 30 kg/m², CC ≥ 102 cm en hombres y ≥ 88 cm en mujeres, % GC > 27 para hombres y $> 40\%$ en mujeres.

En cuanto a los coeficientes de correlación (Tabla 2), la correlación más alta para el total de individuos y diferenciando por hombres y mujeres se encontró entre IMC y CC, siendo ligeramente superior para las mujeres (0,914 vs 0,860, respectivamente para mujeres vs hombres). La correlación más baja en hombres se observó entre IMC y % GC en ($r=0,708$) y en el caso de las mujeres, entre CC y % GC ($r=0,617$).

Tabla 2. Coeficientes de correlación parcial* entre los indicadores antropométricos (IMC, CC y % GC) en adultos de la Comunidad Valenciana, 2004. (N=141).

	Total	Hombres	Mujeres
	(N=141)	(N=63)	(N=78)
IMC - CC	0,829	0,860	0,914
IMC - % GC	0,513	0,708	0,666
CC - % GC	0,232	0,749	0,617

Abreviaciones. IMC, Índice de Masa Corporal; CC, Circunferencia Cintura; % GC, Porcentaje de grasa corporal.

p<0.01; * ajustados por edad.

Por último, utilizando el % GC como método de referencia, el IMC presenta una elevada especificidad tanto en hombres como en mujeres (93,9% y 92,6%, respectivamente). Sin embargo, presenta una baja sensibilidad especialmente en hombres (26,7%). La CC presenta una alta especificidad en hombres (90,9%) y una alta sensibilidad en las mujeres (83,3%). En cuanto a los valores predictivos, encontramos un mayor valor predictivo positivo en hombres tanto en CC (85,0%) como IMC (80,0%) en comparación a las mujeres. Sin embargo, las mujeres muestran un mayor valor predictivo negativo tanto para el IMC como para CC (83,3% y 91,1%, respectivamente) en comparación con los hombres. El IMC presenta un mayor valor predictivo positivo en mujeres (77,8%), respecto a la CC (60,6%) (Tabla 3).

Tabla 3. Precisión diagnóstica del Índice de Masa Corporal (IMC) y Circunferencia Cintura (CC) respecto al Porcentaje de Grasa Corporal (% GC) para detectar obesidad según sexo en adultos de la Comunidad Valenciana, 2004. (N=141).

Medidas antropométricas	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN
	%	%	%	%
<i>IMC $\geq 30 \text{ kg/m}^2$</i>				
Mujeres	58,3	92,6	77,8	83,3
Hombres	26,7	93,9	80,0	58,5
CC				
Mujeres $\geq 88 \text{ cm}$	83,3	75,9	60,6	91,1
Hombres $\geq 102 \text{ cm}$	56,7	90,9	85,0	69,8

Abreviaciones. IMC, Índice de Masa Corporal; CC, Circunferencia Cintura; VPN, valor predictivo negativo; VPP, valor predictivo positivo.

DISCUSION

La prevalencia de obesidad fue distinta según el indicador antropométrico utilizado, siendo la prevalencia más alta cuando se determinó usando el % GC, tanto para el total de los participantes como diferenciando por sexo. Los indicadores que presentaron una mayor correlación ajustando por la edad fueron para IMC-CC, mientras que la más baja fue mostrada para IMC-% GC. El IMC es un método más específico y la CC más sensible para ambos sexos al compararlo con el % GC.

En nuestro estudio, hemos observado que independientemente del sexo, la mayor prevalencia de obesidad se encuentra usando los indicadores de % CG o CC, resultados que van en la línea de los mostrados en estudios previos (15,16). Además, se observó que la prevalencia de obesidad es mayor en hombres con el % GC y en mujeres con la CC (17). Estos resultados podrían justificarse debido a las diferencias fisiológicas y de composición corporal entre ambos sexos (16,18). Por ello, el método utilizado para determinar la prevalencia de obesidad, así como la definición de los puntos de corte, debe recoger las posibles diferencias existentes por sexo (16,19) etnia (19) y edad (18).

Los resultados de este estudio muestran coeficientes de correlaciones más bajos entre el % GC-CC que para el % GC-IMC tanto para el total de la población como para mujeres, aunque es ligeramente superior para hombres. Estos resultados son similares a los mostrados en otros estudios, como el realizado en población del sur de China (16), así como el mostrado por la Encuesta de Nutrición y Salud Nacional realizada en población adulta representativa de Estados Unidos (20).

El IMC es un indicador de obesidad válido y aceptado a nivel mundial, y se usa en la mayoría de estudios epidemiológicos para evaluar la relación entre obesidad y salud. Sin embargo, este indicador no proporciona una medida directa de la grasa corporal, ni precisa la existencia de obesidad central, que es la que se asocia con un mayor riesgo cardiovascular y una mayor mortalidad (5,7,8). Por ello, algunos estudios han sugerido que la CC en combinación con el IMC puede ser un mejor indicador para evaluar la relación entre obesidad y salud (21). En este estudio, el IMC y la CC mostró una alta asociación para la población total y diferenciada por sexo. Esta correlación entre IMC-CC fue superior a la mostrada por los otros indicadores antropométricos explorados en este estudio, resultados similares a los que han sido mostrados en otros estudios previos (15,16,20). En la literatura no hay una evidencia concisa sobre qué variable es más relevante para estudiar la relación entre composición corporal y salud (18,22).

Mientras que hay estudios que muestran que el uso de cualquiera de los indicadores predice igual de bien resultados en salud (21,22), otros encuentran que el IMC o CC son mejores predictores de diabetes o de riesgo cardiovascular (22,23). Por lo que el uso de un indicador u otro dependerá del resultado en salud (obesidad, diabetes, cardiovascular) que pretendamos valorar.

Nuestros resultados, al igual que otro estudio previo llevado a cabo con 140 pacientes con insuficiencia cardiaca crónica, mostró que el IMC es el método más sensible y la CC el método más específico usando como método de referencia el % GC (24). Los hallazgos observados respaldan la creciente evidencia de que la CC puede servir como método de cribado para el sobrepeso y la obesidad (25,26). Por ello, utilizar la medición conjunta de la CC y el IMC podría ser más adecuado que la medición única del IMC (27), para la detección y la prevención de la obesidad y la grasa abdominal, ya que ambas herramientas son económicas y fáciles de medir.

La principal limitación de este estudio es al tamaño de la muestra, no obstante, es posiblemente el único estudio con población española que ha utilizado una muestra representativa de la población general, y no una muestra seleccionada como en otros estudios previos publicados (5,28). Además, el uso de entrevistadores entrenados y formados que realizaron la evaluación antropométrica, en lugar de que los participantes auto-reportaran las medidas, fortalece los resultados obtenidos. Por otra parte, el empleo de la impedancia bioeléctrica como método de referencia frente a técnicas más complejas de medición, podría considerarse una limitación. En primer lugar, aunque el modelo de impedancia bioeléctrica utilizado en este estudio no sea habitual en la práctica clínica, su uso en estudios epidemiológicos está ampliamente extendido (11,29). Por otra parte, este tipo de equipos miden el eje superior lo cual podría ser poco preciso para la detección de la distribución de grasa corporal total, sin embargo, estudios previos han mostrado su uso como medida de referencia habitual para comparar otros indicadores antropométricos en población adulta (30,31). Además, la impedancia bioeléctrica ha sido considerado un sistema viable de medición por su manejabilidad, su bajo coste y su alta correlación con el % GC medido por sistemas DEXA, BodPod, Tacar, entre otros (30,31).

CONCLUSIONES

Existen pocos estudios de comparación de estos tres indicadores para evaluar obesidad, especialmente en España. La prevalencia de obesidad diferirá según el indicador antropométrico usado tanto para el total de la población como diferenciado por sexo, por ello, el uso de uno u

otro indicador antropométrico debe seleccionarse en base al objetivo del estudio que se pretenda realizar. Aún así, este estudio puede concluir que el IMC junto a la CC son dos indicadores complementarios de gran utilidad para los estudios epidemiológicos de carácter poblacional, debido tanto a su alta correlación como a su alta sensibilidad (IMC vs % GC) y a su alta especificidad (CC vs % CG).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los participantes del estudio Obesigen y la Encuesta de Nutrición de la Comunidad Valenciana por su entusiasmo en la participación y colaboración en el estudio. A otras personas que participaron en la recogida de información y procesado de información: Joan Quiles-Izquierdo, Daniel Giménez Monzón y M Dolores Climent.

FINANCIACIÓN

El estudio Obesigen (seguimiento después de 10 años de los participantes de la Encuesta de Nutrición y Salud de la Comunidad Valenciana) recibió financiación del Ministerio Español de Sanidad (FIS 00-0985, Instituto Salud Carlos III RCESP C 03/09; CIBERESP de Epidemiología y Salud Pública), y la Generalitat Valenciana (CTGCA/2002/06; G03/136).

SGP recibió financiación de una beca PFIS y a LTC recibió financiación de beca FPU ambas del Gobierno de España. AOC recibió financiación del Fondo de Garantía Juvenil. Las fuentes de financiación no tuvieron ningún papel en el diseño, análisis o redacción de este artículo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

MGH, EMN, JV concibieron el estudio, MGH y JV fueron los responsables de la recogida de los datos. LTC y EMN interpretaron los datos. Todas las personas firmantes aportaron ideas, revisaron los borradores y aprobaron la versión final.

CONFLICTO DE INTERESES

Los/as autores/as declaran no tener conflictos de interés. Las autoras Manuela García de la Hera y Eva María Navarrete-Muñoz forman parte del comité editorial de la Revista Española de Nutrición Humana y Dietética, pero no han participado en el proceso editorial de este manuscrito.

REFERENCIAS

- (1) NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet*. 2016;387(10026):1377-96.
- (2) NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017;390(10113):2627-42.
- (3) World Health Organization. Obesity and overweight [Internet]. WHO. 2017 [citado 15 de noviembre de 2017]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- (4) Hruby A, Hu FB. The Epidemiology of Obesity: A Big Picture. *Pharmacoeconomics*. 2015;33(7):673-89.
- (5) Martínez-González MA, García-Arellano A, Toledo E, Bes-Rastrollo M, Bulló M, Corella D, et al. Obesity Indexes and Total Mortality among Elderly Subjects at High Cardiovascular Risk: The PREDIMED Study. *PLOS ONE*. 2014;9(7):e103246.
- (6) World Health Organization. 10 facts on obesity [Internet]. WHO. 2017 [citado 15 de noviembre de 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/en/>
- (7) Zaslavsky O, Rillamas Sun E, LaCroix AZ, Woods NF, Tinker LF, Zisberg A, et al. Association Between Anthropometric Measures and Long-Term Survival in Frail Older Women: Observations from the Women's Health Initiative Study. *J Am Geriatr Soc*. 2016;64(2):277-84.
- (8) Zhang Z, Deng J, He L, Ling W, Su Y, Chen Y. Comparison of Various Anthropometric and Body Fat Indices in Identifying Cardiometabolic Disturbances in Chinese Men and Women. *PLOS ONE*. 2013;8(8):e70893.
- (9) Wollner M, Paulo Roberto B-B, Alysson Roncally SC, Jurandir N, Edil LS. Accuracy of the WHO's body mass index cut-off points to measure gender- and age-specific obesity in middle-aged adults living in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *J Public Health Res*. 2017;6(2):904.

- (10) Li Y, Wang H, Wang K, Wang W, Dong F, Qian Y, et al. Optimal body fat percentage cut-off values for identifying cardiovascular risk factors in Mongolian and Han adults: a population-based cross-sectional study in Inner Mongolia, China. *BMJ Open*. 2017;7(4):e014675.
- (11) Quiles J, Vioque J. Prevalencia de la obesidad en la Comunidad Valenciana. *Med Clin*. 1998;110(8):319.
- (12) Vioque J, Weinbrenner T, Castelló A, Asensio L, Hera MG de la. Intake of Fruits and Vegetables in Relation to 10-year Weight Gain Among Spanish Adults. *Obesity*. 2008;16(3):664-70.
- (13) Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(3):694-701.
- (14) World Health Organization. Waist circumference and waist-hip ratio : report of a WHO expert consultation, Geneva, 8-11 December 2008 [Internet]. Geneva: Geneva : World Health Organization; 2011. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/44583>
- (15) Verma M, Rajput M, Sahoo SS, Kaur N, Rohilla R. Correlation between the percentage of body fat and surrogate indices of obesity among adult population in rural block of Haryana. *J Family Med Prim Care*. 2016;5(1):154-9.
- (16) Hu L, Huang X, You C, Li J, Hong K, Li P, et al. Prevalence of overweight, obesity, abdominal obesity and obesity-related risk factors in southern China. *PLoS ONE*. 2017;12(9):e0183934.
- (17) Lopez-Garcia E, van Dam RM, Li TY, Rodriguez-Artalejo F, Hu FB. The Relationship of Coffee Consumption with Total and Disease-Specific Mortality: a Cohort Study. *Ann Intern Med*. 2008;148(12):904-14.
- (18) Hübers M, Pourhassan M, Braun W, Geisler C, Müller MJ. Definition of new cut-offs of BMI and waist circumference based on body composition and insulin resistance: differences between children, adolescents and adults. *Obes Sci Pract*. 2017;3(3):272-81.
- (19) Cheong KC, Ghazali SM, Hock LK, Subenthiran S, Huey TC, Kuay LK, et al. The discriminative ability of waist circumference, body mass index and waist-to-hip ratio in identifying metabolic syndrome: Variations by age, sex and race. *Diabetes Metab Syndr*. 2015;9(2):74-8.

- (20) Flegal KM, Shepherd JA, Looker AC, Graubard BI, Borrud LG, Ogden CL, et al. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults. *Am J Clin Nutr.* 2009;89(2):500-8.
- (21) Carmienke S, Freitag MH, Pischon T, Schlattmann P, Fankhaenel T, Goebel H, et al. General and abdominal obesity parameters and their combination in relation to mortality: a systematic review and meta-regression analysis. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(6):573-85.
- (22) Song X, Jousilahti P, Stehouwer CDA, Söderberg S, Onat A, Laatikainen T, et al. Cardiovascular and all-cause mortality in relation to various anthropometric measures of obesity in Europeans. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2015;25(3):295-304.
- (23) Haghighatdoost F, Amini M, Feizi A, Iraj B. Are body mass index and waist circumference significant predictors of diabetes and prediabetes risk: Results from a population based cohort study. *World J Diabetes.* 2017;8(7):365-73.
- (24) Oreopoulos A, Fonarow GC, Ezekowitz JA, McAlister FA, Sharma AM, Kalantar-Zadeh K, et al. Do anthropometric indices accurately reflect directly measured body composition in men and women with chronic heart failure? *Congest Heart Fail.* 2011;17(2):90-2.
- (25) Janssen I, Katzmarzyk PT, Ross R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. *Am J Clin Nutr.* 2004;79(3):379-84.
- (26) Jacobsen BK, Aars NA. Changes in waist circumference and the prevalence of abdominal obesity during 1994-2008 - cross-sectional and longitudinal results from two surveys: the Tromsø Study. *BMC Obes.* 2016;3:41.
- (27) Walls HL, Stevenson CE, Mannan HR, Abdullah A, Reid CM, McNeil JJ, et al. Comparing trends in BMI and waist circumference. *Obesity (Silver Spring).* 2011;19(1):216-9.
- (28) López-Sobaler AM, Aparicio A, Aranceta-Bartrina J, Gil Á, González-Gross M, Serra-Majem L, et al. Overweight and General and Abdominal Obesity in a Representative Sample of Spanish Adults: Findings from the ANIBES Study. *Biomed Res Int.* 2016;2016:8341487.
- (29) Vioque J, Weinbrenner T, Asensio L, Castelló A, Young IS, Fletcher A. Plasma concentrations of carotenoids and vitamin C are better correlated with dietary intake in normal weight than overweight and obese elderly subjects. *Br J Nutr.* 2007;97(5):977-86.

- (30) Widen EM, Strain G, King WC, Yu W, Lin S, Goodpaster B, et al. Validity of bioelectrical impedance analysis for measuring changes in body water and percent fat after bariatric surgery. *Obes Surg*. 2014;24(6):847-54.
- (31) Ramírez Vélez R, Tordecilla Sanders A, Correa Bautista JE, González Ruíz K, González Jiménez E, Triana Reina HR, et al. Validation of multi-frequency bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry to measure body fat percentage in overweight/obese Colombian adults. *Am J Hum Biol*. 2018;30(1):e23071.