

ORIGINAL

Comparación de indicadores antropométricos como predictores del porcentaje de masa grasa en jóvenes y adultos mayores de Chile



Rossana Gómez-Campos^a, Rubén Vidal-Espinoza^b,
Luis Felipe Castelli Correia de Campos^c, José Sulla-Torres^d,
Wilbert Cossio-Bolaños^e, Miguel de Arruda^f, Camilo Urra Alborno^g
y Marco Cossio-Bolaños^{h,*}

^a Departamento de Diversidad e Inclusividad Educativa, Universidad Católica del Maule, Talca, Chile

^b Universidad Católica Silva Henríquez, Santiago, Chile

^c Universidad del Bío Bío, Chillán, Chile

^d Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú

^e Escuela de Posgrado, Segunda Especialidad de Estomatología, Universidad Privada San Juan Bautista, Lima, Perú

^f Universidad Estatal de Campinas, Sao Paulo, Brasil

^g Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile

^h Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad Católica de Maule, Talca, Chile

Recibido el 19 de octubre de 2020; aceptado el 26 de mayo de 2021

Disponible en Internet el 20 de julio de 2021

PALABRAS CLAVE

Indicadores
antropométricos;
Porcentaje de grasa;
Obesidad;
Adultos

Resumen

Objetivo: Verificar si el índice de masa triponderal (ITP) tiene una mayor precisión que el índice de masa corporal (IMC), circunferencia de cintura (CC) e índice cintura estatura (ICE) como predictores de obesidad en jóvenes y adultos mayores de una región de Chile.

Material y métodos: Se efectuó un estudio descriptivo transversal en 1.176 sujetos (565 hombres y 611 mujeres), adultos de la región del Maule (Chile). El rango de edad oscila desde los 20 hasta los 80 años. Se evaluó el porcentaje de masa grasa (%MG) por medio de la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). Se evaluó el peso, la estatura y la circunferencia de la cintura (CC). Se calculó el ITP, IMC e ICE.

Resultados: Las predicciones del %MG para el IMC fueron 0,47% para hombres y 0,50% para mujeres; para ITP fue de 0,50% para hombres y 0,51% para mujeres; para la CC fue de 0,28% para hombres y 0,21% para mujeres; y finalmente, para el ICE en hombres fue de 0,28% en hombres y 0,21% en mujeres. El área bajo la curva (AUC) para el IMC en hombres fue de 0,85 y mujeres de 0,85; para el ITP fue de 0,87 en hombres y 0,86 en mujeres; para la ICE en hombres fue de 0,76 y en mujeres de 0,72; y para la CC, el AUC en hombre fue de 0,72 y en mujeres fue de 0,71.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mcossio1972@hotmail.com (M. Cossio-Bolaños).

Conclusión: Se demostró que el ITP es el indicador que presentó mayor asociación con el %MG y estima los niveles de grasa corporal con mayor precisión que el IMC, CC e ICE. Los resultados sugieren su uso y aplicación como un indicador que discrimina la obesidad en adultos de edad joven, media y tardía.

© 2021 SEEN y SED. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Anthropometric indicators;
Fat percentage;
Obesity;
Adults

Comparison of anthropometric indicators as predictors of the percentage of fat mass in young people and older adults in Chile

Abstract

Objective: To verify whether tri-ponderal mass index (TMI) has a higher accuracy than body mass index (BMI), waist circumference (WC) and waist-to-height ratio (WHtR) as predictors of obesity in young people and older adults in a region of Chile.

Material and methods: A cross-sectional descriptive study was carried out in 1,176 adult subjects (565 men and 611 women) from the Maule region (Chile). The age range was from 20 to 80 years old. The percentage of fat mass (%FM) was evaluated by means of dual energy X-ray absorptiometry (DXA). Weight, height and WC were evaluated. TMI, BMI and WHtR were calculated.

Results: The predictions of %FM for BMI were 0.47% for men and 0.50% for women, for TMI it was 0.50% for men and 0.51% for women, for WC it was 0.28% for men and 0.21% for women, and finally, for the WHtR it was 0.28% in men and 0.21% in women. The area under the curve (AUC) for the BMI was 0.85 in both men and women, for the TMI, it was 0.87 in men and 0.86 in women, for the WHtR, in men it was 0.76 and in women it was 0.72, and for WC, the AUC in men was 0.72 and in women it was 0.71.

Conclusion: It was shown that TMI is the indicator that presented the greatest association with %FM and estimates body fat levels with greater precision than BMI, WC and WHtR. The results suggest its use and application as an indicator that discriminates obesity in young, middle and late-aged adults.

© 2021 SEEN y SED. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como acumulación de grasa anormal o excesiva que puede afectar la salud en general¹. En los últimos años, la prevalencia de obesidad en el mundo ha aumentado a proporciones epidémicas². Esto es una amenaza para los países desarrollados y en vías de desarrollo^{3,4}.

La obesidad es un gran problema de salud pública a nivel mundial, por lo que el exceso de grasa o tejido adiposo está fuertemente asociado con factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV), como hipertensión, diabetes mellitus y dislipidemia^{5,6}.

Actualmente se han desarrollado estimaciones alternativas que tienen que ver con el grosor de los pliegues cutáneos, análisis de bioimpedancia, absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) e índice antropométrico⁷⁻⁹ para evaluar el exceso de peso en niños, jóvenes y adultos. Estos indicadores son utilizados, por lo general, para caracterizar la obesidad en adultos y evaluar los riesgos asociados con el exceso de adiposidad corporal¹⁰ en diversas partes del mundo.

En el caso de los índices antropométricos, se han desarrollado y estudiado medidas de adiposidad en adultos, en los que se consideran la circunferencia de la cintura (CC),

el índice cintura-cadera (ICC), índice cintura-estatura (ICE), índice de masa corporal (IMC)^{6,11}, índice de adiposidad (IA)⁴, entre otros indicadores.

Si bien hasta donde se sabe, no existe un consenso sobre el indicador más útil y sencillo que permita evaluar la adiposidad corporal en adultos¹². Estas discrepancias abren nuevas posibilidades a los investigadores a nivel mundial para identificar y validar indicadores precisos y exactos acordes a las características socioeconómicas y culturales de cada país.

En ese contexto, Chile es un país con elevada prevalencia de obesidad 43%¹³, donde varios estudios utilizan por lo general el IMC, la CC, el ICE para evaluar el exceso de adiposidad corporal entre la población adulta¹⁴⁻¹⁷, inclusive el Ministerio de Salud en la encuesta nacional sugiere el uso del IMC para la evaluación nutricional de jóvenes y adultos¹³; sin embargo, el uso indiscriminado de estos indicadores podría ocasionar inconsistencias y discrepancias entre métodos, dado que es necesario identificar un índice antropométrico apropiado para clasificar de forma precisa y exacta el exceso de grasa corporal entre la población adulta de Chile.

Esta información es relevante, puesto que puede contribuir a una evaluación eficaz del riesgo de obesidad en la población adulta, así como puede orientar al manejo

adecuado y apropiado de estrategias y políticas preventivas en el país.

En consecuencia, recientemente varios estudios han utilizado el índice de masa triponderal (ITP) como un indicador más preciso para detectar el exceso de peso en niños, adolescentes y jóvenes¹⁸, puesto que la estatura elevada al cubo permite corregir las variaciones de edad, peso y los cambios de grasa corporal durante el crecimiento físico^{18,19}; sin embargo, hasta donde se sabe, no se han efectuado estudios en la población adulta de Chile, en los que hayan investigado la aplicabilidad el ITP en otras etapas de la vida.

Por consiguiente, esta investigación parte de la premisa de que si el ITP se utiliza durante la etapa del crecimiento físico, debido a las diferencias de edad, peso y estatura, entonces es probable que durante la juventud, adultez y la tercera edad, podría ser aplicable, dada su capacidad de maximizar la precisión, en la detección de obesidad debido a cambios significativos en la composición corporal^{20,21} y disminución de la estatura²² conforme la edad avanza.

Por lo tanto, este estudio se propuso como objetivo verificar si el ITP tiene una mayor precisión que el IMC, la CC y el ICE como predictores de obesidad en jóvenes y adultos mayores de una región de Chile; para tal efecto, se utilizó la DXA como método de criterio.

Métodos

Tipo de estudio y muestra

Se efectuó un estudio descriptivo transversal en 1.176 adultos (565 hombres y 611 mujeres) de la región del Maule (Chile). El rango de edad oscila desde los 20 hasta los 80 años. Los sujetos fueron reclutados de forma voluntaria de universidades (públicas y privadas), así como adultos jóvenes y mayores de nacionalidad chilena que participaban de los programas sociales del Municipio de Talca (Chile). La selección de la muestra fue no probabilística.

El Maule es la séptima región de Chile, su capital es la ciudad de Talca, tiene cuatro provincias (Cauquenes, Curicó, Linares y Talca), está localizada a 230 km al sur de la capital (Santiago) y está a una altitud de 102 m sobre el nivel del mar.

El índice de desarrollo humano (IDH) de Chile, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP)²³, destaca que para el 2018 fue de 0,847. La esperanza de vida es de 80 años. En la región del Maule el IDH fue de 0,872.

Todos los sujetos antes de ser evaluados recibieron información acerca del objetivo del estudio. Se les explicó el protocolo y fueron invitados para participar de la investigación en un laboratorio de la Universidad. Cada participante firmó el consentimiento informado, autorizando las evaluaciones antropométricas y de escaneo de DXA.

El protocolo se desarrolló de acuerdo a las indicaciones del Comité de Ética local (UA, 2015-16) y a la Declaración de Helsinki para seres humanos. Se incluyeron en el estudio a todos los sujetos que completaron las evaluaciones antropométricas, DXA y todos los que eran de nacionalidad chilena. Se excluyeron del estudio aquellos voluntarios que no mantuvieron un peso estable en los tres últimos meses, los extranjeros, los que físicamente no eran independientes

para transportarse (especialmente en los adultos mayores de 65 a 80 años), además fueron excluidos los que tenían algún tipo de prótesis y/o implantes metálicos y mujeres embarazadas.

Técnicas y procedimientos

Los datos como fecha de nacimiento, evaluación y sexo, fueron registrados en una ficha individual creada por el laboratorio. Las evaluaciones antropométricas y el escaneo por DXA se efectuaron durante los años 2015 a 2018 en horario de 8:30 a 13:00 h y de 15:00 a 18:00 h de lunes a viernes entre los meses de abril a junio y agosto a noviembre de cada año.

Las evaluaciones tuvieron una duración entre 12 a 15 min por sujeto y fueron realizadas en un laboratorio cerrado (20 a 24 °C) de la Universidad. Uno de los investigadores se encargó de las evaluaciones antropométricas y un segundo del escaneo de DXA. Ambos cuentan con amplia experiencia y fueron capacitados debidamente para estas actividades.

Las evaluaciones antropométricas del peso, estatura y circunferencia de la cintura se efectuaron de acuerdo con el protocolo estandarizado por Ross y Marfell-Jones²⁴. Se efectuó con la menor cantidad de ropa posible (*short*, camiseta y sin zapatos).

Para el peso corporal (kg), se utilizó una balanza electrónica (Tanita, Reino Unido), con una escala 0 a 150 kg, y con precisión de 100 g. La estatura de pie se evaluó utilizando un estadiómetro portátil (Seca GmbH & Co. KG, Hamburgo, Alemania), con una precisión de 0,1 mm, de acuerdo al plano de Frankfurt.

La circunferencia de la cintura (cm) se midió en el punto medio entre las costillas inferiores y la parte superior de la cresta ilíaca con una cinta métrica Seca de metal y graduada en milímetros con una precisión de 0,1 cm. Para verificar la confiabilidad de las medidas, se utilizó el error técnico de medida (ETM) de toda la muestra. Los valores del ETM% en las tres variables oscilaron entre 0,9 a 1,7%.

El porcentaje de masa grasa (%MG) de cuerpo total fue estimado por DXA, usando un equipo Lunar Prodigy (General Electric, Fairfield, CT), con *software* Encore 2006. El procedimiento consistió en escanear el cuerpo total (sin cabeza) para ambos sexos.

Las exploraciones se llevaron a cabo en un único laboratorio y densitómetro. Se extrajeron los valores % de masa grasa y masa grasa (kg). El procedimiento consistió en que los sujetos se deben acostar sobre la plataforma de exploración en posición supina con los brazos y piernas extendidas (en pronación). Los tobillos se sujetan junto a una cinta de velcro para asegurar el posicionamiento estándar.

Las evaluaciones estuvieron a cargo de un técnico con amplia experiencia. La calibración se realizó diariamente antes de escanear, siguiendo el procedimiento recomendado por el proveedor. Los valores de referencia para clasificar la obesidad considerados fueron > 35% en mujeres y > 25% en hombres²⁵. Para garantizar el ETM se seleccionó al 10% de la muestra (57 hombres y 61 mujeres), los que fueron escaneados dos veces. El ETM% osciló entre 2,1 a 2,5%.

Se calculó el IMC utilizando la fórmula: $IMC = \text{peso (kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (m)}$, el ITP = $\text{peso (kg)} / \text{estatura}^3 \text{ (m)}$ e ICE = $\text{circunferencia de cintura (cm)} / \text{estatura (cm)}$.

Los puntos de corte para determinar la categoría de obesidad fueron: para IMC: $> 30 \text{ kg/m}^2$ ², para ITP: $> 17 \text{ kg/m}^3$ ²; para la CC, según las recomendaciones de la guía clínica para la obesidad del Instituto Nacional de Salud de los EE.UU. (NIH), se consideró para hombres $> 102 \text{ cm}$ y mujeres $> 88 \text{ cm}$; y para el ICE $> 0,6$ ²⁶.

Estadística

La distribución normal de los datos se verificó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se analizó la estadística descriptiva de media aritmética, desviación estándar, frecuencias y rango. Fueron considerados tres grupos de edad para el análisis de los datos (20,0 a 30,9; 40,0 a 59,9 y 60,0 a 80,0 años). Las diferencias entre sexos fueron verificadas por medio de la prueba *t* para muestras independientes. Las diferencias entre los tres grupos de edades se verificaron por medio de Anova y Tukey. Las asociaciones entre IMC, ITP, CC, ICE y %MG se efectuaron por medio de regresión cuadrática (no hubo linealidad entre variables).

El área bajo la curva (AUC) *receiver operating characteristic* (ROC) se utilizó para determinar los puntos de corte óptimos para IMC, ITP, CC e ICE en relación con la definición de obesidad por DXA. Los puntos de corte se eligieron en función del índice de J-Youden más alto (sensibilidad + especificidad -1) por género. Para todos los casos, se adoptó $p < 0,05$ y los cálculos se efectuaron en planillas de Excel, SPSS 18.0 y en MedCalc 11.1.0.

Resultados

Las variables antropométricas, indicadores de adiposidad y %MG que caracterizan a la muestra estudiada se observan en la [tabla 1](#). Los hombres presentaron valores superiores de peso y estatura en relación con las mujeres ($p < 0,05$) en los tres rangos de edades, mientras que las mujeres reflejaron valores superiores de ITP y %MG en relación con los hombres ($p < 0,05$).

Por el contrario, tanto hombres, como mujeres presentaron similares edades e IMC en los tres grupos de edad ($p > 0,05$). En la CC, en el primer grupo de edades no hubo diferencias entre ambos sexos, mientras que en los dos siguientes (40-59 años y 60-80 años), los hombres presentaron valores más altos que las mujeres ($p < 0,05$). En el ICE no se observó diferencias entre ambos sexos en dos grupos de edades (20-39 años y 60-80 años), sin embargo, en el grupo de 40-59 años, los hombres mostraron valores superiores de ICE en relación con las mujeres ($p < 0,05$).

En cuanto a las comparaciones entre los tres grupos de edad, hubo diferencias tanto en hombres, como en mujeres en la edad, peso, estatura y CC ($p < 0,05$); sin embargo, en el IMC, ITP y %MG, los hombres y mujeres del grupo de edad de 20-39 años difieren de los otros grupos (40-59 y 60-80 años) ($p < 0,05$).

Los valores de R^2 del modelo cuadrático no lineal para cada índice antropométrico y sexo se observan en la [figura 1](#). Las predicciones del %MG para el IMC fueron 0,47% para hombres y 0,50% para mujeres; para el ITP fue de 0,50% para hombres y 0,51% para mujeres; para la CC fue de 0,28% para hombres y 0,21% para mujeres; y finalmente, para el ICE en hombres fue de 0,28% en hombres y 0,21% en mujeres. En

general, las mejores predicciones se observaron por el ITP para ambos sexos.

Las curvas ROC para IMC, ITP, CC e ICE se realizaron a partir de la muestra general para ambos sexos. Las comparaciones y el rendimiento se pueden observar en la [figura 2](#) y [tabla 2](#).

Por ejemplo, el AUC para el IMC en hombres fue de 0,85 (sensibilidad 65% y especificidad 94%) y en mujeres el AUC fue de 0,85 (sensibilidad 78,5% y especificidad 80,9%). Para el ITP, el AUC para hombres fue de 0,87 (sensibilidad 75,1% y especificidad 88,8%), mientras que en mujeres el AUC fue de 0,86 (sensibilidad 78% y especificidad 82,3%). Para el ICE, el AUC en hombre fue de 0,76 (sensibilidad 53% y especificidad 97,1%) y en mujeres fue de 0,72 (sensibilidad 56,5% y especificidad 85%). En la CC, el AUC en hombre fue de 0,72 (sensibilidad 57,4% y especificidad 92,3%) y en mujeres fue de 0,71 (sensibilidad 58,5% y especificidad 81,2%).

También en la [tabla 2](#) se muestran los puntos de corte específicos para cada indicador antropométrico, según sexo. En general, el mejor rendimiento se observa a partir de ITP para ambos sexos.

Discusión

Los resultados del estudio han evidenciado que el ITP presentó una mayor asociación con el método criterio del %MG en ambos sexos. El poder predictivo fue seguido por el IMC, mientras que la CC e ICE reflejaron valores explicativos muy inferiores ($R^2 = 28$ y 21%) en relación con el ITP.

También se verificó que el AUC y la sensibilidad y especificidad del ITP fueron superiores en relación con los demás índices antropométricos. Esto indica que este indicador puede contribuir a identificar el exceso de peso (obesidad) con mayor precisión en adultos chilenos desde los 20 a 80 años.

Estos resultados confirman la hipótesis propuesta en el estudio, puesto que el ITP demostró ser más preciso en relación con los indicadores como IMC, CC e ICE; aunque el IMC no deja de ser útil en este estudio, puesto que los resultados lo apoyan como una posible alternativa dentro de la evaluación antropométrica en jóvenes y adultos mayores de Chile.

Estos hallazgos son consistentes con algunos estudios que han sido desarrollados en muestras de niños y adolescentes^{8,18,27} y jóvenes adultos^{18,28,29}, los que destacan que el ITP puede ser considerado como una herramienta apropiada para la detección y clasificación de la obesidad; inclusive otras investigaciones efectuadas en lactantes han demostrado una elevada precisión para determinar la adiposidad corporal en relación con el IMC^{30,31}.

En ese sentido, las variaciones observadas en este estudio, tanto en la estatura (disminución de la estatura conforme la edad aumenta), como en el %MG (incremento de la masa grasa a medida que la edad avanza) ([tabla 1](#)), podrían explicar, en parte, la aplicabilidad del ITP a la población adulta chilena, puesto que la estatura elevada al cubo se fundamenta en que el volumen (peso) es proporcional a L^3 (estatura) y la relación V/L^3 es constante³², lo que permitió ajustar mejor las variaciones del peso dentro de un amplio rango de edades a lo largo de la etapa adulta,

Tabla 1 Indicadores antropométricos y % de masa grasa por rangos de edad y sexo de jóvenes y adultos mayores estudiados

Rango de edad	n	Edad (años)		Peso (kg)		Estatura (cm)		CC (cm)		IMC (kg/m ²)		ITP (kg/m ³)		ICE		Masa grasa (%)	
		X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE	X	DE
Hombres																	
20-39	358	24,27	4,00	77,74	12,17	173,36*	7,01	61,00	28,20	25,83	3,48	14,92	2,10	0,35	0,16	23,13	7,52
40-59	74	51,31	5,13	85,02	11,79*	169,65*	6,24*	89,78	23,34*	29,55	3,88*	17,45	2,49*	0,53	0,14*	30,35	5,59
60-80	83	71,00	6,59	80,09	12,4*, #	166,75*	6,39*, #	83,65	33,54*	28,73	3,62*	17,24	2,21*	0,50	0,2*	31,73	5,58
Total	515	35,69	18,68	79,17	12,39	171,76	7,25	68,33	30,71	26,83	3,87	15,66	2,45	0,40	0,18	25,55	7,89
Mujeres																	
20-39	308	25,83	5,88	65,41*	12,30	160,42	6,56	61,92	26,80	25,41	4,53	15,88*	3,07	0,39*	0,17	35,25*	6,59
40-59	142	51,42	5,67	70,17*	11,87 ^a	156,81	6,08 ^a	69,62*	29,75 ^a	28,55	4,69 ^a	18,26*	3,19 ^a	0,44*	0,19 ^a	39,79*	5,87 ^a
60-80	161	69,81	5,61	68,55*	11,29 ^a	152,18	6,57 ^{a, b}	73,81*	32,58 ^a	29,62	4,62 ^a	19,52*	3,27 ^{a, b}	0,49	0,22 ^{a, b}	42,00*	4,96 ^{a, b}
Total	611	53,12	19,32	68,07	11,84	155,60	7,34	69,47	30,77	28,19	4,94	18,20	3,54	0,45	0,20	39,59	6,34

X = media; DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal; ITP: índice triponderal; CC: circunferencia de cintura; ICE: índice cintura estatura;

* diferencia significativa en relación con las mujeres. Entre el grupo de los hombres,

+ diferencia significativa en relación con el grupo de 20-39;

diferencia significativa en relación con el grupo de 40-59 años. Entre el grupo de mujeres,

^a diferencia significativa en relación con el grupo de 20-39 años;

^b diferencia significativa en relación con el grupo de 40-59 años.

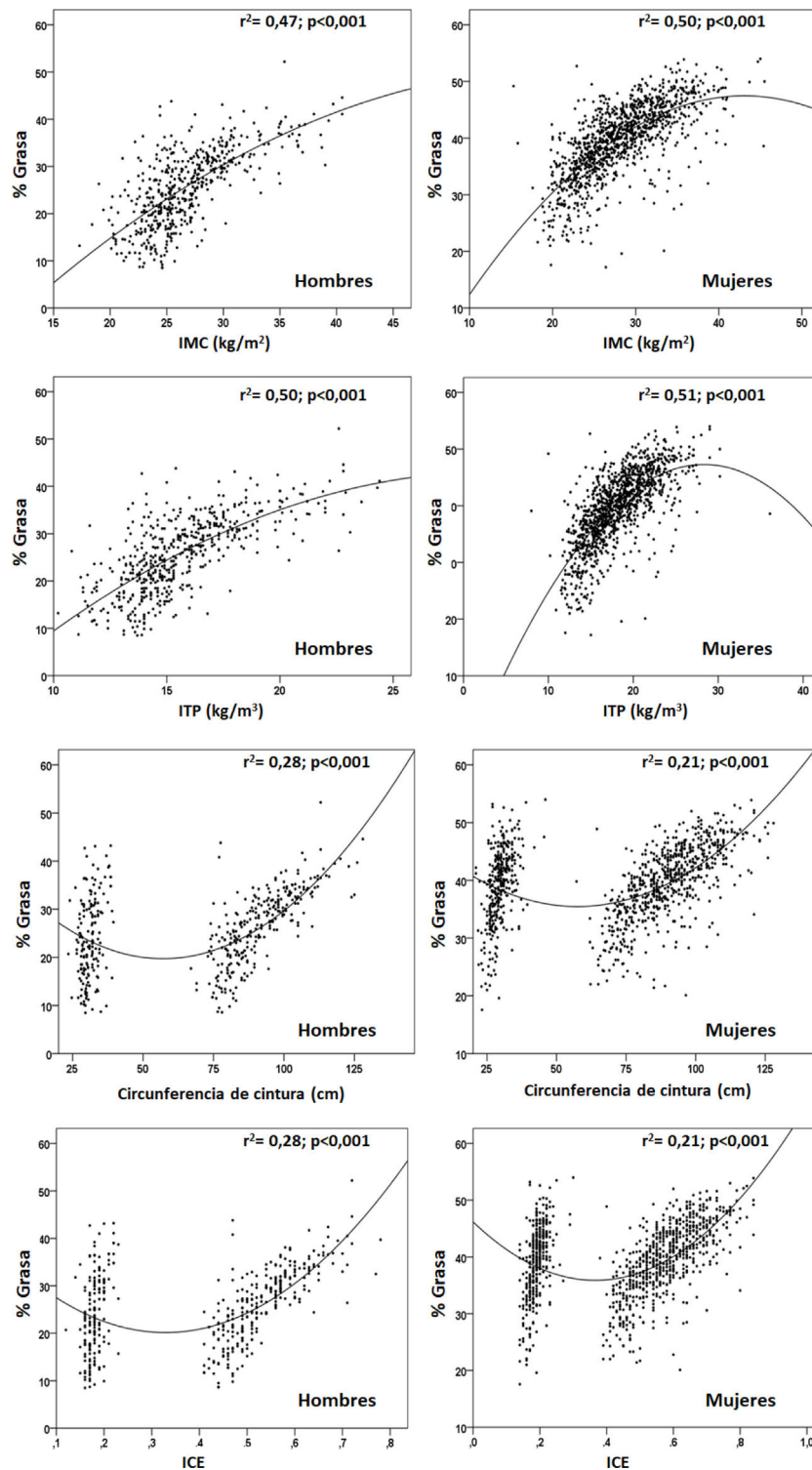


Figura 1 Regresión cuadrática para IMC, ITP, CC e ICE como predictores de %MG de ambos sexos. IMC: índice de masa corporal; ITP: Índice triponderal; CC: circunferencia de cintura; ICE: índice cintura estatura.

como lo demostró Peterson et al.¹⁸ investigando en niños, adolescentes y jóvenes adultos hasta los 28 años.

De hecho, un incremento desmesurado de los niveles de masa grasa desde la edad adulta joven hasta la edad adulta media y tardía (tercera edad), como se observó en este estudio, podría traer resultados adversos para la

salud. Por lo que durante estas etapas de la vida adulta es relevante mantener un peso adecuado para prevenir un amplio espectro de comorbilidades, como la diabetes mellitus tipo 2, la hipertensión, dislipidemia, enfermedad cardiovascular, enfermedad del hígado graso no alcohólico, disfunción reproductiva, anomalías respiratorias, afecciones

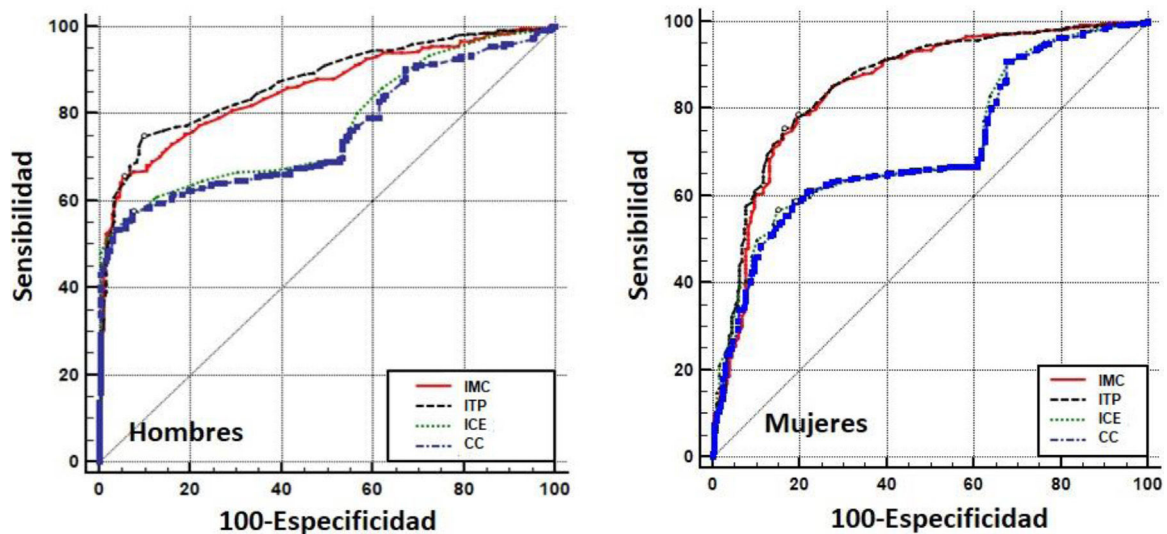


Figura 2 Curvas ROC para IMC, ITP, CC e ICE como indicadores de adiposidad corporal en jóvenes y adultos mayores de Chile. IMC: índice de masa corporal; ITP: Índice triponderal; CC: circunferencia de cintura; ICE: índice cintura estatura.

Tabla 2 Área bajo la curva, puntos de corte y sensibilidad y especificidad por rango de edad y sexo en jóvenes y adultos mayores estudiados

Parámetros	IMC (kg/m ²)	ITP (kg/m ³)	CC (cm)	ICE
Hombres				
AUC	0,85	0,87	0,75	0,76
IC 95%	0,82 a 0,88	0,84 a 0,89	0,71 a 0,79	0,73 a 0,81
Punto de corte	> 27,2	> 15,3	> 87,0	> 0,52
Valor p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
J-Youden				
Sensibilidad	65,60	75,18	57,43	53,01
Especificidad	93,99	88,84	92,79	97,12
Mujeres				
AUC	0,85	0,86	0,71	0,72
IC 95%	0,83 a 0,87	0,84 a 0,88	0,68 a 0,74	0,69 a 0,74
Punto de corte	> 25,6	> 16,3	> 79,6	> 0,51
Valor p	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
J-Youden	0,59	0,60	0,39	0,41
Sensibilidad	78,45	78,00	58,53	56,56
Especificidad	80,91	82,27	81,16	85,02

AUC: área bajo la curva; IC: intervalo de confianza; IMC: índice de masa corporal; ITP: índice de masa triponderal; CC: circunferencia de cintura; ICE: índice cintura estatura.

psiquiátricas, algunos tipos de cáncer³³ y muertes prematuras por obesidad³⁴.

Además, en un país como Chile, donde presenta elevada carga de obesidad a nivel mundial³⁵, el uso del ITP podría ser considerado como una herramienta útil para la definición del sobrepeso y obesidad de la población chilena. Esta herramienta podría ser esencial para la salud pública, para diseñar y monitorear programas de intervención³⁶.

De acuerdo con los resultados alcanzados, es necesario que futuros estudios propongan mediciones e índices antropométricos adicionales que ayuden a una mejor comprensión del estado nutricional de la población chilena, puesto que las prevalencias de delgadez y obesidad varían

ampliamente de un país a otro³⁷, por lo que cada región geográfica debe proponer indicadores antropométricos acordes a sus características sociales, económicas y culturales. Esta información puede ser útil para proponer en el futuro una referencia nacional desde el nacimiento hasta la senectud.

Los estudios en general, también deben preocuparse por investigar las potencias de escala específicos por edad y sexo, en cada una de las etapas de la vida, puesto que las leyes alométricas establecen que la forma es modificada necesariamente por el tamaño corporal³⁸, lo que puede jugar un papel relevante en la definición de obesidad.

Este estudio tiene algunas limitaciones que merecen ser reconocidas. No fue posible diseñar un muestreo probabilís-

tico, por lo que los resultados se limitan a la región del Maule (Chile), además no fue posible recabar información de los niveles de actividad física y hábitos de alimentación, pues esta información hubiera contribuido en interpretar mejor los resultados alcanzados, sin embargo, sin perjuicio de ello, este es el primer estudio realizado en Chile y Latinoamérica, en el que se abarcó a un rango amplio de edades (20 a 80 años) y se utilizó DXA como estándar de oro para comparar con los indicadores antropométricos.

Conclusión

En conclusión, este estudio demostró que el ITP es el indicador que presentó mayor asociación con la %MG y estima los niveles de grasa corporal con mayor precisión que el IMC, CC e ICE. Los resultados sugieren su uso y aplicación como un indicador que discrimina la obesidad en adultos de edad joven, media y tardía.

Financiación

Los autores agradecen al Proyecto Fondecyt Regular - ANID, 1141295.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- World Health Organization. Obesity and overweight. Geneva, Switz: World Health Organization; 2018 [Consultado 22 Ene 2018]. Disponible en www.wpro.who.int/mediacentre/factsheets/obesity/en/.
- WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser. 2000;894:1–253.
- Popkin BM, Adair LS, Ng SW. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr Rev*. 2012;70(1):3–21, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x>.
- Dhaliwal SS, Welborn TA, Goh LGH, Howat PA. Obesity as Assessed by Body Adiposity Index and Multivariable Cardiovascular Disease Risk. *PLoS One*. 2014;9(4):e94560, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0094560>.
- Guh DP, Zhang W, Bansback N, Amarsi Z, Birmingham CL, Anis AH. The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2009;9:88, doi:10.1186/1471-2458-9-88PMID.
- Lam BC, Koh GC, Chen C, Wong MT, Fallows SJ. Comparison of Body Mass Index (BMI), Body Adiposity Index (BAI), Waist Circumference (WC) Waist-To-Hip Ratio (WHR) and Waist-To-Height Ratio (WHtR) as predictors of cardiovascular disease risk factors in an adult population in Singapore. *PLoS One*. 2015;10(4):e0122985, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0122985>.
- Louer AL, Simon DN, Switkowski KM, Rifas-Shiman SL, Gillman MW, Oken E. Assessment of Child Anthropometry in a Large Epidemiologic Study. *J Vis Exp*. 2017;2(120):54895, <http://dx.doi.org/10.3791/54895>.
- De Lorenzo A, Romano L, Di Renzo L, Gualtieri P, Salimei C, Carrano E, et al. Triponderal mass index rather than body mass index: An indicator of high adiposity in Italian children and adolescents. *Nutrition*. 2019;60:41–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2018.09.007>.
- Ofenheimer A, Breyer-Kohansal R, Hartl S, Burghuber OC, Krach F, Schrott A, et al. Reference values of body composition parameters and visceral adipose tissue (VAT) by DXA in adults aged 18–81 years—results from the LEAD cohort. *Eur J Clin Nutr*. 2020;74:1181–91, <http://dx.doi.org/10.1038/s41430-020-0596-5>.
- Cornier MA, Despres JP, Davis N, Grossniklaus D, Klein S, Lamarche B, et al. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011;124:1996–2019, <http://dx.doi.org/10.1161/CIR.0b013e318233bc6a>.
- Gupta S, Kapoor S. Body Adiposity Index: Its Relevance and Validity in Assessing Body Fatness of Adults. *ISRN Obes*. 2014;2014, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/243294>. Article ID 243294.
- Goh LGH, Dhaliwal SS, Welborn TA, Lee AH, Della PR. Anthropometric measurements of general and central obesity and the prediction of cardiovascular disease risk in women: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2014;4:e004138, <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004138>.
- Departamento de Epidemiología/División de Planificación Sanitaria/Subsecretaría de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. Ministerio de Salud/Gobierno de Chile. 2017 [consultado 19 Ago 2020]. Disponible en <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17.PRIMEROS-RESULTADOS.pdf>.
- Villanueva B, Arteaga A, Maiz A, Cortés VA. Abdominal obesity is a common finding in normal and overweight subjects of Chile and is associated with increased frequency of cardiometabolic risk factors. *PLoS One*. 2018;13(3):e0194644, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0194644>.
- Vásquez F, Correa-Burrows P, Blanco E, Gahagan S, Burrows R. A waist-to-height ratio of 0.54 is a good predictor of metabolic syndrome in 16-year-old male and female adolescents. *Pediatr Res*. 2019;85(3):269–74, <http://dx.doi.org/10.1038/s41390-018-0257-8>.
- Petermann-Rocha F, Ulloa N, Martínez-Sanguinetti MA, Leiva AM, Martorell M, Villagrán M, et al. Is waist-to-height ratio a better predictor of hypertension and type 2 diabetes than body mass index and waist circumference in the Chilean population? *Nutrition*. 2020;79-80:110932, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2020.110932>.
- Fernández-Verdejo R, Moya-Osorio JL, Fuentes-López E, Galgani JE. Metabolic health and its association with lifestyle habits according to nutritional status in Chile: A cross-sectional study from the National Health Survey 2016-2017. *PLoS One*. 2020;15(7):e0236451, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0236451>.
- Peterson CM, Su H, Thomas DM, Heo M, Golnabi AH, Pietrobelli A, et al. TriPonderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence. *JAMA Pediatr*. 2017;171(7):629–36, <http://dx.doi.org/10.1001/jamapediatrics.2017.0460>.
- Khoshhali M, Heidari-Beni M, Qorbani M, Motlagh ME, Ziaodini H, Heshmat R, et al. Tri-ponderal mass index and body mass index in prediction of pediatric metabolic syndrome: the CASPIAN-V study. *Arch Endocrinol Metab*. 2020;64(2):171–8, <http://dx.doi.org/10.20945/2359-3997000000206>.
- Harding M, Bahr W, Walters M. Effect of aging on body fat. *J Am Geriatr Soc*. 1993;41(11):1274–5, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.1993.tb06693.x>.
- St-Onge MP, Gallagher D. Body composition changes with aging: the cause or the result of alterations in metabolic rate and macronutrient oxidation? *Nutrition*. 2010;26(2):152–5, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2009.07.004>.
- Cline MG, Meredith KE, Boyer JT, Burrows B. Decline of height with age in adults in a general population sample: estimating maximum height and distinguishing birth cohort effects

- from actual loss of stature with aging. *Hum Biol.* 1989;61(3): 415–25.
23. United Nations Development Programme (UNDP). Human Development Report 2019. Beyond income, beyond averages, beyond today: Inequalities in human development in the 21st century. UNDP. 2019 [consultado 26 Ago 2020]. Disponible en <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2019.pdf>.
 24. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. En: MacDougall JD, Wenger HA, Geeny HJ, editors. *Physiological testing of elite athlete*, 223. London: Human Kinetics; 1991. p. 308–14.
 25. Gómez-Ambrosi J, Silva C, Catalán V, Rodríguez A, Gallofee J, Escalada J, et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. *Diabetes Care.* 2012;35:383–8, <http://dx.doi.org/10.2337/dc11-1334>.
 26. Ashwell M, Cole TJ, Dixon AK. Ratio of waist circumference to height is strong predictor of intra-abdominal fat. *BMJ.* 1996;313(7056):559–60.
 27. Moselakgomo VK, Van Staden M. Diagnostic accuracy of tri-ponderal mass index and body mass index in estimating overweight and obesity in South African children. *Afr J Prim Health Care Fam Med.* 2019;11(1):e1–7, <http://dx.doi.org/10.4102/phcfm.v11i1.1949>. Published 2019 Aug 14.
 28. Ramírez-Vélez R, Correa-Bautista JE, Carrillo HA, González-Jiménez E, Schmidt-RioValle J, Correa-Rodríguez M, et al. Tri-Ponderal Mass Index vs Fat Mass/Height³ as a Screening Tool for Metabolic Syndrome Prediction in Colombian Children and Young People. *Nutrients.* 2018;10(4):412, <http://dx.doi.org/10.3390/nu10040412>.
 29. Park HK, Shim YS. Distribution of Tri-Ponderal Mass Index and its Relation to Body Mass Index in Children and Adolescents Aged 10 to 20 Years. *J Clin Endocrinol Metab.* 2020;105(3):e826–34, <http://dx.doi.org/10.1210/clinem/dgaa030>.
 30. Lehingue Y, Remontet L, Munoz F, Mamelle N. Birth ponderal index and body mass index reference curves in a large population. *Am J Hum Biol.* 1998;10:327–40.
 31. Howe LD, Tilling K, Benfield L, Logue J, Sattar N, Ness A, et al. Changes in ponderal index and body mass index across childhood and their associations with fat mass and cardiovascular risk factors at age 15. *PLoS One.* 2010;5(12):e15186, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0015186>.
 32. Burton RF. Measures of adiposity: the inappropriate use of the fat mass index. *Int J Obes (Lond).* 2010;34(1):213, <http://dx.doi.org/10.1038/ijo.2009.202>.
 33. Kyrou I, Randeve HS, Tsigos C, Kaltsas G, Weickert MO. *Clinical Problems Caused by Obesity*. En: Feingold KR, Anawalt B, Boyce A, et al., editores. *Endotext* [Internet]. Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.; 2018. p. 11.
 34. Chen C, Ye Y, Zhang Y, Pan XF, Pan A. Weight change across adulthood in relation to all cause and cause specific mortality: prospective cohort study. *BMJ.* 2019;367:l5584, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.l5584>.
 35. Afshin A, Forouzanfar MH, Reitsma MB, Sur P, Estep K, et al., GBD 2015 Obesity Collaborators. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *N Engl J Med.* 2017;377:13–27, <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1614362>.
 36. Schult OW, Feinendegen LE, Zaum S, Shreeve WW, Pierson RN. Applications of BMI or BSI: Differences and Revisions According to Age and Height. *J Obes.* 2010;2010:647163, <http://dx.doi.org/10.1155/2010/647163>.
 37. de Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am J Clin Nutr.* 1996;64(4):650–8, <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/64.4.650>.
 38. Schmidt-Nielsen K. *Scaling: why is animal size so important?* New York: Cambridge University Press; 1984.