

C ONCORDANCIA CLÍNICA DE LA ADIPOSIDAD MEDIDA POR IMPEDANCIOMERÍA

José Rafael Villanueva Echavarría
Ángel Esteban Torres Zapata
Gloria Margarita Ruiz Gómez*

Resumen

Objetivo. Evaluar la utilidad diagnóstica del índice de adiposidad corporal comparándolo con el IMC y el método de impedanciometría bioeléctrica. Materiales y métodos. Se realizó un estudio epidemiológico observacional, transversal, descriptivo y con temporalidad prospectiva.

Se evaluaron 240 estudiantes de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle de México, Campus Villahermosa. Se determinaron parámetros antropométricos y se realizó el cálculo del IMC de acuerdo a la NOM-174 y del IAC conforme a lo establecido según Bergman. Se utilizó el programa estadísticos SPSS v. 20, aplicándose estadística descriptiva y se calcularon los coeficientes de correlación y concordancia con Spearman y Kendall respectivamente aceptando como significativo valores de $p < 0.05$. Resultados. Edad promedio de la muestra 21.3 ± 8.3 , con 62% del sexo femenino. El PGC fue de $21.62 \pm 2.02\%$ para los hombres y $32.42 \pm 1.87\%$ para las mujeres. Se encontró una fuerte correlación entre el IAC y el PGC ($r = 0.717$; $p < 0.001$), el IAC correlacionó con el IMC ($r = 0.686$; $p < 0.001$), al igual que el PGC con el IMC ($r = 0.563$; $p < 0.01$). Conclusiones. Acorde a los resultados de este estudio el IAC puede ser considerado como un buen estimador de la adiposidad corporal, comparable con el IMC, y mostrando alta correlación y concordancia con la Bioimpedancia eléctrica. Estos resultados coinciden con lo reportado por Bergman, que sugieren al IAC como un indicador novedoso y confiable.

Palabras clave. índice de masa corporal; índice de adiposidad corporal; Impedanciometría bioeléctrica.

Introducción

La obesidad es una enfermedad crónica caracterizada por un aumento en la masa grasa corporal, con una fuerte asociación con hipertensión arterial, dislipidemia, diabetes tipo 2, cardiopatía isquémica y algunos tipos de cáncer.

Para el diagnóstico de sobrepeso u obesidad se han utilizado habitualmente los índices de peso en relación a la estatura, debido a que el incremento en la grasa corporal se acompaña usualmente de un aumento en el peso corporal total. El índice de masa corporal de Quetelet (IMC: $\text{peso}/\text{estatura}^2$), ha sido definido por la OMS y la NIH, como el parámetro para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad, considerando la buena correlación que éste tiene con adiposidad y su fuerte asociación epidemiológica con mortalidad y morbilidad asociada a obesidad. Sin embargo,

la exactitud del IMC para estimar la composición corporal es discutible, siendo afectada por el sexo, raza y edad, lo cual puede conducir a una mala clasificación de la condición de obesidad. Es así como individuos diagnosticados como normales, según IMC pueden tener un porcentaje de masa grasa elevado (falsos negativos), y otros diagnosticados como obesos por un $\text{IMC} > 30$ pueden tener un porcentaje de grasa dentro de límites normales (falsos positivos).

Investigadores de EEUU desarrollaron un nuevo índice de la adiposidad, en el cual no es necesario conocer el peso de una persona. Los investigadores reconocen las limitaciones del IMC en que no puede diferenciar entre las personas realmente con sobrepeso o con un cuerpo atlético o individuos con gran masa muscular. La nueva fórmula incluye la circunferencia de la cintura y la estatura y así elimina la necesidad de tener que conocer el peso de la persona a evaluar.

Usando las mediciones de la circunferencia de la cadera y la altura, el índice de la adiposidad corporal denominado BAI (Body Adiposity Index) se puede utilizar para reflejar el porcentaje de grasa corporal para hombres adultos y mujeres de etnias diferentes, sin tener que realizar corrección numérica o la evaluación del peso.

Con lo anterior, queda por ver si el BAI es un indicador más útil para la salud que los otros índices de adiposidad corporal, incluyendo el índice de masa corporal. Sin embargo, señalan que se necesitará más trabajo para ampliar y confirmar sus resultados, a prueba en los mexicanos-americanos, afro-americanos, blancos y otros grupos étnicos, para luego evaluar el papel del nuevo índice en los niños y niñas. Es por ello que el objetivo del estudio fue comparar la concordancia clínica para diagnosticar obesidad y su capacidad de predecir la masa grasa corporal obtenido de dos ecuaciones predictivas, teniendo como referencia el valor de adiposidad medido por el método de impedanciometría bioeléctrica en una población universitaria.

Materiales y métodos

Estudio epidemiológico observacional, transversal, descriptivo y con temporalidad prospectiva.

La muestra fue de 240 estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad del Valle de México, Campus Villahermosa.

* Docentes en la Dependencia de Educación Superior Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma del Carmen.



Los elementos de la muestra fueron seleccionados acorde a un diseño de muestreo aleatorio por conglomerado considerando la pertenencia a una de las cinco carreras de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad del Valle de México, Campus Villahermosa.

Las mediciones a los elementos de la muestra se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Clínica de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle de México, Campus Villahermosa, en el periodo comprendido de Julio – Diciembre del 2011.

Técnicas de medición. En los elementos de la muestra se realizaron las siguientes mediciones: peso, talla, circunferencia de la cintura y composi-

ción corporal.

Para las mediciones del peso y estatura se utilizó una báscula clínica marca “Nuevo León” MODELO 160 con estadímetro, de fabricación en México, con precisión de 0.1 Kg para la pesada y 0.1 cm para la estatura, la cual fue calibrada entre mediciones.

Para la medición de la estatura se usó la técnica de “la altura en extensión máxima” (Stretch Stature), midiendo la máxima distancia entre el piso y el vértex craneal. La estatura se expresó en centímetros.

La circunferencia de la cadera se realizó con una cinta métrica flexible no extensible.

Se calcularon los índices: IMC utilizando la fórmula en la NOM-174, IAC se utilizó la fórmula Bergman et al., donde el IAC se calculó como circunferencia de la cintura en centímetros dividido por la altura en metros a la potencia 1,5 menos 18.

Se determinó la composición corporal de los estudiantes con el monitor de bioimpedancia tetrapolar modelo BODYSTAT 1500 MDD (Reino Unido) equipo monofrecuencia (opera a una frecuencia fija de 50 Khz) con 4 electrodos.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 20.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, USA 2002). Todos los

parámetros son expresados como promedios, desviación estándar. Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov con la modificación de Lilliefors con un nivel de significación menor que 0.05 para el análisis de normalidad en la distribución de frecuencia de los datos. Se calcularon los coeficientes de correlación Tau de Kendall aceptando significativa al 0.01 y concordancia con índice Kappa de Cohen aceptando como significativo valores de $p < 0.05$.

Resultados y discusión

De los 240 sujetos que conformaron la muestra, 91 (37.9%) correspondieron al sexo masculino y 149 (62.1%) al femenino, situación que se

debe a las características propias de la población estudiantil de la Facultad de Ciencias de la Salud, perteneciente a la Universidad del Valle de México, Campus Villahermosa, que fue donde se realizó el estudio. Esta Facultad presenta una matrícula predominantemente femenina en sus programas educativos. Las cantidades de jóvenes estudiados por cada programa educativo fueron 66 de la Licenciatura en Nutrición, 102 de Medicina, 43 de Químico fármaco biólogo, 6 de Terapia y Lenguaje y 23 de Fisioterapia.

Tabla 1.- Características de la muestra

Características de los sujetos			
Genero (M/F/Total)	91 (Media/Desviación estándar)	149	240
Edad	20.46/2.02 (18 - 33)	19.89/2.82 (17 - 29)	20.17/2.37 (17 - 33)
Peso (kg)	74.66/14.33 (45.7 - 137.5)	63.23/15.37 (43 - 114.6)	68.94/15.42 (43 - 137.5)
Estatura (cm)	169/ (151 - 185)	159/6.28 (142 - 173)	164/7.66 (142 - 185)
Cadera (cm)	101/9.56 (82 - 137)	100/10.78 (62 - 138)	100/10.33 (62 - 138)
IMC	25.84/4.64 (17 - 40)	24.94/6.19 (16 - 45)	25.39/6.20 (16 - 45)
IAC	27.79/4.09 (19 - 37)	31.97/4.22 (11 - 49)	29.88/4.20 (11 - 49)
% Grasa IB	21.62/2.02 (3 - 38.3)	32.42/1.87 (16.8 - 53.3)	27.02/2.26 (3 - 53.3)

La Tabla 1 muestra las características de la muestra estudiada. La edad entre todos los sujetos se movió en un rango de 17 a 33 años, con media de 20.17 años y desviación estándar de 2.37 años. En el género masculino su valor medio fue superior (20.46) al femenino (19.89), sin embargo la desviación estándar fue mayor en el femenino (2.82 años) que en el masculino (2.02 años) que significa que sus datos estuvieron más dispersos aunque no se encontraron diferencias significativas entre ambas.

El peso tuvo, en sentido general, un rango muy amplio de 43 a 137.5 kgs., con media de 68.94 kgs. y desviación estándar de 15.42 kgs. En el masculino la media fue 74.6 kgs., con desviación estándar de 15.37, superiores a las del femenino (63.23/14.33.) En este sentido, en el género femenino se encontraron valores más bajos, tanto de rango como de media y desviación estándar, no obstante no existieron diferencias entre ellas.

La estatura general de ambos sexos se movió en un rango de 142 hasta 185 cm., con media de 164 cm., y desviación estándar de 7.66 cm. Los hombres tuvieron media superior (1.69 cm.) con 6.28 cm., de desviación mientras las mujeres alcanzaron 1.59 de media y 5.28 cm., de desviación estándar.

Los valores de las mediciones de cadera fueron prácticamente similares en el total de ambos sexos (media de 100 y desviación de 10.33 cm.) con rango ligeramente superior en el masculino (media de 101cm.), con menor desviación estándar (9.56 cm.) mientras que entre las participantes del sexo femenino la media fue 100 cm., similar a la media general, y la desviación de 10.78 cm.

El cálculo del IMC en el masculino (media de 25.84 con desviación de 4.64) se aproximó al general (media 25.39 / desviación 6.20) aunque no se distanció mucho del femenino (24.94 / 6.19). Todos los valores medios del cálculo del IMC, en ambos sexos, se aproximaron al valor de sobrepeso dentro de la escala. En contraste, el IAC masculino (media 27.79 / 4.09 desviación estándar) es inferior al femenino (31.97 / 4.22).

En esta medición el valor general de ambos sexos fue de una media de 29.88 con desviación estándar de 4.20.

En el porcentaje de grasa corporal los valores obtenidos en la medición fueron de 27.02 de media y 2.26 de desviación estándar como valor general de ambos sexos. La media del masculino fue 21.62% y

32.42% la del femenino con desviación de 2.02 y 1.87 respectivamente.

Llama la atención que en el análisis de los valores medios de cada una de las mediciones, tanto para hombres como para mujeres, se comprobó que para las variables peso, estatura, circunferencia de cadera e Índice de Masa Corporal, los hombres obtuvieron valores de la media mayores que los alcanzados por las mujeres (p< 0.001). En contraste, en el IAC y porcentaje de masa corporal los valores promedio fueron mayores en las mujeres (p< 0.001).

En la Tabla 2 se muestran las categorizaciones de los individuos por los métodos de Bioimpedancia, IMC e IAC, según las correspondientes diferenciaciones de parámetros que están reconocidos en la bibliografía.

En el análisis de Bioimpedancia se detectó un sujeto del sexo masculino con bajo peso, 92 fueron categorizados con normopeso, de ellos 35 hombres y 57 mujeres, a 54 se les diagnosticó sobrepeso (27 en cada sexo) y 93 fueron categorizados como obesos con amplia mayoría femenina (65 por 28 hombres). El Índice de Masa Corporal (IMC) evaluado (NOM-174) tuvo dos sujetos con bajo peso, 121 con peso normal (37 hombres y 84 mujeres), mientras que 44 fueron catalogados con sobrepeso con cantidades relativamente similares por sexos y 73 como obesos estando la mayoría dentro del género femenino (41).

Las mediciones del IAC dieron resultados de un mujer con bajo peso, 108 sujetos saludables (con amplísima mayoría en el género femenino, 87 por 21), 53 con sobrepeso (18 hombres y 35 mujeres) y 78 sujetos con obesidad, de ellos 52 hombres y 26 mujeres.



Tabla 4.- Categorizaciones

Criterios	BIO		Masculino	Femenino	Total
	Parámetros				
	Hombres	Mujeres			
Bajo peso	< 5	<8	1	0	1
Normopeso	6. – 20	8 -30	35	57	92
Sobrepeso	20 - 25	30 - 33	27	27	54
Obesidad	> 25	> 33	28	65	93
TOTAL			91	149	240

Criterios	IMC (NOM-174)		Masculino	Femenino	Total
	Parámetros				
	Talla baja	Talla normal			
Bajo peso	< 18	< 18	1	1	2
Normopeso	18 - 22.9	18 - 24.9	37	84	121
Sobrepeso	23 - 24.9	25 - 26.9	21	23	44
Obesidad	> 25	> 27	32	41	73
TOTAL			91	149	240

Criterios	IAC		Masculino	Femenino	Total
	Parámetros				
	Hombres	Mujeres			
Bajo peso	< 5	< 8	0	1	1
Saludable	6. -20	ago-30	21	87	108
Sobrepeso	20 - 25	30 - 35	18	35	53
Obesidad	> 25	> 35	52	26	78
TOTAL			91	149	240

En la investigación se verificó la hipótesis de normalidad siguiendo a Pertegás y Pita (2001) quienes señalaron que este proceso era esencial para la posterior aplicación de las pruebas estadísticas. En este sentido, para establecer si los datos obtenidos se ajustaban a una distribución normal se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov con la modificación de Lilliefors. En todos los casos de la investigación se comprobó que el nivel de significación era menor que 0.05 por lo que no se podía considerar como una distribución normal (Apéndice A).

Para valorar la relación entre los índices obtenidos en la investigación se aplicó el coeficiente de correlación Tau de Kendall como medida de precisión ya que los datos no seguían una distribución normal. Otros autores como Bergman (2011) y Aguilar Barrera (2012) utilizaron la prueba estadística paramétrica de coeficiente de correlación de Pearson por considerarlo más adecuado para sus fines porque sus datos seguían una distribución normal.

Con la aplicación del coeficiente de correlación Tau de Kendall se comprobó (valor .718) que existía correlación significativa al 0.01 entre los resultados obtenidos en IMC e IAC (Apéndice B). Asimismo, los resultados del IAC comparados frente a los de Bioimpedancia también reflejaron correlación significativa al 0.01 bilateral con valor de .659 (Apéndice C).

Después de comprobar, estadísticamente, que existía correlación entre los datos obtenidos como resultado de la aplicación de ambos métodos se debía realizar otra valoración necesaria para la investigación que era la relacionada con la concordancia entre los métodos. Para cono-

cerla se utilizó el índice Kappa de Cohen, mismo que, usualmente, utiliza la tabla descrita por Fleiss (citado por Bermúdez-Tamayo, 2005) que sirve para valorar el grado de acuerdo en función del índice Kappa. La tabla se describe a continuación:

Índice Kappa	Grado de acuerdo
< 0	Sin acuerdo
<0,20	Acuerdo insignificante
0,20 - 0,40	Acuerdo bajo
0,41-0,60	Acuerdo moderado
0,61-0,80	Acuerdo bueno
0,81-1,00	Acuerdo muy bueno

En el análisis de concordancia entre los resultados de IAC / IMC se conoció que el valor fue .70 que la sitúa como una relación de acuerdo buena según la tabla descrita lo que permite inferir que los resultados que se obtienen por ambos métodos coinciden en su magnitud y calidad. El valor de la concordancia entre los resultados de IAC/Bioimpedancia fue de .55 que se categoriza como acuerdo moderado aunque se encuentra muy cerca de la categoría de acuerdo bueno.

Apéndices

A. Resultado de la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Valor de IAC	Valor de IMC	Resultado de bioimpedancia
N		240	240	240
Parámetros normales(a,b)	Media	23.371	25.509	28.777
	Desviación típica	4.6303	5.4651	13.8995
Diferencias más extremas	Absoluta	.140	.124	.236
	Positiva	.140	.124	.160
	Negativa	-.081	-.071	-.236
Z de Kolmogorov-Smirnov		2.173	1.919	3.658
Sig. asintót. (bilateral)		.000	.001	.000

a La distribución de contraste es la Normal.
 b Se han calculado a partir de los datos.

B. Resultados del coeficiente de correlación Tau de Kendall. IAC/IMC.

Correlaciones

			Valor de IAC	Valor de IMC
Tau_b de Kendall	Valor de IAC	Coeficiente de correlación	1.000	.277(**)
		Sig. (bilateral)	.	.000
		N	240	240
	Valor de IMC	Coeficiente de correlación	.277(**)	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	240	240

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

C. Resultados del coeficiente de correlación Tau de Kendall. IAC/Bioimpedancia.

Correlaciones

			Valor de IAC	Bioimpedancia
Tau_b de Kendall	Valor de IAC	Coeficiente de correlación	1.000	.247(**)
		Sig. (bilateral)	.	.000
		N	240	240
	Bioimpedancia	Coeficiente de correlación	.247(**)	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	240	240

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Apéndice D. Medidas de concordancia. Índice Kappa de Cohen. IAC/IMC.

Medidas simétricas

		Valor	Error típ. asint.(a)	T aproximada(b)	Sig. aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	.704	.039	15.256	.000
N de casos válidos		240			

a Asumiendo la hipótesis alternativa.
 b Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Apéndice E. Medidas de concordancia. Índice Kappa de Cohen. IAC/
Bioimpedancia.

Medidas simétricas

	Valor	Error típ. asint.(a)	T aproximada(b)	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa	.553	.043	12.070	.000
N de casos válidos	240			

a Asumiendo la hipótesis alternativa.

b Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

Bibliografía

1. Álvarez-Dongo D, Sánchez-Abanto J, Gómez-Guizado G, Tarqui-Mamani C. Sobrepeso y obesidad: prevalencia y determinantes sociales del exceso de peso en la población peruana (2009-2010). *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2012;29(3):303-13.
2. Herrera-Huerta EV, García-Montalvo EA, Méndez-Bolaína E, López-López JG, Valenzuela OL. Sobrepeso y obesidad en indígenas nahuas de Ixtaczoquitlán, Veracruz, México. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2012;29(3):345-9.
3. CARRASCO N., Fernando, REYES S, Eliana, RIMLER S., Olga et al. Exactitud del índice de masa corporal en la predicción de la adiposidad medida por impedanciometría bioeléctrica. *ALAN*. [online]. sep. 2004, vol.54, no.3 [citado 01 Abril 2012], p.280-286.
4. Bouchard C. BMI, fat mass, abdominal adiposity and visceral fat: where is the "beef?" *Int J Obes (Lond)*. 2007;31(10):1552-1553.
5. Camhi SM, Bray GA, Bouchard C, et al. The relationship of waist circumference and BMI to visceral, subcutaneous, and total body fat: sex and race differences. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(2):402-408.
6. Jackson AS, Stanforth PR, Gagnon J, et al. The effect of sex, age and race on estimating percentage body fat from body mass index: the Heritage Family Study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002;26(6):789-796.
7. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, et al. A better index of body adiposity. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(5):1083-1089.
8. Katzmarzyk PT, Bray GA, Greenway FL, et al. Racial differences in abdominal depot-specific adiposity in white and African American adults. *Am J Clin Nutr*. 2010; 91(1):7-15.
9. Aguilar Barrera et al (2012). Correlación entre la determinación de grasa corporal y el índice de adiposidad corporal en adultos jóvenes de la ciudad de México. Cartel expuesto en el XXVII Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Miembros de Facultades y Escuelas de Nutrición, A.C. (AMMFEN), Distrito Federal, México.
10. Bergman R., et al (2011). A Better Index of Body Adiposity. *Obesity (2011) 19 5, 1083–1089*. doi:10.1038/oby.2011.38. United States.
11. Bermúdez-Tamayo, C. et al (2005). Cuestionario para evaluar sitios web sanitarios según criterios europeos. *Aten Primaria*. 2006;38(5):268-74. Escuela Andaluza de Salud Pública. Granada. España
12. Pértegas Díaz S. y Pita Fernández S. (2001). La distribución normal *Cad Aten Primaria* 2001; 8: 268-274.