PubliCE, (PubliCE) 2003

Monograph

Exactitud en la Estimación de la Grasa Intra-abdominal en Mujeres Obesas

Stephen D Ball[1] y Pamela D Swan[1]

[1]*Exercise and Wellness Research Laboratory, Department of Exercise Science and Physical Education, Arizona State University, Tempe, Arizona 85287.*

RESUMEN

La adiposidad intra-abdominal (IAF) ha sido asociada a un conjunto de factores de riesgo ligados a la enfermedad cardiovascular. Es por ello que contar con una estimación precisa de la IAF es de suma importancia para los médicos cuando evalúan los riesgos de enfermedad. El objetivo de esta investigación fue evaluar la exactitud de una ecuación desarrollada previamente por Treuth, Hunter y Kekes-Szabo (1) utilizando Absorciometría de Energía Dual (DXA) en combinación con antropometría para predecir la IAF en mujeres obesas. Treinta y cinco mujeres obesas peri- y post-menopáusicas (edad: 47±7 años; BMI: 32,2±6,3 kg/m^2 y contenido de grasa porcentual: 43,5±6,7 %) fueron evaluadas mediante una Tomografía Computada (CT) de corte simple a nivel de L4-L5. También se les realizó un estudio por DXA para todo el cuerpo y mediciones antropométricas, tales como, perímetro de la cintura y diámetro sagital supino a nivel del ombligo. La IAF a partir de DXA fue estimada mediante la ecuación: -208,2 + 4,62*(SD) + 0,75*(A) + 1,73*(W) + 0,78*(DXA); donde SD=diámetro sagital antropométrico en cm; A=edad en años; W= perímetro de la cintura., cm; DXA= grasa del tronco (%), obtenida mediante DXA. En esta población de mujeres el valor de IAF por DXA (IAF-DXA) se correlacionó significativamente con la IAF obtenida por Tomografía Computada (IAF-CT) (r=0,628, P<0,001, EEE=53,0 cm^2). Sin embargo, en esta población de mujeres el valor de la IAF-DXA (172,2±4,9 cm^2) sobrestimó significativamente el valor de la IAF-CT (114,0±67,1 cm^2). Los resultados del presente estudio indican que la ecuación de Treuth y col. no fue capaz de estimar correctamente la IAF en mujeres obesas. Si bien, esta ecuación fue desarrollada a partir de una amplia selección de mujeres, solo un número limitado de la cohorte original eran obesas. En resumen, esta ecuación podría ser mas generalizable para mujeres con peso normal que para mujeres obesas.

Palabras Clave: absorciometría de rayos x de energía dual, tomografía computada, grasa intra-abdominal

INTRODUCCION

La grasa intra-abdominal (IAF), o como se la denomina comúnmente grasa visceral, constituye el tejido graso que se acumula por debajo de la pared muscular que rodea órganos y otras estructuras en el interior de la cavidad abdominal. Ha sido ampliamente demostrado por diferentes investigaciones que el aumento en la distribución de grasa en o alrededor del abdomen está asociado con un mayor riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (2) y diabetes (3). La grasa abdominal ha sido asociada a un conjunto de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular llamado “Síndrome X” o Síndrome metabólico (5), que incluye, hiperlipidemia, resistencia a la insulina, hipertensión, e hiperinsulinemia (5,6). Sin embargo, parecería que un aumento en la IAF, un componente de la grasa abdominal total, podría ser más indicativo de

estas complicaciones que la grasa abdominal por si misma (7).

La Tomografía Computada (CT) es una técnica de imágenes que consigue medir directamente el tejido abdominal y la IAF con un alto grado de precisión (8). Sin embargo, este procedimiento es costoso y requiere de técnicos especializados. Además, la CT expone a los pacientes a radiaciones ionizantes. En la práctica médica, la adiposidad abdominal ha sido estimada utilizando métodos antropométricos indirectos tales como la relación cintura/cadera (WHR) o el perímetro de la cintura. Estos son procedimientos rápidos y poco costosos que brindan una estimación de la distribución de la grasa. Si bien algunos investigadores consideran que las estimaciones antropométricas constituyen una medida aceptable de la grasa intra-abdominal (9) y por lo tanto del riesgo de padecer enfermedades, otros han sugerido que esta técnica solo se relaciona parcialmente con la cantidad de tejido adiposo visceral abdominal (10-13). Por ejemplo, se ha informado que el porcentaje de varianza en la IAF (r^2) explicado por WHR, es menor a 0,58 (14). Estas estimaciones también están sujetas a la variabilidad que existe entre los técnicos y no determinan con precisión los cambios en la masa grasa visceral (15). Por lo tanto, los investigadores han comenzado a evaluar otras técnicas que sean simples, accesibles y que estimen con mayor precisión la IAF.

Un método más seguro (menor cantidad de radiación en comparación con la TC) y menos costoso para evaluar la IAF podría ser la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). Esta técnica ha sido comúnmente utilizada para medir la densidad mineral ósea, pero también se ha comprobado que puede ser utilizada como una valiosa herramienta para determinar la composición corporal (16) y la composición corporal regional (1, 17, 18). En 1993, Svendsen y col. (18), desarrollaron dos ecuaciones de regresión que utilizaban los datos de la DXA en conjunto con diferentes mediciones antropométricas con el fin de predecir la IAF (r^2=0,63 y 0,71, respectivamente) en mujeres post-menopáusicas. Treuth y col. (1), en un intento por validar las ecuaciones de Svendsen y col., desarrollaron una nueva ecuación más general para estimar la IAF a partir de DXA en mujeres de diversas edades y composición corporal. La ecuación resultante mostró una mayor correlación (r^2=0,81) con la IAF que la obtenida con la ecuación de Svendsen. Utilizando la CT como método de criterio, este nuevo modelo utiliza el porcentaje de grasa del tronco obtenido mediante DXA, junto con otros datos antropométricos (diámetro sagital, perímetro de cintura) y la edad con el objeto de predecir la cantidad de grasa intra-abdominal [y=-208,2 + 4,62*(diámetro sagital en cm) + 0,75*(edad en años) + 1,73*(perímetro cintura en cm) + 0,78*(% de grasa del tronco)]. Si bien Treuth y col. (1) informaron que para el desarrollo de su ecuación se consideraron algunas mujeres obesas (% grasa: 12,9-51,6), el índice de masa corporal medio (BMI) (kg/m^2) encontrado para las 151 mujeres en la muestra de estimación fue relativamente bajo (23,8±4,7) en comparación con el intervalo promedio de BMI (26,7-28,5) informado para mujeres de edad media (19). No está claro si esta ecuación puede ser generalizable a mujeres que posean cantidades relativamente mayores de grasa corporal. El objetivo de este estudio fue estudiar la exactitud de la ecuación de Treuth, Hunter, y Kekes-Szabo (1) para estimar la IAAT en mujeres obesas.

METODOS

Sujetos

En este estudio participaron voluntariamente treinta y cinco mujeres obesas (% de grasa total >30% determinado a partir de DXA) con edad promedio de 47,4±7,0 años (entre 35 y 65 años) que vivían en una gran área metropolitana del sudoeste de los Estados Unidos. Todas las participantes fueron informadas acerca de los procedimientos y riesgos del estudio y debieron expresar su consentimiento de participación por escrito según las reglas y procedimientos del Consejo de Revisión de Asuntos Humanos Institucionales de la Universidad.

Antropometría

El peso corporal y la talla fueron determinados con una precisión de 0,1 kg y 0,5 cm, respectivamente. Los perímetros se midieron por duplicado (apreciación de 0,1 cm) con una cinta de tensión retráctil de Gulick. El perímetro de la cintura fue determinado en la parte más estrecha del torso entre las costillas y a cresta ilíaca. Para determinar el perímetro abdominal se midió la extensión del abdomen al nivel del ombligo (20). En algunos participantes (n=7), fue imposible identificar el perímetro de la cintura, por lo tanto se utilizó como alternativa el perímetro abdominal. El diámetro sagital fue determinado como el diámetro máximo del abdomen en el plano sagital. Todas las mediciones del diámetro sagital se tomaron en posición supina con las rodillas flexionadas, utilizando calibres deslizantes en el punto inmediatamente por encima del ombligo (21). Para el análisis estadístico se utilizó el promedio de las mediciones realizadas por duplicado.

Tomografía Computada

El tejido adiposo abdominal fue analizado mediante tomografía computada (CT) *(Picker PQ 6000, Picker International,*

Cleveland, Ohio) a la altura de la cuarta o quinta vértebra lumbar (L4-L5). El *scan* fue realizado a 125kV con un espesor de lámina de 8 mm. Se realizó un *scan* inicial desde una posición lateral para establecer los puntos de referencia óseos sobre una radiografía del esqueleto como referencia para determinar la posición del *scan* con una apreciación de 1 mm. Cada mujer fue estudiada en posición supina con los brazos extendidos por encima de la cabeza. La grasa total y visceral fue calculada mediante una técnica de resaltado de tejido graso utilizando un rango de atenuación de -19 a -30 unidades Hounsfield (HU). Cada área fue delineada con un lápiz computarizado y luego expresada como área de sección transversal de tejido (cm^2). El tejido adiposo visceral fue marcado distintivamente por medio de una línea a lo largo de la porción interna de la pared muscular que rodea la cavidad abdominal. El área total grasa fue determinada delimitando con el lápiz electrónico el *scan* abdominal completo. Posteriormente al área total grasa se le restó el área visceral para calcular el tejido abdominal subcutáneo. El mismo investigador realizó todas las mediciones de la tomografía computada. La confiabilidad de las pruebas y contrapruebas de los análisis repetidos de *scans* mediante CT en 10 participantes arrojó un coeficiente de correlación de 0,99.

Absorciometría de Rayos X de Energía Dual

Para la evaluación del contenido porcentual de grasa corporal y el análisis de la composición del tejido regional se utilizó un equipo de absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) (modelo DPX-IQ 5705; *Lunar Radiation Corporation, Madison, WI).* Se realizó en todas las participantes un *scan* de 20 minutos (haz de rayos). La computadora *Lunar DPX-IQ* con un *software* versión 4.6b calculó el porcentaje total de grasa del tronco. El área involucrada en el cálculo de este porcentaje fue descrita como el área del tronco (no brazos, piernas o cabeza) situada por debajo del cuello y que se extiende hasta los cortes diagonales de las piernas.

Análisis Estadísticos

Los análisis estadísticos fueron realizados mediante un *software* comercial (SPSS v. 9 para Windows). Se calcularon estadísticos descriptivos para las características de las participantes. Se utilizó un test-t para muestras apareadas para establecer las diferencias medias en IAAT entre los valores obtenidos mediante CT y los valores estimados. La relación existente entre la ecuación de estimación (y=-208,2 + 4,62*(diámetro sagital, cm) + 0,75*(edad en años) + 1,73*(perímetro de cintura en cm) + 0,78*(% de grasa del tronco) y las mediciones de IAAT realizadas mediante CT fue evaluada mediante Regresión Lineal y Correlación Momento-Producto de Pearson. Para indicar significancia estadística se utilizó un nivel de alfa de 0,05.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se observan las características descriptivas relacionadas a la composición corporal obtenidas en este estudio y se comparan con las informadas por Truth y col. (1). Las participantes poseían un porcentaje de grasa comprendido entre 30,1 y 60,4%.

	Este estudio (N=35)		Estudio realizado por Treuth y col. 1995 (N=151)	
	Media±SD	*Intervalo de variación*	*Media±SD*	*Intervalo de variación*
Edad (años)	47±7,07	35 - 67	44	17-77
Peso (kg)	85,6±16,9	(57,1 – 133,2)	63,5±13,3	(43,2 – 119,0)
Altura (m)	1,63±0.07	(1,5 – 1,8)	1,63±0,06	(1,39 – 1,83)
BMI (kg/m²)	32,2±6,31	(21,1 – 46,3)	23,8±4,7	(16,8 – 43,7)
Diámetro sagital (cm)	30,5±4,4	(21,2 – 38,1)	20,9±4,2	(14,5 – 40,5)
Perímetro de cintura (cm)	99,4±16,3	(76,4 – 139,8)	73,4±10,6	(57,5 – 112,0)
Perímetro abdominal (a nivel del ombligo) (cm)	116,94±11,17	(94,6 - 142)	79,9±14,4	(10,9 – 139,0)
Contenido de grasa corporal total (%)[1]	43,5±6,7	(30,1 – 60,2)	32,3±9,0	(12,9 – 51,6)
Contenido de Grasa total del tronco (%)[1]	41,2±5,1	(29,6 – 55,5)	29,9±10,3	(8,3 – 53,0)
IAAT (cm²)	114,0±67,1	(35,8 – 399,3)	72,3±55,0	(10,7 – 335,4)
SAAT (cm²)	429,9±147,3	(205,9 – 775,9)	207,2±122,0	(35,5 – 612,1)

Tabla 1. *Datos comparativos de composición corporal obtenidos en nuestro estudio y en el estudio de Treuth y col. 1995. Media±SD. Intervalo de variación entre paréntesis. IAAT= Tejido adiposo intra-abdominal determinado mediante TC; SAAT= Tejido adiposo subcutáneo abdominal determinado mediante TC; [1]= mediciones realizadas mediante DXA.*

Se encontraron diferencias significativas ($p<0.001$) entre el contenido de tejido adiposo intra-abdominal (IAAT) medido por CT (114,0±67,1) y el estimado por la fórmula (17,2.2±46,9). En la Tabla 2, se observan los coeficientes de correlación de IAAT por CT con antropometría y DXA. El tejido adiposo determinado mediante CT (IAAT) se correlacionó significativamente con el peso corporal, el índice de masa corporal, diámetro sagital, perímetro de cintura y perímetro abdominal determinado a la altura del ombligo.

El gráfico de Bland y Altman (22) (Figura 1) que muestra los resultados obtenidos luego de la resta entre IAAT estimado y medido en cada participante demuestra que la ecuación de predicción sobrestima los valores de IAAT .

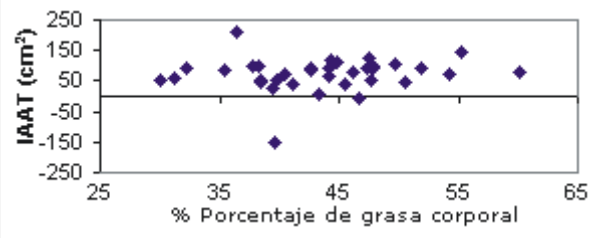

Figura 1. *Los valores representados se obtuvieron mediante la diferencia entre los valores de IAAT estimados por la ecuación de Treuth y col. y los valores medidos mediante CT para cada una de las participantes Los valores positivos representan valores sobrestimados por parte de la ecuación de predicción.*

DISCUSION

Hay investigaciones que han demostrado que la combinación de DXA con mediciones antropométricas simples puede ser utilizada para estimar la cantidad de IAAT en mujeres (1, 23). Sin embargo solo un número limitado de estudios han determinado la exactitud de ésta técnica cuando se aplica en mujeres obesas. Si bien es necesario continuar investigando, las ecuaciones de Treuth y col. (1) no estimarían el tejido adiposo intra-abdominal (IAAT) con suficiente exactitud (r^2=0,39). Las posibles áreas de variación provienen de incongruencias en las mediciones antropométricas y también de las

suposiciones y limitaciones propias de la tecnología DXA.

Una fuente potencial de error proviene de las mediciones de los parámetros antropométricos que se utilizan en la ecuación. Por ejemplo, en mujeres de contextura física grande, cuya grasa está distribuida principalmente en la región superior del cuerpo, se torna difícil localizar la región mas “estrecha” del torso para determinar el perímetro de cintura. En estos casos (n=7), registramos el perímetro abdominal a la altura del ombligo que es fácil de identificar y es posible medir con confiabilidad, pero se localiza por debajo de la cintura y generalmente presenta un valor mayor. Esta incongruencia en las mediciones podría limitar la validez de las mediciones de la cintura en mujeres obesas. El hecho de sustituir el valor del perímetro de la cintura por el del perímetro abdominal determinado a la altura del ombligo no afectaría demasiado ya que considerando todas las participantes, el r^2bajó desde 0,39 a 0,32.

Otro de las variables antropométricas que podría causar imprecisiones, sería la variación en la determinación del diámetro sagital. No se dispone de procedimientos estándares para medir el diámetro sagital y no se detalló en la ecuación original si las mediciones fueron realizadas con las rodillas flexionadas o extendidas. En este estudio, el diámetro sagital fue determinado en posición supina con las rodillas flexionadas. Cualquier diferencia en la posición corporal podría haber influenciado el valor determinado, dado que con las piernas extendidas se hubieran obtenido valores del diámetro sagital algo menores.

Es necesario recalcar que la correlación entre el IAAT y el porcentaje de grasa del tronco determinado con DXA no fue estadísticamente significativa. Si bien en algunos estudios se han encontrado valores de correlación altos (0,6-0,8) entre el IAAT y el porcentaje de grasa del tronco determinado con DXA (1), otros estudios no han informado correlaciones significativas (10). Ferland y col. (10) no encontraron una correlación significativa entre el tejido adiposo total determinado mediante CT a nivel abdominal y el contenido de masa grasa corporal total en mujeres obesas. Es razonable asumir que si no hay una relación consistente entre los valores de porcentaje de grasa del tronco determinados mediante DXA y los valores de IAAT, entonces la técnica DXA podría ser menos sensible frente a variaciones sutiles en IAAT y por lo tanto podría proporcionar estimaciones incorrectas de IAAT en mujeres obesas. Es notable que cuando se realizó un análisis considerando dentro de la muestra a dos mujeres no obesas (% grasa <30), el coeficiente de correlación de Pearson entre el IAAT determinado y IAAT estimado, se incrementó levemente pasando de 0,628 a 0,665. En este caso, es posible que se incremente la correlación ya que se ha aumentado el intervalo en el IAAT. Pero este incremento en la correlación también podría significar que la ecuación de Treuth y col. es más apropiada para ser utilizada en mujeres de peso normal que en mujeres obesas. Para encontrar la respuesta, la ecuación de Trueth debería evaluarse en un grupo de mujeres menos obesas.

De manera interesante, en un estudio reciente de Bertin y col. (23) se aplicó la ecuación de Treuth y col. a una muestra de 44 mujeres con sobrepeso utilizando un modelo de DXA diferente *(QDR 2000/W HOLOGIC)* y obtuvieron resultados similares a los nuestros. En este trabajo los investigadores encontraron que la diferencia media entre los valores de IAAT estimados y medidos fue significativamente mayor (+31±8,8 cm^2, p<0,01), con una correlación de 0,57. De esta manera y en concordancia con nuestras observaciones, Bertin y col. (23) también encontraron que la ecuación de Treuth y col. sobrestima la cantidad de IAAT en mujeres obesas.

Por otra parte, Bertin y col, encontraron resultados prometedores con respecto a la utilidad del DXA en la estimación de la grasa visceral en sujetos obesos cuando se analiza la región abdominal del tronco a través de un *software* más sofisticado con una mayor precisión. Utilizando una versión registrada del *software* DXA, Bertin y col. (23) identificaron dos diámetros abdominales transversales en los *scans* del DXA. Su nueva ecuación de predicción [79,6*(diámetro sagital–espesor de grasa subcutánea)*(diámetro interno transversal/talla)-149] arrojó un r^2 de 0,86 (p<0,0001). Probablemente sería necesario un *software* de DXA que divida la región abdominal en secciones más precisas con el objetivo de utilizar esta técnica en la medición de la grasa visceral en mujeres obesas.

A pesar de que la DXA está siendo considerada en estos momentos como una metodología de punta en la determinación de la composición corporal, tiene limitaciones en cuanto a aportar mediciones precisas del contenido de grasa del tronco en mujeres obesas. Por ejemplo, la tecnología de análisis de la grasa mediante DXA posee limitaciones en encontrar y delimitar diferencias entre tejido mamario y tejido graso del brazo debido a la superposición de la grasa en el área del *scan*. Si bien un aumento en el tejido mamario aumentaría las mediciones regionales en su conjunto, este tejido graso del tronco no está asociado con el IAAT. Además, el efecto de la manera en que el *software* de DXA extrapola los píxeles sobre el hueso en el área del tronco podría influenciar la estimación de la grasa de esta zona en sujetos obesos. Dado que los píxeles son extrapolados directamente sobre el hueso, a partir de píxeles no esqueléticos, en sujetos obesos se podría producir un error proporcionalmente mayor, debido a que está siendo estimada y no medida una mayor masa de tejido. Estos factores plantean interrogantes relacionados a la capacidad del DXA para predecir la cantidad de IAAT en sujetos obesos.

Otros investigadores, han intentado desarrollar ecuaciones de estimación con tamaños de muestra similar al empleado en

nuestro estudio (18). Sin embargo la mayoría de los expertos coinciden en que es necesario un mínimo de 100-400 sujetos para desarrollar y validar ecuaciones de estimación precisas (24). Por lo tanto, con nuestra pequeña muestra (n=35), no fue estadísticamente posible ni práctico desarrollar una ecuación de regresión precisa específica para este grupo. De todas maneras, con el objetivo de establecer la importancia relativa de cada una de las variables evaluadas por Treuth y col., realizamos una regresión lineal paso a paso (*stepwise*) con nuestros datos. Las variables que fueron ingresadas en nuestro modelo fueron las mismas que utilizaron Treuth y col. Al igual que en la ecuación de Treuth, el diámetro sagital fue la primera variable ingresada en la ecuación. Sin embargo, a diferencia de lo que se realizó para obtener la ecuación de Treuth, el cambio en r^2 para las demás variables (grasa del tronco con DXA, edad, perímetro de cintura), no fue significativo y por lo tanto ninguna de estas variables sumó en forma significativa en nuestra ecuación. Es por ello que en nuestra muestra, el porcentaje de grasa del tronco no fue un estimador significativo de IAAT. Con respecto a la ecuación de Treuth y col., es notable que el cambio en el valor de r^2 (desde 0,80 a 0,81), causado por añadir el porcentaje de grasa del tronco obtenido por DXA, sea significativo.

Los resultados del presente estudio indican que la ecuación de Treuth y col. no es apta para estimar adecuadamente el IAAT en mujeres obesas. Lamentablemente, no fue posible desde el punto de vista estadístico, desarrollar una nueva ecuación de regresión para mujeres obesas. Sin embargo, los resultados de este estudio plantean la necesidad de que los investigadores desarrollen nuevas ecuaciones de estimación y/o diferentes *software/hardware* para estimar el tejido adiposo intra-abdominal (IAAT) en poblaciones de alto riesgo, como por ejemplo las mujeres obesas. A pesar de que la tecnología de la DXA es una metodología segura y bastante económica, para la estimación de la composición corporal, sus limitaciones para determinar la adiposidad regional con exactitud pueden restringir su uso para la estimación del IAAT.

Agradecimientos

Agradecemos a Eliot Brinton, M.D., Kristin Araki, M.S., a la técnica en DXA Cheryl Berneir, RT (R) (M), al técnico en CT Bruce Mable, ARRT/CT, y al Carl T. Hayden VA Medical Center por sus contribuciones. El financiamiento adicional para realizar esta investigación provino de un subsidio de la National Heart Association.

REFERENCIAS

1. Treuth MS., Hunter GR, Kekes-Szabo (1995). Estimating intraabdominal adipose tissue in women by dual-energy X-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr. 62:527-532*
2. Donahue RP, Abbott RD (1987). Central obesity and coronary heart disease in men. *Lancet. 2:1215*
3. Despres JP, Nadeau A, Tremblay A, Ferland M, Moorjani S, Lupien PJ, Theriault G, Pinault S, Bouchard C (1989). Role of deep abdominal fat in the association between regional adipose tissue distribution and glucose tolerance in obese women. *Diabetes. 38:304-309*
4. Reaven G. M (1993). Role of insulin resistance in human disease (syndrome X): an expanded definition. *Annu Rev Med. 44:121-131*
5. Despres JP, Lesage M, Lemieux S, Prud Homme D (1995). Grouping of risk factors for cardiovascular diseases in visceral obesity. Therapeutic implications. *Endocrinol (Paris). 56:101-105*
6. Kissebah AH., Vydelingum N, Murray R, Evans DJ, Hartz AJ, Kalkhoff RK, Adams PW (1982). Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab. 54:254-260*
7. Despres JP, Moorjani S, Ferland M, Tremblay A, Lupien PJ, Nadeau A, Pinault S, Theriault G, Bouchard C (1989). Adipose tissue distribution and plasma lipoprotein levels in obese women. Importance of intra-abdominal fat. *Arteriosclerosis. 9:203-210*
8. Seidell J. C., Bakker CJ, van der Kooy K (1990). Imaging techniques for measuring adipose-tissue distribution--a comparison between computed tomography and 1.5-T magnetic resonance. *Am J Clin Nutr. 51:953-957*
9. Jakicic JM., Donnelly JE, Jawad AF, Jacobsen DJ, Gunderson SC, Pascale R (1993). Association between blood lipids and different measures of body fat distribution: effects of BMI and age. *Int J Obes Relat Metab Disord. 17:131-137*
10. Ferland M., Despres JP, Tremblay A, Pinault S, Nadeau A, Moorjani S, Lupien PJ, Theriault G, Bouchard C (1989). Assessment of adipose tissue distribution by computed axial tomography in obese women: association with body density and anthropometric measurements. *Br J Nutr. 61:139-148*
11. Ross R., Leger L, Morris D, de Guise J, Guardo R (1992). Quantification of adipose tissue by MRI: relationship with anthropometric variables. *J Appl Physiol. 72:787-795*
12. Seidell JC, Oosterlee A, Thijssen MA, Burema J, Deurenberg P, Hautvast JG, Ruijs JH (1987). Assessment of intra-abdominal and subcutaneous abdominal fat: relation between anthropometry and computed tomography. *Am J Clin Nutr. 45:7-13*
13. Sjostrom L. Kvist H (1988). Regional body fat measurements with CT-scan and evaluation of anthropometric predictions. *Acta Med Scand Suppl. 723:169-177*
14. Despres JP, Prud'homme D, Pouliot MC, Tremblay A, Bouchard C (1991). Estimation of deep abdominal adipose-tissue accumulation from simple anthropometric measurements in men. *Am J Clin Nutr. 54:471-477*
15. Van der Kooy K., Leenen R, Seidell JC, Deurenberg P, Droop A, Bakker CJ (1993). Waist-hip ratio is a poor predictor of changes in visceral fat. *Am J Clin Nutr. 57:327-333*

16. Kohrt WM (1995). Body composition by DXA: tried and true?. *Med Sci Sports Exerc. 27:1349-135*
17. Jensen MD, Kanaley JA, Reed JE, Sheedy PF (1995). Measurement of abdominal and visceral fat with computed tomography and dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr. 61:274-278*
18. Svendsen OL, Hassager C, Bergmann I, Christiansen C (1993). Measurement of abdominal and intra-abdominal fat in postmenopausal women by dual energy X-ray absorptiometry and anthropometry: comparison with computerized tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord. 17:45-51*
19. Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL (1994). Increasing prevalence of overweight among US adults. *The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1960 to 1991. Jama. 272:205-211*
20. Lohman T, Roche AF, Martorell R (1988). Anthropometric Standardization Manual. *Champaign, IL: Human Kinetics*
21. Zamboni M, Turcato E, Armellini F, Kahn HS, Zivelonghi A, Santana H, Bergamo-Andreis IA, Bosello O (1998). Sagittal abdominal diameter as a practical predictor of visceral fat. *Int J Obes Relat Metab Disord. 22:655-660*
22. Bland JM, Altman DG (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet. 1:307-310*
23. Bertin E, Marcus C, Ruiz JC, Eschard JP, Leutenegger M (2000). Measurement of visceral adipose tissue by DXA combined with anthropometry in obese humans. *Obes Relat Metab Disord. 24:263-270*
24. Lohman TG (1981). Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Hum Biol. 53:181-225*

Cita Original

Stephen D. Ball, Pamela D. Swan. Accuracy of estimating intra-abdominal fat in obese women. JEPonline, 6 (4): 1-7, 2003.