

Monograph

# Mapeo de la Presión Total del Cuerpo para Determinar la Composición Corporal

Richard P Mikat<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Wisconsin-La Crosse, La Crosse, WI.

## RESUMEN

La validez y confiabilidad de algunos métodos para determinar la composición corporal en seres humanos es cuestionable. Además, algunos de ellos pueden resultar costosos y/o difíciles de realizar, incluso puede que los participantes no los toleren. El mapeo de la presión total del cuerpo (MP) es un nuevo método utilizado para determinar la composición corporal. Este método requiere que el sujeto se coloque en posición supina sobre una colchoneta equipada con transductores sensibles a la presión. Los datos que surgen de esta colchoneta, son utilizados para estimar la masa grasa (MG), la masa magra o masa libre de grasa (MLG) y el porcentaje de grasa corporal. El objetivo del estudio fue examinar la confiabilidad y la validez test y re-test del MP cuando se la comparaba con los valores de la Absorciometría Dual por Rayos X (DEXA). Veintisiete participantes (18 hombres y 9 mujeres) entre 19 y 24 años de edad fueron evaluados con MP y DEXA para determinar MG, MLG y el porcentaje de grasa corporal. El coeficiente de confiabilidad test-retest intra-clase para los datos del sensor MP fue de 0.979. El coeficiente de correlación momento-producto de Pearson para la MG, MLG y porcentaje de grasa corporal entre MP y DEXA fue 0.929, 0.958, y 0.872, respectivamente. El método MP fue rápido (menos de 1 segundo para cada escaneo), confiable, válido, sencillo para realizar y fue bien tolerado por todos los participantes. Los resultados de este trabajo apoyan la necesidad de realizar futuros trabajos en los cuales se puedan investigar patrones de presión complejos en diferentes posiciones corporales en distintas poblaciones.

**Palabras Clave:** densidad corporal, obesidad, porcentaje de grasa corporal, masa grasa, masa libre de grasa

## INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones de la composición corporal, precisas y confiables son muy útiles en la determinación de la aptitud física en relación a la salud. Además son útiles para ayudar a las personas a controlar su peso. Un exceso en la grasa corporal, ha demostrado incrementar el riesgo de padecer enfermedad coronaria, varios tipos de cáncer, hipertensión, depresión, deterioro de la tolerancia al calor, hipercolesterolemia y diabetes mellitus Tipo 2 (1, 2, 3, 4, 5, 6). Asimismo, la composición corporal contribuye al desempeño en actividades físicas y deportes (1, 7).

Los sistemas para determinar la composición corporal pueden ser divididos en dos categorías: laboratorio y campo (8). Las técnicas de laboratorio más comunes incluyen la Absorciometría Dual por Rayos X (DEXA), pesaje hidrostático (hidrodensitometría), métodos de medición de agua corporal total, pletismografía para todo el cuerpo y tomografía radiográfica. De todos estos, DEXA es considerado el método de referencia (8, 9). Las técnicas de campo más comunes, incluyen antropometría (pliegues cutáneos y/o perímetros corporales), impedancia bioeléctrica, y reactancia infrarroja. Las técnicas de laboratorio son comúnmente más válidas y confiables que las de campo, pero generalmente demandan más

tiempo, son más costosas y más dificultosas para administrar y tolerar (8, 11). Las técnicas de campo, son más económicas y consumen menos tiempo, frecuentemente tienen una exactitud y precisión cuestionables y pueden también ser difíciles de administrar y tolerar (8).

El mapeo de la presión total del cuerpo (MP) (rótulo de la patente provisional 961094.00023 [T05031US]) es un nuevo desarrollo que podría superar las problemáticas de las técnicas existentes para determinar la composición corporal, tanto de campo como de laboratorio. Este sistema requiere que el sujeto se ubique en posición supina sobre una colchoneta equipada con transductores sensibles a la presión. Se pueden tomar medidas instantáneas de la presión en todos los puntos de contacto del sujeto con la superficie, mediante un convertidor de señal analógica a digital conectado con una computadora. Esta información se utiliza para generar un mapa de presión. Teóricamente, la información del mapa de presión, se puede utilizar para predecir medidas de la composición corporal, incluyendo densidad corporal, masa grasa, masa libre de grasa y porcentaje de grasa corporal.

Las medidas precisas y exactas de la composición corporal son importantes y útiles, pero los métodos actuales tienen notables limitaciones. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la validez y confiabilidad del MP, una alternativa a los métodos convencionales para determinar la composición corporal.

## METODOS

### Sujetos

Se tomó una muestra no aleatoria de veintisiete sujetos aparentemente sanos (10), (18 hombres y 9 mujeres) de entre 19 y 24 años de edad. Ellos participaron voluntariamente de esta investigación (Tabla 1).

	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>
Edad (Años)	21.61 ±1.28	20.89 ±0.88	21.37 ±1.20
Altura (cm)	180 ± 9	169 ± 10	167 ± 11
Peso (kg)	87.00 ±18.50	67.25 ±13.00	80.50 ±19.25

**Tabla 1.** Características de los sujetos ( $\pm$  DS).

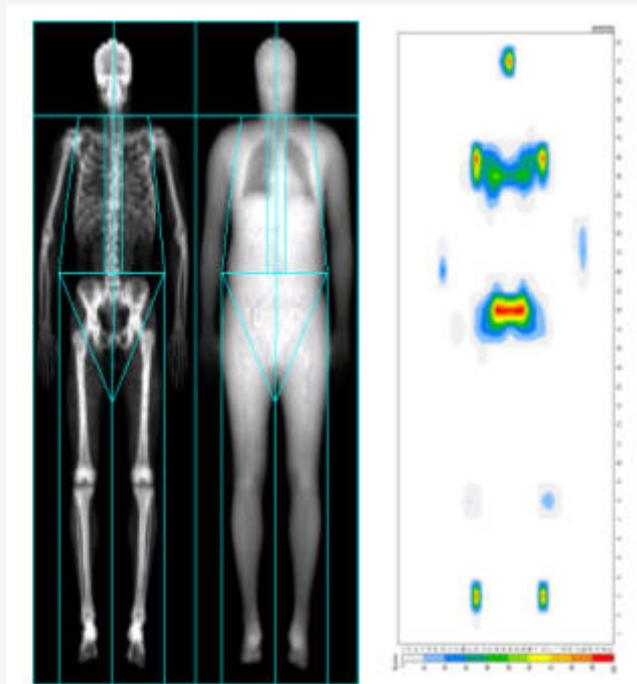
Debido a que los efectos de anomalías anatómicas eran desconocidos con el MP, la muestra se limitó a sujetos que no presentaran anomalías anatómicas notorias. Todos los participantes recibieron instrucciones en relación a la preparación personal, procedimiento de las evaluaciones, riesgos y beneficios previo a la participación. Adicionalmente, cada participante firmó un consentimiento escrito que ha sido aprobado por el comité de revisiones institucionales para la protección de las personas de la universidad de Wisconsin-La Cross y por el departamento de Salud y Servicios Humanos de Wisconsin.

### Procedimientos

Los participantes llegaron al laboratorio luego de haber evacuado vejiga e intestinos. Estaban vestidos con ropa liviana (shorts y remera) y sin elementos de metal (botones, cierres, etc.). Además, cada sujeto se quito todos los objetos metálicos (incluyendo alhajas) de su cuerpo antes de la realización de la evaluación. La sensibilidad de las mediciones de masa corporal fue de 0.250 kg y la de la altura fue de 1 cm.

Luego de las mediciones preliminares, los sujetos fueron sometidos a un DEXA de cuerpo completo (Lunar® Prodigy™, Madison, WI) para obtener las mediciones de referencia de la composición corporal.

Se colocó a los sujetos en posición supina con los brazos a los costados y los pies juntos. Se les pidió que se quedaran inmóviles durante el escaneo, el cual en la mayoría de los casos duró seis minutos. Los datos recolectados de DEXA incluyen porcentaje de grasa corporal, masa grasa, y masa magra (Figura 1A).



**Figura 1.** A y B. Imágenes de Absorciometría Dual por Rayos X (izquierda) y Mapeo de la presión total del cuerpo (derecha).

Luego del DEXA, se le pidió a cada sujeto que se coloque en la misma posición supina sobre una colchoneta sensible a la presión para que se realice un MP (Figura 1B) (*Force Sensitive Applications FSA*, modelo #477, Winnipeg, Manitoba, Canadá).

La colchoneta de 79 por 203 cm contiene 1024 transductores piezo-resistivos sensibles a la presión. Antes de la realización de la evaluación, la colchoneta se calibró en un rango de presión de 0-100 mm Hg con un coeficiente de variación menor al 10%. A los sujetos se les efectuó el MP dos veces, de modo de establecer la confiabilidad test y re-test. Los sujetos salieron de la colchoneta entre las mediciones del MP. El número de transductores activados en cada incremento de 10 mm Hg fue registrado e importado al programa Microsoft® Excel para análisis estadísticos.

### **Análisis Estadísticos**

Fue calculado el coeficiente de confiabilidad intraclass (alfa de Cronbach) para evaluar la confiabilidad durante el mismo día en los valores test y re-test del MP. Luego de esto, fueron realizados análisis de regresión múltiple para elaborar las fórmulas que predicen la composición corporal con el MP. Todas las operaciones estadísticas se realizaron con el programa SPSS12.0.

## **RESULTADOS**

El coeficiente de confiabilidad alfa intraclass del test y re-test para MP (transductor activado con incrementos de 10 mm Hg cada vez) fue de 0.979.

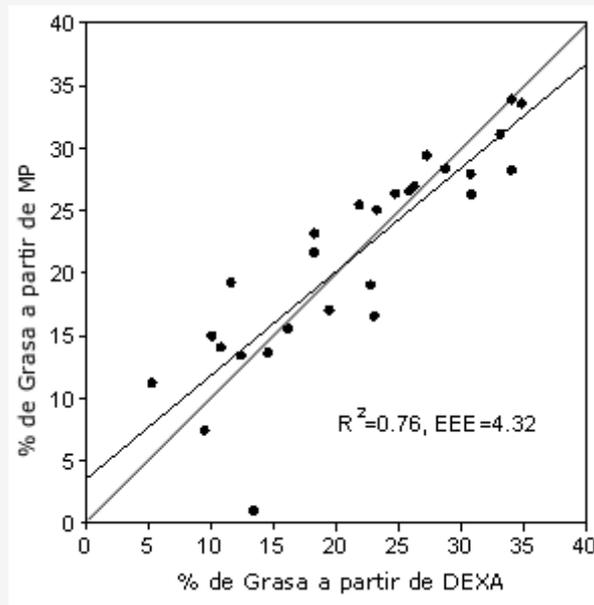
Las fórmulas de regresión para la estimación de la masa grasa fueron las siguientes:

Ecuación 1 (masa grasa para hombres):

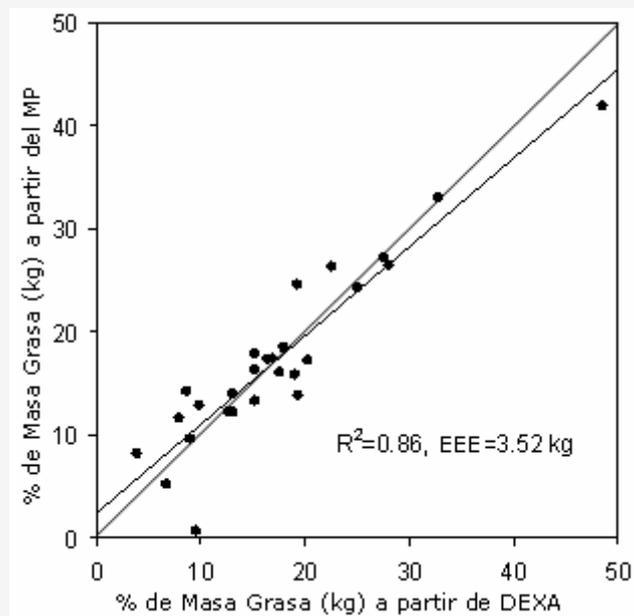
$$MG (g) = -12008,0 + (1761,114 * (\text{Intervalo de 40-50 mm Hg})) + (1477,572 * (\text{Intervalo de 70-80 mm Hg})) + (668,739 * (\text{Intervalo de 100 mm Hg}))$$

Ecuación 2 (masa grasa para mujeres):

$$MG (g) = 5163,577 + (593,901*(Intervalo de 1 a 10 \text{ mm Hg})) + (-270,813*(Intervalo 10-20 \text{ mm Hg}))$$



**Figura 2.** Comparación del porcentaje de Grasa Corporal entre Absorciometría Dual por Rayos X (DEXA) y el Mapeo de la Presión Total del Cuerpo (MP).



**Figura 3.** Comparación de la Masa Grasa (MG) entre Absorciometría Dual por Rayos X (DEXA) y el Mapeo de la Presión Total del Cuerpo (MP).

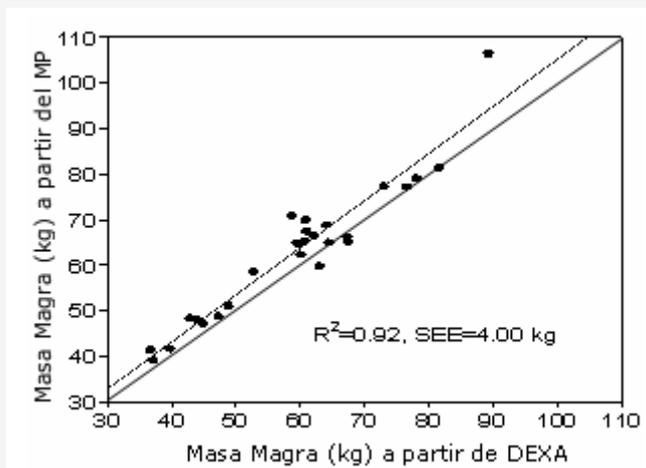
La masa magra fue calculada sustrayendo la masa grasa de la masa total del cuerpo. El porcentaje de la grasa corporal, fue calculado por la relación de masa grasa a la masa total del cuerpo. El coeficiente de correlación momento-producto de Pearson entre DEXA y MP fue 0.872, 0.929, y 0.958 para porcentaje de grasa, masa grasa y masa magra, respectivamente (Figuras 2-4). En la Tabla 2 se presentan valores adicionales (clasificados por género) en donde se muestra la asociación entre DEXA y MP. Los residuales de Bland-Altman son presentados en la Figura 5. This plot shows no apparent trend in

error differences between methods.

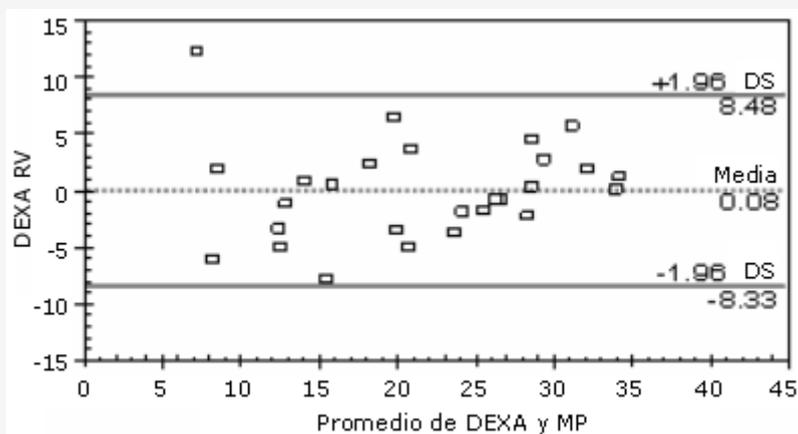
	r	r <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> Ajustado	EEE
<b>MG</b>	.929	.862	.857	3.52 kg
MG ♂	.919	.845	.812	4.59 kg
MG ♀	.973	.947	.929	1.60 kg
<b>MLG</b>	.958	.917	.914	4.00 kg
MLG ♂	.927	.859	.850	4.14 kg
MLG ♀	.983	.967	.962	1.48 kg
<b>% GC</b>	.872	.761	.752	4.32 %

**Tabla 2.** Correlación de la composición corporal entre Absorciometría Dual por Rayos X y el Mapeo de la Presión Total del Cuerpo. MG: Masa grasa; MLG: Masa libre de grasa o masa magra; GC: grasa corporal.

Estos gráficos no muestran una tendencia aparente de diferencia en el error entre los métodos.



**Figura 4.** Comparación de la Masa Libre de Grasa (MLG) entre Absorciometría Dual por Rayos X (DEXA) y el Mapeo de la Presión Total del Cuerpo (MP).



**Figura 5.** Diagrama de Bland-Altman de las diferencias en porcentaje de grasa entre Absorciometría Dual por Rayos X (DEXA) y el

## DISCUSION

La confiabilidad de MP aparentemente es excelente y suficiente para las determinaciones de la composición corporal del campo y laboratorio (8). A causa de que los volúmenes pulmonares no fueron controlados en el presente estudio, se cree que la confiabilidad se incrementará en estudios futuros que controlen dichos volúmenes. Los resultados del presente estudio sugieren una correlación de buena a ideal entre los datos de MP y DEXA. Además una monografía presentada por Lohman (11), indicaba que valores de Error Estándar de Estimación (EEE) de 4 al 4,5% de grasa corporal, eran considerados “buenos” o “bastante buenos” en relación a otros métodos de laboratorio o campo. Valores de EEE típicos de 3.4 a 4.8% son comunes para análisis de la composición corporal realizadas por pliegues cutáneos e impedancia bioeléctrica (20). La plentismografía (BOD POD) tiene un EEE de aproximadamente 1.8% (12, 13).

### Implicaciones Clínicas

Fue hallado que el método MP para determinar la composición corporal es confiable y por lo tanto, es un método potencial para analizar cambios en los participantes. La validez del MP fue aceptable, pero no tan alta como la de otras técnicas existentes (11). El método de MP fue rápido (la recolección de datos tomó menos de 1 segundo por persona), económico (cerca de 1/3 del costo del sistema Bod Pod), fácil de realizar, y muy bien tolerado por los participantes. Además, los datos del MP son recolectados electrónicamente, por lo que no es afectado por errores inter- e intra-evaluador.

### Investigaciones Futuras

El investigador especula que algo de la varianza en este estudio ocurrió durante la recolección de datos por la respiración de los sujetos. Durante un ciclo respiratorio, hay mayor fluctuación en los datos recogidos en la parte superior del cuerpo. Para futuras investigaciones se recomienda utilizar el promedio de un ciclo respiratorio o un volumen pulmonar estándar (como la Capacidad Funcional Residual) para corregir el error ocasionado por la respiración. Estandarizando la respiración probablemente se podría incrementar tanto la validez como la confiabilidad. Los datos de este estudio, también sugieren que separando el cuerpo en segmentos o zonas, y variando el tamaño de los compartimentos se podría incrementar la validez de los resultados. Finalmente, se recomienda para estudios futuros, que se utilicen muestras más grandes, técnicas de validación cruzada y que se examinen datos provenientes de sujetos de otras edades y etnias.

### Conclusiones

El método MP fue rápido (menos de 1 segundo por escaneo) fácil de realizar y fue bien tolerado por los participantes. También, es altamente confiable y válido cuando se lo compara con DEXA. Los resultados de este estudio apoyan la necesidad de realizar investigaciones futuras.

## REFERENCIAS

1. Cureton KJ, Sparling PB, Evan BW, Johnson SM, Kong UD, and Purvis JW (1978). Effect of experimental alterations in excess weight on aerobic capacity and distance running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 10; 194-199
2. Hubert HB, Feinlab M, McNamara PM, and Castelli WP (1983). Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: A 26 year follow-up of the participants in the Framingham heart study. *Circ.* 67; 968-977
3. Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, and Johnson CL (1994). Increasing prevalence of overweight among U.S. adults. *The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1960 to 1991.* *JAMA* 272; 205-211
4. Lew E, and Garfinkel L (1979). Variations in mortality by weight among 75,000 men and women. *J. Chron. Disord.* 32; 563
5. Nann GV (1974). The influence of obesity on health, I and II. *N. Engl. J. Med.* 291; 178-185
6. Tucker LA (1987). Mental health and physical fitness. *J. Hum. Mov. Stud.* 13; 267-273
7. Vanderburgh PM, and Edmonds T (1997). The effect of experimental alterations in excess mass on pull-up performance in fit young men. *J. Strength Cond. Res.* 11; 230-233
8. Heyward VH and Stolarczyk LM (1996). Applied Body Composition Assessment. *Champaign, IL: Human Kinetics*, pp. 4-19
9. Katch FI, Hortobagyi T, and Denahan T (1989). Reliability and validity of a new method for the measurement of total body volume. *Res. Q. Exerc. Sport.* 60; 286-291

10. American College of Sports Medicine (2005). Guidelines for Exercise Testing and Prescription. *7th Edition*. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, pp. 22-32
11. Lohman TG (1992). Advances in Body Composition Assessment. *Current Issues in Exercise Science. Monograph No. 3*. Champaign, IL: Human Kinetics, pp. 3-4
12. Dempster P, and Aitkens S (1994). A new air displacement method for the determination of human body composition. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27; 503-9

### **Cita Original**

Mikat Richard P. Total-Body Pressure Mapping for the Assessment of Body Composition. JEPonline; 10 (1): 1-6, 2007