

## **Composición corporal y gasto energético. Utilización de isótopos estables en el contexto de la investigación sobre envejecimiento y calidad de vida.**

Autores:

<sup>1,2</sup>Tarducci Gabriel, <sup>3</sup>Pallaro Anabel, <sup>2,4</sup>Paganini Amalia, <sup>1,2,4</sup>Bacca Luciano, <sup>3</sup>Vidueiros Mariel, <sup>1</sup>Gárgano Sofía, <sup>2</sup>Morea Guillermo.

<sup>1</sup>Cátedra de Fisiología Humana, FaHCE UNLP

<sup>2</sup>AEIEF IdIHCS CONICET UNLP

<sup>3</sup>Cátedra de Nutrición FFyB UBA

<sup>4</sup>CIC Prov. Buenos Aires

### **Resumen**

La investigación sobre actividad física, gasto energético y envejecimiento, es relevante para la mejora de la calidad de vida. El presente trata de un proyecto multicéntrico que involucra a 15 países. El proyecto utilizó el método de agua doblemente marcada mediante isótopos estables para medir el gasto energético de adultos mayores. Los objetivos fueron desarrollar y validar ecuaciones de predicción composición corporal, determinar la fuerza muscular y conocer el gasto energético. Se enfatiza la utilidad de utilizar isótopos estables en investigación en fisiología humana. Concurrentemente se aplicaron las pruebas de “Time up and go”, test de seis minutos, test de velocidad de marcha, se midió fuerza máxima de prensión, además de pruebas destinadas a conocer estado cognitivo, salud mental e independencia. La investigación permitió conocer relaciones relevantes para la calidad de vida y la salud, entre gasto de energía, fuerza muscular, cognitividad e independencia en adultos mayores.

Palabras clave: actividad física, isótopos estables, envejecimiento, habilidades motoras, calidad de vida.

## Introducción

Desde el año 2003 el OIEA ONU (Organismo Internacional de Energía Atómica) (IAEA en inglés) apoya proyectos de investigación científica en el marco de la composición corporal (CC), el gasto energético (GE), la salud y la calidad de vida, en diferentes grupos etarios, mediante la utilización de tecnología nuclear, más precisamente a través de la utilización de isótopos estables.

## La investigación en adultos mayores

Las Instituciones responsables del proyecto “Estimación de la masa corporal libre de grasa y su relación con el desempeño físico en adultos mayores – RLA6073” en Argentina, son la Cátedra de Fisiología Humana, de FAHCE y AEIEF IdIHCS UNLP CONICET, y la Cátedra de Nutrición de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA. El mismo tiene por finalidad contribuir a la calidad de vida y mejoramiento de las herramientas evaluativas en adultos mayores (AM). Se trata de un proyecto extraordinariamente complejo, cuyas aristas van desde la esfera emocional, cognitiva, socioafectiva, hasta el desempeño motor, la independencia, la CC y el GE.

La sarcopenia que afecta cada vez a más personas en la adultez, definida como una reducción de la masa y la función muscular (Cruz-Jentoft *et al.*, 2010), es un factor de riesgo importante para eventos adversos (por ejemplo, la incidencia de las enfermedades agudas, la hospitalización, las caídas, la institucionalización, dependencia y muerte) (Acuña & Jiménez, 2016; Baumgartner *et al.*, 1999; Morley *et al.*, 2001; Hairi *et al.*, 2010). Un AM saludable y con autonomía para realizar sus actividades básicas de la vida diaria, es una persona con una mejor calidad de vida, reduciendo los riesgos y problemas relacionados con el deterioro de la salud derivado de la sarcopenia. (Rolland *et al.*, 2008).

Se reconoce que la AF juega un rol fundamental en el mejoramiento de la CC y la preservación de la independencia. La AF implica elevar el GE. Este elevado GE produce enormes beneficios. Sin embargo, hasta el presente no está claro cuál es el punto de corte a partir del cual, el gasto comienza a producirlos, cuándo es insuficiente y cuándo es excesivo.

Para dar respuesta al problema, es que se ha llevado a cabo el protocolo de investigación Regional (RLA6073), patrocinado por el OIEA, donde 12 países trabajaron conjuntamente.

Luego de que el Protocolo de Investigación fuera aprobado por un exigente Comité de Ética como manda la ley de investigación científica en Humanos, se aplicó una batería de pruebas estandarizadas internacionalmente, con el fin de conocer el estado cognitivo, el grado de independencia, la existencia de enfermedades y el estado de salud mental de los AM. Además, se evaluó la CC, la fuerza muscular, la agilidad y la destreza motora. Finalmente, se aplicó por primera vez en el País el método de medición del GE por agua doblemente marcada (ADM), pudiendo disponer así, de técnicas medianamente complejas como la dilución isotópica de deuterio y  $^{18}\text{O}$  (isótopo del oxígeno), para evaluar de manera exacta y precisa la CC y GE diario (Schoeller, 1999), lo cual permite comparaciones precisas entre países y la validación de otros métodos menos costosos y más fáciles de realizar.

### **Hipótesis:**

1. Los AM que tienen menor masa corporal libre de grasa presentan un menor desempeño físico en comparación con otros AM de la misma condición socioeconómica.
2. La masa corporal libre de grasa medida por dilución isotópica no es diferente estadísticamente con la determinada por otros métodos.

3. Las nuevas ecuaciones basadas en bioimpedancia eléctrica y antropometría serán exactas y precisas, debido a la utilización del método de dilución isotópica (DI) de deuterio utilizado como patrón.

4. El gasto energético total (GET) medido a través del método de ADM de AM sarcopénicos, será más bajo que el de los no sarcopénicos. Asimismo, el nivel de AF de los AM será más bajo en las personas con sarcopenia.

La complejidad del Proyecto obligó a particularizar los objetivos y las metodologías. Es así que, haciendo un recorte para esta comunicación, se presenta uno de los objetivos:

- Dilucidar si existe asociación entre la masa corporal libre de grasa y la fuerza muscular, con el desempeño físico en AM, para determinar valores críticos o puntos de corte asociados a las alteraciones de las pruebas de desempeño físico.

Objetivos específicos

- Determinar la CC de los AM, utilizando el método de DI.
- Determinar el GE, en una sub-muestra de AM, utilizando el método de ADM.
- Determinar los valores críticos o puntos de corte de la masa corporal libre de grasa y la fuerza muscular asociados con discapacidad física evaluada por las pruebas de desempeño físico en AM.

### **Contribución al uso de Isótopos estables**

El uso de isótopos estables (los isótopos son átomos de un mismo elemento químico que en su núcleo contienen diferente cantidad de neutrones, pero ocupan el mismo lugar en la tabla periódica de elementos) tiene ventajas sobre otros métodos para evaluar la CC y GE, básicamente porque es un método que se puede aplicar en el campo práctico. Su exactitud y

precisión permite obtener información y realizar comparaciones de manera más confiable, sirviendo de referencia para la validación de otros métodos menos costosos (por ejemplo bioimpedancia y la antropometría).

El estudio es multicéntrico, con la participación de instituciones científicas de 12 países, a saber: Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay.

El diseño del estudio fue de tipo transversal, no aleatorizado, con un muestreo intencional no probabilístico (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

La caracterización demográfica se basó en los cuestionarios de Albala y col. (Albala *et al.*, 2005). Se calculó el índice de masa corporal (IMC) y se tomó como criterio de análisis las categorías propuestas por la OMS de 1997. Asimismo, se evaluó el estado cognitivo utilizando el método de Folstein (Folstein, 1975). La posibilidad de que exista algún grado de depresión se descartó mediante el test de Yesavage (Sheikh y Yesavage, 1986). Las actividades básicas de la vida diaria (AVD) y actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD) se evaluaron según Índice de Barthel (Mahoney y Barthel, 1965), y Lawton y Brody (Lawton y Brody, 1969) respectivamente.

Se definieron las variables de exposición y las de respuesta. Algunas de las variables se utilizarán para obtener los modelos predictivos (ecuaciones) de la CC, en etapas posteriores del estudio.

### **Evaluación del gasto total de energía por el método del agua doblemente marcada**

El GET fue evaluado por el método de ADM. Este método, considerado el estándar de oro para la mensura del GET (Bluck, 2008), es un tipo de calorimetría indirecta para evaluar la producción total de CO<sup>2</sup> en condiciones de vida libre (Schoeller, 1988) utilizando isótopos

estables. Esto es posible porque de los dos isótopos utilizados en este método,  $^{18}\text{O}$  y  $^2\text{H}$  (deuterio), el  $^{18}\text{O}$  se elimina como dióxido de carbono y agua, mientras que el deuterio se elimina como agua solamente. Así, la medición de la diferencia entre la tasa de eliminación de  $^{18}\text{O}$  y  $^2\text{H}$  en muestras de orina permite calcular la tasa de producción de  $\text{CO}_2$  y, por consiguiente, el cálculo del gasto de energía. El método ADM no es invasivo y tiene alta precisión y exactitud, siendo inofensivo para el cuerpo humano (IAEA, 1990).

Mediante la relación del GET por ADM y la tasa metabólica de reposo (TMR) estimada, se evaluará el nivel de actividad física. Por lo tanto, el ADM además de evaluar el GET o requerimiento energético total, permitió estimar el gasto por actividad física en forma de nivel de AF (NAF) y gasto energético de la actividad física (GEAF) en el periodo de medición. Método que se aplica por primera vez en Argentina.

### **Evaluación antropométrica**

Consistió en medir por triplicado, peso, talla, longitud de brazo, altura de rodilla, circunferencia de brazo, circunferencia de cadera, circunferencia de abdomen, circunferencia de pantorrilla, pliegue subescapular, bicipital, tricipital y suprailíaco.

### **Utilización de la técnica de agua corporal total por dilución isotópica de deuterio para estudiar la composición corporal**

Se calculó el agua corporal total (ACT) para determinar la CC siguiendo el protocolo estandarizado para este método. Cada voluntario recibió una dosis de deuterio luego de que previamente se recogiera una muestra basal de saliva. Al cabo de un determinado tiempo se obtuvo una segunda muestra de saliva. El procedimiento es relativamente simple, y nuestro grupo lo viene aplicando desde hace años en diferentes poblaciones, según las recomendaciones del OIEA (2013).

## Evaluación de la capacidad funcional para el desempeño físico

- *Fuerza máxima de prensión de la mano.* La fuerza de prensión de la mano fue medida con un dinamómetro y se realizó de acuerdo a las normas de La Sociedad Americana de Terapeutas de la Mano (ASHT) (Figueiredo *et al.*, 2007).
- *Velocidad de marcha:* consiste en caminar 6 metros a una velocidad habitual y se registra el tiempo que demora en su ejecución. (Cohen *et al.*, 1987).
- *Prueba de caminata de 6 minutos:* A través de esta prueba se evaluará la distancia total recorrida en 6 minutos. Esta prueba, que analiza el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ máx) por ecuaciones predictivas (Enright y Sherrill, 1998), es submáxima, no sólo en relación con la capacidad cardiorrespiratoria y el  $VO_2$ máx, sino también a la capacidad funcional y la movilidad de las personas de edad avanzada (Lord y Menz, 2002; Enright, 2003).
- *Prueba “Timed Up and Go” (TUG):* (Bohannon, 2006).

Para el tratamiento de los datos, se definieron variables de exposición a) Índice de masa corporal libre de grasa (MCLG) ( $IMCLG = (MCLG \text{ derivado del } ^2H_2 \text{ kg/Talla, m}^2)$ ) y b) Índice de MCLG ( $IMCLG = (MCLG \text{ derivado de la nueva ecuación de BIA kg/talla, m}^2)$ ). Además se determinaron covariables o variables confusoras.

*Análisis estadístico.* Todos los datos fueron registrados, codificados e ingresados de forma anónima en una base de datos basada en la web. Variables socio-demográficas, clínicas y antropométricas se evaluaron de manera descriptiva. El tamaño de muestra calculado fue de 115 AM. De acuerdo a la presencia o ausencia de normalidad en los datos, se seleccionarán ANOVA y la prueba t pareada para muestras independientes para las pruebas de comparación de los grupos. La asociación entre variables fue evaluada a través de la prueba de Pearson o Spearman, según la distribución de los datos. El nivel de significancia  $\alpha$  adoptado fue del 5%.

*Cuestiones éticas.* El protocolo de estudio fue evaluado para su aprobación por un Comité de Ética reconocido. Los investigadores se sujetan y suscriben la Declaración de Helsinki.

## **Resultados esperados**

Al finalizar esta fase de la investigación en curso se habrá logrado:

- Conocer la asociación entre la MCLG y la fuerza muscular con el desempeño físico en AM, determinando valores críticos o puntos de corte asociados a las alteraciones de las pruebas de desempeño físico.
- Determinar la CC de los AM utilizando el método de DI.
- Conocer la fuerza muscular de los AM con y sin afectación de la masa magra.
- Validar las ecuaciones para estimar la CC de AM basadas antropometría considerando el método de DI como el estándar de oro.
- Determinar el gasto de energía, en una submuestra de AM, utilizando el método del agua doblemente marcada.
- Conocer la función muscular de los AM mediante algunas pruebas de desempeño físico.
- Determinar los valores críticos o puntos de corte de la MCLG y la fuerza muscular asociados con discapacidad física evaluado por las pruebas de desempeño físico en la población de AM.

## **Algunos resultados preliminares**

Se estudiaron 64 mujeres ( $74.9 \pm 9.9$ ) y 23 hombres ( $75.1 \pm 6.7$ ). BMI 39% con sobrepeso y 32% obesos. La masa grasa fue del  $32.6 \pm 4.2\%$  hombres y  $41.8 \pm 5.5$  en mujeres ( $p < 0.0001$ ).

Se observa que la obesidad se corresponde con un bajo nivel de AF. El nivel de AF

registrado se corresponde con el GE obtenido por DI. La fuerza muscular fue significativamente más alta en hombres que en mujeres y se relacionó con el nivel de AF.

### **Conclusiones**

La masa grasa tiene relación con el nivel de GE y de AF. El nivel de AF y el tiempo dedicado a la actividad se correlacionan con el nivel de GET obtenido por DI. Los hombres tienen una fuerza muscular más elevada que las mujeres y tiene relación con el nivel de AF. Es importante mantener niveles elevados de AF a todas las edades para mejorar la calidad de vida y prevenir sarcopenia en ambos sexos.

## Referencias

- Acuña, T. M., & Jiménez, Y. S. (2016). El síndrome de caídas en personas adultos mayores y su relación con la velocidad de la marcha. *Revista médica de Costa Rica y Centroamérica*, 73(618), 91-95.
- Albala, C., Lebrao, M. L., León Díaz, E. M., Ham Chande, R., Hennis, A., Palloni, A., Peláez, M. y Pratts, O. (2005). Encuesta Salud, Bienestar y Envejecimiento (SABE): metodología de la encuesta y perfil de la población estudiada. *Rev Panam Salud Pública*, 17, 307-22.
- Baumgartner, R. N., Waters, D. L., Gallagher, D., Morley, J. E. y Garry, P. J. (1999). Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev*, 107(2), 123-36.
- Bluck, L. J. C. (2008). Doubly labelled water for the measurement of total energy expenditure in man- progress and applications in the last decade. *Nutrition Bulletin*, 33, 80-90.
- Bohannon, R. W. (2006). Reference values for the timed up and go test: a descriptive meta-analysis. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 29(2), 64-8.
- Cohen JJ, Sveen JD, Walker JM y Brummel-Smith, K. (1987). Establishing a criteria for community ambulation. *Top Geriatr Rehabil*, 3(1):71-77.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M. y Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 39(4), 412-423.

Enright, P.L. (2003). The six-minute walk test. *Respir Care*, 48(8), 783-5.

Enright, P.L. y Sherrill, D.L. (1998). Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 158(5), 1384-7.

Figueiredo, I. M., Sampaio, R. F., Mancini, M. C., Silva, F. C. M. y Souza, M. A. P. (2007). Teste de força de prensão utilizando o dinamômetro Jamar. *Acta Fisiátrica*, 14(2), 104-110.

Folstein, M. F., Folstein, S. E. y McHugh P. R. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12(3), 189-198.

Hairi, N. N. (2010). Loss of Muscle Strength, Mass (Sarcopenia), and Quality (Specific Force) and Its Relationship with Functional Limitation and Physical Disability: The Concord Health and Ageing. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(11), 2055-62.

Hernández Sampieri R, Fernández Collado C y Baptista Lucio M. (2014). *Metodología de la investigación*. 6ta ed. México D. F: McGraw-Hill.

International Atomic Energy Agency. IDECG (International Dietary Energy Consultancy Group). (1990). *The doubly labelled water method for measuring energy expenditure: a consensus report by the IDECG group*. Vienna; AM Prentice.

Lawton, M. P. y Brody, E. M. (1969). Assessment of older people: Self-maintaining and instrumental activities of daily living. *The Gerontologist*, 9(3), 179-186.

- Lord, S. R. y Menz, H. B. (2002). Physiologic, psychologic, and health predictors of 6-minute walk performance in older people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(7), 907-11.
- Mahoney, F. I. y Barthel, D. W. (1965). Functional evaluation: the Barthel Index. *Maryland State Medical Journal*, 14, 61-65.
- Morley, J.E., Baumgartner R. N., Roubenoff, R., Mayer, J. y Nair, K. S. (2001). Sarcopenia. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*, 137(4), 412-423.
- Organismo Internacional de Energía Atómica. (2013). Introducción a la determinación de la composición corporal mediante la técnica de dilución de deuterio con análisis de muestras de saliva por espectrometría infrarroja por transformada de Fourier. Colección de Salud Humana del OIEA n° 12.
- Rolland, Y., Czerwinski, S., Abellan Van Kan, G., Morley, J. E., Cesari, M., Onder, G., Woo, J., Baumgartner R., Pillard, F., Boirie, Y., Chumlea, W. M. C. y Vellas, B. (2008). Sarcopenia: Its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 12, 433-450.
- Schoeller, D. A. (1988). Measurement of energy expenditure in free-living humans by using doubly labeled water. *Journal of Nutrition*, 118(11), 1278-89.
- Schoeller, D. A. (1999). Recent advances from application of doubly labeled water to measurement of human energy expenditure. *Journal of Nutrition*, 129, 1765-8.
- Sheikh, J. I. y Yesavage, J. A. (1986). Geriatric Depression Scale (GDS): Recent evidence and development of a shorter version. *Clinical Gerontology*, 5(1-2), 165-173.