

## Sarcopenia y dependencia funcional (DF) en el anciano

Karla Berenice Carrazco-Peña\*, Carlos Enrique Tene y José del Río-Valdivia

Facultad de Medicina, Universidad de Colima, México

### Resumen

**Introducción:** La importancia de la sarcopenia en los últimos años es debida a su relación con la DF. **Objetivo:** Determinar si existe diferencia en la proporción de sarcopenia en adultos mayores (AM) con diferente estado de DF. **Método:** Se incluyeron sujetos mayores de 65 años sin enfermedades asociadas a sarcopenia. Descripción general del estudio: 68 AM (24 con DF y 44 sin DF). Se evaluó DF mediante índice de Barthel y batería clínica (prueba de pararse-levantarse, dinamometría de prensión). Se evaluó sarcopenia mediante escala de Lovett y Kendall. Análisis estadístico:  $\chi^2$  y razón de momios (OR) (IC 95%). **Resultados:** La sarcopenia fue mayor en AM con DF ( $n = 16$  de 24 [66.7%] vs. 3 de 44 [6.8%]). La DF se asoció a sarcopenia (OR: 27.3; IC: 6-156). **Conclusión:** La sarcopenia se asocia a DF en el AM mediante la prueba de Lovett y Kendall, así como con diversos instrumentos clínicos y funcionales para la detección y el diagnóstico de DF. La proporción de sarcopenia en AM fue mayor en presencia de DF.

**PALABRAS CLAVE:** Sarcopenia. Anciano. Dependencia funcional.

### Abstract

**Background:** The significance of sarcopenia in recent years is due to its relationship with functional disability (FD). **Objective:** To determine whether a difference exists in the proportion of sarcopenia in older adults (OA) with different status of FD. **Methods:** Subjects over 65 years of age without sarcopenia associated diseases were included. Overview of the study: 68 OA (24 with and 44 without FD). FD was assessed by Barthel index and clinical battery (stand-up test, grip dynamometry). Sarcopenia was assessed by Lovett-Kendall scale. Statistical analysis:  $\chi^2$  and OR (95% CI). **Results:** Sarcopenia was higher in OA with FD ( $n = 16$  of 24 [66.7%] vs. 3 of 44 [6.8%]). The FD was associated with sarcopenia (OR: 27.3; CI: 6-156). **Conclusion:** Sarcopenia is associated with functional dependence in the elderly by testing Kendall-Lovett and with various clinical and functional tools for the detection and diagnosis of FD. The proportion of sarcopenia in OA was higher in the presence of FD. (Gac Med Mex. 2016;152:444-51)

**Corresponding author:** Karla Berenice Carrazco-Peña, dra\_carrazco@hotmail.com

**KEY WORDS:** Sarcopenia. Elderly. Functional Disability.

#### Correspondencia:

\*Karla Berenice Carrazco-Peña  
Universidad de Colima  
Av. Universidad, 333  
Col. Las Víboras  
C.P. 28040, Colima, Col., México  
E-mail: dra\_carrazco@hotmail.com

Fecha de recepción: 01-04-2015

Fecha de aceptación: 13-07-2015

## Introducción

La dependencia funcional es uno de los parámetros más importantes en la predicción de comorbilidad de los AM. Ha sido asociada a mayor probabilidad de desnutrición, caídas que ocasionan fracturas patológicas por osteoporosis, vinculada con procesos infecciosos, tromboembolismo pulmonar, eventos vasculares cerebrales, entre otros. Por ello, estudiar los factores que pueden estar asociados a mayor predisposición para DF podría ayudar no solamente a predecir y esperar una posible transición a este estado de dependencia, además permitiría al profesional de la salud contribuir a retardar la progresión hacia la DF de los AM.

La literatura apoya que una de las características más importantes que poseen los AM con DF es la dificultad para la movilización. Y de este proceso de movilización, posiblemente, el más importante es la dificultad para incorporarse. La capacidad de levantarse de una silla es vital para conservar un estado de independencia funcional. Es la tarea que requiere el mayor esfuerzo mecánico dentro de las actividades cotidianas y es requisito para poder iniciar la marcha. El proceso de incorporación requiere de la integridad funcional y anatómica de la masa muscular. Por tanto, la sarcopenia –entendida como la disminución de la masa y la fuerza muscular– debería tener una gran influencia en la capacidad de movilización de los AM. Los estudiosos de la anatomía funcional han considerado que el músculo que mayormente interviene en la incorporación del individuo es el cuádriceps<sup>1</sup>. El propósito del presente estudio fue determinar si existe diferencia en la proporción de sarcopenia en AM con diferente estado de DF a través de la realización de una evaluación clinimétrica con valoraciones analíticas y funcionales a fin de incrementar la posibilidad de detectar de manera oportuna y eficaz la existencia de alteraciones como la disminución de la fuerza muscular.

## Material y método

El estudio se realizó mediante un diseño transversal analítico con pacientes de una unidad médica de atención primaria para la salud en la ciudad de Colima, Colima, México. El cálculo del tamaño muestral se realizó utilizando la fórmula para diferencia de proporciones<sup>2</sup>, con base en un estudio de Topinková<sup>3</sup>. Se incluyeron 68 sujetos mayores de 60 años de edad (24 con DF y 44 sin DF); se excluyeron sujetos con

cualquier enfermedad condicionante de pérdida muscular (discopatía, síndrome femoropatelar, secuela de trauma raquímedular, de enfermedad vascular cerebral, miopatía, neuropatía periférica, lesiones de la médula espinal, enfermedad pulmonar obstructiva crónica), así como limitación articular en miembros pélvicos, demencia, depresión, enfermedad de Parkinson, alteraciones de la fuerza de prensión (osteoartritis, secuelas de fractura o cualquier tipo de lesión en mano o en miembros torácicos), entrenamiento físico formal y aquellos con incapacidad para deambular. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética Local del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y cada sujeto de estudio dio su consentimiento informado para ser incluido.

## Evaluación de la DF

Cada sujeto de estudio fue sometido a la aplicación del índice de Barthel para evaluar DF en el desarrollo de las actividades básicas de la vida diaria (ABVD)<sup>4</sup>. Fue creado por Dorothea W. Barthel y Florence Mahoney en 1955. Tiene como propósito medir la independencia funcional, el cuidado personal y la movilidad; su tiempo aproximado de administración es de 5 minutos (10 minutos cuando es administrada por el propio paciente). Posee una sensibilidad y especificidad del 0.87-0.95, respectivamente. Es excelente para medir las ABVD (bañarse, vestirse, asearse, uso del retrete, transferencias, subir y bajar escalones, continencia urinaria y fecal y alimentación); ha sido ampliamente validado, y su desventaja es que no detecta cambios leves. El puntaje posible era de 0 a 100, de acuerdo a la DF. Con esta evaluación se formaron dos grupos de AM: con y sin DF (puntuajes de  $\leq 85$  o  $> 85$ , respectivamente). Adicionalmente, se aplicó dinamometría de prensión y prueba de sentarse y levantarse a cada sujeto.

## Evaluación de la sarcopenia

Se empleó la prueba de Lovett y Kendall para detectar el grado de sarcopenia en el músculo cuádriceps del AM; fue creada por Robert Lovett hacia el año de 1917, con el fin de evaluar analíticamente la fuerza muscular. Posteriormente, en la década de 1930, Kendall empleó un método de registro con porcentajes; se basa en el concepto del peso del segmento (resistencia patrón) y en el de resistencia manual del examinador. Así, se valoran los músculos como más, menos o igualmente fuertes que el efecto de la fuerza de gravedad.

Tabla 1. Características epidemiológicas de adultos mayores con diferente estado de dependencia funcional

Parámetro	Estado de dependencia funcional		OR (IC 95%)	Valor de p
	Independencia funcional (n = 44)	Dependencia funcional (n = 24)		
Género (masc/fem)	19/25	7/17	0.54 (0.16-1.76)	0.25
Ocupación (dentro/fuera)	21/23	18/6	3.29 (0.98-11.46)	< 0.03*
Escolaridad (nula/primaria o ↑)	5/39	12/12	7.80 (1.99-32.38)	< 0.00*
Estado civil (acompañado/solo)	32/12	10/14	0.27 (0.08-0.86)	< 0.01*
ESE (bajo/medio o ↑)	15/29	17/9	4.70 (1.42-16.06)	< 0.003*
Sarcopenia (con/sin)	3/41	16/8	27.33 (5.5-156.4)	< 0.001*

\*Significancia estadística.

ESE: estrato socioeconómico; fem: femenino; masc: masculino.

Para llevarla a cabo se coloca al paciente en decúbito dorsal, con la rodilla fuera de la mesa y las piernas colgando. El examinador controla poniendo la mano en la cara anterior del tercio inferior del muslo. Se pide al paciente que efectúe una extensión completa de la pierna sobre el muslo. Se consideró a un AM con sarcopenia con un puntaje entre 2 y 3 (fuerza muscular de un 20 y 50%, respectivamente), y uno sin sarcopenia con resultado entre 4 y 5 (fuerza muscular de 80 y 100%, respectivamente)<sup>5-7</sup>.

## Análisis estadístico

La estadística descriptiva incluyó determinación de medias y desviación estándar para variables cuantitativas. La comparación de las variables cualitativas entre los dos grupos de AM (con y sin DF) se realizó mediante la prueba de  $\chi^2$ . La comparación de variables cuantitativas entre ambos grupos se realizó mediante la prueba T de Student. El grado de asociación entre las variables cualitativas y la de interés con la variable DF se evaluó mediante OR con un IC del 95%. Se consideró estadísticamente significativa una p menor de 0.05. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 16.

## Resultados

Con la salvedad del género ( $p < 0.25$ ), las características epidemiológicas de los AM fueron diferentes

entre cada uno de los grupos de DF. No hubo diferencia significativa al comparar el resto de las variables con respecto al género.

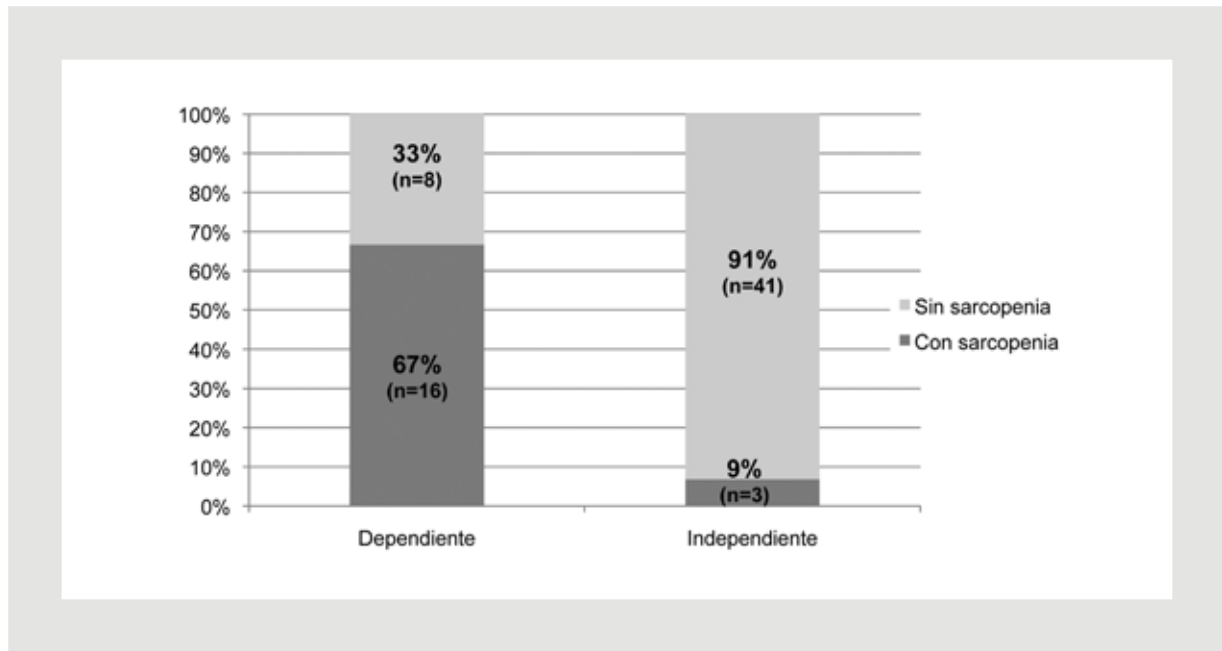
El estado civil mostró asociación con la DF; ser casado o vivir en unión libre fueron factores protectores para DF ([32 vs. 10];  $p < 0.01$ ; OR: 0.27 [0.08-0.86]). Ser ama de casa mostró cierta tendencia a ser factor de riesgo para DF ([21 vs. 18];  $p < 0.03$ ; OR: 3.29 [IC: 0.98-11.46]), así como tener un nivel de estudio nulo ([5 vs. 12];  $p < 0.001$ ; OR: 7.8 [1.99-32.8]).

Con respecto al estrato socioeconómico (ESE), se encontró que pertenecer a un nivel bajo representaba una oportunidad de 3.03 veces más (IC: 0.97-9.74) para DF ( $p < 0.03$ ).

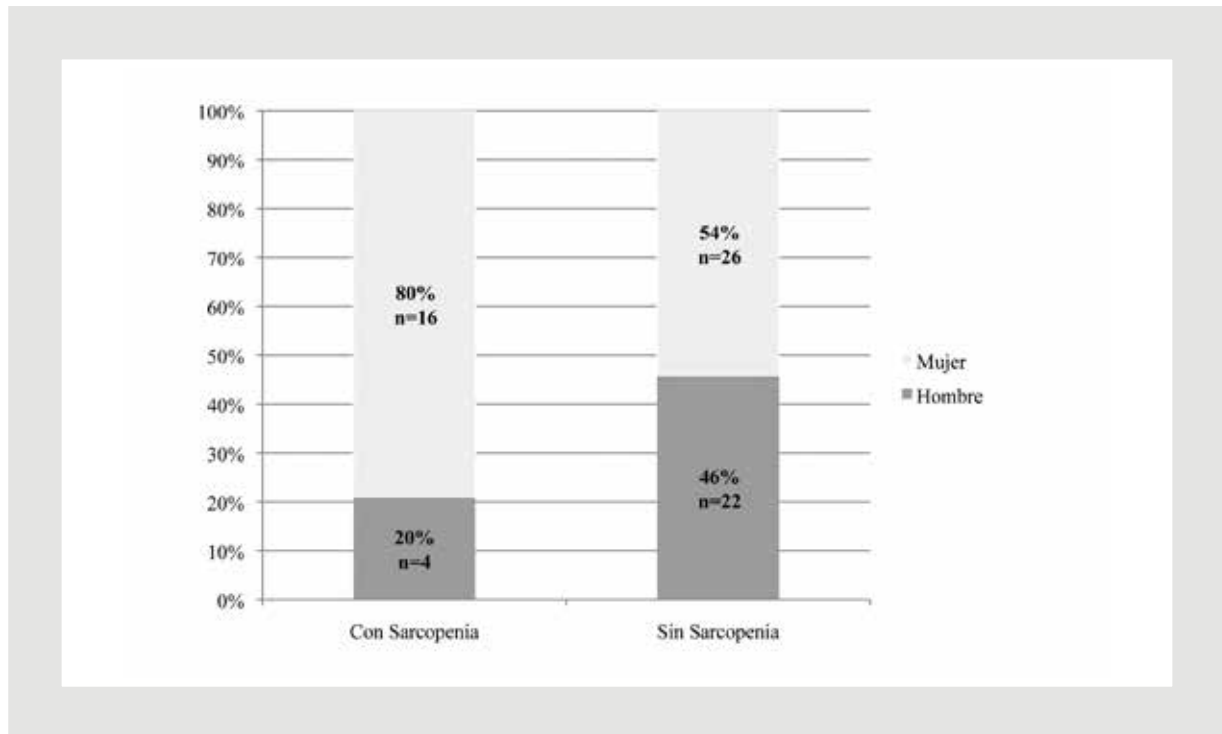
Los AM con DF tuvieron 27 veces mayor oportunidad de presentar sarcopenia que aquellos sin DF (16 de 24 [67%] vs. 3 de 44 [7%];  $p < 0.001$ ; OR: 27.3, IC: 6-156) (Tabla 1); además se muestra que la proporción de sarcopenia en AM con DF es mayor que en el grupo de los independientes (Fig. 1).

Por otro lado, en la figura 2 se muestra que la proporción de AM según su género y presencia de sarcopenia es mayor en el caso de las mujeres (16/20 con sarcopenia) que en el grupo sin sarcopenia (26/48). Asimismo, la edad mostró ser directamente proporcional de acuerdo al estado de DF; a mayor edad, mayor proporción de AM con DF (Fig. 3).

Respecto a las características antropométricas de los AM según su estado de DF, la talla fue mayor en



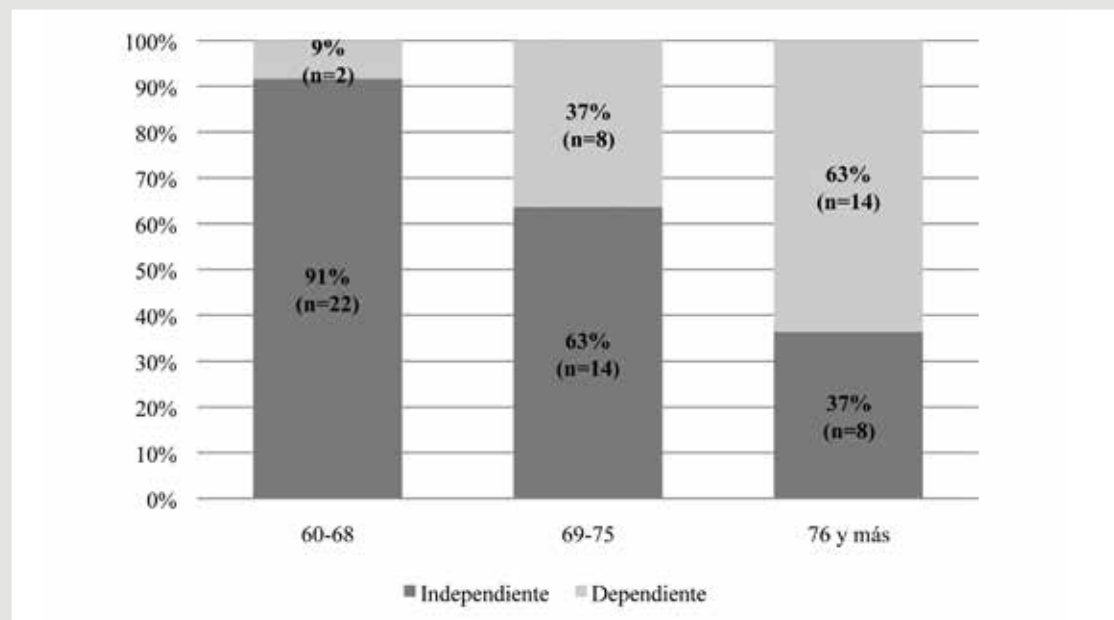
**Figura 1.** Comparación de la proporción de sarcopenia en adultos mayores con diferente estado de dependencia funcional. La proporción de sarcopenia –gris oscuro– en adultos mayores con independencia funcional es menor que en el grupo de los dependientes.



**Figura 2.** Proporción de adultos mayores según su género y presencia de sarcopenia. La proporción de adultos mayores según su género y presencia de sarcopenia es mayor en el caso de las mujeres (16/20 con sarcopenia) que en el grupo sin sarcopenia (26/48).

los sujetos con independencia funcional que en aquellos con DF ( $1.6 \pm 0.1$  vs.  $1.5 \pm 0.1$ ;  $p < 0.001$ ); al igual que la longitud talón/rodilla ( $48.9 \pm 4$  vs.  $46.2 \pm 4$ ;  $p < 0.01$ ) (Tabla 2). Además, la dinamometría de

presión tuvo valores más altos en los independientes que en los dependientes, aunque sin diferencia estadística significativa ( $28.9 \pm 9$  vs.  $24.3 \pm 8$ ;  $p = 0.07$ ); la prueba de sentarse y levantarse fue superada en



**Figura 3.** Proporción de adultos mayores según su estado funcional y grupo de edad. La proporción de adultos mayores según su estado funcional y grupo de edad a mayor edad es directamente proporcional al grado de dependencia funcional.

**Tabla 2.** Características antropométricas de adultos mayores según estado de funcionalidad

Parámetro	Estado de dependencia funcional		Valor de p (IC 95%)
	Independiente (n = 44)	Dependiente (n = 24)	
Peso (kg)	70.7 ± 12	65.5 ± 12	0.08* (0.77-11.1)
Talla (m)	1.6 ± 0.1	1.5 ± 0.1	0.001* (0.02-0.11)
Talón/rodilla (cm)	48.9 ± 4	46.2 ± 4	0.01* (0.67-4.71)
Perímetro pantorrilla (mm)	33.1 ± 4	33.7 ± 6	0.64* (3.22-2.02)
Perímetro braquial (mm)	29.2 ± 3	28.7 ± 4	0.55* (-1.35-2.47)
Perímetro cuádriceps (mm)	43.9 ± 5	41.9 ± 6	0.15* (-0.81-4.79)

Los valores de DF se expresan en promedio ± DE.

\*Calculada mediante t de Student.

tiempo menor en los sujetos con independencia funcional que en los que presentaron DF ( $15.2 \pm 6$  vs.  $19.7 \pm 7$ ;  $p < 0.02$ ). Finalmente, la prueba de Lovett y Kendall arrojó resultados inferiores a un puntaje de 3 en la mayoría de los sujetos con DF (5 vs. 15;  $p < 0.001$ ) (Tabla 3).

## Discusión

Los resultados del presente estudio muestran que la sarcopenia se encuentra en mayor proporción en AM con DF. Como es sabido, el no haber encontrado diferencias entre los grupos de estudio, con respecto al

Tabla 3. Características funcionales de adultos mayores según estado de funcionalidad

Parámetro	Estado de dependencia funcional		Valor de p
	Independiente (n = 44)	Dependiente (n = 24)	
Dinamometría (kg)	28.9 ± 9	24.3 ± 8	<sup>B</sup> 0.07*
Sentarse y levantarse (s)	15.2 ± 6	19.7 ± 7	0.02*
Prueba de Lovett y Kendall (con sarcopenia/ sin sarcopenia)	(5/39)	(15/9)	0.001 <sup>†</sup>

Los valores de DF se expresan en promedio ± DE.

\*Calculada mediante t de Student.

<sup>†</sup>Calculada mediante X<sup>2</sup>.

DE: desviación estándar.

género del individuo se suma a diversos estudios que han documentado esto. Unos informan que el riesgo de DF no difiere entre varones y mujeres cuando se controlan factores como la edad o la comorbilidad<sup>8</sup>, mientras que otros sostienen que el riesgo de DF es mayor en las mujeres<sup>9</sup>. En el nuestro, el género fue el único parámetro analizado que no mostró diferencia significativa al comparar todas las variables con este. Igualmente, en el estudio NuAge de Quebec, la DF resultó indistinta para el género, sin embargo, los varones tuvieron menor DF que las mujeres, así como los participantes más jóvenes en comparación con los más ancianos<sup>10</sup>.

Además, se encontró que la oportunidad de tener DF es 17.7 y 12.6 veces mayor si se tiene sarcopenia (sexo femenino y masculino, respectivamente).

Baumgartner, et al. en el estudio *New Mexico Elder Health* encontraron que el género influía negativamente –más aún en el sexo femenino– para desarrollar DF en presencia de sarcopenia, con una oportunidad de 3.7 veces en hombres y 4.1 en mujeres respecto a los sujetos sin sarcopenia<sup>11</sup>. A diferencia de lo anterior, nuestro estudio no mostró diferencia estadística en este parámetro, sin embargo, mostró que el sexo masculino era factor protector para DF al igual que en el estudio de Tseng, et al., en el que se analizaron algunos predictores para incidencia de DF en presencia de sarcopenia y se encontró que el sexo masculino tenía menos oportunidad de desarrollar DF en presencia de sarcopenia<sup>12</sup>.

Ser ama de casa, así como tener un nivel de estudio nulo se asoció a DF. En el estudio de Howard, et al., las mujeres con un índice de masa corporal (IMC) mayor a 30 kg/m<sup>2</sup> tenían un factor protector en alteraciones de la fuerza de prensión (OR: 0.53, IC: 0.37-0.76; p < 0.001)<sup>13</sup>.

Asimismo, en el nuestro, el ESE influyó como factor de riesgo, ya que pertenecer a un nivel bajo representaba una oportunidad de 3.03 para DF<sup>14</sup>.

Las características antropométricas y funcionales de los AM han demostrado influir en el estado de DF; en el presente estudio la talla, la longitud talón/rodilla fueron menores en sujetos con DF, y la prueba de sentarse y levantarse mostró ser mayor en los sujetos con DF. Respecto a la prueba de sentarse y levantarse de una silla, esta última fue evaluada por Al Snih, et al., y por Guralnik, et al.; ambos demostraron que esta prueba posee relevancia clínica para medir la fuerza de la extremidad inferior ya que sus resultados son consistentes con la dinamometría de miembros superiores e inferiores, así como con las de capacidad física como la batería corta<sup>15,16</sup>.

En nuestro estudio los parámetros como el perímetro del cuádriceps, el braquial y el de la pierna no mostraron diferencia estadística significativa; contrario a esto, en el trabajo de Choquette, et al. el perímetro del cuádriceps se asoció 7 veces a alteraciones de la fuerza muscular y la movilidad, al igual que otros parámetros como la circunferencia de la muñeca<sup>17</sup>.

Por otra parte, el Consenso Europeo para la Definición y Diagnóstico de la Sarcopenia en 2010 menciona que en el caso de la obesidad sarcopénica los cambios de peso ocurren de manera individual y que existen patrones diferentes relacionados con la edad y la composición corporal en cada individuo; por ejemplo, en hombres, estos cambios son atribuidos a la disminución acelerada de masa magra seguida de un incremento en la masa grasa; asimismo, en las mujeres se observa un patrón similar y la grasa intramuscular y visceral incrementan con la edad, mientras que la grasa subcutánea declina<sup>18</sup>. Es importante destacar

que, probablemente por esta razón, en nuestro estudio mediciones antropométricas como los perímetros del cuádriceps, el braquial o de la pierna resultaron sin diferencia estadística significativa, aunque como lo hemos reiterado, sí mostraron tendencia a ser mayores en el grupo de los independientes.

La dinamometría de prensión no mostró diferencia estadística significativa en nuestro trabajo; sin embargo, tuvo valores más altos en los independientes que en los dependientes. Lo anterior puede atribuirse a que no se ajustó la relación de variables como la ocupación (una parte de los sujetos con cifras altas en la dinamometría realizaban trabajos pesados con sus miembros superiores como en el caso de salineros, mecánicos, herreros, etc.). Existen estudios que demuestran que parámetros como la dominancia, el género y la edad son factores individuales que influyen en la fuerza de prensión; y otros más como la talla, el peso, el esfuerzo de prensión, el tamaño de la mano y la posición de esta última a la hora de efectuar la medición de la fuerza de prensión, influyen en el resultado de la dinamometría<sup>19</sup>. En el estudio de Arroyo, et al., se encontró una estrecha relación de la dinamometría con la funcionalidad y con la habilidad para efectuar actividades de movilidad en hombres y mujeres y se mantuvo la asociación significativa entre dinamometría y limitación funcional, agregándose en mujeres el riesgo aumentado de limitación funcional –a mayor edad y mayor IMC– y aunque se observó una buena correlación de dinamometría de prensión con la masa magra, la asociación de la fuerza de prensión con la funcionalidad fue mayor que la explicada solo por la diferencia en la masa muscular<sup>20</sup>; esto apoya la evidencia respecto a que la disminución de la masa muscular, la alta infiltración grasa en el músculo y la menor fuerza muscular se asocian con riesgo de pérdida de movilidad en AM<sup>21</sup>. Con lo anterior, se demuestra que la función muscular es más importante que el tamaño de la masa muscular y valida la dinamometría de mano como un indicador de funcionalidad. Este hallazgo concuerda con estudios como los de Newman, et al., que han demostrado que la dinamometría de mano proporciona estimaciones de riesgo de mortalidad similares a las de la fuerza del cuádriceps y que esta asociación es independiente del IMC<sup>22</sup>.

Los AM con sarcopenia tuvieron 27 veces más oportunidad de presentar DF que aquellos sin DF en nuestro estudio; la proporción mayor correspondió a AM sin sarcopenia y sin DF; la proporción menor correspondió a AM con sarcopenia y sin DF (Tabla 1 y Figura 1).

La escala de Lovett y Kendall arrojó resultados inferiores a un puntaje de 3 en la mayoría de los sujetos con DF. En diversos estudios se demostró que algunos indicadores de fragilidad como pérdida de peso, velocidad de la marcha, fuerza de prensión, actividad física, balance y función de la extremidad inferior son predictores de DF<sup>23,24</sup>. Lo anterior apoya nuestra opinión respecto a contar con instrumentos de evaluación clínica sobre la importancia que tiene el principal músculo involucrado en la incorporación como el cuádriceps; esto permitiría no solamente la evaluación y detección oportuna, sino también la evaluación del éxito de las intervenciones terapéuticas<sup>25,26</sup>.

Por todo esto, sería de suma importancia continuar con estudios longitudinales y ensayos clínicos donde se analizara más a profundidad el papel de la sarcopenia, así como otros factores intervinientes en el desarrollo de DF a fin de identificar oportunamente a los AM que se beneficiarían de programas preventivos para este problema<sup>27-29</sup>.

## Bibliografía

1. Vermeulen J, Neyens JC, Van Rossum E, Spreeuwenberg M, Witte L. Predicting ADL disability in community-dwelling elderly people using physical frailty indicators: a systematic review. *BMC Geriatr*. 2011;11:33.
2. Dawson B, Trapp R. Bioestadística Médica. 4a. edición. México: Ed. Manual Moderno; 2005. pp. 141-4.
3. Topinková E. Aging, Disability and frailty. *Ann Nutr Metab*. 2008;52(1):6-11.
4. Mahoney F, Barthel D. Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J*. 1965;14:61-5.
5. Sicco PJ. Cuaderno de Apuntes de Técnicas Evaluativas Funcionales. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Medicina; 2003. [Consultado el 6 de septiembre de 2014]. Disponible en: <http://www.med.unne.edu.ar/kinesiologia/catedras/tet/manual/000.pdf>.
6. Daniells L, Williams M, Worthingham C. Le testing. 2a. edición. París: Maloine; 1958.
7. Lynn M. Fundamentos de las técnicas de evaluación músculo-esquelética. En: Principios de las técnicas de evaluación muscular. 1a. edición. Madrid: Ed. Paidotribo; 2002. pp 20-34.
8. Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, Mayer J, Nair KS. Sarcopenia. *J Lab Clin Med*. 2001;137(4):231-43.
9. Doherty T. The influence of aging and sex on skeletal muscle mass and strength. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2009;4(6):503-8.
10. Ávila-Funes J, Gray-Donald K, Payette H. Medición de las capacidades físicas de adultos mayores de Quebec: un análisis secundario del estudio NuAge. *Salud Pública Méx*. 2006;48(6):446-54.
11. Baumgartner R, Koehler K, Gallagher D, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New México. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755-63.
12. Tseng LA, Delmonico MJ, Visser M, et al. Body composition explains sex differential in physical performance among older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(1):93-100.
13. Howard C. Oxidative damage is associated with poor grip strength among older women living in the community. *J Appl Physiol*. 2007;103(1):17-20.
14. González-Celis R, Tron A, Chávez B. Evaluación de la Calidad de Vida a través del WHOQOL en la población anciana de México. México: Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM; 2009.
15. Al Snih S, Markides K, Ostir G, Goodwin J. Hand grip strength and incident ADL disability in elderly Mexican Americans over a seven-year period. *Aging Clin Exp Res*. 2004;16(6):481-6.
16. Guralnik J, Ferrucci L, Pieper C, Leveille S, Markides K, Ostir G. Lower extremity function and subsequent disability: consistency across studies, predictive models, and value of gait speed alone compared with the short physical performance battery. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000;55(4):M221-31.

17. Choquette S, Bouchard D, Doyon C, Senecal M, Brochu M, Dione I. Relative strength as a determinant of mobility in elders 67-84 years of age. A nuage study: nutrition as a determinant of successful aging. *J Nutr Health Aging*. 2010;14(3):190-5.
18. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412-23.
19. Miranda M. Análisis dinamométrico de la mano: valores normativos en la población española. Tesis doctoral. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Medicina; 2011.
20. Arroyo P, Lera L, Sánchez H, Bunout D, Santos J, Albala C. Indicadores antropométricos, composición corporal y limitaciones funcionales en ancianos. *Rev Méd Chile*. 2007;135(7):846-85.
21. Visser M, Goodpaster B, Kritchevsky S, Newman A, Nevitt M, Rubin S. For the Health ABC Study. Muscle Mass, Muscle Strength, and Muscle Fat Infiltration as Predictors of Incident Mobility Limitations in Well-Functioning Older Persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(3):324-33.
22. Newman A, Kupelian V, Visser M, Simonsick E, Goodpaster B, Kritchevsky S. Strength but not Muscle Mass is Associated with Mortality in the Health, Aging and Body Composition Study Cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(1):72-7.
23. Wong H, Weiss D, Sourial N, et al. Frailty and its association with disability and comorbidity in a community-dwelling sample of seniors in Montreal: a cross-sectional study. *Aging Clin Exp Res*. 2010;22(1):54-62.
24. Hairi N, Cumming R, Naganathan V, et al. Loss of muscle strength, mass (sarcopenia), and quality (specific force) and its relationship with functional limitation and physical disability: The Concord Health in Men Project. *J Am Geriatr Soc*. 2010;58(11):2055-62.
25. Gustafsson S, Wilhelmson K, Eklund K, et al. Health-promoting interventions for persons aged 80 and older are successful in the short term--results from the randomized and three-armed Elderly Persons in the Risk Zone study. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(3):447-54.
26. Burton L, Sumukadas D. Optimal management of sarcopenia. *Clin Interv Aging*. 2010;5:217-28.
27. Stessman J. Physical activity, function, and longevity among the very old. *Arch Intern Med*. 2009;169(16):1476-83.
28. Pijnappels M, Van de Burg P, Reeves N, Van Dieën J. Identification of elderly fallers by muscle strength measures. *Eur J Appl Physiol*. 2008;102(5):585-92.
29. Berger MJ, Doherty TJ. Sarcopenia: prevalence, mechanisms, and functional consequences. *Interdiscip Top Gerontol*. 2010;37:94-114.