

# Medición de las capacidades físicas de adultos mayores de Quebec: un análisis secundario del estudio NuAge

José Alberto Ávila-Funes, MD,<sup>(1,2)</sup> Katherine Gray-Donald, PhD,<sup>(3)</sup> Hélène Payette, PhD.<sup>(1)</sup>

Avila-Funes JA, Gray-Donald K, Payette H.  
Medición de las capacidades físicas de adultos mayores de Quebec: un análisis secundario del estudio NuAge.  
Salud Publica Mex 2006;48:446-454.

## Resumen

**Objetivo.** Determinar la validez de una batería de pruebas de capacidades físicas en una muestra de adultos mayores de la comunidad. **Material y métodos.** Para este estudio se analizaron los datos basales del estudio NuAge, recolectados de diciembre de 2003 a abril de 2005 y que incluyeron 1 793 varones (48%) y mujeres (52%) ( $74.4 \pm 4.1$  años) de Montreal, Laval y Sherbrooke, Canadá. Se construyó una batería para la medición de las capacidades físicas (BCF) a partir de la suma de cuatro pruebas según el método propuesto por Guralnik (equilibrio en un pie, velocidad de la marcha en cuatro metros a paso normal, levantarse de una silla cinco veces y el *timed "up & go"*). Mediante análisis de regresión lineal se establecieron la asociación de la edad, el sexo y la actividad física con la BCF. **Resultados.** La BCF se asoció de forma significativa con pruebas que evalúan el estado físico y de salud de los individuos, por lo que se determinó la validez de contenido y de criterio. La BCF tuvo un coeficiente alfa de 0.74. Los análisis de regresión probaron que la disminución en las capacidades físicas relacionadas con la edad es similar en varones y mujeres. **Conclusión.** La batería es una herramienta válida en la medición de las capacidades físicas. El mejor desempeño ocurre en los individuos más jóvenes, aquellos con más actividad física y en los varones. Esta BCF puede servir de modelo para utilizarse en el estudio de las capacidades de los adultos mayores que viven en la comunidad.

Palabras clave: anciano; validez; desempeño; discapacidad; medición; Canadá

Avila-Funes JA, Gray-Donald K, Payette H.  
Measurement of physical capacities in the elderly: a secondary analysis of the Quebec longitudinal study NuAge.  
Salud Publica Mex 2006;48:446-454.

## Abstract

**Objective:** To assess the validity of a battery of functional capacity tests in community-living elderly Canadians. **Material and Methods.** Design: cross-sectional study. Study population: baseline data from 1793 men and women aged  $74.4 \pm 4.1$  participating in the NuAge longitudinal study were collected from December 2003 to April 2005 and used for the analyses. A global score measuring functional capacities (BFC) was constructed as the sum of four tests according to a method proposed by Guralnik [Timed Up & Go, walking speed (4 m), chair stands (five times), standing balance]. Multivariate linear regression analysis was used to study the relationship between age, sex, and physical activity, and BFC score. **Results:** The global functional capacities score had an internal consistency of 0.74. It was significantly associated with age, sex and measures of mental and physical health status including: cognitive function ( $<0.001$ ), depressive symptoms ( $<0.001$ ), nutritional risk ( $<0.001$ ), burden of disease ( $<0.001$ ), and level of physical activity ( $<0.001$ ) thus supporting the construct validity of the global score. Age related differences in BFC were consistent and similar among men and women. **Conclusion:** The global score of functional capacity tests provided a valid assessment of physical capacities in the community-living elderly. While men had higher global BFC scores than women, among both sexes the best performance was observed in the youngest age group and in those reporting more physical activity.

Key words: elderly; validity; performance; disability; measurement; Canada

- (1) Centre de recherche sur le vieillissement. Institut universitaire de gériatrie de Sherbrooke, Université de Sherbrooke. Quebec, Canadá.  
(2) Clínica de geriatría del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Ciudad de México, México.  
(3) School of Dietetics and Human Nutrition, McGill University. Montreal, Canadá.

Fecha de recibido: 3 de marzo de 2006 • Fecha de aprobado: 14 de julio de 2006

Solicitud de sobretiros: Hélène Payette. Centre de recherche sur le vieillissement. 1036, Belvédère sud. Sherbrooke, Québec, Canadá. J1H 4C4.  
Correo electrónico: Helene.Payette@USherbrooke.ca

El número de adultos mayores aumenta a nivel mundial. Un ejemplo es México donde, en el año 2000, los ancianos representaban 7.1% de la población, es decir, 6.9 millones de personas, y se prevé que sean 32.4 millones en 2050, cuando un mexicano de cada cuatro tendrá más de 65 años.<sup>1</sup> Sin embargo, con el avance de la edad, algunas capacidades físicas se deterioran y los problemas de salud aumentan. La edad cronológica es con toda probabilidad el factor más importante y consistente en la aparición de la discapacidad de los ancianos debido a que el riesgo relativo aumenta alrededor de 2.0 por cada 10 años de edad que pasan.<sup>2-5</sup> La discapacidad conlleva graves consecuencias en la salud de los adultos mayores; por ejemplo, su presencia se acompaña de un mayor riesgo de depresión,<sup>6</sup> institucionalización<sup>7</sup> y muerte.<sup>8</sup> Por lo tanto, preservar las capacidades funcionales y disponer de un desempeño físico adecuado es crucial para mantener la autonomía y un buen estado de salud.<sup>7</sup>

Para la Organización Mundial de la Salud, “capacidad” se define como “la capacidad plena del individuo para cumplir con una tarea o una acción”; en contraste, el “desempeño” corresponde a “lo que el individuo hace en su ambiente cotidiano”.<sup>9</sup> La medición de las capacidades funcionales es un componente fundamental en la evaluación del adulto mayor. Ésta, tanto en clínica como en investigación, permite identificar a los ancianos que presentan algún grado de discapacidad. Ello ha sido posible gracias al desarrollo de pruebas objetivas y estandarizadas de medición, las cuales presentan múltiples ventajas sobre los autorreportes<sup>10</sup> y la información obtenida de un “proxy”,<sup>11</sup> pero sobre todo ventajas en términos de validez.<sup>12</sup>

En 1994, Guralnik y colaboradores propusieron una batería de pruebas que demostró ser válida y confiable para la evaluación de las capacidades funcionales de los adultos mayores de la comunidad.<sup>8</sup> Tal instrumento mostró ser útil en la predicción del deterioro funcional, la institucionalización y la mortalidad.<sup>8,13</sup> La aplicación de esta batería se ha expandido en grandes estudios epidemiológicos de Estados Unidos,<sup>14-19</sup> pero su validez no ha sido bien explorada en poblaciones diferentes.

El propósito de este artículo es demostrar la validez de esta batería de pruebas, la cual es práctica, rápida, segura y eficaz en la medición de las capacidades físicas, en una muestra de adultos mayores canadienses que viven en la comunidad.

## Material y métodos

### Participantes

Los sujetos son participantes del Estudio Longitudinal de Québec “NuAge”, un estudio original cuyo pro-

pósito es determinar el papel de la nutrición en el “envejecimiento exitoso”. NuAge comprende el seguimiento anual de 1 793 hombres y mujeres cuyas edades se ubican entre 68 y 82 años, en buenas condiciones generales de salud a su ingreso en la cohorte, y durante un periodo de cinco años. La muestra se constituyó con sujetos seleccionados de manera aleatoria y se estratificó por edad y sexo, según la información del Registro del Seguro Médico de Quebec (RAMQ) de las poblaciones de Montreal, Laval y Sherbrooke, Canadá. La recolección de datos inició en diciembre de 2003 en los dos centros de investigación principales (Montreal y Sherbrooke). De cada participante se obtiene información sociodemográfica, nutricia, funcional, médica, biológica y social. Nutriólogos y enfermeras con experiencia recaban e introducen directamente tales datos en un programa de informática específico (William®), según una guía de procedimientos y de acuerdo con un proceso de estandarización riguroso.

### Variables e instrumentos de medición

Las pruebas de capacidades físicas que se presentan fueron adaptadas de otras que se utilizaron de manera previa y según el método propuesto por Guralnik y colaboradores,<sup>8,20-23</sup> donde se prefiere la inclusión de pruebas que evalúan sobre todo la función de las extremidades inferiores. Esta “batería de capacidades físicas” conjunta una serie de mediciones que permiten evaluar el equilibrio, la marcha, la fuerza y la resistencia, además de que reflejan la planeación motora y las estrategias cognitivas correspondientes.<sup>19,24</sup> Una sola persona puede aplicar la batería en un espacio físico reducido e, incluso, en el domicilio del sujeto. Para la adecuada aplicación e interpretación de las pruebas, los evaluadores se estandarizaron de forma rigurosa y demostraron a cada participante cómo realizar la tarea antes de su ejecución.

La ausencia de un “estándar de oro” dificulta establecer la validez de criterio de las pruebas de capacidad física. No obstante, la validez de constructo se estableció previamente gracias a su relación con instrumentos que estiman el estado funcional, como son las escalas de las actividades básicas de la vida diaria<sup>25</sup> e instrumentales,<sup>26</sup> el estado mental<sup>27</sup> y la presencia de síntomas depresivos,<sup>28</sup> con correlaciones que oscilan entre 0.23 a 0.71.<sup>29</sup> Además, también se estableció la validez de contenido.<sup>8</sup>

*Equilibrio en un pie (EP):* esta prueba consiste en pedir al sujeto que se mantenga en un solo pie el mayor tiempo posible. Tras quitarse los zapatos y colocarse a un metro de distancia de un muro, se pide al participante que coloque sus dos manos en la cadera y que guarde

esta posición durante toda la duración de la prueba. Después, se le solicita que se sostenga sobre su pierna no dominante y que levante su otro pie al nivel de la pantorrilla (sin tocarla) y que mantenga esta posición el mayor tiempo posible. Para concluir, se repite el mismo proceso pero con la pierna del lado dominante del cuerpo. El tiempo empieza a registrarse desde que el participante despegó el pie del suelo y se termina si apoya el pie, modifica la posición de sus brazos o mantiene esa postura por más de 60 segundos. La confiabilidad test-retest de esta prueba es de 0.97 (en un intervalo de 48 horas) y la confiabilidad interjuez es entre 0.96 y 1.<sup>29</sup>

*Velocidad de la marcha en cuatro metros a paso normal (VM):* Esta prueba pretende medir la velocidad de la marcha al paso "habitual". Se trazan tres líneas en el piso: una roja a cero metros ("línea de salida"), la siguiente a un metro y la última a cuatro metros. Se le pide al participante que ponga sus pies detrás de la línea de salida y que empiece a caminar cuando se le dé la orden. La orden de detenerse se dará hasta que pase por completo la línea que define los cuatro metros. Se le indica al sujeto "a la señal de 'ahora', camine a su paso acostumbrado y le diré cuándo detenerse...". Si es necesario, el sujeto puede utilizar su apoyo habitual (bastón, por ejemplo). La prueba se repite en dos ocasiones, la primera para que el sujeto se familiarice con la prueba, y la segunda para registrar el tiempo, el cual comienza a correr al alcanzar la segunda línea hasta cruzar por completo la tercera. La confiabilidad test-retest de la VM tiene un excelente coeficiente de correlación intraclassa (CCI) en un intervalo de dos semanas (0.79),<sup>30</sup> incluso en los adultos mayores muy funcionales.<sup>31</sup> Por otro lado, la confiabilidad interjuez también es bastante buena (0.93).<sup>32</sup>

*Levantarse de una silla cinco veces (LS):* esta prueba sirve para evaluar la fuerza de los miembros inferiores, además de que refleja el equilibrio y la movilidad del sujeto. En esta prueba es necesaria una silla sin descansabrazos, de unos 46 cm de alto (estándar), cuyo respaldo debe apoyarse contra la pared para asegurar su estabilidad. Se le pide al sujeto que se levante y después se siente cinco veces seguidas; lo debe hacer lo más rápido posible con los brazos cruzados en el pecho. El tiempo se registra a partir de que el sujeto se incorpora por primera vez hasta que está completamente de pie tras la quinta levantada. Si la persona no completa las cinco, se anota el tiempo pero precisando el número de levantadas realizadas.<sup>8,13,20</sup> El CCI de la confiabilidad test-retest de LS es de 0.67 a 0.73;<sup>30,31</sup> y obtuvo un coeficiente de correlación de 0.97 cuando el

test-retest se evaluó en 50 ancianos que vivían en la comunidad y donde el intervalo de tiempo en el que se repitieron las pruebas fue de 48 horas.<sup>33</sup>

*Timed "up & go" (TUG):* esta prueba de "levántate y anda" o de "Lázaro" evalúa de manera satisfactoria la movilidad y el equilibrio de los adultos mayores.<sup>22</sup> En su versión modificada,<sup>23</sup> se cronometra al sujeto desde el momento en que se levanta de una silla con apoyabrazos, camina tres metros, regresa a la silla, y termina cuando de nuevo se encuentra sentado en la silla. Con todo detalle, la prueba inicia con el sujeto sentado, la espalda recargada en el respaldo de la silla, los brazos sobre los apoyabrazos y con la ayuda técnica a la mano por si la necesita (bastón, por ejemplo). No se brinda ninguna asistencia física durante la ejecución de la tarea, y el sujeto debe ejecutar la prueba una vez antes de ser cronometrado para que pueda familiarizarse con ella. Se le indica al sujeto "a la señal de 'ahora', levántese, después camine a una velocidad cómoda y segura hasta la línea marcada en el piso (a tres metros), pase la línea, gire y regrese a sentarse hasta apoyar su espalda en el respaldo de la silla otra vez...". El tiempo se registra desde que se da la señal de salida hasta que recarga de nuevo la espalda en la silla. El tiempo para realizar el TUG se correlaciona con el equilibrio (escala de equilibrio de Berg,  $r = -0.81$ ), la velocidad de la marcha ( $r = -0.61$ ) y la autonomía funcional de los individuos (índice de Barthel,  $r = -0.78$ ).<sup>23</sup> La confiabilidad test-retest (CCI= 0.99) e interjuez (CCI= 0.99) del TUG es elevada,<sup>23</sup> incluso en la población quebequense.<sup>34</sup>

Para permitir que el análisis incluyera a aquellos que no eran capaces de realizar alguna de las cuatro pruebas, se crearon categorías de desempeño para cada una de las tareas (cuadro I). Para los que no realizaron o no terminaron alguna de las pruebas, se asignó una calificación de cero. Para los que sí lo lograron, se asignó una calificación de 1 a 4 según el cuartil de tiempo que necesitaron para efectuarla; de esta manera, los más rápidos recibieron un 4 y los más lentos 1. En el caso de EP, el cuartil de duración más largo fue el que recibió 4. Así, el total representó la suma de las categorías en cada una de las cuatro pruebas para un máximo de 16 puntos. A este puntaje final es al que se denominó como "total en la batería de capacidades físicas" (BCF).

También se incluyó la asociación de la BCF con el grado de actividad física. Esta última fue determinada por la Escala de actividades físicas para las personas mayores (PASE, *Physical Activity Scale for the Elderly*), la cual es un instrumento de 12 preguntas que mide el grado de actividad física (profesional, en el hogar y de esparcimiento) de la última semana.<sup>35</sup> El puntaje se

**Cuadro I**  
**TIEMPO EN SEGUNDOS UTILIZADO COMO PUNTO**  
**DE CORTE PARA LA CREACIÓN DE CADA UNA**  
**DE LAS CATEGORÍAS EN LAS PRUEBAS**  
**DE CAPACIDADES FÍSICAS (N= 1 774)**

Categorías	Equilibrio en un pie (seg)	Velocidad de la marcha (seg)	Levantarse de una silla (seg)	Timed "up & go" (seg)
0	NR* (n= 66)	NR (n= 5)	NR (n= 42)	NR (n= 4)
1	≤ 2.75 (n= 401)	≥ 4.40 (n= 436)	≥ 12.63 (n= 428)	≥ 11.63 (n= 438)
2	2.76 a 6.15 (n= 432)	3.90 a 4.39 (n= 425)	10.59 a 12.62 (n= 435)	10.30 a 11.62 (n= 446)
3	6.16 a 18.67 (n= 438)	3.44 a 3.89 (n= 462)	8.70 a 10.58 (n= 434)	9.10 a 10.29 (n= 439)
4	≥ 18.68 (n= 437)	≤ 3.43 (n= 446)	≤ 8.69 (n= 435)	≤ 9.09 (n= 477)

\* NR: no realizó la prueba

obtiene a partir de la intensidad y la frecuencia de cada una de las actividades. La correlación del PASE es positiva con la fuerza de prensión (0.37), el equilibrio (0.33), la fuerza de las piernas ( $r= 0.25$ ), y negativa con la frecuencia cardiaca en reposo (-0.13), la edad (-0.34) y la autopercepción de la salud (0.34).<sup>35,36</sup> Su confiabilidad test-retest también es adecuada ( $r= 0.75$ ).<sup>35</sup>

### Análisis estadístico

Las características de los participantes se presentan como media  $\pm$  desviación estándar para las variables continuas y como frecuencia y porcentaje para las variables categóricas.<sup>37</sup> Las comparaciones entre las distintas variables se hicieron con las pruebas ji cuadrada, exacta de Fisher, prueba *t* o análisis de varianza a un factor (ANOVA), según su naturaleza. Para mayor severidad, cuando era indicado, se recurrió al método de Bonferroni para buscar la diferencia estadística intragrupo. Se utilizó el coeficiente rho de Spearman para evaluar la correlación de las cuatro pruebas entre sí, así como con el total de la batería de las capacidades físicas y el PASE. La confiabilidad de esta batería fue evaluada en términos de su consistencia interna, que se estimó con el coeficiente alfa.<sup>38</sup> La asociación independiente de edad, sexo y grado de actividad física con la BCF se evaluó en diversos modelos de regresión lineal multivariados; en el modelo final, el análisis de los residuos verificó el respeto de los postulados

de base asumidos en la validez de la regresión lineal. Para finalizar, tras probar la inexistencia de una interacción entre edad y sexo, un análisis de covarianza (ANCOVA) comparó la media de la BCF de varones y mujeres con control para la edad. El valor  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativo. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, versión 12.0).

Los comités de ética de los institutos universitarios de geriatría de Sherbrooke y Montreal aprobaron el proyecto NuAge, quienes constataron el respeto de los principios éticos para las investigaciones médicas en los seres humanos. Todos los participantes del estudio NuAge firmaron un consentimiento informado para el uso de los datos recolectados con fines de investigación.

## Resultados

Por información clínica faltante, se eliminaron 19 sujetos; así, 1 774 conformaron la muestra analizada. En el cuadro II se presentan las características generales de la población por grupos de edad y sexo. La edad media fue de  $74.4 \pm 4.1$  DE (desviaciones estándar) y no se encontró diferencia en relación con el sexo ( $p= 0.164$ ).

Si bien la proporción de enfermedades crónicas aumentó con la edad, este hallazgo fue significativamente mayor en las mujeres. No obstante, la "carga por enfermedad" se incrementó conforme la edad del grupo crecía y fue significativa en ambos géneros ( $p < 0.001$ ).

A pesar de que esta cohorte no incluyó a personas con deterioro cognitivo, la prueba del Examen mínimo del estado mental, en su versión modificada (MMM-SE),<sup>39,40</sup> mostró una disminución en su puntaje conforme la edad del grupo era más avanzada, lo cual resultó más evidente en las mujeres ( $p < 0.001$  en ambos grupos). La misma tendencia se observó en el resultado de la Escala de actividad física de los adultos mayores (PASE). Por otro lado, "vivir solo" (como ejemplo de variables que evaluaron algunos aspectos de la red social) fue más frecuente en las mujeres ( $p < 0.001$ ) y en las más ancianas ( $p < 0.001$ ).

Los resultados de los participantes en las cuatro pruebas correlacionaron significativamente entre sí (todos con un nivel de confianza  $< 0.01$  y registrados como "tiempo en segundos"). Los coeficientes de Spearman fueron: TUG y VM, 0.70; TUG y LS, 0.50; TUG y EP, -0.38; VM y LS, 0.45; VM y EP, -0.33; LS y EP, -0.34.

Luego de su transformación en categorías, el total de la batería de capacidades físicas (BCF), como se esperaba, estuvo fuerte y significativamente correlacio-

**Cuadro II**  
**CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS Y DE SALUD DE LOS PARTICIPANTES POR EDAD Y SEXO (N= 1 774)**

Variable	Hombres 845 (47.9%)				p	Mujeres 929 (52.4%)			p
	Todos (n= 1 774)	68 a 72 años (n= 328)	73 a 77 años (n= 287)	78 a 82 años (n= 230)		68 a 72 años (n= 334)	73 a 77 años (n= 300)	78 a 82 años (n= 295)	
Estado civil "casado (a)" (%)	58.8	77.1	77.4	71.3	0.202*	54.2	46.7	28.1	<0.001*
Escolaridad $\geq$ 13 años (%)	35.2	36.6	40.1	35.5	0.587*	36.8	30.3	31.9	0.137*
"Muy satisfecho" con el ingreso económico (%)	41.5	45.9	49.6	52.3	0.800 <sup>‡</sup>	46.2	44.3	50.2	0.526 <sup>‡</sup>
Vive solo (%)	32.7	18.0	17.1	21.3	0.441*	35.9	44.0	58.0	<0.001*
Enfermedad articular (%)	53.9	39.3	45.6	48.3	0.086*	56.3	69.7	63.7	0.002*
Hipertensión arterial (%)	46.9	43.6	41.5	47.4	0.398*	41.0	55.7	53.2	<0.001*
Problemas cardíacos (%)	22.1	23.2	24.0	32.2	0.039*	13.2	18.3	25.1	0.001*
Diabetes (%)	11.0	12.8	12.2	15.7	0.480 <sup>‡</sup>	7.2	10.0	9.5	0.408*
Carga por la enfermedad <sup>#</sup> (media $\pm$ DE)	4.0 $\pm$ 2.9	3.0 $\pm$ 2.3 <sup>a</sup>	3.3 $\pm$ 2.7 <sup>a</sup>	3.9 $\pm$ 2.8 <sup>b</sup>	<0.001 <sup>§</sup>	3.8 $\pm$ 2.6 <sup>a</sup>	4.8 $\pm$ 3.1 <sup>b</sup>	5.0 $\pm$ 3.3 <sup>b</sup>	<0.001 <sup>§</sup>
Fumador actual (%)	6.8	10.7	6.6	9.1	0.469*	6.0	4.7	4.1	0.466*
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	27.9 $\pm$ 4.6	28.4 $\pm$ 4.2 <sup>a</sup>	28.0 $\pm$ 3.9 <sup>a,b</sup>	27.5 $\pm$ 3.7 <sup>b</sup>	0.040 <sup>§</sup>	27.8 $\pm$ 5.5	28.0 $\pm$ 5.2	27.3 $\pm$ 4.6	0.190 <sup>§</sup>
MMMSE <sup>&amp;</sup> (media $\pm$ DE), puntos	93.6 $\pm$ 4.4	93.7 $\pm$ 4.4 <sup>a</sup>	93.1 $\pm$ 4.2 <sup>a</sup>	91.8 $\pm$ 4.7 <sup>b</sup>	<0.001 <sup>§</sup>	95.2 $\pm$ 3.6 <sup>a</sup>	94.4 $\pm$ 3.9 <sup>b</sup>	92.7 $\pm$ 4.6 <sup>c</sup>	<0.001 <sup>§</sup>
PASE <sup>‡</sup> (media $\pm$ DE), puntos	100.4 $\pm$ 51.8	125.1 $\pm$ 57.0 <sup>a</sup>	113.5 $\pm$ 56.0 <sup>b</sup>	92.8 $\pm$ 50.3 <sup>c</sup>	0.001 <sup>§</sup>	103.1 $\pm$ 47.7 <sup>a</sup>	88.8 $\pm$ 44.8 <sup>b</sup>	74.9 $\pm$ 35.2 <sup>c</sup>	<0.001 <sup>§</sup>

\* Prueba de  $\chi^2$

<sup>‡</sup> Prueba exacta de Fisher

<sup>§</sup> Análisis de varianza a un factor

<sup>#</sup> OARS Multidimensional Functional Assessment Questionnaire; mientras más elevado es el puntaje, mayor la carga por la enfermedad

<sup>&</sup> Modified Mini-Mental State Examination (0 a 100 puntos; a mayor puntaje, mejor estado cognitivo)

<sup>‡</sup> Physical Activity Scale for the Elderly (0 a 400 puntos; más elevado el puntaje, mayor actividad física)

<sup>a,b,c</sup> Las letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa (Bonferroni)

nado con cada una de las pruebas ( $r_s > 0.65$ ). La BCF mostró una media de  $9.89 \pm 3.47$  DE, una mediana de 10.0, con un rango de 1 a 16 y un intervalo intercuartil de 6. La consistencia interna de esta batería, evaluada con el coeficiente alfa de Cronbach, fue de 0.74, que representa un resultado satisfactorio y apropiado para un instrumento de medición utilizado con fines de investigación.<sup>41</sup>

El puntaje de la BCF se relacionó de manera positiva y significativa con la función mental (MMMSE) y con el grado de actividad física (PASE):  $r_s = 0.20$  y  $r_s = 0.35$ , respectivamente;  $p < 0.01$ . La BCF también se relacionó negativa y significativamente con otros "proxy" del estado físico y de salud como son la carga que producen las enfermedades crónicas ( $p < 0.01$ ), el riesgo nutricional y la escala de depresión geriátrica (estos últimos, no presentados).

En el cuadro III se presentan los percentiles de la batería para cada grupo de edad y cada sexo. En cuanto a las medias de la BCF por grupo de edad y género, se observó que cada una de ellas fue significativamente

diferente, una de la otra, con un nivel de confianza  $< 0.05$ . Como también se esperaba, la media de la BCF fue menor en las mujeres comparada con la de los varones ( $9.25 \pm 3.40$  vs  $10.59 \pm 4.41$ , respectivamente;  $p < 0.001$ ). Además, el puntaje de la BCF disminuyó en forma sistemática conforme aumentaba el grupo de edad y la tendencia se mantuvo en ambos sexos ( $p < 0.001$ ).

Para probar que la edad, el sexo y la actividad física se asocian de manera independiente a la BCF, se construyeron y probaron varios modelos en los que se incluyó a ésta (como variable dependiente) y a la edad (como variable continua y categórica), al género, y el resultado del PASE. El modelo que mejor minimizó los errores es el que se presenta en el cuadro IV; en su conjunto, éste fue estadísticamente significativo ( $F = 172.213$ ;  $p < 0.001$ ) y explicó 23% de la variación total de la BCF. La inclusión en este modelo de la interacción entre edad y sexo no fue significativa ( $F = 0.296$ ). Más adelante, al probar la coincidencia de las rectas para los varones y las mujeres, la hipótesis nula no pudo rechazarse, por lo que se aceptó que éstas coinci-

**Cuadro III**  
**CAPACIDADES FÍSICAS: PUNTAJE EN LA BATERÍA POR PERCENTILES Y POR GRUPO DE EDAD Y SEXO (N= 1 774)**

Variable	Todos	Hombres (n= 845)			Mujeres (n= 929)		
		68 a 72 años (n= 328)	73 a 77 años (n= 287)	78 a 82 años (n= 230)	68 a 72 años (n= 334)	73 a 77 años (n= 300)	78 a 82 años (n= 295)
Media ± DE	9.9 ± 3.4	11.8 ± 3.1 <sup>a</sup>	10.6 ± 3.3 <sup>b</sup>	8.8 ± 3.1 <sup>c</sup>	10.94 ± 3.1 <sup>a</sup>	8.93 ± 3.2 <sup>b</sup>	7.67 ± 3.0 <sup>c</sup>
Percentil 10	5.0	7.0	6.0	5.0	6.0	4.0	4.0
Percentil 25	7.0	10.0	8.0	6.0	9.0	6.0	5.0
Percentil 50	10.0	12.0	11.0	9.0	11.0	9.0	7.0
Percentil 75	13.0	14.0	13.0	11.0	13.0	11.0	10.0
Percentil 90	15.0	15.0	15.0	13.0	15.0	13.0	12.0

\*<sup>3</sup>  $p < 0.001$ , ANOVA

<sup>a, b, c</sup> Las letras diferentes indican una diferencia estadísticamente significativa (Bonferroni)

**Cuadro IV**  
**MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE QUE MUESTRA LA ASOCIACIÓN INDEPENDIENTE DE LA EDAD, EL SEXO Y LA ACTIVIDAD FÍSICA CON EL TOTAL EN LA BATERÍA DE CAPACIDADES FÍSICAS**

	Coefficiente $\beta$	Error de $\beta$	t	p
Ordenada al origen	30.368	1.465	20.731	< 0.001
Edad en años	- 0.291	0.019	- 15.364	< 0.001
Sexo (0: varones; 1: mujeres)	- 0.956	0.158	- 6.068	< 0.001
PASE*	0.015	0.002	9.723	< 0.001

F= 172.213 R<sup>2</sup>= 0.231

p del modelo < 0.001

\* Physical Activity Scale for the Elderly

den y que la declinación en la BCF que se produce con el avance de la edad es el mismo no obstante el sexo de los sujetos (figura 1). Puesto que la interacción no fue significativa, el análisis de covarianza permitió determinar que, tras ajustar para la edad, las medias de la BCF en cada género fueron significativamente diferentes una de la otra (10.26 para las mujeres *vs* 10.51 para los varones; F= 70.2629,  $p < 0.001$ ).

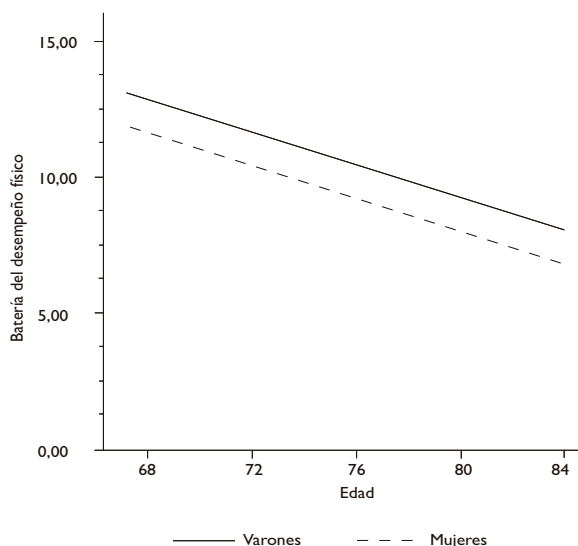
## Discusión

La medición de las capacidades físicas a través de la observación directa es atractivo porque este método proporciona una medida objetiva y cuantificable del desempeño de las personas.<sup>42</sup> Además, este método en-

cierra ventajas teóricas en términos de validez, fidelidad, sensibilidad al cambio y de aplicación en estudios transculturales y transnacionales.<sup>12</sup> En este estudio, se exhibe que la BCF desarrollada según el método propuesto por Guralnik es una herramienta válida en la evaluación de las capacidades físicas de los adultos mayores, en un país y cultura diferentes a los de aquél en la que fue desarrollada. Los resultados son equiparables a los del estudio original.<sup>8</sup>

La presentación de las capacidades físicas como un solo total tiene la ventaja de representar, de forma sencilla, a un conjunto de habilidades, lo que es sobre todo deseable en el desarrollo de estudios epidemiológicos. Como se sabe por informes previos,<sup>13</sup> las personas mayores que despliegan un peor desempeño en la ejecución de estas pruebas y, por lo tanto, un mal resultado en la BCF, presentan de 4.2 a 4.9 más probabilidades de desarrollar discapacidades para realizar las actividades de la vida diaria (bañarse, comer, continencia de esfínteres, etc.) y para aquéllas que se relacionan con la movilidad (subir una escalera sin asistencia, caminar, etc.) en un plazo de cuatro años, en comparación con aquellos que logran un mejor desempeño; sin embargo, esta pérdida funcional suele ser más acentuada en los sujetos que presentan ya algún grado de discapacidad al momento de ser examinados.<sup>43,44</sup> De esta manera, el mal resultado en la BCF parece identificar a la gente mayor con discapacidades en una etapa preclínica, por lo que esta población podría eventualmente beneficiarse de intervenciones preventivas para impedir la aparición de la discapacidad y sus consecuencias.

La elección de utilizar pruebas que se enfocan en la función de las extremidades inferiores se tomó por-



**FIGURA 1. MODELO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE QUE MUESTRA CÓMO EL GRADO DE DISMINUCIÓN EN EL TOTAL DE LA BATERÍA DE CAPACIDADES FÍSICAS, QUE OCURRE CONFORME PROGRESA LA EDAD, ES SIMILAR EN LOS VARONES Y EN LAS MUJERES**

que estas mediciones muestran un mayor grado de cambio con el paso del tiempo, y este cambio se presenta de forma lineal en comparación con aquellas pruebas que miden sólo la función de las extremidades superiores, sin contar que éstas últimas encierran problemas de confiabilidad.<sup>24,45</sup>

Como se explicó, la calidad en la ejecución de las pruebas de capacidades físicas se relaciona con la edad cronológica, de donde la comparación de las medias de la BCF de varones y mujeres con ajuste para la edad resultó un procedimiento adecuado. Es evidente que el envejecimiento conlleva al deterioro de las capacidades físicas y funcionales,<sup>46</sup> pero respecto de si la magnitud o velocidad de éste es diferente, según el género del individuo, hay resultados diversos. Algunos informan que el riesgo de discapacidad no difiere entre varones y mujeres cuando se controlan factores como la edad o la comorbilidad,<sup>3,47</sup> mientras que otros sostienen que el riesgo es mayor en las mujeres.<sup>2,5,48,49</sup> En la muestra autoral, el deterioro resultó genéricamente indistinto, pero, como se esperaba, los varones se desempeñaron mejor que las mujeres, así como los participantes más jóvenes en comparación con los más ancianos. De la misma manera, los participantes que obtuvieron mejores resultados en la BCF fueron aquellos que exhibieron un grado más elevado de actividad física según la escala del PASE.

No obstante, a pesar de la importancia de la edad y el género, se han implicado otros factores en el mantenimiento de una capacidad física adecuada que van más allá de la disminución de la fuerza, la velocidad del movimiento, la coordinación, la flexibilidad y el equilibrio. Entre estos elementos se incluyen las relaciones personales, la participación social, la autopercepción de la salud, la comorbilidad, algunos hábitos de vida (como el sedentarismo), el ingreso económico, el grado de educación y la salud mental.<sup>5,49</sup>

A pesar de los avances, la interrelación entre los múltiples factores que pueden conducir a la discapacidad y su impacto en el desempeño físico de los adultos mayores no se comprende del todo. Quizá el modelo explicativo de la fragilidad sea uno de los progresos más destacados y puedan, en un futuro, dar respuestas a este asunto. La fragilidad es una condición que pone en riesgo de discapacidad y dependencia a los adultos mayores. Es un concepto complejo pero constituye un síndrome clínico que puede reconocerse como parte de un *continuo de gravedad* asociado a la edad avanzada y que actúa sobre el aspecto biológico en la deficiencia de diversos sistemas. Al parecer, se cruza un umbral, todavía impreciso, en la deficiencia del sistema endocrino, cardiovascular, musculoesquelético, inmunológico y nervioso. La fragilidad puede bien representar la compleja interacción de diferentes factores biológicos, psicológicos, cognitivos y sociales,<sup>44,50</sup> donde las capacidades físicas (en especial la función motriz) constituyen un elemento central del fenómeno, lo que indica la importancia de su evaluación.<sup>51,52</sup>

A pesar de la utilidad y validez de la BCF presentada, es necesario mencionar varios límites de este estudio. La falta de un "estándar de oro" de las capacidades físicas impide demostrar la validez de criterio de la BCF, lo cual ha representado un problema en los estudios de validación de otros instrumentos que miden la funcionalidad. Empero, debido a su adecuada relación con otras pruebas, se constata que la validez de contenido, de constructo y la consistencia interna de la BCF son adecuadas, por lo que su uso es aceptable. Además, aunque se presentan los componentes de una ecuación que permitiría estimar el resultado en la BCF según edad, sexo y grado de actividad física, no constituyó el propósito de los autores proponer puntos de corte ya que ello resulta imposible en virtud de las características de la muestra. En el mismo tono, la población de NuAge no es una representante fiel de la población de adultos mayores, ya que sus miembros fueron seleccionados para conformar la cohorte por su excelente estado de salud; sin embargo, la validez externa de este trabajo se fortalece

puesto que estas pruebas han sido utilizadas con éxito en una población más heterogénea como la del *Established Populations for the Epidemiological Study of the Elderly* (EPESE),<sup>53</sup> en el que se incluye una subpoblación de mexicoestadounidenses, y en poblaciones que ya presentan alguna discapacidad como es el caso del *Women's Health and Aging Study* (WHAS).<sup>54</sup> También, la mayor parte de la información de la presente BCF fue recolectada en un medio institucional, donde los participantes estaban motivados, y no es una garantía que, en el domicilio, los sujetos respondan de la misma forma, aunque en el estudio EPESE sí fue satisfactoria. Para concluir, las cuatro pruebas pueden ser insuficientes para representar por completo las capacidades funcionales de los adultos mayores, además de que su aplicación en sujetos con problemas específicos como el deterioro cognitivo o con grandes discapacidades aún no se explora.

La decisión de publicar en forma detallada la metodología de la aplicación de cada una de las pruebas, así como la forma de crear un puntaje que conjunte a las mismas, favorecerá que el uso de esta batería en otros países y culturas produzca resultados válidos en la medición de las capacidades físicas y de acuerdo con su propio medio, por lo que podría resultar de utilidad para otros investigadores interesados en el tema.

## Conclusión

Esta batería es un instrumento válido para la medición de las capacidades físicas. El desempeño de los participantes se refleja de forma adecuada en su puntaje puesto que se comporta como se espera: los individuos más jóvenes, aquéllos con mayor actividad física actual y los de sexo masculino obtienen los mejores resultados. Su utilización como una escala continua facilita su manejo para el análisis y la interpretación de las capacidades de los adultos mayores. Su uso con éxito en estudios longitudinales que incluyen ancianos de la comunidad de Estados Unidos y ahora de Canadá muestra su viabilidad, de donde la BCF puede servir de modelo a aplicar en otras regiones del mundo, como Latinoamérica, debido a que sus cualidades de medición se mantienen al estudiar distintas poblaciones. La presentación detallada de la forma de aplicar cada una de las pruebas ha de facilitar la estandarización en los distintos escenarios. Por sus características, esta batería de capacidades físicas podría aplicarse en los grandes estudios epidemiológicos que se planean en la población de adultos mayores de México, y facilitar así el estudio de las capacidades físicas.

## Referencias

1. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Estadísticas a propósito del día internacional de las personas de la tercera edad. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/temp/prensa/contenidos/estadisticas/personas.pdf>. Acceso el 9 de marzo de 2006.
2. Harris T, Kovar MG, Suzman R, Kleinman JC, Feldman JJ. Longitudinal study of physical ability in the oldest-old. *Am J Public Health* 1989;79:698-702.
3. Mor V, Wilcox V, Rakowski W, Hiris J. Functional transitions among the elderly: patterns, predictors and related hospital use. *Am J Public Health* 1994;84:1274-1280.
4. Stuck AE, Walthert JM, Nikolaus T, Bula CJ, Hohmann C, Beck JC. Risk factors for functional status decline in community-living elderly people: a systematic literature review. *Soc Sci Med* 1999;48:445-469.
5. Wu SC, Leu SY, Li CY. Incidence of and predictors for chronic disability in activities of daily living among older people in Taiwan. *J Am Geriatr Soc* 1999;47:1082-1086.
6. Bruce ML, Seeman TE, Merrill SS, Blazer DG. The impact of depressive symptomatology on physical disability: MacArthur studies of successful aging. *Am J Public Health* 1994;84:1796-1799.
7. Avlund K, Davidsen M, Schultz-Larsen K. Changes in functional ability from ages 70 to 75. A Danish longitudinal study. *J Aging Health* 1995;7:254-282.
8. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* 1994;49:M85-M94.
9. World Health Organization. La clasificación internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé. Disponible en: <http://www.who.int/fr/index.html>. Acceso el 9 de marzo de 2006.
10. Alexopoulos GS, Vrontou C, Kakuma T, Meyers BS, Young RC, Klausner E, et al. Disability in geriatric depression. *Am J Psychiatry* 1996;153:877-885.
11. Rubenstein LZ, Schairer C, Wieland GD, Kane R. Systematic biases in functional status assessment of elderly adults: effects of different data sources. *J Gerontol* 1984;39:686-691.
12. Guralnik JM, Branch LG, Cummings SR, Curb JD. Physical performance measures in aging research. *J Gerontol* 1989;44:M141-M146.
13. Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med* 1995;332:556-561.
14. Penninx BW, Leveille S, Ferrucci L, van Eijk JT, Guralnik JM. Exploring the effect of depression on physical disability: longitudinal evidence from the established populations for epidemiologic studies of the elderly. *Am J Public Health* 1999;89:1346-1352.
15. Cronin-Stubbs D, de Leon CF, Beckett LA, Field TS, Glynn RJ, Evans DA. Six-year effect of depressive symptoms on the course of physical disability in community-living older adults. *Arch Intern Med* 2000;160:3074-3080.
16. Penninx BW, Guralnik JM, Bandeen-Roche K, Kasper JD, Simonsick EM, Ferrucci L, et al. The protective effect of emotional vitality on adverse health outcomes in disabled older women. *J Am Geriatr Soc* 2000;48:1359-1366.
17. Klesges LM, Pahor M, Shorr RI, Wan JY, Williamson JD, Guralnik JM. Financial difficulty in acquiring food among elderly disabled women: results from the Women's Health and Aging Study. *Am J Public Health* 2001;91:68-75.



18. Brenes GA, Guralnik JM, Williamson JD, Fried LP, Simpson C, Simonsick EM, et al. The influence of anxiety on the progression of disability. *J Am Geriatr Soc* 2005;53:34-39.
19. Rosano C, Simonsick EM, Harris TB, Kritchevsky SB, Brach J, Visser M, et al. Association between physical and cognitive function in healthy elderly: the health, aging and body composition study. *Neuroepidemiology* 2005;24:8-14.
20. Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, Stone K, Fox KM, Ensrud KE, et al. Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med* 1995;332:767-773.
21. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1986;34:119-126.
22. Mathias S, Nayak US, Isaacs B. Balance in elderly patients: the "get-up and go" test. *Arch Phys Med Rehabil* 1986;67:387-389.
23. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39:142-148.
24. Onder G, Penninx BW, Lapuerta P, Fried LP, Ostir GV, Guralnik JM, et al. Change in physical performance over time in older women: the Women's Health and Aging Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002;57:M289-M293.
25. Katz S, Akpom CA. 12. Index of ADL. *Med Care* 1976;14:116-118.
26. Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist* 1969;9:179-186.
27. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975;12:189-198.
28. Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, Lum O, Huang V, Adey M, et al. Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res* 1982-1983;17:37-49.
29. Winograd CH, Lemsky CM, Nevitt MC, Nordstrom TM, Stewart AL, Miller CJ, et al. Development of a physical performance and mobility examination. *J Am Geriatr Soc* 1994;42:743-749.
30. Jette AM, Jette DU, Ng J, Plotkin DJ, Bach MA. Are performance-based measures sufficiently reliable for use in multicenter trials? Musculoskeletal Impairment (MSI) Study Group. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999;54:M3-M6.
31. Seeman TE, Charpentier PA, Berkman LF, Tinetti ME, Guralnik JM, Albert M, et al. Predicting changes in physical performance in a high-functioning elderly cohort: MacArthur studies of successful aging. *J Gerontol* 1994;49:M97-M108.
32. Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black D. Risk factors for recurrent nonsyncopal falls. A prospective study. *JAMA* 1989; 261:2663-2668.
33. Winograd CH, Lemsky CM, Nevitt MC, Nordstrom TM, Stewart AL, Miller CJ, et al. Development of a physical performance and mobility examination. *J Am Geriatr Soc* 1994;42:743-749.
34. Payette H, Hanusaik N, Boutier V, Morais JA, Gray-Donald K. Muscle strength and functional mobility in relation to lean body mass in free-living frail elderly women. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:45-53.
35. Washburn RA, Smith KW, Jette AM, Janney CA. The Physical Activity Scale for the Elderly (PASE): development and evaluation. *J Clin Epidemiol* 1993;46:153-162.
36. Washburn RA, McAuley E, Katula J, Mihalko SL, Boileau RA. The physical activity scale for the elderly (PASE): evidence for validity. *J Clin Epidemiol* 1999;52:643-651.
37. Altman DG, Bland JM. Presentation of numerical data. *BMJ* 1996;312:572.
38. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of test. *Psychometrika* 1951;16:297-333.
39. Teng EL, Chui HC. The Modified Mini-Mental State (3MS) examination. *J Clin Psychiatry* 1987;48:314-318.
40. Hebert R, Bravo G, Girouard D. Validation de l'adaptation française du modified mini-mental state (3MS). *La Revue de gériatrie* 1992;17:443-450.
41. Bland JM, Altman DG. Cronbach's alpha. *BMJ* 1997;314:572.
42. Reuben DB, Siu AL. An objective measure of physical function of elderly outpatients. The Physical Performance Test. *J Am Geriatr Soc* 1990;38:1105-1112.
43. Fried LP, Herdman SJ, Kuhn KE, Rubin G, Turano K. Preclinical disability: hypotheses about the bottom of the iceberg. *J Aging Health* 1991;3:285-300.
44. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:M146-M156.
45. Guralnik JM, Ferrucci L, Penninx BW, Kasper JD, Leveille SG, Bandeen-Roche K, et al. New and worsening conditions and change in physical and cognitive performance during weekly evaluations over 6 months: the Women's Health and Aging Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1999;54:M410-M422.
46. Buchner DM, Wagner EH. Preventing frail health. *Clin Geriatr Med* 1992;8:1-17.
47. Mor V, Murphy J, Masterson-Allen S, Willey C, Razmpour A, Jackson ME, et al. Risk of functional decline among well elders. *J Clin Epidemiol* 1989;42:895-904.
48. Wray LA, Blaum CS. Explaining the role of sex on disability: a population-based study. *Gerontologist* 2001;41:499-510.
49. Murtagh KN, Hubert HB. Gender differences in physical disability among an elderly cohort. *Am J Public Health* 2004;94:1406-1411.
50. Bergman H, Beland F, Karunanathan S, Hummel S, Hogan D, Wolfson C. Développement d'un cadre de travail pour comprendre et étudier la fragilité. *Gérontologie et société* 2004;109:15-29.
51. Brown M, Sinacore DR, Binder EF, Kohrt WM. Physical and performance measures for the identification of mild to moderate frailty. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:M350-M355.
52. Ferrucci L, Cavazzini C, Corsi A, Bartali B, Russo CR, Lauretani F, et al. Biomarkers of frailty in older persons. *J Endocrinol Invest* 2002;25:10-15.
53. Cornoni-Huntley J, Brock DB, Ostfeld A, Taylor JO, Wallace RB. Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly, Resource Data Book. Bethesda, MD: National Institutes of Health, 1986.
54. Guralnik JM, Fried LP, Simonsick EM, Kasper JD, Lafferty ME, eds. The Women's Health and Aging Study: Health and Social Characteristics of Older Women with Disability. Bethesda, MD: National Institute on Aging, 1995; NIH Pub. No. 95-4009.