

ARTÍCULO ORIGINAL

Parámetros funcionales y su relación con la velocidad de marcha en adultos mayores chilenos residentes en la comunidad

Christopher Rybertt, Silvia Cuevas, Ximena Winkler, Pamela Lavados, Sergio Martínez

Escuela de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

Introducción. La velocidad de marcha es una prueba para medir la capacidad funcional en adultos mayores. Sin embargo, los factores que influyen en esta variable han sido poco descritos en la población sudamericana.

Objetivo. Determinar la relación existente entre la velocidad de marcha usual y máxima, y los parámetros de funcionalidad en chilenos adultos mayores de la comunidad.

Material y métodos. Este estudio cuantitativo, observacional y descriptivo, de corte transversal, incluyó 69 adultos mayores. La velocidad de marcha normal y la máxima se asociaron con la composición corporal (índice de masa corporal), la fuerza de las extremidades superiores (pruebas de flexiones de brazos) e inferiores (pararse y sentarse en 30 segundos), la funcionalidad general (índice de Barthel), la flexibilidad de los tobillos (rango de movimiento), el equilibrio estático y dinámico (*timed Up & Go test*) y la capacidad aeróbica (test de marcha en dos minutos).

Resultados. La flexibilidad de los tobillos, la fuerza de las extremidades inferiores y la capacidad aeróbica, influyeron sobre la velocidad de marcha máxima ($R^2=0,65$; $p<0,001$). La marcha normal se vio influida por la fuerza de las extremidades superiores e inferiores, y la capacidad aeróbica ($R^2=0,51$; $p<0,001$).

Conclusión. La velocidad de marcha, tanto normal como máxima, está influenciada principalmente por la fuerza de las extremidades inferiores y la capacidad aeróbica.

Palabras clave: envejecimiento, examen físico, marcha, aptitud física, limitación en la movilidad.

doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i2.2571>

Functional parameters and their association with gait speed in Chilean community-dwelling older adults

Introduction: Gait speed is a test to measure functional capacity in older adults. Nevertheless, the factors influencing this variable are not well described in South American populations.

Objective: To determine the relationship between usual and maximal walking speed and functional parameters among Chilean community-dwelling older adults.

Materials and methods: An observational, descriptive and cross-sectional study including 69 older adults was conducted. The usual and maximal gait speeds were associated with body composition (body mass index), upper limbs muscle strength (arm curl-ups), lower limbs muscle strength (30 seconds sit-to-stand test), global function (Barthel index), ankle flexibility (range of motion), dynamic balance (timed Up & Go test) and aerobic capacity (2 minutes walking test).

Results: The ankle flexibility, lower limbs strength and aerobic capacity influenced the maximal speed ($R^2=0.65$; $p<0.001$), while the usual speed was influenced by upper limbs and lower limbs strength and by the aerobic capacity ($R^2= 0.51$; $p<0.001$).

Conclusion: The usual and maximal gait speeds are mostly influenced by the lower limbs muscle strength plus aerobic capacity.

Key words: Aging, physical examination, gait, physical fitness, mobility limitations.

doi: <http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i2.2571>

Actualmente, el 8 % de la población mundial tiene más de 65 años y se espera que en 20 años este porcentaje aumente a 20 % (1). En Chile, la situación es similar, ya que para el 2002 había

44 personas mayores de 60 años por cada 100 menores de 15, cifra que aumentó a 67 mayores de 60 años por cada 100 menores de 15 en el 2012 (2). Los adultos mayores chilenos exhiben

Contribución de los autores:

Christopher Rybertt, Silvia Cuevas, Ximena Winkler: recolección de datos

Pamela Lavados, Sergio Martínez: análisis e interpretación de datos

Todos los autores participaron en el diseño del estudio, la redacción y la revisión crítica del manuscrito.

características que los predisponen a la disminución de su capacidad funcional, dado que más del 90 % de ellos son sedentarios y más del 80 % tiene un riesgo cardiovascular elevado (3); además, el 24 % de ellos presenta algún grado de dependencia en las actividades de la vida diaria (4). En este sentido, la marcha, particularmente su velocidad (normal o máxima), tiene una gran relevancia para la correcta realización de dichas actividades, ya que se ha planteado que el bajo rendimiento en la marcha se relaciona con el desarrollo de la discapacidad, con una mayor utilización de los servicios de salud, con la internación y con mayores tasas de mortalidad (5).

La explicación de dichas relaciones puede encontrarse en las diferentes investigaciones sobre la influencia de los componentes de la función física (rendimiento muscular, capacidad aeróbica, flexibilidad, coordinación, estabilidad o equilibrio) (6) en la velocidad de la marcha en adultos mayores. Al respecto, Malatesta, *et al.*, compararon la velocidad de marcha, el costo energético y el consumo máximo de oxígeno entre adultos mayores sexagenarios y octogenarios, y observaron que el primer grupo caminaba con una velocidad mayor y menor consumo máximo de oxígeno (7), por lo que las velocidades de marcha menores podrían estar asociadas con una capacidad aeróbica baja, lo que explicaba que los adultos mayores refirieran sentir fatiga temprana; esto coincide con lo planteado por Fiser, *et al.*, quienes concluyeron que en el grupo estudiado de adultos mayores la capacidad aeróbica se relacionaba fuertemente con la velocidad de marcha, incluso después de normalizar los datos por edad, fuerza muscular y sexo (8).

Otros componentes de la función física se han relacionado con la velocidad de marcha, entre ellos la fuerza muscular extensora de la rodilla, así como variables antropométricas como la circunferencia de cintura y la estatura (9). En este sentido, Alcock, *et al.*, determinaron que la cinemática y la cinética de la marcha en mujeres mayores, dependían de factores mecánicos como el despeje del pie, el momento de flexión plantar y la potencia en la articulación de cadera (10), lo que denota la complejidad del fenómeno.

Sin embargo, fuera de estas asociaciones con componentes aislados, esta característica de la marcha se ha relacionado con limitaciones funcionales en adultos mayores. Es así como Taekema, *et al.*, observaron que las velocidades de marcha menores de 0,4 a 0,45 m/s eran factores pronósticos de cuadros de dependencia en las actividades de la vida diaria (11), lo cual coincide con lo registrado por Verghese, *et al.*, quienes encontraron que las velocidades de marcha bajas estaban relacionadas con las dificultades reportadas por los propios adultos mayores para llevar a cabo sus actividades cotidianas (12), por lo que una marcha lenta en adultos mayores podría relacionarse con capacidades funcionales disminuidas.

A pesar de lo anterior, se desconocen estudios chilenos dirigidos a dilucidar cuáles son los factores que influyen en la velocidad de marcha de los adultos mayores residentes en la comunidad. Por esta razón, el objetivo del presente reporte fue determinar la relación entre los parámetros de funcionalidad y la velocidad de marcha en adultos mayores chilenos residentes en la comunidad en la ciudad de Valdivia.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio cuantitativo, observacional y descriptivo, de corte transversal, con un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se incluyeron 69 sujetos de distintas agrupaciones de adultos mayores de la ciudad de Valdivia, Chile, a quienes se les hizo entrega de un consentimiento informado que fue revisado y firmado por cada uno de ellos. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación del Servicio de Salud de Valdivia.

Los criterios de inclusión fueron tener 60 años de edad o más, y ser capaz de ponerse de pie y caminar sin ayuda de terceros; se excluyeron aquellas personas que tenían algún tipo de trastorno cognitivo, disfunción, progresiva o no, del sistema nervioso central, deficiencia visual o auditiva total, infarto en el mes previo a la evaluación, fractura o cirugía reciente o dolor articular mayor de 3 en la escala visual análoga. Las evaluaciones se hicieron en las sedes de cada agrupación, en grupos de seis personas.

Para las mediciones, se distribuyó a los participantes en grupos de tres. Primero, se utilizó el índice de Barthel con el fin de medir la capacidad de la persona para llevar a cabo una serie de actividades básicas de la vida diaria, por ejemplo,

Correspondencia:

Sergio Francisco Martínez, Rudloff 1650, Valdivia, Chile
Teléfono: (56-63) 229 3727; fax: (56-63) 229 3727
sergio.martinez@uach.cl

Recibido: 09/10/14; aceptado: 05/02/15

el aseo personal, la continencia urinaria y fecal, la alimentación y el vestido, entre otras, dándole al participante la puntuación según su nivel de dependencia o independencia en cada actividad. Posteriormente, se midieron la talla y el peso (con ropa ligera, sin chaqueta ni zapatos) para determinar su composición corporal mediante el índice de masa corporal, a la vez que se le preguntaba sobre las enfermedades que tuvieran.

Posteriormente, se evaluaron las velocidades de marcha normal y máxima según el protocolo de Puthoff (13): se delimitó un pasillo de 6 m, con un metro en el inicio y otro al final para la aceleración y desaceleración de la persona; se cronometraron los segundos que tardaba la persona en recorrer los 4 metros centrales, tiempo que se utilizó posteriormente para calcular la velocidad. Se pidió a las personas hacer esto en dos ocasiones: primero indicándoles que recorrieran el pasillo a la velocidad normal (marcha normal) y, después, solicitándoles que lo hicieran lo más rápido posible (marcha máxima). Después de esta fase, se evaluó el rango de movimiento de los tobillos (14), la fuerza de las extremidades superiores e inferiores mediante la prueba de flexión de brazos, y la acción de pararse y sentarse en 30 segundos (15). El equilibrio dinámico se midió con la prueba *timed Up & Go*, en que a la persona sentada se le pide ponerse de pie y recorrer caminando lo más rápido posible una distancia de tres metros para luego regresar a sentarse, completando, así, una distancia de seis metros. El rendimiento se midió en segundos (16) y, la capacidad cardiorrespiratoria, mediante el test de marcha en dos minutos, prueba en la cual la persona debe recorrer caminando la mayor distancia posible en un lapso de dos minutos, entendiéndose que a mayor distancia recorrida en metros, mayor es el rendimiento.

Esta prueba se ajustó al protocolo de Leung, *et al.* (17), modificado en el sentido de usar un pasillo de 8 m en lugar de uno de 30, debido a las características del espacio en donde se hicieron las mediciones. Un evaluador se encargó de contar el número de vueltas, mientras otro acompañaba al participante y monitorizaba su frecuencia cardíaca y su saturación de oxígeno con un oxímetro de pulso. Igualmente, se registró la percepción del esfuerzo del adulto mayor mediante la escala modificada de Borg. Al terminar el tiempo indicado, se llevaba una silla al lugar donde se detenía el participante para que se sentara y se evaluaran sus signos vitales durante tres minutos.

Para el análisis de datos, se utilizó el programa estadístico PASW Statistics 18 para Windows. Las variables cualitativas se resumieron según las frecuencias absolutas y relativas, en tanto que las cuantitativas, según medias, medianas y desviación estándar. Se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple para establecer la relación entre la velocidad de marcha (normal y máxima) y los parámetros funcionales, considerándose una significancia estadística de $\alpha < 0,05$.

Se construyeron árboles de clasificación usando el algoritmo de detección automática de interacciones mediante la prueba de χ^2 al cuadrado de Pearson, para determinar de qué manera la velocidad de marcha se veía influenciada por el resto de las variables.

Resultados

Solo 61 de los 69 sujetos evaluados se incluyeron en el análisis, pues cuatro de ellos sufrían de dolor articular mayor de 3 en la escala visual análoga, tres manifestaron padecer hipertensión arterial no medicada y uno había sufrido una fractura reciente. De los 61 participantes incluidos, 50 eran mujeres y 11, hombres; 45 tenían antecedentes de enfermedad cardiovascular o respiratoria; 50, de problemas metabólicos; 31, de alteraciones músculo-esqueléticas, y uno tenía antecedentes de enfermedad neuromuscular. El resto de características se presentan en el cuadro 1.

En el caso de la velocidad de marcha máxima, el modelo que mejor explicó los resultados obtenidos incluyó las variables de rango de flexión dorsal, la acción de pararse y sentarse, y el test de marcha en dos minutos (cuadro 2), mientras que la velocidad de marcha normal se valoró mejor con el número de flexiones de brazos, la acción de pararse y sentarse, y el test de marcha en dos minutos (cuadro 3).

Por otro lado, en el árbol de clasificación que expone la influencia de los parámetros funcionales sobre la velocidad de marcha normal (figura 1), se evidencia que esta se asoció significativamente con la capacidad aeróbica, además de que permitió clasificar a los sujetos en tres niveles según el rendimiento (alto, medio y bajo). Cabe destacar que los rendimientos en el test de marcha en dos minutos de los adultos mayores ubicados en el nivel bajo, se relacionaron con los resultados de la prueba *timed Up & Go*, en la cual aquellas personas que se demoraron menos de 8,7 segundos en terminarla, caminaron a una velocidad promedio

Cuadro 1. Caracterización de la muestra

Variable	Media	DE	Mínimo	Máximo
Edad (años)	70,8	6,4	60	86
Índice de Barthel (puntos)	99,5	2,0	90	100
Peso (kg)	69,7	13,5	43,5	111,1
Talla (cm)	152,6	7,9	135,0	170,3
Índice de masa corporal (kg/m ²)	29,9	5,0	20,1	44,9
Frecuencia cardíaca (latidos por minuto)	73,3	12,5	45	113
Saturación de oxígeno (%)	97,3	1,2	92	99
Presión arterial sistólica (mm Hg)	130,2	21,7	98	220
Presión arterial diastólica (mm Hg)	66,7	13,5	30	110
Velocidad de marcha normal (m/s)	1,0	0,18	0,70	1,5
Velocidad de marcha máxima (m/s)	1,5	0,31	0,80	2,6
ROM flexión plantar (°)	55,7	8,0	41	75
ROM flexión dorsal (°)	22,1	6,8	0	40
Ir y venir en 6 m (segundos)	7,2	1,6	4,6	14,8
Flexiones de brazo (repeticiones)	18,9	3,9	5	27
Pararse-sentarse (repeticiones)	12,9	2,5	9,0	19,0
Test de marcha en dos minutos	130,7	24,6	67,8	192,3
Frecuencia cardíaca de reserva utilizada (%)	36,9	19,3	6,6	85,2

DE: desviación estándar; ROM: rango de movimiento

Cuadro 2. Modelo de regresión lineal considerando la velocidad de marcha máxima como variable dependiente

Características del modelo				Valores B no estandarizados			
Variable dependiente	R ²	F	p	Constante	Flexión dorsal	Pararse -sentarse	TM2M
Velocidad de marcha máxima m/s	0,654	35,922	<0,001	0,395	-0,009	-0,027	0,012
Valor de p para variables independientes	-	-	-	0,015	0,022	0,054	<0,001

R²: coeficiente de correlación múltiple al cuadrado; F: valor F del ANOVA para el modelo de regresión lineal múltiple; p: valor de p del ANOVA para el modelo de regresión lineal múltiple; TM2M: test de marcha en dos minutos**Cuadro 3.** Modelo de regresión lineal considerando la velocidad de marcha normal como variable dependiente

Características del modelo				Valores B no estandarizados			
Variable dependiente	R ²	F	p	Constante	Flexiones de brazo	Pararse - sentarse	TM2M
Velocidad de marcha normal m/s	0,510	19,740	<0,001	0,415	0,009	-0,021	0,006
Valor de p de variables independientes	-	-	-	<0,001	0,076	0,040	<0,001

R²: coeficiente de correlación múltiple al cuadrado; F: valor F del ANOVA para el modelo de regresión lineal múltiple; p: valor de p del ANOVA para el modelo de regresión lineal múltiple; TM2M: test de marcha en dos minutos

de 0,98 m/s, mientras que quienes se demoraron más de 8,7 segundos registraron una velocidad de 0,78 m/s, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p=0,010$).

Discusión

El objetivo del presente reporte consistió en relacionar diferentes parámetros de funcionalidad con la velocidad de marcha, tanto normal como máxima, en adultos mayores residentes en la comunidad. Los principales resultados apuntan a que tanto la prueba de pararse y sentarse en 30 segundos, la cual valoraba la fuerza de las extremidades inferiores, como el test de marcha en 2 minutos, con el cual se evaluó la capacidad

aeróbica, fueron las variables con mayor influencia sobre el rendimiento de los sujetos en cuanto a la marcha.

Pese a que la mayoría de los adultos mayores evaluados presentaban sobrepeso, este no pareció ser un factor relevante en la velocidad de marcha de los participantes, lo cual coincide con lo planteado por Woo, *et al.*, quienes concluyeron que los sujetos con un índice de masa corporal mayor de 30 habían obtenido los peores resultados en cuanto a la velocidad, mientras que aquellos con peso normal o sobrepeso se mantenían dentro o por encima del rango de desempeño óptimo esperado para su edad (18).

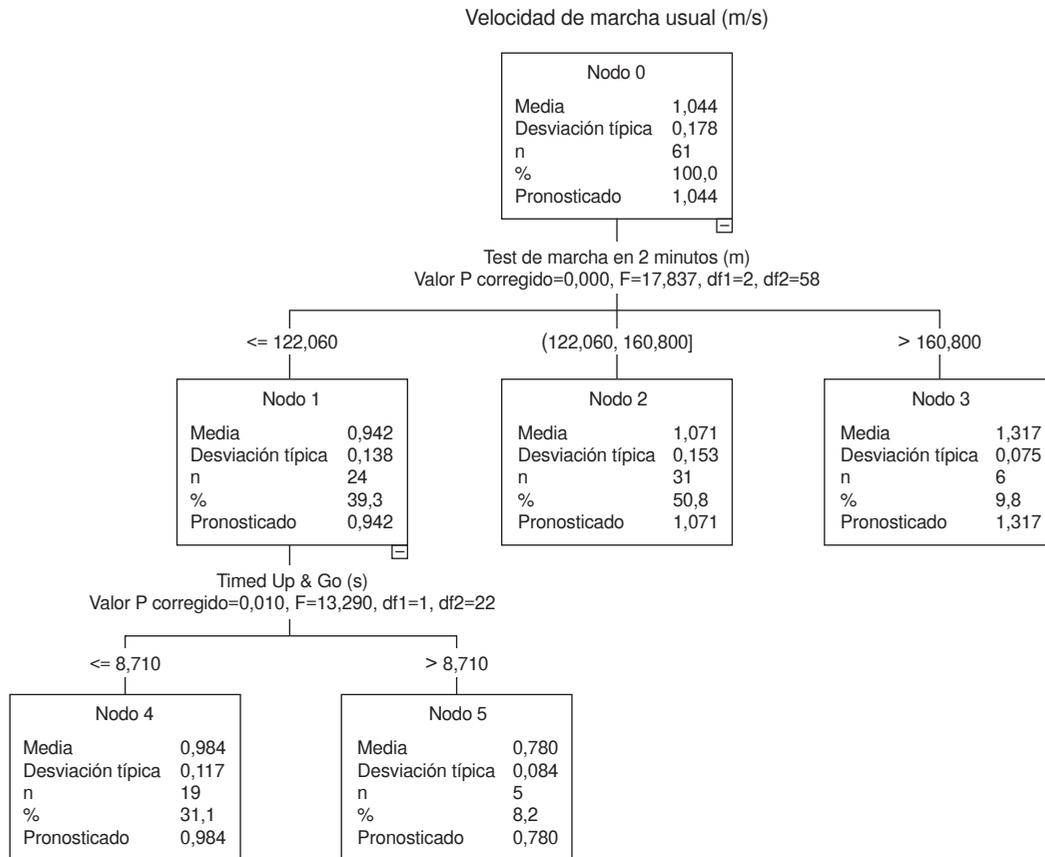


Figura 1. Árbol de clasificación considerando como variable dependiente la velocidad de marcha normal (df: grados de libertad)

Dado que todas las personas evaluadas se valían completamente por sí solas, los resultados obtenidos en el índice de Barthel se comportaron de forma homogénea en el grupo de estudio, razón por la cual es probable que dichos resultados no hayan influido de forma significativa sobre la velocidad de marcha. Lo mismo ocurrió en el caso de la flexión plantar, ya que la mayoría de los adultos mayores exhibió rangos de movimiento dentro de los parámetros normales (19), lo cual pudo haber influido en el buen rendimiento observado, pues las velocidades de marcha normales, mayores o iguales a 1,0 m/s (como lo evidenciado en este reporte), se han relacionado con buenos niveles funcionales (20).

La fuerza de los miembros superiores fue un valor importante en relación con la velocidad de marcha normal. Puesto que ninguno de los sujetos evaluados necesitaba ayudas técnicas para deambular, queda la interrogante de su relevancia en la marcha. Una posible explicación se fundamentaría en la relación existente entre la fuerza de los miembros superiores y el braceo que ocurre al caminar, pues este ayuda

a estabilizar el cuerpo y a mantener el equilibrio, contrarrestando las fuerzas ejercidas en la cadera y el miembro inferior contralateral, con lo que se disminuye el gasto energético al marchar (21,22). De igual manera, el braceo facilita el impulso de la persona hacia delante (22), lo que tiene efecto directo en la velocidad. En contraposición con este planteamiento, Pontzer, *et al.*, plantean que el braceo ejerce solamente un efecto de péndulo provocado por el movimiento del tronco y las caderas al caminar, y que la activación que pueda provocar en la musculatura es refleja y mínima (22). Sin embargo, Gutnik, *et al.*, observaron en un grupo de jóvenes sanos que las velocidades angulares del braceo al caminar eran superiores a las esperables en un modelo de péndulo movilizad por inercia, lo cual indicaría la influencia de la fuerza muscular de los miembros superiores en el braceo durante la marcha (23).

Algo similar ocurre con la flexión dorsal, pues es la flexión plantar la que aporta gran parte de la propulsión necesaria para ganar velocidad al caminar, y la mayoría de los estudios que han

analizado la pérdida de velocidad la atribuyen a la pérdida de flexión plantar (24). En este caso, la flexión dorsal presentó una relación estadísticamente significativa con la velocidad de marcha máxima, asociación que podría explicarse por una eventual relación entre el rango de flexión dorsal y una menor variabilidad en el mínimo despeje del pie durante la marcha en sujetos sin riesgo de caídas (25), cuya velocidad de marcha es mayor que la de adultos mayores que sufren caídas (26). Esto se sustenta en el hecho de que la principal función de este movimiento es la de evitar el suelo durante la fase de vuelo de la marcha, para lo cual se requiere una flexión dorsal de, por lo menos, 10° en la marcha normal, rango que va en aumento a medida que se incrementa la velocidad y alcanza cerca de los 20° al correr (19).

La fuerza de los miembros inferiores también influye de manera significativa en la velocidad al andar (9). En ese sentido, Kang, *et al.*, observaron que la debilidad muscular en el tren inferior se correlaciona mucho con un desempeño funcional deficiente, la dificultad para mantener el equilibrio y una excesiva demanda muscular al cruzar obstáculos, lo que aumenta el riesgo de caída, sobre todo cuando se camina más rápido (27). De ahí la importancia del equilibrio, pues se ha visto que los sujetos con poco control del equilibrio disminuyen la velocidad de su marcha para aumentar su sensación de seguridad (26). Lo anterior ha dado lugar a discusiones, ya que en algunos estudios se plantea que dicha desaceleración no estaría asociada a la pérdida de equilibrio, sino, más bien, a los cambios estructurales que sufre el sistema locomotor con la vejez (28). En el caso de este estudio, el equilibrio sería un factor predictor de la velocidad de marcha normal solo en aquellos sujetos que tuvieron un rendimiento deficiente en el test de marcha en dos minutos, en tanto que aquellos que demoraron menos de 8,7 segundos en terminar el *timed Up & Go*, alcanzaron rangos normales de velocidad.

Por otro lado, la capacidad aeróbica fue el componente que más influyó en la velocidad de marcha, con un efecto significativo tanto en la velocidad normal como en la máxima, lo cual viene a corroborar lo planteado por otros autores (7,8). Incluso, se ha observado una relación directa entre la velocidad normal de marcha y la reserva de volumen de oxígeno, es decir, la diferencia entre el volumen máximo de oxígeno y el consumo de oxígeno en reposo (8). En el caso de la velocidad de marcha

máxima, la resistencia juega un papel incluso más importante, debido a que se requiere mayor esfuerzo físico para mantener el paso. El equilibrio también es relevante para mantener velocidades elevadas, pues, como ya se vio, las personas con problemas de equilibrio instintivamente reducen la velocidad como una forma de sentirse más seguros (26), por lo que la musculatura debe compensar la falta de equilibrio esforzándose y, por ende, aumentando el gasto energético, lo que afecta directamente la resistencia aeróbica. Cuando la capacidad cardiorrespiratoria disminuye el nivel de actividad física y la velocidad de marcha disminuyen, y la fatiga aumenta, siendo estos tres de los cinco criterios usados actualmente para establecer la fragilidad (29).

Entre las limitaciones de este estudio, cabe destacar que no se calculó el tamaño de la muestra, así como la forma en que esta se seleccionó, lo que impide la extrapolación de los datos a otras poblaciones. Igualmente, sería importante tener una mejor distribución de mujeres y hombres en la muestra. Por otro lado, la medición indirecta de la capacidad aeróbica y la ausencia de datos relativos al tamaño muscular o la pérdida de masa muscular (tomados mediante densitometría ósea u otros exámenes similares), son eventuales fuentes de error. Cabe destacar que este trabajo es uno de los primeros que se enfoca en el estudio de la relación de las variables asociadas a la funcionalidad con la velocidad de marcha en adultos mayores suramericanos, y que puede considerarse como punto de partida para futuros estudios longitudinales.

A modo de conclusión, en este grupo de estudio se evidenció la dependencia de las velocidades de marcha normal y máxima, de la fuerza de las extremidades inferiores y de la capacidad aeróbica. Particularmente en la velocidad de marcha normal, la fuerza de las extremidades superiores fue un componente relevante de su expresión, mientras que el rango de movimiento de la flexión dorsal tuvo especial influencia sobre la expresión máxima del desplazamiento en marcha. Se sugiere realizar estudios longitudinales orientados a verificar las asociaciones planteadas en este reporte.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las agrupaciones de adultos mayores participantes en este estudio, por su colaboración y entusiasmo en la realización de las actividades que le dieron forma.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existieron conflictos de intereses en la realización de este estudio.

Financiación

El estudio no requirió financiamiento.

Referencias

- Berrío M.** Envejecimiento de la población: un reto para la salud pública. *Rev Colomb Anesthesiol.* 2012;40:192-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rca.2012.04.001>
- Instituto Nacional de Estadísticas.** Censo 2012, síntesis de resultados. Fecha de consulta: 30 de abril de 2013. Disponible en: http://www.iab.cl/wp-content/themes/IAB/download.php?archivo=11803%7Cresumencenso_2012.pdf.
- Servicio Nacional de Adulto Mayor.** Las personas mayores en Chile. Fecha de consulta: 7 de enero de 2015. Disponible en: http://www.senama.cl/filesapp/las_personas_mayores_en_chile_situacion_avances_y_desafios_2.pdf.
- Servicio Nacional de Adulto Mayor.** Estudio nacional de la dependencia en las personas mayores. Fecha de consulta: 7 de enero de 2015. Disponible en: http://www.senama.cl/filesapp/Estudio_dependencia.pdf
- Schrack J, Simonsick E, Ferruci L.** The energetic pathway to mobility loss: An emerging new framework for longitudinal studies on aging. *J Am Geriatr Soc.* 2010;58(Suppl.2):S329-36. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.02913.x>
- Kisner C, Colby L.** Therapeutic exercise. Fifth edition. Philadelphia: F. A. Davis Company; 2007.
- Malatesta D, Simar D, Dauvilliers Y, Candau R, Ben-Saad H, Préfaut C, et al.** Aerobic determinants of the decline in preferred walking speed in healthy, active 65- and 80-year-olds. *Pflugers Arch.* 2004;447:915-21. <http://dx.doi.org/10.1007/s00424-003-1212-y>
- Fiser W, Hays N, Rogers S, Kajkenova O, Williams A, Evans C, et al.** Energetics of walking in elderly people: Factors related to gait speed. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2010;65:1332-7. <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/glq137>
- Bohannon R.** Population representative gait speed and its determinants. *J Geriatr Phys Ther.* 2008;31:49-52.
- Alcock L, Vanicek N, O'Brien T.** Alterations in gait speed and age do not fully explain the changes in gait mechanics associated with healthy older women. *Gait Posture.* 2013; 37:586-92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.09.023>
- Taekema D, Gussekloo J, Westendorp R, de Craen A, Maier A.** Predicting survival in oldest old people. *Am J Med.* 2012;125:1188-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2012.01.034>
- Vergheze J, Wang C, Holtzer R.** Relationship of clinic-based gait speed measurement to limitations in community-based activities in older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92:844-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2010.12.030>
- Puthoff M.** Outcome measures in cardiopulmonary physical therapy: Short physical performance battery. *Cardiopulm Phys Ther J.* 2008;19:17-22.
- Norkin C, White D.** Goniometría, evaluación de la movilidad articular. Tercera edición. Madrid: Marbrán Libros; 2006.
- Rikli R, Jones C.** Senior fitness test manual. First edition. Champaign: Human Kinetics; 2001.
- Alexandre T, Meira D, Rico N, Mizuta S.** Accuracy of Timed Up and Go Test for screening risk of falls among community-dwelling elderly. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16:381-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552012005000041>
- Leung A, Chan K, Sykes K, Chan K.** Reliability, validity, and responsiveness of a 2-min walk test to assess exercise capacity of COPD patients. *Chest.* 2006;130:119-25. <http://dx.doi.org/10.1378/chest.130.1.119>
- Woo J, Leung J, Kwok T.** BMI, body composition, and physical functioning in older adults. *Obesity (Silver Spring).* 2007;15:1886-94. <http://dx.doi.org/10.1038/oby.2007.223>
- Clarkson H.** Musculoskeletal assessment: Joint range of motion and manual muscle strength. Second edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
- Cesari M, Kritchevsky S, Penninx B, Nicklas B, Simonsick E, Newman A, et al.** Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people—Results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53:1675-80. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53501.x>
- Ortega J, Fehman L, Farley C.** Effects of aging and arm swing on the metabolic cost of stability in human walking. *J Biomech.* 2008;41:3303-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.06.039>
- Pontzer H, Holloway J, Raichlen D, Lieberman D.** Control and function of arm swing in human walking and running. *J Exp Biol.* 2009;212:523-34. <http://dx.doi.org/10.1242/jeb.024927>
- Gutnik B, Mackie H, Hudson G, Standen C.** How close to a pendulum is human upper limb movement during walking? *Homo.* 2005;56:35-49.
- Barak Y, Wagenaar R, Holt K.** Gait characteristics of elderly people with a history of falls: A dynamic approach. *Phys Ther.* 2006;86:1501-10. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20050387>
- Barrett R, Mills P, Begg R.** A systematic review of the effect of ageing and falls history on minimum foot clearance characteristics during level walking. *Gait Posture.* 2010; 32:429-35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.07.010>
- Quach L, Galica A, Jones R, Procter-Gray E, Manor B, Hannan M, et al.** The nonlinear relationship between gait speed and falls: The maintenance of balance, independent living, intellect, and zest in the elderly of boston study. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59:1069-73. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03408.x>
- Kang H, Dingwell J.** Effects of walking speed, strength and range of motion on gait stability in healthy older adults. *J Biomech.* 2008;41:2899-905. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2008.08.002>
- Abreu S, Caldas C.** Gait speed, balance and age: A correlational study among elderly women with and without participation in a therapeutic exercise program. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12:324-30. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552008000400012>
- Fleg J, Morrell C, Bos A, Brant L, Talbot L, Wright J, et al.** Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation.* 2005;112:674-82. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.545459>