

Tiempo unipodal y caídas en el anciano

Luis Gerardo Domínguez-Carrillo,* Gregorio Arellano-Aguilar,**
Héctor Leos-Zierold***

Resumen

Objetivos: Relacionar el tiempo de posición unipodal (TPU) como indicador de caídas en el anciano y corroborar que el ejercicio lo incrementa.

Material y métodos: 168 adultos con edad ≥ 70 años, con dos caídas en los 12 meses previos, comparados con 150 personas similares pero sin caídas. Se llevó a cabo cronometría de TPU y dinamometría de fuerza isométrica de cuádriceps y tríceps braquial. La intervención consistió en un programa de ejercicios de equilibrio y fortalecimiento de músculos antigravitatorios por 20 sesiones. El análisis estadístico se efectuó con χ^2 , t de Student y Fisher.

Resultados: El grupo control mostró TPU de 28.84 ± 4.73 segundos y en la muestra fue de 19.18 ± 4.24 segundos; no lograron efectuarla 42 individuos ($p = 0.05$). La valoración final mostró 142 casos con TPU de 30 segundos ($p = 0.00001$) y fuerza isométrica de músculos estudiados incrementada en 70 y 30 %, respectivamente ($p = 0.05$). En el seguimiento (seis meses) se reportaron 53 caídas, 29 en quienes inicialmente no pudieron realizar TPU.

Conclusiones: El TPU menor de 30 segundos es un indicador de caídas en el anciano. Es posible incrementarlo con un programa específico de ejercicio, con lo cual puede disminuir el riesgo de caídas.

Palabras clave: Posición unipodal, caídas, anciano.

Summary

Background: We undertook this study to relate unipodal stance time (UST) as a falls indicator in the elderly and to corroborate with UST exercise increments.

Methods: One hundred sixty eight elderly subjects (age ≥ 70 years) with two or more falls during the previous 12 months were compared with 150 similar subjects without falls. UST chronometry and quadriceps and triceps brachialis strength dynamometry were used. Equilibrium and antigravity muscle-strengthening exercise program with 20 work sessions were carried out. Results were analyzed with χ^2 , Student's t-test, and Fisher tests.

Results: UST of the control group showed 28.84 ± 4.73 sec (mean \pm SD). The UST sample showed 19.18 ± 4.24 sec. The test was initially impossible to carry out in 42 cases ($p = 0.05$). The final evaluation showed 142 cases with 30 sec of UST ($p = 0.00001$), isometric force increased in 70 % and 30 %, respectively ($p = 0.05$). At 6-month follow-up, 53 falls were reported, 29 were in patients who could not accomplish UST measurement on initial evaluation.

Conclusions: UST <30 sec is an indicator of falls in elderly people, and exercise programs increase UST.

Key words: Unipodal stance, falls, elderly.

Introducción

El equilibrio o control postural significa mantener el centro de gravedad dentro del área de base de sustentación; es una función compleja en la que participan cerebro, vías vestibulares y visuales, receptores de propiocepción, sensibilidad superficial y profunda, sistema musculoesquelético a través de sus receptores especiales del huso muscular, así como receptores en tendones, y, principalmente, el sistema nervioso central, como integrador de toda la información proporcionada, el cual a su vez procesa las respuestas adecuadas a cada situación específica.¹

Por definición, la marcha es la pérdida y recuperación alterna del equilibrio, con desplazamiento (generalmente hacia el fren-

* Especialista en Medicina de Rehabilitación. Profesor del Módulo Musculoesquelético, Facultad de Medicina de León, Universidad de Guanajuato.

** Especialista en Medicina Interna. Jefe de la División de Medicina, Hospital Ángeles León.

*** Especialista en Traumatología y Ortopedia. Servicio de Traumatología y Ortopedia, Hospital Ángeles León.

Solicitud de sobretiros:

Luis Gerardo Domínguez-Carrillo.

Calz. Los Paraíso 701, Col. Los Paraíso, 37320 León, Guanajuato, México.
E-mail: lgdominguez@saludangeles.com

Recibido para publicación: 27-06-2006

Aceptado para publicación: 09-08-2006

te) del centro de gravedad. Por otra parte, es una actividad fundamental de la vida diaria humana.² En relación con lo anterior, se reconoce que con el proceso de envejecimiento estas funciones presentan cambios que pueden afectarla: disminución de la fuerza muscular global,³ incremento en las latencias del tiempo de reacción,⁴ lo que origina desplazamiento más lento del centro de gravedad y pérdida paulatina de la habilidad para efectuar correcciones rápidas y efectivas para mantener el control postural. Si a ello agregamos trastornos patológicos que involucran a los sistemas mencionados, el resultado es un incremento en el riesgo de sufrir caídas con la posibilidad de fracturas.⁵ Al respecto, estadísticas en Estados Unidos indican que entre 30 y 35 % de las personas mayores de 65 años presentan al menos una caída anual; de este grupo, entre 40 y 50 % sufre dos caídas o más; afortunadamente, sólo 2 % de las caídas en el adulto mayor resulta en fractura de cadera, no obstante 90 % de estas últimas es consecuencia de una caída. Anualmente en Estados Unidos se informan 250,000 fracturas de cadera, lo que ocasiona un gasto enorme, incrementándose la morbilidad y mortalidad, pues 32 % de las muertes en personas mayores de 80 años tiene relación directa o indirecta con caídas.⁶

De lo expuesto, resulta primordial contar con un parámetro de medición que auxilie a identificar a las personas mayores con incremento en el riesgo de caídas, lo que da margen a implementar un programa de mejora del control postural.⁷ La medición del tiempo de posición unipodal (TPU),⁸ como parte de la exploración, permite valorar de manera global el equilibrio y la fuerza de los músculos antigravitatorios, ya que el sujeto es sometido a mantenerse de pie sobre una base de sustentación reducida y la disminución del TPU influye en las características de la marcha, en algunas actividades de la vida diaria, como los traslados y el uso de escaleras, así como en los cambios de posición por las modificaciones en la dirección del centro de gravedad.

El primer objetivo de este trabajo es proporcionar nuestra experiencia con la medición cronometrada del TPU en personas mayores de 70 años de edad, y su correlación como indicador de riesgo de caídas, partiendo de la hipótesis de que a menor TPU, mayor riesgo de caídas.

El segundo objetivo fue demostrar que el ejercicio específico de músculos antigravitatorios incrementa el TPU y puede disminuir el riesgo de caídas en el anciano.

Material y métodos

Entre enero de 1999 y junio de 2005 recibimos 200 pacientes con edad igual o mayor a 70 años, quienes se sometieron a selección con los siguientes criterios de inclusión:

- Haber sufrido al menos dos caídas durante los 12 meses previos a su valoración.
- Capaces de realizar ambulación sin asistencia o ayuda.

- Capaces de mantenerse en bipedestación por un tiempo mínimo de dos minutos.
- Con visión normal o corregida (lentes).

Los criterios de exclusión fueron:

- Presencia o secuelas de enfermedad neurológica (enfermedad vascular cerebral, Parkinson, etc.).
- Problemas cognoscitivos.
- *Genu valgus* o *genu varus* mayor de 15°.
- Enfermedad articular aguda que limite o afecte la ambulación.
- Uso de fármacos para tratamiento del equilibrio o que lo afecten.
- Fracturas de cualquier extremidad durante los dos últimos años previos al estudio.
- Problemas cardiocirculatorios en los que esté contraindicado el ejercicio.⁹
- Neuropatía periférica de cualquier índole.
- Consumo de bebidas embriagantes.

Se realizaron mediciones iniciales y al término del programa establecido:

1. *Tiempo de posición unipodal*: consistió en solicitar al individuo se mantuviese de pie en una sola extremidad, cronometrando los tiempos efectuados (se anotó el mayor de tres mediciones); se realizó en ambas extremidades.
2. *Fuerza isométrica de músculos cuadríceps y tríceps braquial* de extremidades dominantes, medida con dinamómetro de Newton.¹⁰

La muestra fue dividida en los grupos A, B, C y D, dependiendo de la medición del TPU inicialmente obtenido:

- A) No fue posible efectuar la medición.
- B) Mayor de 10 segundos, pero menor de 20.
- C) Más de 20 segundos sin alcanzar los 30.
- D) 30 segundos o más durante la medición.

La prueba terminó a los 35 segundos.

Intervención

En todos los casos se implementó un programa de rehabilitación de 20 sesiones, consistente en:

- Ejercicios de equilibrio con pelota de plástico.¹¹
- Fortalecimiento con contracciones isométricas en dos series de 10 movimientos cada una, la primera libre manteniendo la contracción durante 10 segundos; la segunda con 50 % de la carga máxima calculada para cada paciente, trabajando los músculos glúteo mayor, glúteo medio, cuadríceps y tibial anterior y gemelos, de manera bilateral.

Se efectuó una sesión final con medición de los parámetros anotados en el protocolo de trabajo.

Seguimiento

Al término del programa se realizó seguimiento por seis meses con llamado telefónico cada dos meses, preguntando específicamente la presencia de caídas y la persistencia en la realización del programa de ejercicios.

Grupo control

Se invitó a participar a 150 personas con edad igual o mayor a 70 años, que cumplían con los criterios de inclusión, excepto haber presentado caídas en los últimos 12 meses; se aplicaron los mismos criterios de exclusión. A estas personas se les efectuó medición de TPU y medición de fuerza isométrica de cuadríceps y tríceps braquial de extremidades dominantes con dinamómetro de Newton.

Análisis estadístico

Se utilizó χ^2 para comparar las características de la muestra con las del grupo control, al igual que para comparar resultados iniciales y finales en las mediciones del TPU; t de Student para comparar resultados iniciales y finales de fuerza isométrica y TPU; prueba exacta de Fisher para comparar resultados iniciales y finales de los grupos, al igual que para comparar presencia de caídas durante el seguimiento de seis meses. Se consideraron estadísticamente significativos los valores de $p \leq 0.05$; todas las pruebas utilizadas se corrieron en el programa Epistat 2004.

Resultados

Del grupo inicial de 200 pacientes, se excluyeron 32 (16 %) por no cumplir con los criterios de inclusión o contar con algún crite-

rio de exclusión. Las características de la muestra fueron: 168 pacientes, 126 (75 %) del sexo femenino y 42 (25 %) del masculino, con edad promedio de 74 años y variación de 70 a 84 años.

El grupo control estuvo formado por 150 personas con edad promedio de 72 años y variación de 70 a 78 años; 108 (72 %) pertenecieron al sexo femenino y 42 (28 %) al masculino; sin diferencia estadística con la muestra.

Fuerza muscular

En la muestra, la fuerza isométrica inicial fue de 155.3 ± 18.6 N para el músculo cuadríceps y de 65.9 ± 11.2 N para el tríceps braquial; al final del programa se incrementó en promedio 70 y 30 %, respectivamente ($p = 0.05$). En el grupo control, para el músculo cuadríceps 258 ± 32.7 N y para el tríceps braquial 90 ± 13.8 N (cuadro I).

Tiempo de posición unipodal

El TPU del grupo control fue de 28.84 ± 4.73 segundos, con variación de 20 a 33 segundos. En este grupo, en cuatro casos (2.7 %) la medición no fue realizable y en la muestra, en 25 % ($n = 42$), conformando el grupo A. En 31.2 % ($n = 54$) la medición fue mayor de 10 segundos y menor de 20 (grupo B). El grupo C estuvo formado por 35.72 % de los casos ($n = 60$), con TPU mayor de 20 segundos y menor de 30; el grupo D, por 7.14 % ($n = 12$) que alcanzó 30 o más segundos durante la medición. En los grupos B, C y D (126 pacientes), el TPU fue de 19.18 ± 4.24 segundos, existiendo diferencia en promedio al compararlo con 9.66 segundos (33.49 %) del grupo control, con significancia estadística ($p = 0.002$).

Al final del programa, en seis casos del grupo A la prueba no fue realizable, encontrando diferencia ($p = 0.001$) con la valoración inicial; del grupo B, 35 de 54 alcanzaron los 30 segundos

Cuadro I. Resultados de valoraciones inicial y final en 168 pacientes de 70 años o más, comparados con un grupo control de 150 adultos mayores de edad semejante

Fuerza isométrica*	Muestra				Valoración única
	Valoración inicial	Valoración final	t Student	p	
Músculo cuadríceps	155.3 ± 18.6	262.6 ± 35.4	13.58	0.05	258 ± 32.7
Músculo tríceps braquial	65.9 ± 11.2	87.0 ± 15.2	5.59	0.05	90 ± 13.8
	Muestra				Grupo control
Tiempo unipodal (segundos)	$n = 126$	$n = 162$	-	-	$n = 146$
	19.18 ± 4.24	31.3 ± 3.3	6.73	0.05	28.84 ± 4.73
	42 casos	6 casos	-	-	4 casos
	no realizable	no realizable			no realizable
Total	168	168	-	-	150

* Fuerza isométrica medida en Newtons.

Cuadro II. Medición de tiempo de posición unipodal en 168 adultos mayores

Grupo control	No valorable		10-20 s		20-30 s		≥ 30 s	
	n	%	n	%	n	%	n	%
	4	2.66	9	6.0	21	14.0	116	77.34
Muestra	Medición inicial		Medición final		20-30 s		≥ 30 s	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Grupo A (No val.*)	42	25	6	14.3	5	11.9	8	19.10
Grupo B (de 10 a 20 s)	54	31.24	0	0	2	3.70	17	31.50
Grupo C (de 20 a 30 s)	60	35.72	0	0	0	0	8	13.33
Grupo D (≥ 30 s)	12	7.14	0	0	0	0	0	0
Total	168	100.0	6	3.58	7	4.17	33	19.64
							122	72.61

*No val. = no valorable; s = segundos

($p = 0.05$); del grupo C, 52 de 60 incrementaron el TPU ($p = 0.05$) y ocho continuaron sin variación (cuadro II).

Seguimiento

En el cuadro III se registra el seguimiento de los pacientes durante seis meses con llamado telefónico cada dos meses. De la muestra inicial se perdieron 34 pacientes (20.23 %); los días de ejercicio se disminuyeron de cinco a cuatro a la semana, incrementándose el número de pacientes que lo realizaron cada tercer día. Durante los seis meses de seguimiento se presentaron 53 caídas (31.53 %) en 44 pacientes (26.19 %); en nueve casos (5.35 %) más de una caída; en el análisis regresivo, 29 (17.26 %) correspondieron a pacientes que inicialmente no lograron llevar a cabo la posición unipodal ($p = 0.05$).

Discusión y comentarios

La mayoría de los ancianos tiene dificultad en la habilidad para controlar el equilibrio, por ello, el riesgo de caída está relacionado en forma directamente proporcional con la edad,¹² no obstante, existen otros factores intrínsecos y extrínsecos relacionados con las caídas. Algunos de los primeros son:

- a) Decremento de la fuerza muscular principalmente por pérdida de masa muscular de aproximadamente 25 a 30 %;¹³ estos cambios son multifactoriales y mediados por factores de crecimiento.¹⁴
 - b) Disminución en la movilidad articular, ocasionada por el tiempo que se permanece sentado, así como por incremento en las fibras de colágeno articular y del tejido muscular.
 - c) Disminución del tiempo de reacción, ocasionada por decremento de las fibras musculares tipo II (de contracción rápida).
 - d) Disminución en las velocidades de conducción sensitivas y motoras, y del reflejo H,¹⁵ causadas por pérdida neuronal de 50,000 a 100,000 diariamente.
 - e) Presencia de alteraciones biomecánicas en las extremidades inferiores; nuestro estudio confirma que la fuerza muscular isométrica del cuadríceps y tríceps braquial estuvo disminuida en relación con los parámetros normales descritos por Phillips¹⁶ de acuerdo con la edad.
- Los factores extrínsecos relacionados con las caídas son el tipo de terreno, la iluminación del ambiente, los objetos y muebles de la vivienda, el estrés por cruzar una calle o una acera transitada y el tipo de calzado.¹⁷ Los factores que influyen en el riesgo de caída^{18,19} son la edad, sexo femenino, vivir solo, alteración en el estado de salud, disminución de la agudeza visual, presencia de enfermedades crónicas, clima (invierno y época de lluvias), y horario de 13 a 18 horas.
- Kerrigan²⁰ menciona que se requieren 400 a 800 milisegundos para efectuar el desplazamiento de una extremidad inferior al dar el paso y así evitar la caída del cuerpo. Estos tiempos en el anciano son mayores, pues una caída hacia el frente se efectúa en 0.60 segundos, chocando la rodilla con el piso en 0.45 segundos; la habilidad de muchos ancianos puede verse comprometida en situaciones como ésta, pues se necesita un rápido ajuste en la base de sustentación a través de adelantar el paso, aquí 0.25 segundos son cruciales entre establecer el control postural y el inicio de la caída. Durante ambas fases, tanto estática (bipedestación) como dinámica (marcha), el control postural efectivo es el resultado de la rápida detección de la alteración del centro de gravedad, la selección y la iniciación de las respuestas apropiadas para mantener o volver este centro a una posición estable.²¹ Por otra parte, la mayoría de los ancianos tiende a subestimar el estado de desequilibrio del cuerpo, esta situación es tres veces más peligrosa en la oscuridad o con ojos cerrados,²² y el TPU disminuye de acuerdo con estas observaciones.²³

Cuadro III. Seguimiento telefónico durante seis meses de 168 pacientes de 70 años o más, interrogando sobre caídas y días de ejercicio/ semana

			Pacientes perdidos	Días de ejercicio a la semana								Caídas	%		
				5		4		3		2					
				N	%	n	%	n	%	n	%				
Inicial	168	100.0	0	0		42	25.00	54	32.14	60	35.71	12	7.14	168	100.0
2/12	163	97.02	5	2.97		43	25.59	63	37.50	37	22.02	20	11.90	12/163	7.14
4/12	150	89.28	13	7.73		30	17.85	47	27.97	45	26.78	28	16.66	17/150	10.11
6/12	134	79.76	16	9.52		25	14.88	40	23.80	58	34.52	11	6.54	24/134	14.28
Total			34	20.23										53	31.53

Después de una caída, independientemente de lesión seria o no, los mecanismos de defensa que adopta el anciano ante estas situaciones son: disminución de la altura del centro de gravedad que se refleja en aumento de la base de sustentación, decremento en la velocidad de marcha²⁴ y menor longitud del paso,²⁵ con el fin de aumentar el TPU, el anciano trata de no separar el pie del piso durante la fase de balanceo, realizando un verdadero arrastre del pie.

El TPU es una medición clínica de observación sencilla, permite valorar el equilibrio del sujeto y la fuerza muscular global de la extremidad inferior sustentante. Al respecto, el trabajo de Hurvitz²⁶ confirma lo reportado aquí, ya que los ancianos con TPU menor de 30 segundos presentan mayor riesgo de caída; esta medición ha sido empleada en pacientes con diabetes mellitus,²⁷ ya que en ellos la velocidad de conducción sensitiva y la propiocepción se encuentran disminuidas; en personas normales, el TPU puede disminuir hasta 19 % con los ojos cerrados.²⁸ En el estudio de Horak²⁹ se menciona una disminución de 28 % en personas mayores de 70 años que sufrieron caídas. En nuestro estudio, la disminución del TPU de la muestra al compararla con el grupo control fue de 34.5 %, siendo notorio que en la valoración inicial 42 pacientes (25 %) no lograron realizar la prueba, a diferencia del grupo control donde sólo cuatro personas no pudieron.

Actualmente existen instrumentos relativamente nuevos para valorar el equilibrio, la postura y la marcha: los analizadores optoelectrónicos de movimiento;³⁰ la espectrofotogammametría, que permite valorar y cuantificar los cambios biomecánicos;³¹ las plataformas de presión, que valoran el tipo de apoyo y las presiones ejercidas y brindan sus posibles correcciones; la posturografía computarizada, que brinda las tendencias del desplazamiento del centro de gravedad³² y sus posibles correcciones.

Las realización del programa de ejercicios de equilibrio y de fortalecimiento isométrico³³ de músculos antigravitatorios proporcionados a nuestros pacientes confirma varios aspectos que pueden ser modificados, disminuyendo el riesgo de caída: la fuerza isométrica de cuadríceps y tríceps braquial se incrementó 70 y 30 %, respectivamente, logrando valores normales³⁴ para la

edad, el TPU se modificó en 120 %, disminuyendo el riesgo de caídas, pues en seis meses de seguimiento se reportaron 53 caídas en 44 pacientes y solamente dos fracturas (1.19 %), una de antebrazo y una de cuello de fémur (0.59 %). Uno de los factores a tomar en cuenta es que la rutina de ejercicios es para toda la vida; en el grupo estudiado los pacientes tendieron a disminuir las sesiones diarias y las pasaron a cada tercer día, factor que puede influir en el incremento de caídas. Llama la atención que 29 casos de los 44 paciente que sufrieron caídas pertenecieron inicialmente al grupo A, en que no fue realizable inicialmente la medición de TPU, lo que puede significar que estos pacientes deben continuar ejercicio diario para evitar el deterioro, o al menos hacerlo más lento.

Respecto a la fuerza muscular, se escogió el método de Müller³⁵ (contracciones isométricas) ya que existe un mayor reclutamiento de fibras musculares (en el caso del músculo cuadríceps se reporta que una sola motoneurona brinda información a 3,000 fibras musculares).³⁶ Este tipo de contracción tiene la ventaja de no dañar al cartílago articular, ya que no existe fricción como en las contracciones isotónicas, además, el lapso corto de tiempo (5 segundos) evita lesión por repercusión, como lo demuestra el estudio clásico de Blake.³⁷

Por otra parte, está demostrado que en el anciano el músculo se mantiene bioquímicamente estable durante el envejecimiento,³⁸ así mismo, la capilaridad muscular puede incrementarse con el ejercicio apropiado,³⁹ por ello, el tejido muscular parece retener la habilidad de responder al estímulo del entrenamiento, por lo cual la mejoría estructural y funcional es factible a cualquier edad,^{40,41} respuesta que se corrobora en nuestro estudio.

Es innegable que los seres humanos raramente nos preparamos para la vejez. La medicina actual permite un mayor promedio de vida y nuestro país tiende en los próximos 25 años, a incrementar su población de mayores de 65 años de edad,⁴² por lo que es indispensable iniciar la preparación de la población con campañas que eviten el sedentarismo y estimulen y divulguen los beneficios que el ejercicio proporciona al ser humano en todos los aspectos, principalmente buscando un cambio de actitud.

Conclusiones

- La medición del TPU es útil como indicador de riesgos de caída en el anciano.
- Su disminución es directamente proporcional al riesgo de caída.
- Correlaciona en forma directamente proporcional con la fuerza muscular global de la extremidad de apoyo.
- Con un programa de ejercicio de equilibrio y de fortalecimiento muscular se puede incrementar, lo que puede disminuir el riesgo de caída en el anciano.

Referencias

- Leville SG. Musculoskeletal aging. *Curr Opin Rheumatol* 2004;16:114-118.
- Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing* 1997;26:15-19.
- Goldspink G. Age-related muscle lost and progressive dysfunction in mechanosensitive growth factors signaling. *Ann NY Acad Sci* 2004;1019:294-298.
- Spirdus WW, Clifford P. Replication of age and physical activity effects on reaction and movement time. *J Gerontol* 1978;33:26-30.
- Morley JE, Flaherty JH. A fall is a major event in the life of an older person. *J Gerontol Biol Sci* 2002;57:492-495.
- Clark S, Rose DJ. Evaluation of dynamic balance among community dwelling older adults fallers. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:468-474.
- Brauer SG, Burns YP, Galley P. A prospective study of laboratory and clinical measures of postural stability to predict community dwelling fallers. *J Gerontol Med Sci* 2000;55:469-476.
- Austin GP, Tiberio D, Garrett GE. Effect of frequency on human unipedal hopping. *Brain Res* 2000;877:401-406.
- American College of Sports Medicine: Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lea & Febiger;1991. p. 126.
- Larson L, Grimby G, Karlson J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. *J Appl Physiol* 1979;46:451-456.
- Domínguez CL. Programa de ejercicios de coordinación en el anciano. *Cir Ciruj* 2002;70:251-256.
- Grabiner PC, Biswas T, Grabiner MD. Age-related changes in spatial and temporal gait variables. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:31-35.
- Janssen I, Shepard DS, Katzmarzyk PT, Roubenoff R. The healthcare costs of sarcopenia in the United States. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:80-85.
- Poter JM, Evans AL, Duncan G. Gait speed and activities of daily living functions in geriatric patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:317-322.
- Brooke D J, Cheng J E, Misiaszek K, Lafferty J. Amplitude modulation of the soleus H reflex in the human during active and passive stepping movements. *J Neurophysiol* 2001;73:102-111.
- Phillips BA, Sing KL, Mastaglia FL. Muscle force measured using "break" testing with a hand-held myometer in normal subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:653-661.
- Jannink MJ, IJzerman MJ, Grootenhuis-Oudshoorn K, Stewart RE, Grootenhoff JW, Lankhorst GJ. Use of orthopedic shoes in patients with degenerative disorders of the foot. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:687-692.
- Cho CY, Kamen G. Detecting balance deficits in frequent fallers using clinical and quantitative evaluation tools. *J Am Geriatr Soc* 1998;46:426-430.
- Gunter KB, White KN, Hayes WC, Snow CM. Functional mobility discriminates nonfallers from one-time and frequent fallers. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:672-676.
- Kerrigan DC, Todd MK, Della Croce U, Lipsitz LA, Collins JJ. Biomechanical gait alterations independent of speed in the healthy elderly: evidence for specific limiting impairments. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:317-322.
- Shkuratova N, Morris ME, Huxham F. Effects of age on balance control during walking. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:582-588.
- Horak F. Clinical assessment of balance disorders. *Gait Posture* 1997;6:76-84.
- Kerber KA, Enrietto JA, Jacobson KM, Baloh RW. Disequilibrium in older people: a prospective study. *Neurology* 1998;51:574-580.
- Hauer K, Pfisterer M, Schuler M, Bärtsch P, Oster P. Two years later: a prospective long-term follow-up of a training intervention in geriatric patients with a history of severe falls. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1426-1432.
- Graf A, Judge JO, Ounpuu S, Thelen DG. The effect of walking speed on lower extremity joint powers among elderly adults who exhibit low physical performance. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:2177-2183.
- Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, Ruhl A. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:587-591.
- Richardson KJ, Hurvitz EA. Peripheral neuropathy: a true risk factor for falls. *J Gerontol Med Sci* 1995;50:211-215.
- Bohannon RW, Laskin PA, Cook AC, Gear J, Singer J. Decrease in timed balance test scores with aging. *Phys Ther* 1984;64:1067-1070.
- Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. *Neurobiol Aging* 1989;10:727-738.
- Williams HG, McLenaghan BA, Dickerson J. Spectral characteristics of postural control in elderly individuals. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78:737-744.
- Cipriany-Dacko LM, Innerst D, Johannsen J, Rude V. Interrater reliability of the Tinetti balance scores in novice and experienced physical therapy clinicians. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78:1160-1164.
- Randolph AL, Nelson M, Akkapeddi S, Levin A, Alexandrescu R. Reliability of measurements of pressures applied on the foot during walking by a computerized insole sensor system. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:573-577.
- Brown M, Sinacore DR, Ensani AA, Binder EF, Holloszy JO, Kohrt WM. Low intensity exercise as a modifier of physical frailty in older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:960-965.
- Bohannon RW. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20 to 79 years. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78:26-32.
- Buchner DM, Coleman EA. Exercise considerations in older adults. *Phys Med Rehabil Clin North Am* 1994;5:357-372.
- Magleby KL. Neuromuscular transmission. In: Engel AG, Armstrong CF, eds. *Myology: Basic and Clinical*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill;1994. pp. 442-451.
- Blake DR, Merry P, Unsworth J, et al. Lesión por hipoxia-reperfusión en la articulación humana inflamada. *Lancet* 1989;1:289-1292.
- Chandler JM, Duncan P, Kochersberg G, Studenski S. Is lower extremity strength gain associated with improvement in physical performance and disability in frail, community-dwelling elders? *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:24-30.
- Gardner AW, Montgomery PS. Impaired balance and higher prevalence of falls in subjects with intermittent claudication: the relationship between history of falling and physical function in subjects with peripheral arterial disease. *Vasc Med* 2001;6:223-227.
- Morley JE. It's never too late: health promotion and illness prevention in older persons. *Biol Sci Med Sci* 2001;56:454-458.
- Phillips EM, Schneider JC, Mercer GR. Motivating elders to initiate exercise. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(Suppl 3):S52-57.
- Consejo Nacional de Población. Proyecciones de la población de México, 2000-2050. México; CONAPO; 2002. pp. 36-38.