

Cirugía y Cirujanos

Volumen
Volume **70**

Número
Number **4**

Julio-Agosto
July-August **2002**

Artículo:

Programa de ejercicios de coordinación en el anciano

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Academia Mexicana de Cirugía

Otras secciones de
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

*Others sections in
this web site:*

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)

Programa de ejercicios de coordinación en el anciano

Acad. Dr. Luis Gerardo Domínguez-Carrillo*

Resumen

Objetivo: valorar las respuestas a un programa de ejercicios de coordinación y control postural en personas mayores de 70 años.

Tipo de pacientes: 38 pacientes femeninos y 12 masculinos, con edad (\bar{X} y DE) de 74.8 ± 3.8 , los cuales habían sufrido al menos dos caídas en los 12 meses previos al estudio.

Mediciones: valoración inicial y final de arcos de movilidad, velocidad de la marcha, longitud del paso, tiempo unipodal, fuerza isométrica de cuádriceps y tríceps braquial, así como relación acierto/error en prueba de coordinación.

Resultados: a nivel de hombros caderas y rodillas se incrementaron los arcos de movilidad ($p = 0.05$); la columna dorsolumbar no obstante incrementar en 10° su movilidad, resultó no significativo; la fuerza isométrica de cuádriceps y tríceps braquial se incrementó en 70% y 30% respectivamente ($p = 0.05$); la velocidad de marcha, así como el número de pasos por minuto aumentó en promedio de 0.85 m/s a 1.17 m/s y la cadencia de 102 a 108, ($p = 0.05$). La longitud del paso se modificó de 0.46 cm a 0.59 cm (valores no significativos); el tiempo de apoyo unipodal se incrementó en 200% ($p = 0.05$) y la prueba de acierto/error cambió de 5/20 a 17/20. Un programa de ejercicios encaminado a mejorar coordinación y control postural es de mucha ayuda para mejorar velocidad de marcha, tiempo unipodal y fuerza muscular, lo que puede significar disminución importante en algunos factores de riesgo que el anciano presenta para sufrir caídas.

Palabras clave: ejercicios de coordinación, control postural, velocidad de marcha, tiempo unipodal.

Summary

Objective: To evaluate the changes in elderly patients with an exercise and postural program.

Patients: Thirty-eight female and 12 male elderly patients with (\bar{X} and SD) 74.8 ± 3.8 years of age who had suffered at least two falls in the last 12 months.

Measurements: Initial and final measurements of mobility arches (ROM), gate speed, step longitude, unipodal stance time, quadricep and brachial tricep isometric strength, and relation mistake/skill in a coordination test.

Results: Mobility arches of shoulders, hips, and knees were increased importantly ($p = 0.05$), dorsolumbaris mobility arches increased rotation but not significantly quadricep and tricep brachial isometric strength was increased 70% and 30%, respectively ($p = 0.05$), gate speed and cadence (steps per minute) changed from 102 to 118 and from 0.85 m. to 1.17 m, both with $p = 0.05$; step longitude changed from 0.46 m/s to 0.59 m/sec without significance.

An exercise and posture program to improve coordination in elderly patients is important to increase gate speed and unipodal stance time such as muscular strengthening, which means a low risk for falls in the elderly.

Key words: Coordination exercise, Postural control, Gait speed, Unipodal time.

Introducción

El equilibrio o control postural, que significa mantener el centro de gravedad dentro del área de base de sustentación, es una función en la que participan varios sistemas, ejemplo: vías y órganos vestibulares, cerebelo, vías visuales, propiocepción

y sensibilidad superficial y profunda, el sistema musculoesquelético a través de todos sus receptores y sobre todo el sistema nervioso central⁽¹⁾. La marcha es por definición: la pérdida y recuperación alterna del equilibrio, con desplazamiento (generalmente hacia el frente) del centro de gravedad, así mismo es una de las actividades de la vida diaria, la cual resulta sumamente importante⁽²⁾. Por otra parte, se reconoce que con el proceso propio del envejecimiento se presentan cambios como son: disminución de la fuerza muscular global⁽³⁾ y existe un incremento en las latencias del tiempo de reacción, lo que trae por consecuencia un desplazamiento más lento del centro de gravedad y la pérdida paulatina de la habilidad para efectuar correcciones rápidas y efectivas para mantener el control postural⁽⁴⁾; si a ello agregamos trastornos patológicos que involucran a los sistemas antes mencionados, el resultado es un incremento en el riesgo de sufrir caídas con la posibilidad de fracturas⁽⁵⁾.

* Médico Especialista en Medicina de Rehabilitación. Profesor de la Facultad de Medicina de León, Universidad de Guanajuato.

Solicitud de sobretiros:

Acad. Dr. Luis Gerardo Domínguez Carrillo
Calzada Los Paraísos 701. C.P. 37320. León, Gto. México.
Teléfono 477-18-53-29.

Recibido para publicación: 20-03-2002.

Aceptado para publicación: 03-05-2002.

Las estadísticas en los Estados Unidos indican que entre 30 y 35% de las personas mayores de 65 años presenta al menos una caída anual, de este grupo, entre 40 y 50% sufre dos caídas o más; afortunadamente sólo 2% de las caídas resulta en fractura de cadera, sin embargo podemos mencionar que 90% de estas últimas son resultado de una caída; el número de fracturas de cadera en forma anual alcanza la cifra de 250,000, ocasionando un gasto muy importante⁽⁶⁾, además 32% de las muertes en personas mayores de 80 años están relacionadas directa o indirectamente con las caídas.

De lo anteriormente expuesto se deduce que es en extremo importante prevenir la pérdida del control postural en las personas mayores, así como tratar de mantener y mejorar, tanto la fuerza muscular como los tiempos de reacción ante los cambios de posiciones del anciano⁽⁷⁾. Por todo lo anterior, desarrollamos un programa de ejercicios encaminados a mejorar el control postural y valoramos las respuestas al mismo en un grupo de personas mayores de 70 años.

Material y métodos

Durante los años 1999, 2000 y los seis primeros meses del 2001 recibimos 68 pacientes con edad igual o mayor a 70 años, de los cuales fueron seleccionados 56 pacientes por cumplir 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 y/ayudas.

Capaces de mantenerse en bipedestación por un tiempo mínimo de 2 minutos.

Con visión normal o corregida (lentes).

Los criterios de exclusión con los que se descartaron 12 pacientes fueron:

Presencia de enfermedades neurológicas (ECV, Parkinson, etc.).

Presencia de problemas cognoscitivos.

Uso de fármacos para tratamiento o que afecten el equilibrio.

Fracturas de cualquier extremidad durante los dos últimos años previos al estudio.

Presencia de problemas cardiocirculatorios en los que estuviera contraindicado el ejercicio.

Presencia de neuropatía periférica de cualquier índole.

En todos los casos se procedió a efectuar, además de la historia clínica:

Valoración de postura en planos sagital y frontal.

Valoración podográfica y podoscópica⁽⁸⁾.

Medición de peso, estatura y cuantificación e índice de masa corporal.

Se realizaron mediciones iniciales y al término del programa de los siguientes parámetros:

Velocidad de la marcha con cronómetro en una distancia de 20 metros (se anota que la marcha inició y terminó 5 min antes y después de la marca, para evitar aceleración y desaceleración)⁽⁹⁾.

Longitud del paso, calculada según la distancia y número de pasos.

Tiempo unipodal, consistió en pedir al sujeto se mantuviese de pie en una sola extremidad cronometrando los tiempos efectuados (se anotó la mejor de tres mediciones) se realizó en ambas extremidades.

Medición de arcos de movilidad en hombros, caderas, rodillas y columna dorsolumbar, se utilizó un goniómetro tipo brújula.

Se efectuó medición de fuerza isométrica de músculos cuádriceps y tríceps brachial de extremidad dominante.

Se valoró coordinación viso/motriz con la relación acierto error con juego de cubos y canastilla. (El sujeto en bipedestación, dentro de paralelas y sin apoyos, tomó una canastilla de plástico con mano dominante, teniendo que atrapar el mayor número de cubos de plástico de 5 cm por lado, los cuales se lanzaron a derecha e izquierda del sujeto desde una distancia de 4 metros.

Todos los pacientes fueron sometidos bajo su consentimiento y el de sus familiares a un programa de 12 semanas, con sesiones cada tercer día, consistente en ejercicios de coordinación con pelota.

Programa de ejercicios. Descripción

Se utilizó una pelota de plástico de 25 cm de diámetro.

Posición: decúbito dorsal; ejercicio: atrapar y lanzar la pelota al auxiliar, tratando de elevar los hombros de la mesa durante el lanzamiento. Una serie de 25 movimientos.

Posición: sedente; ejercicio: atrapar y lanzar la pelota, la cual es lanzada por el auxiliar

a cada lado del sujeto, solicitando al paciente evite tratar de tocar con las manos o codos la mesa en donde está sentado. Una serie de 25 movimientos.

Posición: bipedestación, pies separados 30 cm; ejercicio: atrapar y lanzar la pelota, la cual es lanzada por el auxiliar a cada lado del sujeto, para mayor seguridad se puede efectuar el ejercicio dentro de paralelas o colocando un paciente a 5 cm por delante de un muro. Una serie de 25 movimientos.

Posición: bipedestación sobre un balancín (este aditamento es una tabla de 2 pulgadas de grosor, en forma de cuadrado de 60 cm por lado, montada sobre dos arcos que tienen un arco de 14 cm de altura; ejercicio: atrapar y lanzar la pelota lanzada al frente del sujeto, una serie de 25 movimientos. Para

mayor seguridad se debe efectuar el ejercicio dentro de barras paralelas y un auxiliar parado por detrás del paciente.

Posición: bipedestación; ejercicio: el paciente debe pasar la pelota por atrás del cuello, pasando la pelota de una mano a otra. Una serie de 25 movimientos.

Posición: bipedestación; ejercicio: el paciente debe pasar la pelota a nivel del abdomen pasando la pelota de una mano a otra. Una serie de 25 movimientos.

Posición: bipedestación; ejercicio: se solicita al paciente lanzar la pelota hacia arriba y atraparla a su caída. Una serie de 25 movimientos.

Posición: bipedestación, apoyando el dorso en un muro; ejercicio: pasar la pelota por debajo de un muslo en forma alterna, solicitando al paciente flexionar cadera a 90 grados y rodilla a 90 grados para pasar la pelota. Una serie de 25 movimientos.

Posición: bipedestación, pies separados 30 cm; ejercicio: efectuando rotación de tronco pasar la pelota de derecha a izquierda a un auxiliar que se encuentra por atrás del paciente. Una serie de 25 movimientos.

Posición: bipedestación; ejercicio: botar la pelota, mínimo 50 movimientos, en un solo lugar, y según la confianza del paciente realizar el bote de la pelota al mismo tiempo que el paciente camina.

Todos los ejercicios expuestos pueden incrementarse en número de movimientos, las precauciones con cada ejercicio deben ser tomadas en cuenta, y posterior a cada serie efectuada se deberá tomar la frecuencia cardiaca, buscando que ésta no sobrepase 75% de la frecuencia máxima permitida (la cual se calcula restando la edad al número 220), si se encontrase mayor se deberá esperar hasta que disminuya a niveles adecuados para continuar el siguiente ejercicio.

Análisis estadístico

Dado que se trata de un estudio con una muestra pequeña (n = 50) y autocontrolado, se utilizaron medidas de dispersión (media, desviación estándar y varianza), así como prueba de hipótesis paramétrica de T pareada (t de Student) para comparar los resultados previos y posteriores a la intervención del programa de ejercicios. Se anota que en todas las situaciones excepto en una (comparación de tiempo unipodal) el número de casos correspondió a 50, más en la situación que se anota en etapa inicial, se valoraron 36 casos y en la final 48, porque inicialmente en 14 casos no fue realizable al igual que en dos casos en la valoración final. Se consideró el valor de 1.708 para $gI = 25$ con índice de confianza (IC) 95% y el valor de $p = 0.05$ como estadísticamente significativo.

Resultados

Del grupo inicial de 68 pacientes 12 casos fueron excluidos por no contar con los criterios de inclusión; de los 56

pacientes seleccionados cuatro abandonaron en la primera semana, uno abandonó por cambio de localidad y otro más falleció por accidente automovilístico. Reduciéndose el grupo a 50 pacientes con las características siguientes: femenino (n = 38), masculino (n = 12); estatura (\bar{X} y DE) 153.2 cm \pm 3.17; peso (\bar{X} y DE) 59.56 k \pm 3.6; índice de masa corporal (\bar{X} y DE) 23.1 \pm 2.38.

Con respecto a los hallazgos de exploración que se muestran en el cuadro I es de llamar la atención la presencia de retropié pronado en 56% y hallux valgus en 44%; en el plano sagital los hallazgos de importancia fueron flexión de cadera (78%); de rodilla (68%) y xifosis dorsal (64%). El estudio podográfico y podoscópico mostró: presencia de pie plano de algún grado en 30 casos (60%); pie cavo de algún grado en 10 casos (20%) y descenso del arco anterior en 10 casos (20%).

La valoración en cuanto a arcos de movilidad mostró: disminución en la flexión y rotación externa de hombros con promedios superiores a los 20°, durante la valoración final, no obstante, no haber realizado ejercicios específicos de estiramiento para dicha articulación, la movilidad tanto en flexión como en rotación externa se incrementó en promedio 10° ($p = 0.05$). En relación a la cadera en la valoración inicial se observó disminución importante a la

Cuadro I. Hallazgos de exploración

Plano frontal	n = 50	%
Asimetría de hombro	16/50	32
Escoliosis	.4	8
Desnivel pélvico	12	24
Hallux valgus	22	44
Retropié pronado	18	56
Plano saxital		
Hiperlordosis cervical	6/50	12
Xifosis dorsal	32	64
Hiperlordosis lumbar	14	28
Contractura en flexión de cadera	36	72
Contractura en flexión de rodilla	34	68
Podografía y podoscopia		
Pie plano grado I	16/50	32
Pie plano grado II	12	24
Pie plano grado III	2	4
Arco longitudinal normal	10	20
Pie cavo grado I	8	16
Pie cavo grado II	2	4
Descenso de arco anterior	10	20
Hallux rígido	8	16
Hallux valgus	22	44
Dedos en garra	4	8

extensión ($\bar{X} = 20^\circ$) y en la valoración final se incrementó dicho arco de movimiento en 12° como promedio ($p = 0.05$); la misma situación se observó en rodillas, pues en la valoración inicial la flexión mostró disminución en 25° como promedio y la extensión de 23° , aumentándose ambos arcos en 20° promedio al final del programa ($p = 0.05$).

La columna dorsolumbar también incrementó sus rotaciones, sin embargo no resultó estadísticamente significativo.

Tanto la fuerza muscular isométrica del cuádriceps como del tríceps braquial se incrementó en 70% para el primero ($p = 0.05$) y 30% ($p = 0.05$) para el segundo, no obstante no se efectuaron ejercicios específicos de fortalecimiento muscular.

El tiempo unipodal también presentó importante diferencia, porque en la valoración inicial 36 casos lograron un promedio de 9.2s y al final del programa 46 casos alcanzaron promedio de 31.3s. lo que significa un incremento de 300% ($p = 0.05$); se anota además que al inicio, en 14 pacientes fue imposible realizar la prueba y al final del programa sólo dos casos no lograron realizarla.

En relación a la velocidad de marcha la muestra presentó promedio inicial de 0.85 m/s con cadencia promedio inicial de 102 pasos/minuto; al final del programa la velocidad alcanzó 1.17 m/s y cadencia de 118 pasos/minuto, uno y otro resultados con $p = 0.05$; la longitud del paso

No obstante haberse modificado de 0.46m. iniciales como promedio a 0.59m. no mostró significancia estadística. Por último, durante la prueba de coordinación de error/acierto, se observó de manera inicial un promedio de aciertos 5/20 y al final del programa la relación alcanzó promedio de 17/20 ($p=0.05$) (Cuadro II).

Discusión y comentarios

La mayoría de los ancianos experimenta dificultad en la habilidad de controlar los movimientos intencionales, por ende, el riesgo de caída está relacionado, primeramente, en forma directamente proporcional a la edad, sin embargo, existen otros factores involucrados, a los cuales podemos

Cuadro II. Resultados de valoraciones inicial y final.

Arcos de movilidad	V. inicial \bar{X} y DE	V. final \bar{X} y DE	t Student	Valor de p
Hombros				
Flexión	(-) $24^\circ \pm 7^\circ$	(-) $7^\circ \pm 5^\circ$	8.18	0.05
Rotación externa	(-) $22^\circ \pm 12^\circ$	(-) $8^\circ \pm 5^\circ$	5.40	0.05
Caderas				
Extensión	(-) $30^\circ \pm 10^\circ$	(-) $12^\circ \pm 7^\circ$	7.37	0.05
Rodillas				
Flexión	(-) $25^\circ \pm 13^\circ$	(-) $5^\circ \pm 8^\circ$	6.55	0.05
Extensión	(-) $23^\circ \pm 10^\circ$	(-) $5^\circ \pm 5^\circ$	8.07	0.05
Columna dorsolumbar				
Rotación	$30^\circ \pm 15^\circ$	$40^\circ \pm 5^\circ$	3.16	0.05
Fuerza isométrica (Newtons)				
Músculo cuádriceps	155.3 ± 18.6	262.6 ± 35.4	13.58	0.05
Músculo tríceps braquial	65.9 ± 11.2	87.0 ± 15.2	5.59	0.05
Tiempo unipodal (segundos)				
N = 36	9.2 ± 7.4 N = 48	31.3 ± 12.3	6.73	0.05
N =	14 prueba no realizable	2 prueba no realizable		
Velocidad de marcha (m/s)				
Cadencia	102 ± 8	118 ± 5	8.48	0.05
Longitud del paso	0.46 ± 0.08	0.59 ± 0.05	0.68	NS
Prueba error/acierto	5 ± 4	17 ± 3	10.29	0.05

clasificarlos en intrínsecos y extrínsecos; de los primeros podemos mencionar: los cambios a la baja de la fuerza muscular, la disminución de la movilidad articular, la calidad y cantidad de masa ósea (generalmente disminuidas), la presencia de latencias aumentadas en relación al tiempo de reacción, y la disminución en las velocidades de conducción tanto sensitivas como motoras; si a las anteriores agregamos las extrínsecas como: el sedentarismo, la iluminación, el tipo de terreno, los objetos y muebles de la vivienda, así como la cantidad de fármacos que de una u otra manera pueden alterar las reacciones deterioradas por el envejecimiento y por otra parte, sumamos las diferentes patologías que pueden afectarle, el resultado es que el anciano presenta mayor riesgo de caídas que el resto de la población con las consecuencias de posible fractura durante el evento⁽⁹⁾.

Algunos de los aspectos antes mencionados son de suma importancia, cuando se compara al joven con el anciano, porque estos últimos presentan menor excursión voluntaria del centro de gravedad o al menos lo realizan más lentamente, exhibiendo menor control postural⁽¹⁰⁾; por otra parte algunos estudios^(11,12) reportan una extensión menor de la articulación de cadera durante la marcha, ocasionada por contractura de flexores de la misma, originada en el acumulo de tiempo que el anciano permanece sentado, así mismo, la menor extensión de rodillas por la contractura de músculos isquiotibiales, ambas situaciones corroboradas en el presente trabajo. Kerrigan⁽¹³⁾ ha reportado que se requieren entre 400 y 800 milisegundos para efectuar el desplazamiento de una extremidad inferior al dar el paso y así, evitar la caída del cuerpo, tiempos que 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 que requieren un rápido ajuste en la base de sustentación a través de adelantar el paso, aquí 0.25 segundos pueden ser 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; por otra parte el anciano tiende a subestimar el estado de desequilibrio del cuerpo, esta situación es tres veces más peligrosa en la obscuridad; por lo anterior y principalmente en el sujeto que ya ha presentado una caída, los mecanismos de defensa son: disminución de la altura del centro de gravedad, el cual se refleja en aumento de la base de sustentación y en lentificación de la velocidad de marcha, agregando a esto menor longitud del paso como se corrobora en este estudio.

Por otra parte, uno de los indicadores importantes de riesgo de caídas es la medición del tiempo unipodal, como ejem-

plo, Hurvitz⁽¹⁴⁾ menciona que aquellos ancianos con tiempos por debajo de 30 segundos presentan un mayor riesgo, prueba que por otra parte es muy fácil de efectuar; el incremento en tiempo unipodal en el grupo de pacientes que presentamos, apoya la efectividad de la rutina de ejercicios del programa realizado.

La mayoría de los reportes en la literatura confirman la utilidad del ejercicio que involucra a la coordinación y al control postural^(15,16), algunos ellos como el tai-chi-chuan, desafortunadamente en esta disciplina las rutinas de ejercicio deben realizarse con un profesor experimentado para que tengan efectividad, el programa desarrollado en este trabajo implica un equipo mínimo y la persona que auxilia al paciente no requiere de entrenamiento especial, podemos mencionar que la rutina implica ejercicios de movilidad articular en cuello, tronco y extremidades, así como entrenamiento de reacciones de defensa y control postural, tiene a nuestro juicio, la ventaja de no involucrar situaciones de esfuerzo muscular importante que pongan en peligro la respuesta cardiaca.

Después de haber valorado el estudio en forma retrospectiva consideramos que el programa puede ser mejorado, adicionando ejercicios de fortalecimiento isométrico es isotónico a músculos cuádriceps, glúteos mayores y medios, así como tibial anterior, soleo y gemelos.

En la actualidad existen una buena cantidad de instrumentos relativamente nuevos para valorar el equilibrio, la postura y la marcha, ejemplos son: los analizadores optoelectrónicos de movimiento⁽¹⁷⁾, la espectrofotogrametría, que permite valorar y cuantificar los cambios biomecánicos, así como las plataformas de presión, que permiten valorar el tipo de apoyo y sus posibles correcciones; la posturografía computarizada que brinda importante apoyo en relación a las tendencias de desplazamientos del centro de gravedad.

De todo lo anterior se deduce que todos aquellos ejercicios que tiendan a reducir el riesgo de caída, así como todos los factores extrínsecos que se puedan modificar (terreno, iluminación, calzado, etc.), deben ser tomados en cuenta para lograr la modificación del riesgo, y por último, en caso de que ésta, en forma irremediable, se presente, la protección de las zonas peligrosas como el trocánter mayor (con el uso de cojinetes adaptados a dicha región), así como la protección de los antebrazos, resulta de suma importancia para evitar la presencia de fracturas.

Es innegable que el ser humano está preparado para las diferentes etapas de la vida, sin embargo, no se prepara para la vejez, en el mundo actual en que la medicina permite un mayor promedio de vida y en un país como el nuestro en que en relativamente poco tiempo será de viejos, es indispensable iniciar la preparación de la población, implementando rutinas de ejercicio adecuadas según la edad, evitar el sedentarismo en la persona jubilada y mejorar la calidad ósea, pues resulta

más adecuado planificar y realizar programas de medicina preventiva, que tratar de compensar las pérdidas a base de manejo farmacológico, porque si a todas las personas que lo requieren se les prescribiera calcio y vitamina D, la cantidad de dinero invertido en ello sobrepasaría con creces el monto que se destina actualmente a todo el sector salud.

Todos los médicos debiesen saber prescribir ejercicios acordes con la edad de pacientes.

Los programas de ejercicio encaminados a mantener y/o mejorar fuerza muscular, elasticidad y coordinación, son benéficos para el anciano, pues incrementan su control postural.

Un programa que desarrolle los conceptos anteriores, económico, no requiera de equipo especial, y la persona que auxilie al paciente a llevarlo a efecto no necesite ser un experto, resulta de enorme valor.

Referencias

1. Clark S, Rose DJ. Evaluation of dynamic balance among community dwelling older adult fallers. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:468-474.
2. Kerrigan DK, Todd MK, DellaCroce U, Lipsitz LA, Collins JJ. Biomechanical gait alterations in the elderly: evidence for specific limiting impairments. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:317-322.
3. Bischoff HA, Stahecin HB, Urscheler N. Muscle strength in the elderly: its relation to vitamin D metabolites. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:54-58.
4. Anianson D, Hedberg M, Henning G, Grimby G. Muscle morphology, enzymatic activity and strength in elderly men. *Muscle Nerve* 1986;9:585-591.
5. Kerrigan DC, Lee LW, Nieto TS, Markman JD, Collins JJ, Riley PO. Kinetic alterations independent of walking speed in elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:730-735.
6. Hyatt RH, Marshall MN, Bhat A, Scott S, Maxwell JD. Association of muscle strength with functional status of elderly people. *Age Ageing* 1990;19:330-336.
7. Domínguez CL, Gutiérrez RA. Podografía en papel fax para la detección de anomalías en los pies de preescolares. *Rev Mex Reumatol* 1997;12:217-222.
8. 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.
9. Watelain E, Barbier F, Allard P, Thevenon A, Angue JC. Gait pattern classification of healthy elderly men based on biomechanical data. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:579-586.
10. Burnfiel JM, Josephson KR, Power CM, Rubenstein LZ. The influence of lower extremity joint torque on gait characteristic in elderly men. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:1153-1117.
11. 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.
12. Robinson MW, Krebs DE, Giorgetti MM. Functional reach does it really measure dynamic balance? *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80:262-269.
13. Kerrigan DC, Lee LW, Collins JJ, Riley PO, Lipsitz LA. Reduced hip extension during walking: healthy elderly and fallers *versus* young adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:26-30.
14. Hurvitz ED, 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.
15. 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.
16. Wong AM, Chou Lin CH, Chou SW, Tang FT, Wong PY. Coordination exercise and postural stability in elderly people: effect of tai chi chuan. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:608-612.
17. Williams HG, McLenaghgan BA, Dickerson J. Spectral characteristics of postural control in elderly individuals. *Arch Phys Med Rehabil* 1997;78:737-744.