



CIRUGÍA Y CIRUJANOS

Órgano de difusión científica de la Academia Mexicana de Cirugía
Fundada en 1933

www.amc.org.mx www.elsevier.es/circir



ARTÍCULO ORIGINAL

Correlación entre velocidad de marcha y fuerza muscular con equilibrio para reducir caídas en ancianos



Fabián Ituriel García-Flores^{a,*}, Antonio Eugenio Rivera-Cisneros^b,
Jorge Manuel Sánchez-González^c, Rodolfo Guardado-Mendoza^a
y Jorge Luis Torres-Gutiérrez^d

^a Departamento de Medicina y Nutrición, Campus León, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México

^b Secretaría de Gestión Académica, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México

^c Vicerrectoría Académica, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México

^d Hospital Regional, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, León, Guanajuato, México

Recibido el 13 de febrero de 2015; aceptado el 9 de noviembre de 2015

Disponible en Internet el 2 de marzo de 2016

PALABRAS CLAVE

Caídas;
Ancianos;
Biomecánicos

Resumen

Antecedentes: Los estudios sobre caídas en ancianos no definen claramente el efecto de la facilitación neuromuscular propioceptiva para reducir sus caídas y sus variables asociadas.

Objetivo: Evaluar los efectos de la facilitación propioceptiva sobre caídas y las variables biomecánicas relacionadas con la marcha en ancianos.

Material y métodos: Series de casos comparativas en las que participaron 24 pacientes, quienes se asignaron aleatorizadamente a 3 grupos de 8 participantes: *grupo 1*, tratamiento de facilitación neuromuscular propioceptiva; *grupo 2*, tratamiento estándar, y *grupo 3*, testigo. Se midieron las caídas y variables biomecánicas relacionadas con: fuerza muscular, velocidad de marcha, cinestesia, tiempo de posición unipodal y tiempo de reacción muscular. Se aplicó χ^2 y regresión múltiple en las variables en estudio.

Resultados: Los grupos fueron equivalentes en la edad y en caídas durante el año previo ($p=0.20$). Las caídas fueron más frecuentes en las mujeres en una relación 7:1. Posterior a la intervención, existió una disminución significativa en la caída de los participantes de los 3 grupos. Existió correlación entre la fuerza muscular y velocidad de marcha con el tiempo de posición unipodal ($r^2=0.67$; $p=0.02$).

* Autor para correspondencia: Fabián Ituriel García Flores, Noche buena Mz.49, Lt. 51, Colonia Chula Vista, Ecatepec, Estado de México C.P. 55030, México, Tel.: +52 0177 9115 6739.

Correo electrónico: fgarcia8203@gmail.com (F.I. García-Flores).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.circir.2015.12.005>

0009-7411/© 2015 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Conclusiones: Aumentando 1 kg-fuerza del miembro pélvico y 0.1 m/s en la velocidad de marcha mejora el equilibrio (tiempo de posición unipodal) un 11.3%. Posterior a 3 meses de la intervención el grupo 2 obtuvo un aumento de 7.9 kg-fuerza y 0.26 m/s, mientras que el grupo 1 obtuvo 4.1 kg-fuerza y 0.15 m/s, y el grupo control tuvo 2.4 kg-fuerza y 0.1 m/s.

© 2015 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Falls;
Elderly;
Biomechanics

Correlation between gait speed and muscular strength with balance for reducing falls among elderly

Abstract

Background: Evidence of the benefit on proprioceptive neuromuscular facilitation for reducing falls in older people does not exist.

Objective: The aim of this study is to evaluate the effects of proprioceptive facilitation over falls and biomechanical variables, in comparison to standard treatment and control groups.

Materials and methods: Series cases comparative for the 24 participants were recruited and randomly assigned to 3 groups. *Group 1*, proprioceptive neuromuscular facilitation, *group 2*, standard treatment, and *3* control. Falls and biomechanical variables were measured before and after. Chi² was used for falls and multiple regression for biomechanical variables,

Results: Participants had similar falls in previous year. Women had higher falls in a relation 7:1 women-men. After intervention, there was no difference between 3 groups. A correlation exists between muscular strength and gait speed with one foot position time $r^2 = 0.67$, $p = 0.02$.

Conclusions: Improving 1 kilogram-force of muscular strength of pelvic limb and 0.1 meter/second in gait speed, balance (unipodal position time) increases balance by 11.3%. After 3 months of intervention group 2 got 7.9 kg-force and 0.26 m/s of profit, while group 1 had 4.1 kg-force and 0.15 m/s and control group 2.4 kg-force and 0.1 m/s.

© 2015 Academia Mexicana de Cirugía A.C. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Antecedentes

Las caídas son «acontecimientos involuntarios que hacen perder el equilibrio y dar con el cuerpo contra la tierra u otra superficie firme que lo detenga». Las caídas tienen un origen multifactorial y se deben considerar como un problema de salud pública¹. Anualmente se reportan 37 millones de caídas que requieren atención médica; la incidencia en ancianos es del 25 al 35%; la prevalencia es del 30 al 50%. La relación mujer-hombre en adultos es de 2.7 a 1 y la probabilidad de caídas recurrentes en sujetos con historial de caídas es del 52%². El evento es frecuente en ancianos.

En México existen 8.8 millones de personas mayores de 60 años, y para el año 2020 se espera que esta población sea de 15 millones^{3,4}. En ellos, las caídas representan el 30% de las causas de muerte. Por otro lado, del 10 al 35% de las caídas provocan fracturas y, de estas, la de cadera es la más frecuente (10%)^{5,6}, con una tasa de sobrevivencia a 5 años de casi el 80%⁷⁻¹⁷.

Diversas publicaciones enlistan factores de riesgo para sufrir caídas tales como: historial de caídas, deficiencias en movilidad, visual y del equilibrio; deterioro cognitivo, residencia en asilo, independencia funcional disminuida, temor a caerse, depresión, medicamentos antiarrítmicos y psicotrópicos⁷⁻¹⁵.

Existe una asociación estrecha entre el equilibrio del sistema músculo esquelético y el riesgo de presentar una caída^{10,18-20}. También se ha demostrado que el equilibrio no tiene correlación lineal con la edad^{10,20-22}.

A pesar de la importancia que tienen las caídas en la calidad de vida y en la asociación con el aumento en la morbimortalidad de los ancianos, no se han explorado métodos alternativos, como la facilitación propioceptiva^{13,23-25}, a los procedimientos tradicionales basados en el uso de la flexibilidad y la fuerza muscular^{5,10-12,17,19,22,26-29}.

Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue evaluar la efectividad de la facilitación neuromuscular propioceptiva, comparada con el tratamiento estándar utilizado en la prevención de las caídas en ancianos.

Material y métodos

Serie de casos comparativas en la que participaron 24 pacientes que fueron asignados aleatoriamente a 3 grupos, 4 hombres y 5 mujeres en cada uno de ellos. El *grupo 1*, tratamiento de facilitación neuromuscular propioceptiva; *grupo 2*, tratamiento estándar, y *grupo 3*, testigo.

Al inicio de la evaluación se midieron variables clínicas y epidemiológicas, tales como: edad, características del domicilio, nivel educativo, pruebas de estado mental,

depresión, temor a caerse. También se colectaron datos corporales tales como: peso, estatura, índice de masa corporal.

Se midieron antes y después del tratamiento: las caídas, las variables biomecánicas de fuerza muscular con dinamometría, la velocidad de marcha (prueba estandarizada), cinestesia (goniometría digital), tiempo de posición unipodal (tiempo de permanencia en un pie) y tiempo de reacción muscular (reacción a estímulo visual y auditivo por ordenador).

Los procedimientos, riesgos y beneficios fueron explicados con detalle a cada paciente y se obtuvo su consentimiento de participación por escrito, de acuerdo con el Código de Helsinki y la normativa en materia de salud de nuestro país.

El estudio se sometió al Comité de Bioética del Hospital General de Zona del Instituto de Seguridad Social para Trabajadores del Estado, de León, Guanajuato, México.

Para el análisis estadístico se aplicó una prueba de χ^2 para valorar diferencias entre grupos y modelo de correlación para asociar las variables musculares y esqueléticas con el número de caídas. Se utilizó el programa estadístico de Epi Dat 7.0 Stat. El nivel de significación estadística se fijó en un alfa del 95%.

Resultados

Los 3 grupos fueron equivalentes al inicio del estudio en las variables edad ($p=0.35$), caídas en el año previo ($p=0.15$) y sexo (relación 7:1 mujer-hombre) (tabla 1). En esta tabla también se aprecian valores que no fueron estadísticamente significativos en el tipo de domicilio, nivel educativo, estado mental, depresión, temor a caerse.

La velocidad de marcha fue discretamente superior en el grupo 2, con relación a los grupos 1 y 3, con significación estadística para los grupos 1 y 2. El tiempo de reacción muscular inicial se aumentó de forma similar en los 3 grupos, lo que implica una desmejora clínica.

La fuerza muscular aumentó en los 3 grupos, aumento clínicamente significativo en el grupo 2, con significación estadística para los grupos 1 y 2. El tiempo de posición unipodal en los 3 grupos mejoró y el grupo de mayor significación estadística fue en el grupo 2.

Respecto a la cinestesia los 3 grupos tuvieron valores de discrepancia cinestésica por arriba de 3.5° , principalmente en la prueba a 45° , lo que implica una desmejora clínica (tabla 2).

Para la variable velocidad de marcha, el grupo 1 aumentó el 15%, iniciando con una media de 0.96 m/s y terminando con 1.11 m/s con un coeficiente de variación (CV) de 0.93. El grupo 2 mejoró un 26%, iniciando con 1 m/s y culminando con 1.26 m/s y CV de 1.1. El grupo 3 inició con 1.1 m/s y terminó con 1.23 m/s, mejorando un 1.1%, con un CV de 1.25. Respecto a la diferencia de medias antes-después, el grupo 2 tuvo la mayor diferencia con 0.26 m/s (IC 95: 0.05 a 0.47), mientras que el grupo 1 tuvo una diferencia de 0.15 m/s (IC 95: 0.05 a 0.25); para el grupo 3 la diferencia fue de 0.16 m/s (IC 95: 0.02 a 0.3).

En la variable tiempo de reacción muscular, el grupo 1 aumentó un 12.3%, iniciando con 1.252 ms y terminando con 1.406 s con CV de 3.44; el grupo 2 aumentó un 1.5%, iniciando en 1.207 y terminando en 1.226 s, con un CV de 23.68;

el grupo testigo inició en 1.333 y terminó en 1.477 s, aumentando un 11%, con un CV de 1.54. El grupo que tuvo menor diferencia de medias fue el grupo 2 con 0.019 s (IC 95: 0.293 a 0.769), mientras que la diferencia en el grupo 1 fue de 0.154 s (IC 95: 0.214 a 0.522) y el grupo 3 tuvo 0.144 s (IC 95: 0.046 a 1.339).

En la variable tiempo de posición unipodal, el grupo 1 aumentó su tiempo en un 30%, iniciando en 15.6 s y terminando en 20.4 s, con un CV de 7.26; el grupo 2 mejoró un 216%, iniciando en 6.08 y culminando en 19.26 s, con un CV de 1.44, y el grupo testigo disminuyó su tiempo en un 67%, iniciando en 16.3 y terminando en 10.9 s, con un CV de 4.38. La mayor diferencia de medias fue para el grupo 2 con 13.1 s (IC 95: 0.02 a 26.18); para el grupo 1 la diferencia fue de 4.7 s (IC 95: -18.9 a 29.3) y para el grupo testigo fue de -5.3 s (IC 95: -21.4 a 10.8).

Para la variable fuerza muscular el grupo 1 aumentó un 31%, iniciando en 13.4 kg-fuerza y terminando en 17.6 kg-fuerza, con CV de 1.28; el grupo 2 aumentó un 56%, iniciando en 14.7 kg-fuerza y terminando en 22.1 kg-fuerza con CV de 1.48, y el grupo 3 aumentó un 16%, iniciando en 14.5 kg-fuerza y terminando en 16.9 kg-fuerza, con un CV de 1.73. La mayor diferencia de medias fue para el grupo 2 con 7.9 kg-fuerza (IC 95: -0.2 a 16.0), mientras que el grupo 1 tuvo 4.1 kg-fuerza (IC 95: 0.47 a 7.73), y el grupo 3 tuvo 2.4 kg-fuerza (IC 95: -0.48 a 5.28).

En la variable cinestesia, el grupo 1 aumentó sus grados de discrepancia en 3.6%, iniciando con 6.05° de error y terminando con 6.25° , el promedio entre las pruebas a 45° y 90° , con CV de 19.32; el grupo 2 tuvo un aumento del 20.2%, iniciando en 6.48° de error y terminando en 7.8° en promedio de las 2 pruebas, con CV de 2.28; y el grupo 3 aumentó un 10%, iniciando con 7.35° y terminando en 8.15° de error, con un CV de 2.46. La menor diferencia de medias fue para el grupo 1 con 0.20° (IC 95: -2.35° a 2.73°), el grupo 2 tuvo 1.31° (IC 95: -0.76° a 3.38°), y el grupo 3 tuvo 0.80° (IC 95: 0.57° a 2.17°) todos los intervalos y las medias se traslapan.

En el modelo de regresión múltiple se asoció el tiempo de posición unipodal (equilibrio) con fuerza muscular y velocidad de marcha en las que se obtuvo una r^2 de 0.67 y $p=0.02$.

El 50% de los participantes tuvo 2 o más caídas en los grupos 1 y 2, el grupo 3 tuvo el 75% en un año previo al estudio (figs. 1 y 2).

Existió un menor número de caídas en los participantes del grupo 1 (37%) con relación a los otros grupos, quienes tuvieron un 62%, diferencia que tuvo significación estadística.

Discusión

Aunque la prevalencia de caídas de los 3 grupos se encuentra dentro del rango de la literatura publicada; es decir, del 30 al 50%, hay una diferencia clínica entre los 2 grupos que recibieron intervención y el grupo control, solo el 12% de los participantes en los grupos 1 y 2 tuvieron 2 o más caídas en 6 meses, mientras que en el grupo 3 fue un 62%.

Los participantes del grupo 1 iniciaron con 21 caídas en el año previo y finalizaron con 6 caídas, con una frecuencia esperada para 6 meses de 10.5 caídas; este grupo disminuyó un 57% las caídas. El grupo 2 inició con 24 caídas en el año

Tabla 1 Estadística descriptiva de los 3 grupos. Características descriptivas de los participantes

Variables	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			
	Basal	Final	Delta	Basal	Final	Delta	Basal	Final	Delta	
Edad (años)				70 ± 7.4			68.7 ± 5.5			72 ± 5.8
Peso (kg)				63.63 ± 11.32			69.88 ± 4.57			71.9 ± 11.06
Estatura (metros)				1.57 ± 0.09			1.57 ± 0.08			1.56 ± 0.10
IMC (kg/mt ²)				22.3 ± 1.9			20.2 ± 3.1			23.2 ± 3.7
Sexo (mujer-hombre)				7 a 1			7 a 1			7 a 1
Domicilio				1 (propio)			1 (propio)			1 (propio)
Ocupación				3 (hogar)			2 (laborando)			3 (hogar)
Nivel educativo				2 (secundaria)			2 (secundaria)			2 (secundaria)
Caídas	2.6 ± 1.0	0.5 ± 0.8	-2.3	3 ± 1.3	2.3 ± 3.1	-1.9	3.3 ± 1.3	1.6 ± 1.0	-0.5	

(X + DE). Las variables cualitativas se reportan en valores absolutos.
IMC: índice de masa corporal.

previo al estudio y terminó en 18 caídas en los 6 meses, 50% más de lo esperado. El *grupo 3* inició con 23 caídas en el año previo y terminó con 13 caídas en 6 meses, 16.5 caídas esperadas para 6 meses, y disminuyó un 28%.

De acuerdo al estudio, con un aumento de 1 kg-fuerza del miembro pélvico y 0.126 m/s en la velocidad de marcha, el equilibrio se aumentó (tiempo de posición unipodal) en 11.3%; en el tratamiento estándar (*grupo 2*) se obtuvo un aumento de 7.9 kg-fuerza y 0.26 m/s, 4 kg-fuerza y 0.15 m/s con la facilitación neuromuscular propioceptiva (*grupo 1*) durante 3 meses de tratamiento.

Domínguez-Carrillo et al.¹² indican que un tiempo de posición unipodal menor a 30s es un factor predisponente

para caídas; en este estudio, el *grupo 2* fue el más efectivo para modificar esta variable, al haberla aumentado un 216% en comparación con el 30% del *grupo 1*.

Es interesante destacar que en los 3 grupos evaluados, el mayor error de cinestesia se presentó en la prueba de 45°, casi duplicando el valor de error que en la prueba a 90°; algunas probables causas son que la posición de 45° requiere mayor fuerza muscular para mantenerla, combinado con el dolor de procesos gonartróicos de los participantes evaluados. Coronado-Zarco et al.¹³ mencionan que la discrepancia mayor a 3.7° en la ejecución de pruebas cinestésicas de rodilla es un factor para sufrir 2 o más caídas al año. El *grupo 2* fue el único cuya media fue menor a este parámetro

Tabla 2 Estadística descriptiva de variables de desenlace

	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
	Basal	Final	Delta	Basal	Final	Delta	Basal	Final	Delta
Mini mental state examination (puntaje 30/30)	25 ± 6	25 ± 6	-0.2	26 ± 3	27 ± 3	0.8	25 ± 3	25 ± 3	0.1
Depresión (puntaje 15/15)	8 ± 2	8 ± 2	-0.3	7 ± 2	8 ± 3	0.3	8 ± 3	3 ± 3	-4.7*
Temor a caer (puntaje 14/14)	4 ± 4	5 ± 4	1.1	5 ± 3	3 ± 4	-1.7*	4 ± 4	4 ± 5	0.3
Barthel (puntaje 100/100)	93 ± 11	91 ± 14	-1.8	85 ± 9	93 ± 8	8.1*	91 ± 11	96 ± 6	4.3
Velocidad de marcha (m/s)	0.96 ± 0.3	1.11 ± 0.42	0.15*	1.0 ± 0.3	1.26 ± 0.5	0.26*	1.0 ± 0.3	1.0 ± 0.3	0.13
Tiempo de reacción (s)	1.252 ± 0.515	1.406 ± 0.689	0.154	1.207 ± 0.321	1.226 ± 0.359	0.019	1.333 ± 0.309	1.477 ± 0.807	0.327
Tiempo de posición unipodal (s)	15.6 ± 23.3	20.5 ± 26.3	4.9	6.1 ± 5.9	19.3 ± 18.2	13.1*	21.8 ± 29.4	11.0 ± 15.7	-8
Fuerza muscular (kg-fuerza)	13.5 ± 7.6	17.7 ± 9.6	4.1*	14.2 ± 4.9	22.1 ± 11.9	7.9*	14.5 ± 6.6	17.0 ± 9.9	2.4
Cinestesia									
Prueba de 45°	5.6 ± 3.9	5.9 ± 3.9		8.0 ± 5.2	11.9 ± 7.9		13.1 ± 7.1	11.9 ± 7.1	
Prueba de 90°	6.5 ± 4	5.4 ± 2.8		4.9 ± 3.7	3.6 ± 2.9		3.1 ± 2.5	4.4 ± 2.5	
			0.39			1.3			0.05

Variables reportadas con media y desviación estándar.

En cinestesia, la delta es el promedio de las pruebas de 45° y 90°.

* Significación estadística ($p < 0.05$).

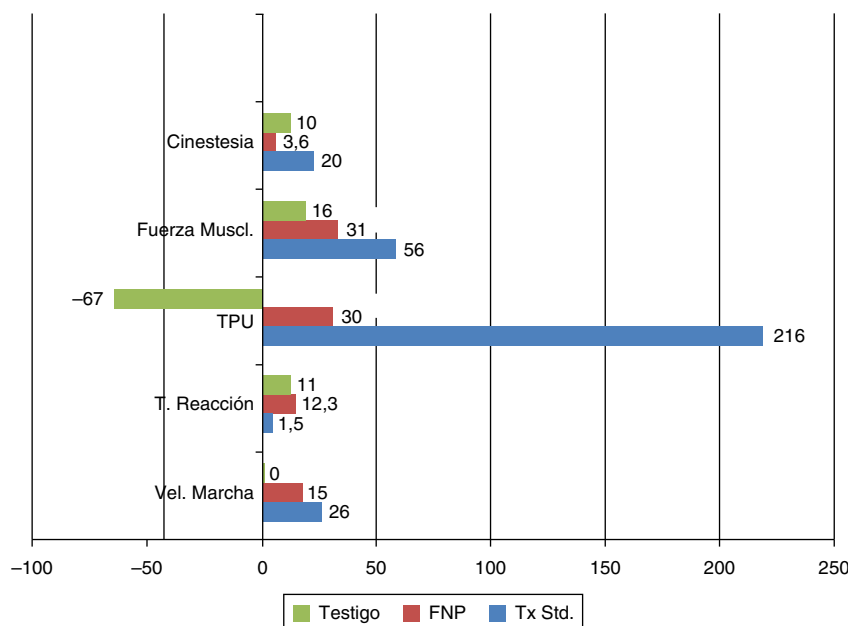


Figura 1 Porcentajes de variables de desenlace, de los 3 grupos. Muscl.: muscular; TPU: tiempo de posición unipodal; T: tiempo; Vel.: velocidad; FNP: tratamiento neuromuscular propioceptivo; Tx Std: tratamiento estándar.

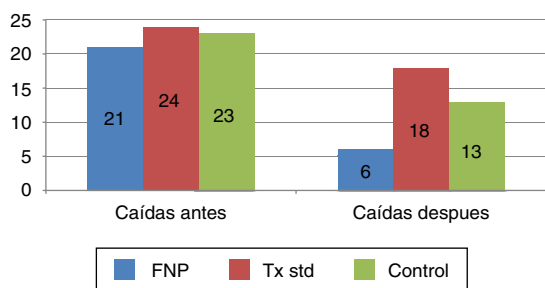


Figura 2 Frecuencias de caídas en 3 grupos. FNP: tratamiento neuromuscular propioceptivo; Tx Std: tratamiento estándar.

después de 3 meses de intervención con 3.6° de discrepancia en la prueba a 90°; sin embargo, comparando la medición basal y final de este grupo, hubo un aumento del 20%. El grupo que controló mejor este desenlace a través del tiempo fue el grupo 1, con solo un 3.6% de basal a final y teniendo una media de 5.4° en la prueba a 90°.

De acuerdo a los resultados de cada tratamiento, es posible deducir algunas observaciones respecto a su eficiencia en ciertas variables:

En el grupo 1, se controló la discrepancia de la cinestesia (3.6%) durante el tiempo de la investigación, mientras que los grupos 2 y 3 tuvieron aumentos de grados de discrepancia (20 y 10%, respectivamente). Así, también el grupo 1 mejoró la fuerza muscular del miembro pélvico en el patrón en extensión completo en un 31% ($p=0.040$), y la velocidad de marcha en 15% ($p=0.04$).

El grupo 2 tuvo el mejor resultado en la variable tiempo de posición unipodal con un 216% ($p=0.02$). Así, también tuvo mejoría en fuerza muscular con 56% ($p=0.002$) y velocidad de marcha 26% ($p=0.003$).

Un factor que puede influir en el desenlace de las variables estudiadas es recibir terapia en grupo, ya que los

participantes pueden desarrollar cierta coercividad, según Burke et al.³⁰ puede presentarse un tamaño del efecto total de 0.28 (IC 95%: 0.20 a 0.35) en variables de desenlace involucradas.

En el grupo 3, una probable explicación a la ganancia del 16% de fuerza muscular se deba a la variable «ocupación» con una media de hogar = 3 y de estado cognitivo = 25, depresión final menor de los 3 grupos con una media = 3 puntos y al mayor puntaje de autonomía funcional final en los 3 grupos con media = 96 (Barthel); sin embargo, en las variables velocidad de marcha, tiempo de posición unipodal, tiempo de reacción y cinestesia este grupo desmejoró en el periodo de 3 meses.

Conclusiones

El grupo 1 tuvo mejor desenlace en las caídas a 6 meses, sin embargo, la mejoría clínica en las otras variables de desenlace se presentó mayormente en el grupo 2.

En este estudio, los componentes más importantes asociados al equilibrio son la fuerza muscular y la velocidad de marcha. Se encontró correlación significativa y el tratamiento estándar fue el que modificó más efectivamente estos parámetros.

Los resultados observados permiten distinguir que el tratamiento de facilitación neuromuscular propioceptiva controla la cinestesia, mientras que el tratamiento estándar modifica la fuerza muscular y la velocidad de marcha y, por ende, el equilibrio de cada paciente, con caídas o factores de riesgo para caídas.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las

normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Agradecimientos

Agradecemos a los participantes, adultos mayores de la ciudad de León (Guanajuato); a los directivos del Hospital Regional, Instituto de Seguridad y Servicio Social de los Trabajadores del Estado (ISSSTE-León) por las facilidades y al ISSSTE por el financiamiento para este estudio, y a todo el personal que colaboró en esta investigación clínica.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- OMS. Nota descriptiva N.º 344 agosto de 2010 [consultado 12 Ene 2012]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/es/>.
- Fitzharris MP, Day L, Lord SR, Gordon I, Fildes B. The Whitehorse Nofalls trial: Effects on fall rates and injurious fall rates. *Age Ageing*. 2010;39(6):728-33.
- Gutierrez-Robledo LM. La salud del anciano en México y la nueva epidemiología del envejecimiento. En: La situación demográfica de México. Instituto Nacional de Geriátrica. 2004. p. 53-70, [consultado 7 Feb 2012]. Disponible en: <http://www.geriatria.salud.gob.mx/descargas/dh/k.pdf>.
- Instituto Nacional de Estadística de Geografía e Informática. Censo poblacional, 2010 [consultado 26 Ene 2012]. Disponible en <http://cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/gto/poblacion/default.aspx?tema=me&e=11>
- Secretaría de Salud. Prevención de caídas en el adulto mayor en el primer nivel de atención. Secretaría de Salud: México; 2008 [consultado 6 Ene 2012]. Disponible en: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/134_ISSSTE_08_caidas_adultomayor/GRR_ISSSTE_134_08.pdf
- García-Hernández P. Avances en osteoporosis. México: Grupo Editorial M & M; 2008. p. 286-90.
- National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Clinical practice guideline for the assessment and prevention of falls in older people. 2004. [consultado en 2012, enero 6]. Disponible en: <http://www.nice.org.uk/guidance/cg161/resources/guidance-falls-assessment-and-prevention-of-falls-in-older-people-pdf>
- Abellán G, Abizanda-Soler P, Alastuey-Giménez C, Albó-Poquí A, Alfaro-Acha A, Alonso-Álvarez M, et al. Tratado de geriatría para residentes. 1.ª edición Madrid, España: International Marketing & Communication; 2006. p. 450-510.
- Nordin E, Lindelof N, Rosendahl E, Jensen J, Lundin-Olsson L. Prognostic validity of the timed up-and-go test, a modified get-up-and-go test, staff's global judgement and fall history in evaluating fall risk in residential care facilities. *Age Ageing*. 2008;37:442-8.
- Abreu S, Carlos C. Velocidade de marcha, equilíbrio e idade: um estudo correlacional entre idosas praticantes e idosas não praticantes de um programa de exercícios terapêuticos. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(4):324-30.
- Gietzelt M, Nemitz G, Wolf K, Schwabedissen H, Haux R, Marschollek M. A clinical study to assess fall risk using a single waist accelerometer. *Inform Health Soc Care*. 2009;4:181-8.
- Domínguez-Carrillo LG, Arellano-Aguilar G, Leos-Zierold H. Tiempo unipodal y caídas en el anciano. *Cir Ciruj*. 2007;75(2):107-11.
- Coronado-Zarco R, Pérez-Medina R, Díez-García MP, León-Hernández S, Saavedra-Mercado P, Chávez-Arias D. Estudio pronóstico de caídas en mujeres menores de 65 años con osteoporosis a través de la propiocepción. *Acta Ortop Mex*. 2006;20(5):196-200.
- Landers MR, Cortney D, Powell SD, Dibble LE, Young DL. Development of a scale to assess avoidance behavior due to a fear of falling avoidance behavior questionnaire. *Phys Ther*. 2011;91(8):1253-9.
- Muir SW, Berg K, Chesworth B, Klar N, Speechley M. Balance impairment as a risk factor for falls in community-dwelling older adults who are high functioning: A prospective study. *Phys Ther*. 2010;90:338-47.
- Kandel E, Schwartz J, Jessell TM. Principles of neural science. 4.ª edición EE. UU.: McGraw Hill; 2000. p. 816-31.
- Guyton A, Hall J. Medical physiology. 11.ª edición Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2011. p. 571-81.
- Bobath B. Hemiplejía en el adulto, evaluación y tratamiento. 3.ª edición Argentina: Panamericana; 1993. p. 18-22.
- Gonul-Babayigit I, Recep-Ali O, Ruya O, Salih-Gokhan E, Feza K. Integrating pilates exercise into an exercise program for 65+ year old woman to reduce falls. *J Sports Sci Med*. 2011;10:105-11.
- Dunning K, LeMasters G, Bhattacharya A. A major public health issue: The high incidence of falls during pregnancy. *Matern Child Health J*. 2010;14:720-5.
- Busquets L. Cadenas musculares. Tomo 1. 6.ª ed. Barcelona, España: Paidotribo; 2002. p. 103.
- Huerta-Barrera L, Ruiz-Padilla B, Rodríguez-Gutiérrez M. Valoración de cualidades físicas en mujeres adultas antes y después de un programa de ejercicio físico. *Rev Enferm Universitaria ENEO-UNAM*. 2010;3:28-9.
- Nathan GJ, Pham T, Allen TJ, Proske U. The effect of quadriceps muscle fatigue on position matching at the knee. *J Physiol*. 2007;584.1:111-9.
- Bishop M, Patterson T, Romero S, Light K. Improved fall-related efficacy in older adults related to changes in dynamic gait ability. *Phys Ther*. 2010;90:1598-606.
- Freiberger E, Menz H. Characteristics of falls in physically active community-dwelling older people. *Z Gerontol Geriat*. 2006;39:261-7.
- García Gentzane. Influencia del color en el tiempo de reacción [tesis de máster]. Madrid, España: Centro de Optometría Internacional; 2004. p 1-15.
- Rhayun S, Roberts BL, Lee E, Lam P, Bae S. A randomized study of the effects of tai chi on muscle strength, bone mineral density, and fear of falling in women with osteoarthritis. *J Altern Complement Med*. 2010;16(3):227-33.
- Hill-Westmoreland EE, Soeken K, Spellbring AM. A metaanalysis of fall prevention programs for the elderly: How effective are they? *Nurs Res*. 2002;51(1):1-8.
- Adler S, Beckers D, Buck M. PNF in practice. 3.ª ed. Alemania: Springer; 2008. p. 15-28.
- Burke SM, Carron AV, Eys MA, Ntoumanis N, Estabrooks PA. Group versus individual approach? A meta-analysis of the effectiveness of interventions to promote physical activity. *Sport and Exercise Psychology review*. 2006;2(1):1-9.