



ORIGINAL

Fortalecimiento muscular, nivel de fuerza muscular y autonomía funcional en una población de mujeres mayores

José Guilherme Fernandes Bertoni da Silva^{a,*}, Samária Ali Cader^b, Xurxo Dopico^c, Eliseo Iglesias Soler^c y Estélio Henrique Martin Dantas^d

^a Universidad de A Coruña, UDC, España

^b Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, UC, Asunción, Paraguay

^c Universidade da Coruña, UDC, A Coruña, España

^d Universidade Castelo Branco, UCB, Río de Janeiro, Brasil

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 26 de junio de 2008

Aceptado el 6 de abril de 2009

On-line el 25 de agosto de 2009

Palabras clave:

Autonomía funcional

Mujeres mayores

Ancianas

Fuerza muscular

Fase neurogénica

Fase miogénica

RESUMEN

Introducción: El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos del fortalecimiento muscular, en las fases neurogénica y miogénica, sobre el nivel de fuerza muscular y la autonomía funcional de una población de mujeres mayores sanas y sedentarias.

Material y métodos: La muestra quedó constituida por 40 mujeres, subdivididas de manera aleatoria en: grupo experimental (GE, n = 20; 65,62 ± 5,36 años) y grupo control (GC, n = 20; 71,45 ± 5,72 años). Se utilizó el protocolo de una repetición máxima (1RM) para la evaluación de la fuerza muscular y la batería de test del protocolo del Grupo de Desarrollo Latino Americano para la Madurez (GDLAM) para evaluar la autonomía funcional. Para el análisis estadístico fueron utilizadas las siguientes pruebas: Kruskal-Wallis (GE, en relación a los 3 momentos) seguido de las comparaciones múltiples de Dunn; t-Student dependiente (GC, en relación a los 2 momentos) y Mann-Whitney y t-Student independiente por el Δ% (comparación inter-grupos).

Resultados: Los resultados en los niveles de fuerza muscular del GE, en la fase miogénica, revelaron ganancias significativas cuando fueron comparados con el pre-test (valores de p: extensión de las rodillas [EJ] = 0,0001; flexión de rodilla derecha [FJD] y flexión de rodilla izquierda [FJE] = 0,0001; supino recto [SUP] = 0,0001; curl de tríceps (RT) = 0,0001) y en la fase neurogénica (valores de p: EJ = 0,0008; FJD y FJE = 0,0031; SUP = 0,0005; RT = 0,0073). Los tests de autonomía funcional obtuvieron mejoras significativas en el GE: Fase neurogénica (valores de p: índice de autonomía GDLAM [IG] = 0,0089; caminar 10 m [C10m] = 0,0106; levantarse de la posición sentada [LPS] = 0,0005; levantarse de la posición decúbito ventral [LPDV] = 0,0061; levantarse de silla y desplazarse por la casa [LCLC] = 0,0072; test de vestirse y quitarse una camiseta [VTC] = 0,0104) y fase miogénica (valores de p: IG = 0,0001; C10m = 0,0005; LPS = 0,0000; LPDV = 0,004; LCLC = 0,0059; VTC = 0,0003).

Conclusiones: Así, se pudo concluir que el entrenamiento de la fuerza presentó variaciones estadísticamente significativas en esta variable, sólo en la fase miogénica; además se constataron también disminuciones estadísticamente significativas respecto al tiempo de ejecución de los test de autonomía funcional en la fase neurogénica.

© 2008 SEGG. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Strength training, level of muscular strength and functional autonomy in a population of elderly women

ABSTRACT

Keywords:

Functional autonomy

Elderly women

Old women

Muscular strength

Neurogenic phase

Myogenic phase

Introduction: This study aimed to evaluate the effects of muscular strengthening on the level of muscular strength in the neurogenic and myogenic phases and functional autonomy in a population of healthy, sedentary, elderly women.

Material and methods: The sample was composed of 40 women, randomly divided into an experimental group (n = 20; 65.62 ± 5.36 years) and a control group (n = 20; 71.45 ± 5.72). A protocol of one repetition maximum (1 RM) was employed to evaluate muscular strength and the battery of tests included in the protocol of the Latin American Development Group for Maturity was used to evaluate functional autonomy.

For the statistical analysis, the following tests were used: Kruskal-Wallis (experimental group in relation to three moments) followed by Dunn's multiple comparison test; Student's t-test for dependent

* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: jgbertoni@virgilio.it, jgbertoni@fastwebnet.it (J.G.F.B. Silva).

samples (control group in relation to two moments) and the Mann-Whitney and Student's t-test for independent samples for $\Delta\%$ (inter-group comparison).

Results: The results in the experimental group showed a significant increase in the myogenic phase in comparison with the pre-test (p-values: knee extension = 0.0001; right knee flexion and left knee flexion = 0.0001; straight supine = 0.0001; triceps curl = 0.0001. Functional autonomy tests showed significant improvements in the experimental group: neurogenic phase (p-values: general autonomy index = 0.0089; walking 10 meters = 0.0106; standing from a sitting position = 0.0005; standing from a ventral decubitus position = 0.0061; standing from a sitting position and walking around the house = 0.0072; putting on and taking off a shirt = 0.0104) and the myogenic phase (p-values: general autonomy index = 0.0001; walking 10 meters = 0.0005; standing from a sitting position = 0.0000; standing from a ventral decubitus position = 0.004; standing from a sitting position and walking around the house = 0.0059; putting on and taking off a shirt = 0.0003).

Conclusions: Thus, strength training only showed statistically significant differences in the myogenic phase; statistically significant reductions were also found in the time needed to perform functional autonomy tests in the neurogenic phase.

© 2008 SEGG. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Según el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística¹, la expectativa de vida está sufriendo un aumento progresivo. Hay perspectivas de que la longevidad de 62,97 años en 1980 pase a ser de 73,59 años en 2050. Así, Brasil, como los demás países del mundo², se encuentra en un proceso irreversible de envejecimiento demográfico.

El proceso de envejecimiento se caracteriza por la pérdida progresiva de las capacidades fisiológicas, con la caída de las funciones de diversos órganos y sistemas³. De entre estas pérdidas, se encuentra la caída del sistema muscular, lo cual puede influir en la pérdida de la autonomía funcional y en el empeoramiento de la calidad de vida⁴.

Debido a la reducción en el tamaño de las fibras musculares (en especial las del tipo II), esa caída del sistema muscular hace que tenga lugar una gradual reducción de la masa muscular (sarcopenia) y de la producción de fuerza en las personas mayores⁴. Tal fenómeno puede ser acelerado con la inactividad física⁵, generando un mayor nivel de dependencia funcional y una menor autonomía funcional^{6,7}.

La autonomía funcional, según el Grupo de Desarrollo Latinoamericano para la Madurez (GDLAM)⁸, es definida como la capacidad de ejecutar, de forma independiente y satisfactoria, sus actividades de la vida diaria (AVD), continuando sus relaciones y actividades sociales, ejercitando sus derechos y deberes de ciudadano⁹ y todavía manteniendo sus funciones cognitivas¹⁰.

En este contexto, es importante que el anciano esté incluido en un programa de actividad física a fin de minimizar los efectos negativos de la senescencia¹¹, aumentando la longevidad y perfeccionando la autonomía funcional¹². Uno de los componentes de este programa es el fortalecimiento muscular, que puede ser dividido en dos fases: la de adaptación neural y la de adaptación muscular⁷.

Así, el presente estudio tuvo por objeto evaluar los efectos del entrenamiento de la fuerza en las fases neurogénica y miogénica, sobre el nivel de fuerza muscular y la autonomía funcional de ancianas sedentarias.

Materiales y método

Muestra

La muestra se obtuvo de una población de mujeres mayores sanas y funcionalmente autónomas, que vivían en una localidad ubicada en la provincia brasileña de Rio de Janeiro.

La muestra inicial estaba constituida por 548 individuos que, tras la primera reunión para explicación de la investigación, contó con un número inicial de 122 mujeres mayores voluntarias. Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, por la

anamnesis y examen físico, la muestra quedó en 52 mujeres, las cuales fueron distribuidas, por sorteo, en el grupo experimental (GE) (n = 20) y en el grupo control (GC) (n = 20). Sin embargo, a lo largo del experimento, hubo una muerte experimental (fallo en las actividades, enfermedad, bajas, etc.) de 29 participantes, siendo el número final de: GE, n = 20 (64,5 ± 3,7 años) y de GC, n = 20 (71,90 ± 5,82 años). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las edades de los grupos (p > 0,05).

Las participantes implicadas en esta investigación no podían haber estado realizando entrenamiento de fuerza, al menos, durante tres meses antes¹³. Todas deberían poseer autonomía funcional para realizar las AVD, sin ayuda de terceros o de cuidadores y residir en sus domicilios en compañía de sus familiares.

Como criterio de exclusión fue considerado cualquier tipo de condición aguda o crónica que pudiese ser un factor de impedimento o compromiso al programa de entrenamiento de la fuerza, como cardiopatías, diabetes, hipertensión arterial y asma no controladas. También cualquier otra condición musculoesquelética que pudiese convertirse en factor limitante de la práctica de la actividad (osteoartritis, fractura reciente, tendinitis o uso de prótesis), problemas neurológicos y el uso de medicamentos que pudiesen causar disturbios de la atención y uso de terapia de reposición hormonal.

Las participantes en esta investigación firmaron el término de consentimiento y los procedimientos experimentales fueron ejecutados dentro de las normas éticas previstas en la Declaración de Helsinki de 1964 (Comité de Ética en Investigación realizada con Seres Humanos de la Red Euroamericana de Motricidad Humana, habiendo sido aprobado bajo protocolo n.º 08/2007).

Procedimientos

Evaluación de la fuerza muscular

Para la determinación de la variable fuerza muscular máxima fue realizado el test de una repetición máxima (1RM) por el protocolo de Baechle y Groves¹⁴, siguiéndose la orientación y la familiarización para la realización de éste, de acuerdo con las recomendaciones de Ploutz-Snyder y Giamis¹⁵.

Los ejercicios utilizados en la presente investigación fueron la extensión de rodillas (EJ), la flexión de rodilla derecha (FJD), la flexión de rodilla izquierda (FJE), el supino recto (SUP) y el curl de tríceps (RT) en polea.

Siguiendo la orientación propuesta por Raso et al¹⁶, una semana antes de la aplicación del test las mujeres fueron sometidas a dos sesiones de entrenamiento, en días alternos, como ensayo y para que pudiesen familiarizarse con los ejercicios que serían utilizados.

Todas las sesiones (ensayo, test y entrenamiento) fueron supervisadas por el investigador y ocurrieron siempre en el

mismo horario y a la misma temperatura y humedad, pues la sala era climatizada. El instrumento utilizado para estos contrastes fue el aparato aglomerado de musculación de la marca Fitness Emporium Queens, H 500 (Brasil), con sistema de pesos en serie.

Evaluación de la autonomía funcional

Para evaluar la autonomía funcional, los sujetos fueron sometidos a una batería compuesta por cinco test adoptados en el protocolo de evaluación funcional del GDLAM⁸: caminar 10 m (C10m)¹⁷, levantarse de la posición sentada (LPS)¹⁸, levantarse de la posición decúbito ventral (LPDV)¹⁹, levantarse de la silla y desplazarse por la casa (LCLC)²⁰ y el test de vestirse y quitarse una camiseta (VTC)²¹, los cuales son utilizados para calcular el índice de autonomía GDLAM (IG). El tiempo (en segundos) para la ejecución de las tareas en dos intentos se utilizó como criterio de evaluación. Los instrumentos utilizados fueron silla de 50 cm de altura; colchoneta Campos Sportwear (Brasil); cronómetro de la marca Siemens modelo ENTL 55 (Brasil); dos conos, y una camiseta.

Protocolo de intervención

El GE fue sometido a una intervención (entrenamiento de fuerza) durante un período de veinte semanas, organizado en dos fases: primera, fase de adaptación (neurogénica); segunda, fase de entrenamiento específico (miogénica)²².

El programa de entrenamiento fue de tipo alternado por segmento corporal, siguiendo el orden de los ejercicios de SUP en la posición sentada, EJ, FJD, FJE, *curl* de bíceps simultáneo, flexión parcial de tronco (abdominal) y RT en la polea. La velocidad de ejecución fue de lenta a moderada y la respiración utilizada, más indicada para las personas mayores, fue del tipo «pasivo-electiva»²³, que consiste en la respiración continua, expirando en la fase concéntrica del movimiento e inspirando en la fase excéntrica.

Tabla 1

Tabla descriptiva e inferencial de Shapiro-Wilk de la muestra

	Media	y	Mediana	S	Shapiro-Wilk, p
GC					
Masa, kg					
Pretest	61,77	1,17	61,90	3,70	0,322
Posttest	62,03	1,30	62,20	4,12	
Estatura, cm					
Pretest	155,91	1,77	157,25	5,59	0,545
Posttest	155,79	1,78	157,00	5,64	
IMC, kg/m ²					
Pretest	25,69	0,87	25,35	2,75	0,297
Posttest	25,61	0,91	24,80	2,88	
GE					
Masa, kg					
Pretest	64,56	3,76	61,30	13,04	0,175
Fase 1	65,28	3,91	63,90	13,54	
Fase 2	66,08	3,90	66,20	13,50	
Estatura, cm					
Pretest	154,63	2,34	155,25	8,10	0,319
Fase 1	154,50	2,39	155,00	8,29	
Fase 2	154,42	2,39	155,00	8,29	
IMC, kg/m ²					
Pretest	26,77	1,07	26,10	3,72	0,343
Fase 1	26,99	1,08	26,25	3,73	
Fase 2	33,04	1,06	33,69	3,66	

El análisis descriptivo del GC mostró la media del índice del Grupo de Desarrollo Latinoamericano para la Madurez (GDLAM) clasificado con un nivel regular para la autonomía funcional, de acuerdo con índice GDLAM⁸. En la evaluación de la homogeneidad del GC se observó normalidad ($p > 0,05$) en la distribución de las variables (tabla 2).

GC: grupo control; GE: grupo experimental; IMC: índice de masa corporal; S: desviación estándar; y: error patrón.

La primera fase tuvo una duración de cuatro semanas, con una frecuencia de entrenamiento de tres veces a la semana, con intervalo entre 48 y 72 h. Se realizaron tres series de trece repeticiones, con intervalos de aproximadamente cuarenta segundos, con el peso máximo de 50% de 1RM.

La segunda fase tuvo una duración de dieciséis semanas, con una frecuencia de entrenamiento de tres veces a la semana, con intervalo entre 48 y 72 h. Se realizaron tres series de seis repeticiones, con intervalos de uno a dos minutos entre las series y entre los ejercicios, con cargas del 90 al 100% de 1RM.

Durante esta segunda fase, debido a la adaptación a la ganancia de la fuerza, el control de la carga de entrenamiento se realizó utilizándose el recurso propuesto por Baechle y Groves¹⁴ denominado «regla de dos por dos», que consiste en el ajuste de la carga cuando el individuo puede realizar un determinado ejercicio en el límite superior (con diez repeticiones), por dos sesiones seguidas.

Antes de cada sesión de entrenamiento, el GE fue sometido a quince minutos de calentamiento con ejercicios que implicasen la movilidad de las principales articulaciones. Al término de cada sesión se realizaba una relajación de cinco minutos con ejercicios de estiramiento en niveles submáximos²⁴.

Tabla 2

Tabla descriptiva e inferencial de Shapiro-Wilk del grupo control

	Media	y	Mediana	S	Shapiro-Wilk, p
C10m					
Pretest	7,03	0,30	7,38	0,96	0,268
Posttest	7,21	0,36	7,43	1,15	
LPS					
Pretest	10,03	0,25	10,14	0,78	0,102
Posttest	9,61	0,38	9,36	1,21	
LPDV					
Pretest	3,13	0,26	2,77	0,83	0,103
Posttest	3,38	0,35	3,05	1,12	
LCLC					
Pretest	43,24	1,30	43,33	4,10	0,85
Posttest	43,72	0,94	44,11	2,97	
VTC					
Pretest	10,15	0,67	9,64	2,12	0,398
Posttest	11,53	0,63	11,63	2,01	
IG					
Pretest	25,97	0,74	26,11	2,35	0,576
Posttest	26,79	0,73	26,79	2,32	
EJ					
Pretest	23,70	1,92	23,50	6,06	0,748
Posttest	15,20	1,09	16,00	3,46	
FJD					
Pretest	15,20	1,09	16,00	3,46	0,226
Posttest	22,90	1,36	22,00	4,31	
FJE					
Pretest	16,10	1,53	16,00	4,84	0,226
Posttest	21,00	1,80	20,00	5,68	
SUP					
Pretest	13,50	1,07	15,00	3,37	0,146
Posttest	13,50	1,07	15,00	3,37	
RT					
Pretest	19,50	1,38	20,00	4,38	0,113
Posttest	14,00	1,25	15,00	3,94	

La unidad de medida de fuerza fue kg y la de los test de autonomía funcional fue segundos. En el análisis descriptivo del grupo experimental se observó la media del IG clasificado con un nivel regular para la autonomía funcional, de acuerdo con IG⁸. En la evaluación de la normalidad del GE se observó una distribución no homogénea ($p < 0,05$) en las variables C10m, FJD, FJE, SUP y RT (tabla 3).

C10m: caminar 10 m; EJ: extensión de rodilla; FJD: flexión de rodilla derecha; FJE: flexión de rodilla izquierda; IG: índice del Grupo de Desarrollo Latinoamericano para la Madurez; LCLC: levantarse de la silla y desplazarse por la casa; LPDV: levantarse de la posición decúbito ventral; LPS: levantarse de la posición sentada; RT: *curl* de tríceps; S: desviación estándar; SUP: supino recto; VTC: vestirse y quitarse la camiseta; y: error patrón.

El GC mantuvo sus actividades diarias normales en todo el período del estudio. Este grupo se comprometió a no realizar ninguna actividad física sistematizada que implicase, sobre todo, trabajo de fuerza durante las veinte semanas del experimento hasta la realización del postest.

Tratamiento estadístico

El tratamiento estadístico se realizó mediante análisis descriptivo (para obtener el perfil del conjunto de los datos), a través de medidas de localización (media y mediana), de dispersión (desviación estándar y error patrón de la media) y por análisis inferencial a través del test de Shapiro-Wilk para verificar la homogeneidad de la muestra.

Fueron utilizados: a) el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para el grupo experimental y en relación con los tres momentos y cuando era significativo el valor de (H) se emplearon las comparaciones múltiples de Dunn; b) el test de la t de Student pareado, para comparación del grupo control en relación con los 2 momentos pre y post; c) el test de la t de Student independiente para la comparación de las variables edad, estatura, masa corporal e índice de masa corporal (IMC) entre los grupos, y d) el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney (C10m y EJ) y paramétrico de la t de Student independiente (LPS, LPDV, LCLC, VTC, IG, FJD, FJE, SUP y RT), para la comparación del grupo experimental y el grupo control del momento pre y del momento post por el delta porcentual ($\Delta\%$)²⁵.

Resultados

Inicialmente, y con el objetivo de homogeneizar la muestra, se realizó un análisis descriptivo (tabla 1) y una comparación de las variables masa corporal, estatura e IMC entre los grupos. El análisis descriptivo del GC y GE mostró lo siguiente: a) la media de la franja de edad compatible para el anciano²⁶, y b) el IMC mediano en la clasificación sobrepeso de la OMS²⁷. El test de la t de Student independiente solamente reveló un aumento significativo del IMC en el GE y en la fase 2, cuando fue comparado con el pretest del GC ($p = 0,0001$). Además, el test de la t de Student pareado reveló un aumento estadísticamente significativo del IMC del GE en la fase 2, al ser comparado con la fase 1 ($p = 0,0001$) representando, en el último análisis, una ganancia de masa muscular como consecuencia del trabajo de fortalecimiento muscular (tabla 3).

Los resultados en los niveles de fuerza muscular del GE, en la fase 2 (miogénica), revelaron ganancias significativas cuando se comparó el pretest (valores de p : EJ = 0,0001; FJD y FJE = 0,0001; SUP = 0,0001; ET = 0,0001) con la fase 1 (valores de p : EJ = 0,0008; FJD y FJE = 0,0031; SUP = 0,0005; ET = 0,0073). Esas respuestas a los estímulos del entrenamiento de fuerza demostraron que la variación porcentual ($\Delta\%$) presentó incrementos en la fuerza muscular favorables en la 20.ª semana (fig. 1). El GC no obtuvo alteraciones significativas ($p > 0,05$). Adicionalmente, las comparaciones intergrupos presentaron homogeneidad en el pretest ($p > 0,05$), pero el GE mejoró significativamente en todos los niveles de fuerza muscular en la fase 2 cuando se comparó con el GC en el postest ($p = 0,0001$).

La figura 2 revela que el GE obtuvo una mejora significativa del IG en la fase neurogénica-fase 1 ($p = 0,0089$), manteniendo esta mejora en la fase miogénica. Además, todos los test de autonomía funcional del GDLAM también obtuvieron mejoras significativas en GE: en la fase 1: $p = 0,0106$ (C10m); $p = 0,0005$ (LPS); $p = 0,0104$ (VTC); $p = 0,0061$ (LPDV), y $p = 0,0072$ (LCLC). Estos datos muestran que el $\Delta\%$ del IG y de los test presentaron resultados favorables y estadísticamente significativos para el GE

Tabla 3
Tabla descriptiva e inferencial de Shapiro-Wilk del grupo experimental

	Media	y	Mediana	S	Shapiro-Wilk, p
C10m					
Pretest	6,86	0,24	7,10	0,85	0,027
Fase 1	5,78	0,20	5,53	0,69	
Fase 2	5,48	0,23	5,18	0,79	
LPS					
Pretest	11,78	0,56	11,67	1,93	0,946
Fase 1	8,84	0,35	8,89	1,23	
Fase 2	8,30	0,38	8,47	1,33	
LPDV					
Pretest	4,64	0,57	3,96	1,99	0,405
Fase 1	3,09	0,27	3,32	0,93	
Fase 2	2,60	0,24	2,32	0,82	
LCLC					
Pretest	45,62	2,61	43,87	9,02	0,775
Fase 1	40,07	1,61	40,42	5,58	
Fase 2	37,09	1,64	35,99	5,68	
VTC					
Pretest	12,76	0,79	12,11	2,75	0,681
Fase 1	9,70	0,94	8,53	3,27	
Fase 2	8,48	0,44	8,25	1,54	
IG					
Pretest	29,43	1,34	29,39	4,65	0,252
Fase 1	23,73	0,78	24,37	2,69	
Fase 2	21,70	0,68	21,74	2,34	
EJ					
Pretest	22,08	1,68	22,50	5,82	0,282
Fase 1	24,67	1,74	26,00	6,02	
Fase 2	34,00	1,40	35,00	4,86	
FJD					
Pretest	13,33	0,94	15,00	3,26	0,006
Fase 1	15,08	0,96	16,00	3,32	
Fase 2	20,67	0,87	20,00	3,03	
FJE					
Pretest	13,33	0,94	15,00	3,26	0,006
Fase 1	15,08	0,96	16,00	3,32	
Fase 2	20,67	0,87	20,00	3,03	
SUP					
Pretest	20,83	1,72	20,00	5,97	0,033
Fase 1	22,58	1,15	22,00	3,99	
Fase 2	33,50	1,34	35,00	4,64	
RT					
Pretest	14,17	1,04	15,00	3,59	0,015
Fase 1	16,25	1,27	16,50	4,39	
Fase 2	20,75	1,05	20,00	3,62	

La unidad de medida de fuerza fue kg y la de los test de autonomía funcional fue s. C10m: caminar 10 m; EJ: extensión de rodilla; FJD: flexión de rodilla derecha; FJE: flexión de rodilla izquierda; IG: índice del Grupo de Desarrollo Latinoamericano para la Madurez; LCLC: levantarse de la silla y desplazarse por la casa; LPDV: levantarse de la posición decúbito ventral; LPS: levantarse de la posición sentada; RT: *curl* de tríceps; S: desviación estándar; SUP: supino recto; VTC: vestirse y quitarse la camiseta; y: error patrón.

en la fase neurogénica (fig. 2). El GC no obtuvo alteraciones significativas. Adicionalmente, las comparaciones intergrupos revelaron homogeneidad en el pretest ($p > 0,05$), aunque el GE mejoró significativamente en los test de C10m ($p = 0,0127$), VTC ($p = 0,010$) e IG ($p = 0,003$), todos en la fase 2, cuando se comparó con el GC en el postest.

Discusión

Aunque los resultados de este estudio manifestaron diferencias estadísticamente significativas en relación con el GE, algunos de los test de autonomía funcional (LPS, LPDV e LCLC) no revelaron mejoras estadísticamente significativas cuando los resultados fueron comparados con los del GC. Es posible que estos datos puedan justificarse por la limitación del estudio, en lo que se refiere a su tamaño muestral.

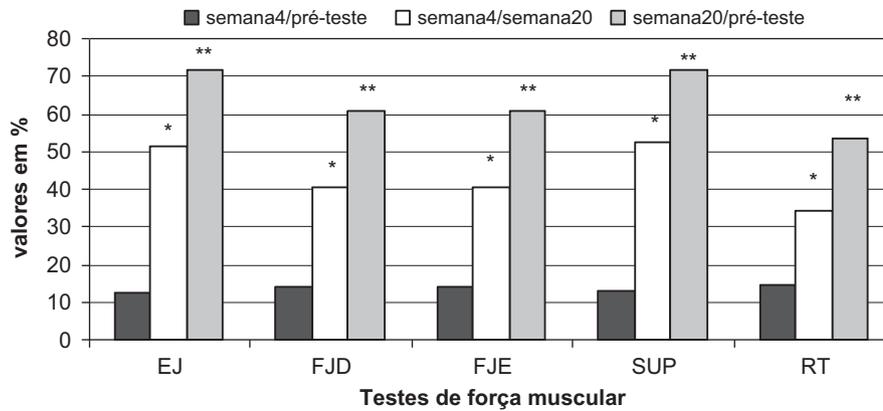


Figura 1. Comparación de los niveles de fuerza muscular del grupo experimental por el $\Delta\%$. ^a $p < 0,05$ sem4 (fase 1) frente a sem20 (fase 2). ^b $p < 0,05$ pretest frente a sem20 (fase 2). $\Delta\%$: delta porcentual; EJ: extensión de rodilla; FJE: flexión de rodilla izquierda; FJD: flexión de rodilla derecha; GE: grupo experimental; SUP: supino recto; RT: *curl* de tríceps.

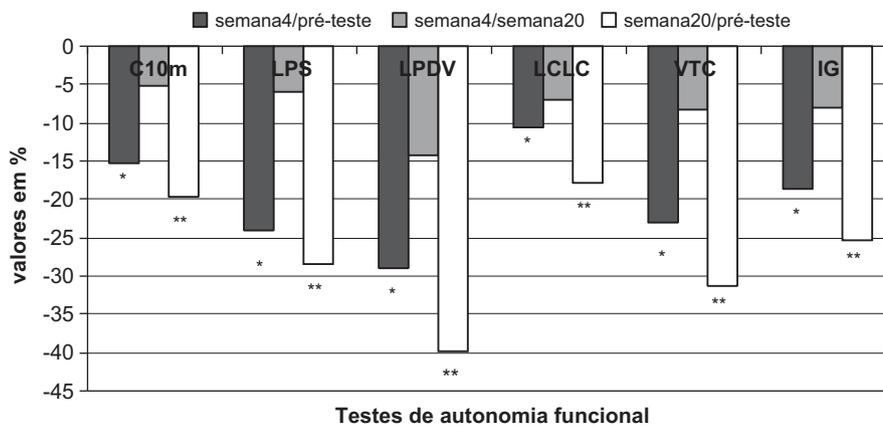


Figura 2. Comparación de los test de autonomía funcional del grupo experimental (GE) por el $\Delta\%$. ^a $p < 0,05$ GE pretest frente a sem4 (fase 1). ^b $p < 0,05$ pretest frente a sem20 (fase 2). $\Delta\%$: delta porcentual; C10m: caminar 10 m; GDLAM: Grupo de Desarrollo Latinoamericano para la Madurez; GE: grupo experimental; IG: índice GDLAM; LCLC: levantarse de la silla y desplazarse por la casa; LPDV: levantarse de la posición decúbito ventral; LPS: levantarse de la posición sentada; VTC: vestirse y quitarse la camiseta.

Hortobágyi et al²⁸, en su trabajo con ancianos, alegaron que para este tipo de población, el test ideal para ser utilizado sería el de 3RM, debido a la menor carga soportada. Sin embargo, otras investigaciones^{29,30} dan sustentación al test de 1RM presentado, demostrando que este test es un método eficaz, seguro y de alta reproducibilidad para la cuantificación de la calidad física de la fuerza muscular, incluso para las personas mayores.

La investigación de Brooks et al³¹ con hombres diabéticos, además de utilizar el test de 1RM, también evaluó la histología muscular a través de biopsia. Con una duración de entrenamiento de 16 semanas (semejante a la fase 2) sus resultados revelaron mejora significativa ($p < 0,001$) de la calidad de fuerza muscular (GE: $+28 \pm 3$ frente a GC: -4 ± 2); aumento de las fibras tipo I ($p = 0,04$; GE: $860 \pm 252 \mu\text{m}^2$ frente a GC: $-164 \pm 290 \mu\text{m}^2$) y de las fibras tipo II ($p = 0,04$; GE: $720 \pm 285 \mu\text{m}^2$ frente a GC: $-130 \pm 336 \mu\text{m}^2$). Aunque no se haya observado la histología muscular, la presente investigación posee datos con la misma tendencia que los encontrados por Brooks et al³¹, reflejados en la mejora de la fuerza muscular en la fase miogénica, en el grupo sometido al fortalecimiento muscular.

El actual estudio resaltó la importancia del control de la intensidad de entrenamiento, utilizándose el de alta intensidad. Dando sustentación a este control, Fatouros et al³² determinaron el efecto de la intensidad del fortalecimiento muscular en la ganancia de fuerza, en la potencia aeróbica y en la movilidad de ancianos sedentarios ($71,2 \pm 4$ años) sometidos a 24 semanas de

entrenamiento, seguido de 48 semanas de desentrenamiento. La muestra fue dividida en: GC ($n = 14$); grupo de baja intensidad (GBI) ($n = 18$; el 55% de 1RM) y grupo de alta intensidad (GAI) ($n = 20$; el 82% de 1RM). Aunque el GBI haya mejorado la fuerza (del 42 al 66%; $p < 0,05$), la potencia aeróbica (10%) y la movilidad (del 5 al 7%), el GAI tuvo mejoras más significativas en la fuerza (del 63 al 91%; $p < 0,05$), en la potencia aeróbica (del 17 al 25%) y en la movilidad (del 9 al 14%). Es interesante resaltar que tras 48 semanas de desentrenamiento, todas las ganancias del GBI habían sido perdidas, mientras que aquellas que habían sido alcanzadas por el GAI, permanecieron. Otras investigaciones también encontraron incrementos en el nivel de fuerza muscular tras el entrenamiento en ancianos^{33,34}.

La batería de test del GDLAM para evaluar la autonomía funcional, utilizada en esta investigación, se asemeja a las AVD y está siendo ampliamente utilizada no sólo en la evaluación de ancianos asintomáticos^{5,9,35-37}, sino también en ancianos portadores de enfermedad pulmonar obstructiva crónica³⁸.

Vale et al³⁵ habían comparado la autonomía funcional entre un grupo de entrenamiento de la fuerza y otro de flexibilidad. Sus resultados revelaron una mejora significativa ($p < 0,05$) en todos los test del protocolo del GDLAM en la evaluación intragrupos, en ambos grupos. Sin embargo, al ser comparados los resultados intergrupos, el grupo de fuerza obtuvo resultados más satisfactorios en el test de C10m ($p = 0,014$). Estos datos se corroboran con aquellos expuestos en la figura 2.

Aunque se hayan utilizado otros movimientos en el entrenamiento de fuerza muscular (SUP; *leg press*; *arrastrada por atrás*; *hack 450*; *curl* de bíceps con mancuerna) además de EJ y RT (también utilizados en la presente investigación), los resultados de Vale et al³³ son enriquecedores para este estudio, pues también presentaron reducción significativa ($p < 0,05$) en el tiempo de ejecución de los test de C10m y LPS.

En la fase 1 hubo reducción significativa ($p < 0,05$) en el tiempo de ejecución del LPS. Estos resultados apuntan a la misma tendencia para aquellos encontrados por Schot et al³⁹. Estos investigadores encontraron una correlación en el test LPS, tras un entrenamiento de fuerza (3×7 a 10 repeticiones de 1RM), tres veces a la semana, con aproximadamente el 80% de intensidad. La velocidad de ejecución del test LPS aumentó, por lo tanto el tiempo de ejecución disminuyó significativamente ($p < 0,05$). Esa reducción del tiempo de ejecución ocurrió también en la investigación de Schlicht et al⁴⁰.

Este trabajo reveló que en todos los test de evaluación de la autonomía funcional hubo mejora significativa ($p < 0,05$) en la ejecución de los test. Los resultados del estudio de Pereira et al⁷ son relevantes para esta investigación, revelaron mejora estadísticamente significativa ($p < 0,05$) en el nivel de fuerza muscular y en el nivel de autonomía funcional ($p < 0,01$), habiendo sido utilizada la batería de test del GDLAM.

Conclusiones

Las mujeres participantes en este entrenamiento de fuerza obtuvieron mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$) respecto a la autonomía funcional gradual en la fase 1.

Respecto a los niveles de fuerza muscular, las mujeres del GE presentaron mejoras significativas de esta variable sólo en la fase 2, constatándose que la ganancia de la fuerza procedía de la adaptación miogénica y no de la neurogénica.

En resumen, los resultados de este estudio permiten inferir que programas de entrenamiento de fuerza para personas mayores (en nuestro caso mujeres), con una duración superior a 4 semanas, son determinantes para reducir la sarcopenia y, consecuentemente, para el impacto negativo de la edad, pues la pérdida de la fuerza muscular y del desarrollo motor son factores relevantes de prevalencia para la discapacidad y la dependencia.

Bibliografía

- Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Bases de dados. [citado 2 Jun 2006]. Disponible en: URL: <http://www.ibge.gov.br>.
- Mussoll J, Espinosa MC, Quera D, Serra ME, Pous E, Villarroya I, et al. Resultados de la aplicación en atención primaria de un protocolo de valoración geriátrica integral en ancianos de riesgo. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2002;37:249–53.
- Marin RV, Matsudo S, Matsudo V, Andrade E, Braggion G. Acrecimiento de 1 kg aos ejercicios practicados por mulheres acima de 50 anos: impacto na aptidão física e capacidade funcional. *Rev Bras Ciên e Mov.* 2003;11:53–8.
- Hunter GR, Wetzstein CJ, Mcclafferty Junior CL, Zucckerman PA, Landers KA, Bamman MM. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. *Med Sci Sport Exer.* 2001;33:1759–64.
- Cader SA, Pereira FD, Vale RGS, Dantas EHM. Comparación de la fuerza de la musculatura inspiratoria entre mujeres mayores sedentarias y practicantes de hidrogimnasia. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2007;42:271–5.
- Cader SA, Silva EB, Vale RS, Bacelar SC, Monteiro MD, Dantas EHM. Efeito do treino dos músculos inspiratórios sobre a pressão inspiratória máxima e a autonomia funcional de idosos asilados. *Motricidade.* 2007;3:279–88.
- Pereira FF, Monteiro N, Vale RGS, Gomes ALM, Novaes JS, Júnior AGF, et al. Efecto del entrenamiento de fuerza sobre la autonomía funcional en mujeres mayores sanas. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2007;42:319–24.
- Vale RGS. Avaliação da autonomia funcional do idoso. *Fit Perf J.* 2005;4:4. Disponible en: URL: http://www.fpjjournal.org.br/arquivos/ano_iv/edicao_1/ano4_ed1_secao1.pdf.
- Pereira IC, Abreu FMC, Vitoreti VC, Líbero GA. Perfil da autonomia funcional em idosos institucionalizados na cidade de Barbacena. *Fitness & Performance Journal.* 2003;2:285–8.
- Amorim FS, Dantas EHM. Autonomia e resistência aeróbica em idosos: efeitos do treinamento da capacidade aeróbica sobre a qualidade de vida e autonomia de idosos. *Fitness & Performance Journal.* 2002;1:47–59.
- Díaz V, Díaz I, Acuña C, Donoso A, Nowogrodsky D. Evaluación de un programa de actividad física en adultos mayores. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2002;37:87–92.
- Rejeski WJ, Brawley L. Functional health: Innovations in research on physical activity with older adults. *Med Sci Sports Exer.* 2006;38:93–9.
- Lemmer JT, Hurlut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exer.* 2000;32:1505–12.
- Baechle TR, Groves BR. *Weight training: Steps to success.* Champaign: Human Kinetics; 1992.
- Ploutz-Snyder LL, Giamis EL. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. *J Strength Cond Res.* 2001;15:519–23.
- Raso V, Andrade EL, Matsudo SMM, Matsudo VKR. A experiência de mulheres idosas em programas de exercícios com pesos não determina a performance no teste de 1-RM e a resposta da percepção subjetiva de esforço. *Rev Bras Ciên Esp.* 2002;23:81–92.
- Sipilä S, Multanen J, Kallinen M, Era P, Suominen H. Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. *Acta Physiol Scand.* 1996;156:457–64.
- Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG. A short physical performance battery assessing lower extremity function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontology.* 1994;49:M85–94.
- Alexander NB, Ulbrich J, Raheja A, Channer D. Rising from the floors in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45:564–9.
- Andreotti RA, Okuma SS. Validação de uma bateria de testes de atividades da vida diária para idosos fisicamente independentes. *Revista Paulista de Educação Física.* 1999;13:46–66.
- Vale RGS, Pernambuco CS, Novaes JS, Dantas EHM. Teste de autonomia funcional: vestir e tirar uma camiseta (VTC). *Rev Bras Ci e Mov.* 2006;14:71–8.
- Dantas EHM. *A prática da preparação física.* 5 ed. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
- Westcott W, Baechle T. *Treinamento de força para a terceira idade.* 1 ed. São Paulo: Manole; 2001.
- Dantas EHM. *Flexibilidade: alongamento e flexionamento.* 4 ed. Rio de Janeiro: Shape; 1999.
- Thomas Jr, Nelson JK, Silverman S. *Métodos de pesquisa em atividade física.* 5 ed. Porto Alegre: Artmed; 2005.
- Estatuto do idoso. 2003. [citado 20 Ene 2008]. Disponible en: URL: <http://www.senado.gov.br/web/relatorios/destaques/2003057rf.pdf>.
- Cervi A, Franceshini SCC, Priore SE. Análise crítica do uso do índice de massa corporal para idosos. *Rev Nutr.* 2005;18:765–75.
- Hortobágyi T, Money J, Zheng D, Dudek R, Fraser D, Dohin L. Muscle adaptations to 7 days of exercise in young and older humans: Eccentric overload versus standard resistive training. *J Aging Physical Activity.* 2002;10:290–305.
- Kalaphotharakos VI, Michalopoulos SP, Goldolias G, Gourgoulis V. Effects of heavy and moderate resistance training on functional performance in older adults. *J Strength Cond Res.* 2005;19:652–7.
- Rubin MR, Kraemer WJ, Maresh CM, Volek JS, Ratamess NA, Vanheest JL, et al. High-affinity growth hormone binding protein and acute heavy resistance exercise. *Med Sci in Sports Exer.* 2005;37:395–403.
- Brooks N, Layne JE, Gordon PL, Roubenoff R, Nelson ME, Castaneda-Sceppa C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *Int J Med Sci.* 2007;4:19–27.
- Fatouros IG, Kambas A, Katrabasas I, Nikolaidis K, Chatzinikolaou A, Leontsini D, et al. Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. *Br J Sports Med.* 2005;39:776–80.
- Vale RGS, Barreto ACG, Novaes JS, Dantas EHM. Efeitos do treinamento resistido na força máxima, na flexibilidade e na autonomia funcional de mulheres idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2006;8:52–8.
- Frontera WR, Bigard X. The benefits of strength training in the elderly. *Sci Sports.* 2002;17:109–16.
- Vale RGS, Novaes JS, Dantas EHM. Efeitos do treinamento de força e de flexibilidade sobre a autonomia de mulheres senescentes. *Rev Bras Ci e Mov.* 2005;13:33–40.
- Paula RH, Vale RGS, Batista LA, Oliveira CG, Shung K, Dantas EHM. Efeitos da autonomia funcional de idosos sobre a fadiga muscular. *Fisioterapia Brasil.* 2008;9:33–8.
- Guimarães AC, Rocha CAQC, Gomes ALM, Cader AS, Dantas EHM. Efeitos de um programa de atividade física sobre o nível de autonomia de idosos participantes do programa de saúde da família. *Fit Perf J.* 2008;7:5–9.
- Boechat F, Vale RGS, Dantas EHM. Evaluación de la autonomía funcional de personas mayores con EPOC mediante el protocolo GDLAM. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2007;42:251–3.
- Schot PK, Knutzen KM, Poole SM, Mrotek LA. Sit-to-stand performance of older adults following strength training. *Res Q Exerc Sport.* 2003;74:1–8.
- Schlicht J, Camaione DN, Owen SV. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *J Gerontol Med Sci.* 2001;56A:M281–6.