

# Mejora de la capacidad funcional de los nonagenarios con un entrenamiento para el fortalecimiento muscular. Estudio controlado aleatorio.

## *Improvement of functional capacity of nonagenarians with a workout for muscle strengthening. Randomized controlled trial*

Lenin Mendieta<sup>1</sup> Alvaro Duarte<sup>2</sup> Alejandro Lucia<sup>3</sup>

<http://dx.doi.org/10.21503/CienciyDesarrollo.2013.v16i1.07>

### RESUMEN

El objetivos de la presente investigación fue evaluar la efectividad de una intervención de 8 semanas de ejercicios sobre la fuerza muscular y la capacidad funcional frente a los cuidados habituales, en una población de nonagenarios. Se trabajó un diseño de investigación Ensayo controlado aleatorio. Se evaluó a todos los participantes al inicio del estudio, después de un periodo de 8 semanas (intervención) y después de un periodo de 4 semanas desde el final de la intervención (interrupción del entrenamiento). La localización fue la residencia de ancianos Los Nogales de Madrid, España. Participaron cuarenta nonagenarios (de entre 90 y 97 años de edad) fueron asignados al azar [con un diseño de bloqueo para sexo y clasificación funcional de la marcha (escala CFM < 3 frente a >3)] a un grupo de intervención o a uno de control (con 16 mujeres en cada uno de los grupos). La intervención duró un periodo de entrenamiento de 8 semanas centrado especialmente en el trabajo de la resistencia de los músculos de las piernas. Las medidas a evaluar fueron la fuerza de presión de las piernas en 1 repetición máxima (1RM), fuerza de agarre, prueba de marcha de 8 metros, prueba de escalera de 4 escalones, prueba time and go (secuencia de levantarse de una silla, caminar 3 metros, girar y volver a la silla). Los resultados obtenidos debido a que el cumplimiento con el entrenamiento fue elevado en el grupo de intervención (media de 74+ 6 %), en el que se evaluó a los 18 participantes después del periodo de entrenamiento. Utilizando un análisis de varianza bifactorial (grupo, tiempo) con medidas repetidas en el tiempo, sólo se encontró un efecto significativo de la interacción grupo x tiempo ( $p=0,018$ ) para la prueba de fuerza de presión de las piernas en 1 RM. En el grupo de intervención, la fuerza de presión de las piernas aumentó significativamente (+17%) con el entrenamiento ( $p=0,014$ ) con tendencia a volver a disminuir (-11%) en el periodo de interrupción del entrenamiento ( $p=0,018$  para la comparación entre el periodo después del entrenamiento y el periodo de interrupción del entrenamiento). Por el contrario, en el grupo de control la fuerza muscular de las piernas tiende a disminuir durante el periodo de estudio. El número de caídas durante el periodo de estudio fue significativamente menor en el grupo de intervención que en el grupo de control ( $0,6+0,3$  frente a  $1,8+0,5$ ,  $p=0,026$ ).

Conclusiones: El entrenamiento para el fortalecimiento muscular a corto plazo (8 semanas) es capaz de inducir beneficios significativos y concretos en cuanto a la fuerza muscular, en las personas de edad muy avanzada (nonagenarios).

**Palabras clave:** *de edad muy avanzada, ejercicio, riesgo de caída.*

1 Doctor, Mgs Actividad Física y Salud, Mgs Docencia Universitaria e Investigación Educativa, Profesor de Natación de la Real Federación Española de Natación, Profesor Internacional de Fitness Acuático. e-mail: leninmendietaledo@hotmail.com

2 Doctor, Mgs. Actividad Física y Salud, Especialista en Socorrismo Acuático. PHD Student. Actividad Física y Salud. e-mail: tachojr@hotmail.com

3 Doctor en Medicina, Doctor en Actividad Física y Salud, docente investigador de la UEM. e-mail: alejandrolmulas@hotmail.com

## ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the effectiveness of an 8-week exercise on muscle strength and functional capacity compared with usual care, in a population of nonagenarians. We worked a research design randomized controlled trial. We assessed all participants at baseline, after a period of 8 weeks (intervention) and after a period of 4 weeks from the end of the intervention (interruption of training). The localization was the old people's home Los Nogales de Madrid, Spain. Participated forty nonagenarians (between 90 and 97 years old) were randomized [with lock design for sex and functional classification of gait (CFM scale <3 versus > 3)] to an intervention group or control (with 16 females in each group). The intervention lasted for a period of eight weeks training focused particularly on the work of the resistance of the leg muscles. The measures evaluated were the force leg press 1-repetition maximum (1RM), grip strength, walking test of 8 meters, staircase test 4 steps, test *time and go* (sequence of rising from a chair, walk 3 meters, turn and return to the chair). The obtained results because of the fact that the training was elevated in the intervention group (average of 74 + 6%) which was assessed at 18 participants after the training period was used an analysis of bifactorial variance (group, time) with repeated measures in time, only found a significant effect of group x time interaction ( $p = 0.018$ ) for the test of strength in leg press 1RM. In the intervention group, the pressing force of the legs increased significantly (+17%) with training ( $p = 0.014$ ) and tended to return to decrease (-11%) in the period of interruption of training ( $p = 0.018$  for comparison between the period after training and training cessation period). By contrast, in the control group the leg muscle strength tended to decrease during the study period. The number of falls during the study period was significantly lower in the intervention group than in the control group (0.6 +0.3 vs. 1.8 +0.5  $p = 0.026$ ). Conclusions: Training for muscle strengthening short-term (8 weeks) is able to induce significant and concrete benefits in terms of muscle strength in people of advanced age (nonagenarians).

Keywords: *Advanced age, exercises, fall risks*

## INTRODUCCIÓN

Las pruebas científicas respaldan los efectos de las intervenciones a base de ejercicio físico sobre la salud de las personas de edad avanzada. Los beneficios de tales intervenciones atenúan el declive de la función física asociada a la edad, la disminución del riesgo de enfermedades crónicas comunes (así como tratamiento principal o complementario de las mismas), la prevención y el tratamiento de la discapacidad y de los síndromes geriátricos, la mejoría de la salud y del bienestar mental y el aumento de la longevidad<sup>1,2</sup>. La debilidad muscular es un importante problema de salud asociado al envejecimiento; es la causa de la reducción de la velocidad de marcha asociada a la edad y del aumento del riesgo de discapacidad<sup>3</sup> y de caídas<sup>4</sup>. Aunque se ha demostrado que el entrenamiento de resistencia (fuerza)

incrementa significativamente la masa y/o fuerza muscular en personas de edad avanzada<sup>5</sup>, todavía se desconoce si este beneficio inducido por el ejercicio puede generalizarse a las personas de edad muy avanzada, cuya salud es más frágil. Este tema tiene gran importancia médica, ya que las personas de edad muy avanzada<sup>6,7</sup> constituyen el grupo de edad que experimenta un crecimiento más rápido en los países occidentales<sup>8</sup>, son las personas con menor actividad física y las que generan el mayor gasto sanitario<sup>9</sup>. En comparación con las personas de edad avanzada más jóvenes, representan una población muy heterogénea (es decir, con gran variabilidad individual en cuanto a magnitud de la discapacidad y declive cognitivo), y los datos publicados sobre las intervenciones a base de entrenamiento para el fortalecimiento muscular para personas de 90 años o más son escasos<sup>10</sup> el propósito de este ensayo contro-

lado y aleatorio (Randomised controlled trial, entrenamiento para el fortalecimiento muscular para mejorar la salud en una población de nonagenarios, STRONG)<sup>11</sup> fue evaluar la efectividad de una intervención de 8 semanas de ejercicios sobre la fuerza y la capacidad funcional (capacidad de caminar y de subir escaleras, riesgo de caídas) en una población de nonagenarios (todos los participantes son mayores de 90 años) que viven en una residencia de ancianos, en comparación con los cuidados habituales.

La intervención que fue supervisada individualmente por especialistas en entrenamiento físico y por educadores para la salud, concretándose en ejercicios de musculación de las extremidades inferiores. Para corroborar los resultados de la especificidad del entrenamiento para el fortalecimiento muscular se evaluó la fuerza muscular de las extremidades inferiores (fuerza de presión de las piernas) frente a la de las extremidades superiores (fuerza de agarre) después de la intervención. Se asumió como hipótesis que el entrenamiento físico aumenta de forma significativa la fuerza muscular de las extremidades inferiores, que a su vez mejoran o tienden a mejorar, algunas de las otras variables dependientes medidas en el estudio, como la capacidad de marcha o el riesgo de caídas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Métodos y Diseño de estudio.

El presente estudio es un ECA (ID de Clinical Trials.gov: NCT00848978). El Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital General Universitario Gregorio Marañón (Madrid, España) aprobó el diseño, los protocolos y el procedimiento de consentimiento informado por escrito, todos los participantes proporcionaron un consentimiento informado por escrito. Después de las medidas realizadas al inicio del es-

tudio, los participantes fueron asignados al azar a los grupos de control o de intervención, como se explica más adelante. El grupo de intervención siguió un programa de entrenamiento físico de 8 semanas que fue seguido por un periodo de desentrenamiento de 4 semanas.

Todos los participantes fueron evaluados después de los periodos de 8 y 4 semanas en el mismo centro (residencia de ancianos Los Nogales-Pacífico, Madrid, España) por los mismos investigadores que realizaron las medidas iniciales del estudio. El estudio se realizó entre marzo y septiembre de 2009, siguiendo las normas éticas de la Declaración de Helsinki, modificadas por última vez en el año 2000.

### Participantes

Los potenciales participantes incluyeron a 65 nonagenarios residentes de una comunidad, seleccionados en una residencia de ancianos (Los Nogales-Pacífico, Madrid, España). A todos los participantes se les realizó un reconocimiento médico completo. Los criterios de inclusión fueron los siguientes: 90 años de edad o más, no tener previsto trasladarse de la residencia de ancianos durante el estudio, capacidad de caminar con o sin ayuda, capacidad de comunicarse y capacidad y voluntad de proporcionar un consentimiento informado.

Los criterios de exclusión fueron: enfermedad aguda o terminal, infarto de miocardio en los últimos 3 meses, incapacidad de caminar, padecer enfermedad cardiovascular inestable u otra afección médica, fractura en las extremidades superiores o inferiores en los últimos tres meses, demencia grave, falta de voluntad para cumplir con los requisitos del estudio o para ser asignados al azar al grupo de control o de entrenamiento, enfermedad neuromuscular o consumir fármacos que afecten a la función neuromuscular.

## Aleatorización y Bloqueo

El encargado del diseño estadístico asignó al azar a los participantes al grupo de control o al de entrenamiento, con un diseño de bloque para sexo y capacidad de marcha basada en la escala de clasificación funcional de la marcha (CFM) (puntuaciones de 0 – 3 frente a 4 – 5) según una secuencia de aleatorización generada por el ordenador. El grupo de investigación desconocía la codificación utilizada para asignar los participantes a los grupos (0 para los cuidados habituales y 1 para la intervención). El personal de evaluación desconocía la asignación al azar de los participantes. Se informó explícitamente a los participantes y se les recordó que no hablaran sobre su asignación al azar con el personal de evaluación. No fue posible ocultar la asignación de grupos al personal que participó en el entrenamiento. Finalmente iniciaron el estudio 20 participantes para cada grupo. Sus principales características al inicio del estudio se muestran en la Tabla 1. Los grupos eran homogéneos inicialmente para los principales datos demográficos, médicos y funcionales ( $p > 0,05$  para todas las comparaciones entre grupos).

### Grupo Cuidados Habituales

Durante los periodos de intervención y de desentrenamiento de los participantes del grupo de intervención (ver más abajo), los participantes del grupo con cuidados habituales siguieron los consejos generales de los fisioterapeutas sobre los posibles efectos de los ejercicios de movilidad. Realizaron movimientos pasivos y de poca actividad durante 40-45 minutos al día, 5 días a la semana, consistentes en una serie de estiramientos suaves y rítmicos de las articulaciones individuales.

### Grupo Intervención

Los participantes asignados al grupo de intervención siguieron un plan de 3 sesiones de en-

trenamiento semanales no consecutivos durante 8 semanas (24 sesiones en total). Cada sesión tuvo una duración aproximada de 45-50 minutos. El programa de ejercicios se centró en la musculación. Cada sesión comenzó y terminó, respectivamente, con periodos de calentamiento y enfriamiento de baja intensidad (aproximadamente 5-7 minutos cada uno), que consistieron principalmente en ejercicios de estiramiento con implicación de todos los grupos de músculos principales.

La parte central de la sesión consistió en entrenamiento para el fortalecimiento muscular con implicación de los grupos de músculos principales de las extremidades inferiores, es decir, ejercicio de fuerza de presión de las piernas realizado con máquinas de resistencia variable (Technogym, Barcelona, España).

Los participantes realizaron entre 2 y 3 series de 8 a 10 repeticiones con periodos de descanso de 1 a 2 minutos entre ejercicios. La carga se fue incrementando gradualmente a medida que mejoraba la fuerza de cada persona, es decir, desde el 30% de 1 repetición máxima (1RM) al inicio del programa hasta el 70% de 1RM al final del mismo.

El entrenamiento de la resistencia incluyó también una serie de 8-10 repeticiones de flexiones de bíceps, extensiones de brazos, levantamiento lateral de brazos, elevaciones de hombros, ejercicios de presión (press) de banco sentado y levantamiento de pantorrilla. Para estos ejercicios se utilizaron barras con pesas (1 a 3 kg por ejercicio) o bandas elásticas de resistencia baja a media (Therabands).

Los ejercicios de estiramiento de los músculos implicados en los ejercicios anteriores se realizaron durante los periodos de descanso. Se aconsejó a los participantes que realizaran todos los movimientos de forma lenta y controlada, y que

no contuvieran la respiración durante los ejercicios.

El entrenamiento aeróbico se realizó en una bicicleta ergométrica (Bike Excite Forma, Technogym, Barcelona, España) y éste varió desde aproximadamente 5 minutos (al inicio del programa) hasta 10 ó 15 minutos aproximadamente de ejercicios de intensidad moderada. La intensidad (expresada como el índice de esfuerzo percibido, IEP) varió entre 12 y 13 en la escala convencional de Borg (6-20 puntos). Estos valores de IEP corresponden a un esfuerzo percibido subjetivamente entre “ligero” y “un poco fuerte” respectivamente.

El esfuerzo excesivo se verificó con la “prueba de conversación” (talk test). Todas las sesiones se realizaron en las instalaciones del gimnasio de la residencia de ancianos Los Nogales-Pacífico (Madrid, España). Los participantes del grupo de entrenamiento también participaron en las actividades realizadas por el grupo de cuidados habituales (2 días a la semana).

### **Grupo de intervención (Desentrenamiento)**

Durante este periodo los participantes del grupo de intervención no realizaron ninguna de las sesiones de entrenamiento antes descritas, pero sí participaron en las mismas sesiones que el grupo de control (5 días/semana).

### **Retención y cumplimiento de los participantes.**

Para reducir el abandono de los participantes y cumplir con el programa de entrenamiento, todas las sesiones incluyeron música<sup>12</sup> y se realizaron en un local ventilado y bien iluminado (gimnasio). Especialistas cualificados en entrenamiento físico supervisaron cada sesión de entrenamiento y trabajaron con grupos de 2 a 3 personas para asegurar que los participantes realizaran los ejercicios correctamente.

## **Variables estudiadas**

### **Familiarización y evaluación de la fiabilidad**

Antes de comenzar el estudio todos los participantes pasaron por un periodo de familiarización con todas las pruebas descritas más abajo, las cuales consistieron en sesiones de aproximadamente 30 minutos. Cada sesión estuvo precedida por un calentamiento y terminó con un enfriamiento que consistía en las mismas actividades y la misma duración que el periodo de entrenamiento. Cada sesión de familiarización consistió en 1 o 2 series de 6 a 8 repeticiones de los ejercicios. También se evaluó y reevaluó la fiabilidad de cada criterio de valoración. Se obtuvo un alto coeficiente de correlación intraclase (R consistentemente > 0,98;  $p < 0,001$ ) entre las pruebas repetidas para todas las pruebas estudiadas.

### **Variable principal (Fuerza muscular)**

Se evaluó la fuerza de las extremidades superiores de los participantes mediante la prueba de agarre, utilizando un dinamómetro digital (T.K.K. 5101 Grip-D; Takey, Tokio, Japón), y se registraron las puntuaciones en kilogramos (con precisión de 0.1 kg). Esta prueba es una forma válida de evaluar la fuerza de las extremidades superiores en personas de edad avanzada<sup>13</sup>. Al iniciar las medidas se indicó a los participantes que mantuvieran la posición de bipedestación convencional durante toda la prueba con el brazo completamente extendido y no se les permitió tocar con el dinamómetro ninguna parte del cuerpo que no fuera la mano con que se realizaba la medida. Cada participante realizó la prueba 2 veces (alternando las manos) con un descanso de entre 30 y 60 segundos entre las medidas. Para cada medida se seleccionó al azar la primera mano a probar. El espacio de agarre del dinamómetro se ajustó al tamaño de la mano de la persona<sup>14</sup>. La fuerza muscular dinámica de las extremidades inferiores se evaluó mediante un



protocolo normalizado de la prueba de fuerza, con fuerza de presión de las piernas sentado con un máximo de 6 o 7 repeticiones (6 o 7 RM). El valor de 1 RM se estimó utilizando la ecuación de Brzycki<sup>15</sup>.  $1RM = 102,78 - 2,78 \times \text{número de repeticiones}$ . Las cargas iniciales fueron de entre 70 y el 100% del peso corporal. Después de un breve periodo de descanso (2 minutos) se añadieron incrementos de 2-4 kg hasta que el participante fuera incapaz de levantar la carga más de 6 ó 7 veces, lo cual en general ocurría después de 5 ensayos. Todos los participantes pudieron levantar la carga inicial al menos una vez. Se les enseñó la forma adecuada de respirar para cada movimiento y levantar la carga.

### Variables secundarias

Los participantes realizaron (i) la prueba de marcha de 8 metros y (ii) pruebas de escaleras de 4 escalones (de 20 centímetros de altura cada uno), cuya utilidad para determinar la movilidad fun-



**Figura 1.** En el cicloergometro, Sofía, 92 años trabajando acondicionamiento cardiovascular

cional en personas de edad avanzada a quedado establecida<sup>16</sup>. Para reducir el riesgo de caídas, todos los participantes se apoyaron con las manos en una barandilla al subir y bajar las escaleras. Por último, se aplicó también la prueba time up and go (TUG)<sup>17</sup>. En esta prueba se mide el tiempo que la persona necesita para levantarse de una silla, caminar 3 metros, dar media vuelta, regresar hacia la silla y volver a sentarse. El mismo investigador midió el tiempo de ejecución de todas las pruebas, con el mismo cronómetro y con una precisión de 0,1s. Un investigador independiente realizó auditorías de todos los historiales médicos y registros de enfermería, con el fin de registrar todas las caídas de los participantes durante el periodo de estudio (intervención + desentrenamiento). La caída se define aquí como “un acontecimiento inesperado en el cual el participante quedaba inmóvil en el suelo o en otro nivel inferior”.<sup>18,19</sup> También se determinaron los efectos adversos incluyendo dolores musculares, fatiga y malestar general referidos por los propios participantes durante el periodo de estudio. Por último se calculó en cada grupo el número de participantes que pasaron de  $CFM < 3$  a  $CFM > 3$  o viceversa durante el periodo de estudio.

### Análisis estadísticos

Para las comparaciones iniciales entre grupos (cuidados habituales frente a intervención) y para comparar el número de caídas, se analizaron las variables continuas con la prueba t de Student para datos no apareados (o su equivalente no paramétrico, la prueba U de Mann Whitney) y pruebas de Chi cuadrado para datos nominales. Las comparaciones múltiples se ajustaron para evitar la significación masiva<sup>20</sup>. Para evaluar los efectos del entrenamiento sobre las variables del estudio [fuerza muscular, función física (velocidad de marcha, prueba de escaleras, prueba TUG)] se analizaron los datos según el principio de intención de tratar<sup>21</sup>.

Cuando no se contó con datos posteriores a la prueba, se consideraron las puntuaciones obtenidas al inicio del estudio como puntuaciones de después de la prueba. Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) bifactorial (grupo y tiempo) con medidas repetidas. El análisis se repitió utilizando los valores iniciales como covariable. Para cada variable dependiente se informó del nivel de significación correspondiente a los efectos del grupo principal (entre sujetos), del tiempo (para cada sujeto) y de la interacción (grupo x tiempo). Con el fin de evitar un error tipo I se realizaron comparaciones post hoc (comparaciones previas y posteriores en cada grupo, mediante la prueba de Bonferroni) sólo cuando se obtuvo una interacción significativa. Para todos los criterios de valoración se realizaron pruebas de ANOVA para los 2 grupos enteros y también de forma separada para los participantes con CFM < 3 y > 3 respectivamente. El nivel de significación de la prueba se estableció en 0,05.

## RESULTADOS

### Cumplimiento y efectos secundarios

No se pudo evaluar a dos participantes (uno por grupo) después del periodo de intervención. Dos participantes (en el grupo de intervención) fallecieron durante el periodo de estudio. Una de ellas murió durante el periodo de intervención a la edad de 92 años debido a una caída letal en su habitación cuando intentaba cerrar una ventana; hasta ese momento, había completado satisfactoriamente 16 sesiones de entrenamiento. El otro participante murió de infarto de miocardio durante el periodo de desentrenamiento a la edad de 90 años. La fidelidad del entrenamiento en el grupo de intervención presentó un promedio de 74+ 6% (intervalo de 4, 100%).

Ocho (40% del total para el grupo) y trece participantes (65%) pudieron completar más del 90% y del 75% respectivamente de las 24

sesiones planificadas, los motivos para dejar de realizar una o más sesiones fueron mareos (n=1 participante), encontrarse mal o sentirse cansado (n= 2 en cada caso), caídas fuera de las sesiones de entrenamiento (n= 2), hospitalización (n= 1), edema de los pies por motivos no asociados a los ejercicios indicados (n= 2), u otros motivos (control médico fuera de la residencia de ancianos, visita de un familiar, cita con peluquero o podólogo). No se observó ningún efecto adverso ni problema de salud atribuible al entrenamiento indicado en ninguno de los participantes del grupo de intervención. Un participante padecía de lumbalgia transitoria al inicio del programa de entrenamiento y por tanto tuvo que reiniciar el mismo con una carga menor (40% 1RM), lo cual le permitió terminar la intervención de manera satisfactoria.

### Resultados principales

No se observó efecto significativo del grupo ni del tiempo ( $p > 0,05$ ), y se observó un efecto significativo de la interacción grupo por tiempo ( $p = 0,018$ ) para la prueba de fuerza de presión de las piernas 1RM. En el grupo de intervención la fuerza de presión de las piernas aumentó significativamente (+ 17%) con el entrenamiento ( $p = 0,014$  para la comparación entre antes y después del entrenamiento) y tendió a disminuir (-11%) en el periodo de desentrenamiento ( $p = 0,018$  para la comparación entre periodo después del entrenamiento y desentrenamiento). La fuerza muscular de las piernas tendió a disminuir durante el periodo de estudio en los del grupo control, aunque no se alcanzó la significación estadística en las comparaciones Post-hoc dentro de este grupo ( $p = > 0,05$ ). De los 18 participantes del grupo de intervención que finalmente fueron evaluados después del entrenamiento, 14 (78% del total) alcanzaron valores de fuerza de presión de las piernas superiores en el periodo de después del entrenamiento en comparación con la evaluación inicial, incluso en el caso de dos

de los participantes de mayor edad (dos mujeres, de 96 años).

No se encontraron efectos significativos de grupo, tiempo o interacción grupo x tiempo ( $p>0,05$ ) para la prueba de fuerza de agarre. Además, contrariamente a lo sucedido para la fuerza de presión de las piernas, los valores medios se mantuvieron bastante estables en el tiempo en el grupo de intervención, por ejemplo, el cambio porcentual entre antes y después del entrenamiento fue de  $-2,5\%$ . Se repitió el análisis por CFM ( $<3$  y  $>3$ ) sin encontrarse efectos significativos del grupo, el tiempo o la interacción grupo x tiempo ( $p=0,05$ ) para la fuerza de presión de las piernas en los participantes que tenían una  $CFM<3$ . En aquellos que tenían una  $CFM>3$  se observó un efecto significativo de la interacción grupo x tiempo ( $p=0,024$ ), con  $p>0,05$  tanto para los efectos de grupo como para los de tiempo. En los participantes del grupo de intervención con  $CFM>3$ , la fuerza de presión de las piernas aumentó significativamente ( $+16\%$ ) con el entrenamiento ( $p=0,047$  para la comparación entre antes y después del entrenamiento).

### Resultados secundarios

No se encontró ningún efecto significativo del grupo, del tiempo o de la interacción ( $p=0,05$ )



**Figura 2.** Trabajo de press de piernas con una de las nonagenarias

para la velocidad de la marcha durante la prueba de marcha de 8 metros. Tampoco se obtuvo ningún efecto significativo cuando se analizó a los participantes por separado, según su CFM (los datos no se muestran por razón de simplicidad). Se obtuvieron resultados similares para la prueba de escalera de los 4 escalones ( $p>0,05$  para cada efecto de grupo, tiempo e interacción, tampoco se halló significación estadística al separar a los participantes por CFM). Por último, no se encontraron efectos de grupo, tiempo o interacción ( $p=>0,05$ ) para la prueba TUG. Los resultados antes mencionados para las variables principales y secundarias se mantuvieron igual después del ajuste para los niveles de base de cada una de las variables. El número de caídas registrado durante el periodo de estudio fue significativamente menor en el grupo de intervención que en el grupo de control ( $0,6+ 0,3$  frente a  $1,8 + 0,5$  respectivamente  $p=0,026$ ). Ningún participante pasó de  $CFM<3$  a  $CFM>3$  o viceversa, excepto un participante del grupo de intervención que pasó de  $CFM3$  a 5.

### CONCLUSIONES

- El resultado principal del actual estudio controlado y aleatorio fue que un fortalecimiento muscular de duración relativamente corta (8 semanas), es capaz de inducir ganancias concretas significativas ( $+17\%$  de media)



**Figura 3.** Natalia, haciendo fisioterapia luego de la sesión de fuerza con una de las pacientes intervenidas



en la fuerza muscular de las piernas en las personas de edad muy avanzada (90 años o más). Se encontró un efecto significativo de la interacción grupo por tiempo ( $p=0,018$ ), atribuible exclusivamente a la intervención del entrenamiento, para la fuerza de presión de las piernas 1RM. Además, al menos en el grupo CFM $>3$ , las ganancias atribuibles por el entrenamiento no se perdieron totalmente después del desentrenamiento. Después del desentrenamiento, su valor de fuerza de presión de las piernas 1RM era aún un 9% superior al valor inicial. Este mantenimiento parcial de la fuerza muscular concuerda en general con estudios anteriores en poblaciones de menor edad, que muestran que algunos aspectos del rendimiento neuromuscular (en particular la selección de unidades motoras) se mantienen parcialmente constantes<sup>22</sup>.

- Otro resultado importante fue que el número de caídas fue menor en el grupo de nonagenarios que realizaron ejercicios. Este resultado también tiene importancia médica dado el número creciente de ancianos de salud frágil con alto riesgo de caídas. Nuestros resultados corroboran que las intervenciones para mejorar la fuerza y el estado funcional son útiles para evitar caídas en personas de edad avanzada. Por último, cabe destacar que

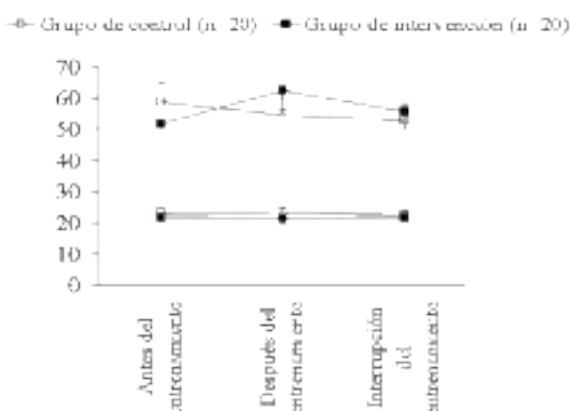


Figura 4. José Mut, 94 años en el cicloergometro

nuestra intervención fue bien tolerada por los participantes, con una media de cumplimiento cercana al 75% y sin la aparición de efectos secundarios importantes atribuibles a los ejercicios indicados. Por lo tanto, los programas de entrenamiento para el fortalecimiento muscular supervisados parecen ser factibles y seguros incluso para las personas de edad avanzada más frágiles.

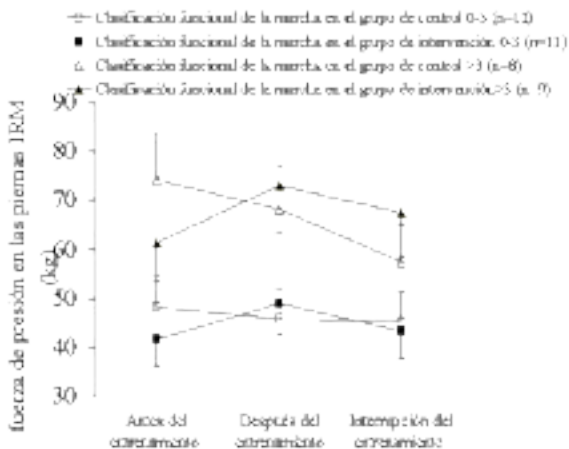
## Gráficos estadísticos

Gráfico 1



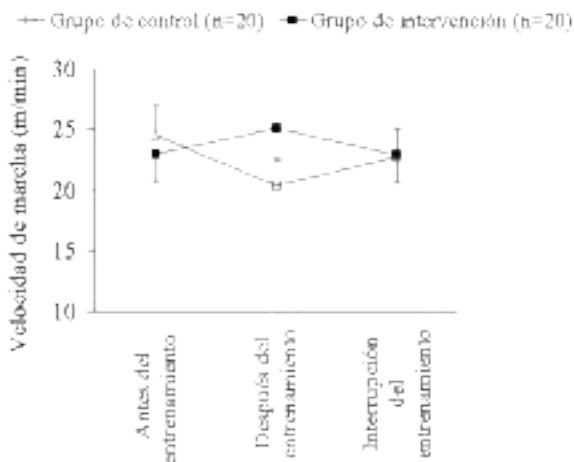
Resultados de las pruebas de fuerza de presión de las piernas y agarre, por grupo, de una repetición máxima (1RM). Los datos se presentan como medias  $\pm$  DEM. Para la prueba 1RM, los valores de P para el efecto de grupo, tiempo e interacción grupo x tiempo fueron de 0,887, 0,221 y 0,018 respectivamente. Símbolo: \*  $P=0,014$  para la comparación entre antes y después del entrenamiento dentro del grupo de intervención. Para la prueba de fuerza de agarre, los valores de P para el efecto de grupo, tiempo e interacción grupo x tiempo fueron de 0,632, 0,924 y 0,650 respectivamente.

**Gráfico 2**



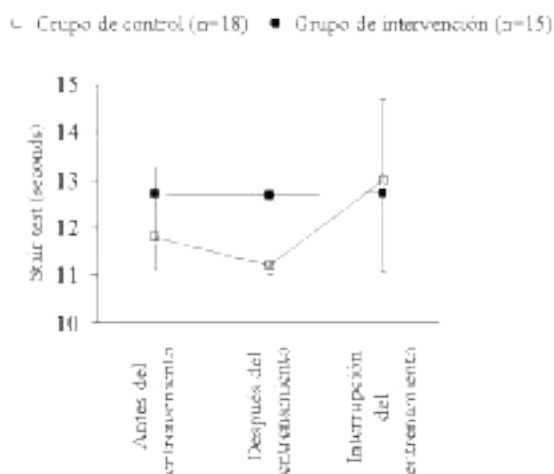
Resultados de la prueba de fuerza de presión de las piernas IRM por grupo según la escala de Clasificación Funcional de Marcha (CFM). Los datos se presentan como medias  $\pm$  DEM. Para los participantes con puntuaciones de CFM  $> 3$ , los valores de P para efecto de grupo, tiempo e interacción grupo x tiempo fueron de 0,952, 0,151 y 0,024 respectivamente. Símbolo: \*  $P=0,024$  para la comparación entre antes y después del entrenamiento dentro del grupo de intervención. Para los participantes con puntuaciones de CFM  $\leq 3$ , los valores de P para efecto de grupo, tiempo e interacción grupo x tiempo fueron de 0,872, 0,679 y 0,383 respectivamente.

**Gráfico 3**



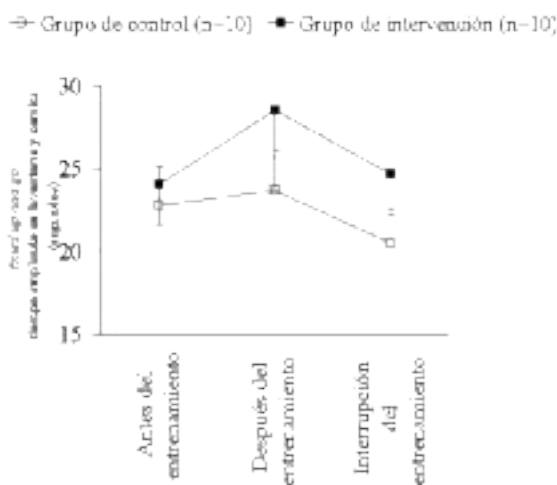
Resultados de la prueba de marcha de 8 metros por grupos. Los datos se presentan como medias  $\pm$  DEM. Los valores de P para el efecto de grupo, tiempo e interacción grupo x tiempo fueron de 0,798, 0,808 y 0,151 respectivamente.

**Gráfico 4**



Resultados de la prueba de escalera de 4 escalones por grupos. Los datos se presentan como medias  $\pm$  DEM. Los valores de P para el efecto de grupo, tiempo e interacción grupo x tiempo fueron de 0,915, 0,972 y 0,453 respectivamente.

**Gráfico 5**



Resultados de la prueba Timed up and go (TUG) por grupos. Los datos se presentan como medias  $\pm$  DEM. Los valores de P para el efecto de grupo, tiempo e interacción grupo x tiempo fueron de 0,482, 0,374 y 0,754 respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, et al. 2009. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* ; 41: 1510-1530.
- 2 Buchner DM, Larson EB, Wagner EH, Koepsell TD, de Lateur BJ. 1996. Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age Ageing.* ; 25: 386-391.
- 3 Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM, Salive ME, Wallace RB. 1995. Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *N Engl J Med.*; 332: 556-561.
- 4 Rubenstein LZ, Josephson KR, Osterweil D. 1996. Falls and fall prevention in the nursing home. *Clin Geriatr Med.*; 12: 881-902.
- 5 Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. 1990. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA.*; 263: 3029-3034.
- 6 Kalapotharakos VI, Michalopoulou M, Godolias G, Tokmakidis SP, Malliou PV, Gourgoulis V. 2004. The effects of high- and moderate-resistance training on muscle function in the elderly. *J Aging Phys Act.*; 12: 131-143.
- 7 Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. 1988. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol.*; 64: 1038-1044.
- 8 Latham NK, Bennett DA, Stretton CM, Anderson CS. 2004. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*; 59: 48-61.
- 9 Ramsbottom R, Ambler A, Potter J, Jordan B, Nevill A, Williams C. 2004. The effect of 6 months training on leg power, balance, and functional mobility of independently living adults over 70 years old. *J Aging Phys Act.*; 12: 497-510.
- 10 Trappe S, Williamson D, Godard M, Porter D, Rowden G, Costill D. 2000. Effect of resistance training on single muscle fiber contractile function in older men. *J Appl Physiol.*; 89: 143-152.
- 11 Trappe S, Williamson D, Godard M. 2002. Maintenance of whole muscle strength and size following resistance training in older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*; 57: B138-143.
- 12 Trappe S, Godard M, Gallagher P, Carroll C, Rowden G, Porter D. 2001. Resistance training improves single muscle fiber contractile function in older women. *Am J Physiol Cell Physiol.*; 281: C398-406.
- 13 Sipila S, Elorinne M, Alen M, Suominen H, Kovanen V. 1997. Effects of strength and endurance training on muscle fibre characteristics in elderly women. *Clin Physiol.* ; 17: 459-474.
- 14 Seynnes O, Fiatarone Singh MA, Hue O, Pras P, Legros P, Bernard PL. 2004. Physiological and functional responses to low-moderate versus high-intensity progressive resistance training in frail elders. *Gerontol A Biol Sci Med Sci.* ; 59: 503-509.
- 15 Skelton DA, Young A, Greig CA, Malbut KE. 1995. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. *J Am Geriatr Soc.*; 43: 1081-1087.
- 16 Prospectos las Naciones Unidas para la población mundial. 2006. [http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2006/WPP2006\\_Highlights\\_rev.pdf](http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2006/WPP2006_Highlights_rev.pdf).
- 17 Manini TM, Pahor M. 2009. Physical activity and maintaining physical function in older adults. *Br J Sports Med.* 43: 28-31.
- 18 Serra-Rexach JA, Ruiz JR, Bustamante-Ara N, et al. 2009. Health enhancing strength training in nonagenarians (STRONG): rationale, design and methods. *BMC Public Health.* 9: 152.

- 19 Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. 1984. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Phys Ther.* 64: 35-40.
- 20 Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales: Champaign, IL, Human Kinetics, 1998.
- 21 Persinger R, Foster C, Gibson M, Fater DCW, Porcari JP. 2004. Consistency of the Talk Test for Exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc.* 36: 1632-1636.
- 22 Rolland Y, Pillard F, Klapouszczak A, et al. 2007. Exercise program for nursing home residents with Alzheimer's disease: a 1-year randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 55: 158-165.

Correspondencia: Lenin Mendieta  
e-mail: leninmendietatoledo@hotmail.com