



José M.^a Cancela Carral*
Vicente Romo Pérez**
Francisco Camiña Fernández***

*Doctor y Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Profesor en la Facultad de Ciencias de la Educación. Pontevedra. Universidad de Vigo.

**Doctor y Licenciado en Educación Física. Profesor en la Facultad de Ciencias de la Educación. Pontevedra. Universidad de Vigo.

***Doctor en Filosofía y Ciencias de la Educación. Licenciado en Educación Física. Profesor en el Instituto Nacional de Educación Física de Galicia adscrito a la Universidad de A Coruña.

Correspondencia:

Prof. Dr. José M.^a Cancela Carral
Facultad de Ciencias de la Educación.
Avda. de Buenos Aires s/n
36003-Pontevedra
Tfno.: 986-80 17 00, fax: 986-80 17 01
E-mail: chemacc@uvigo.es

Efecto de un programa
de fortalecimiento muscular
en un colectivo de mujeres mayores
de 65 años

*Effect of strength program on a 65
years old elderly women*

RESUMEN

El trabajo muscular en personas mayores es muy positivo para su salud, sin embargo, debemos conocer que metodología utilizar y el efecto de la misma sobre las cualidades físicas del anciano. En el presente artículo se expone el análisis y resultados de un programa de fortalecimiento muscular llevado a cabo en el ayuntamiento de A Coruña y para el cual se contó con 56 mujeres mayores de 65 años. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto diferencial de dos programas de actividad física, uno de gimnasia de mantenimiento y otro de fortalecimiento muscular, sobre las diferentes cualidades físicas. Los resultados obtenidos permiten afirmar que, únicamente en algunos de los indicadores físicos utilizados, los programas de actividad física ejercen un efecto significativo.

SUMMARY

The muscular work on older persons is very positive for their health, however we should know what methodology to use and the effect of it on the physical qualities of the old. In the present text is exposed the analysis and results of a strength program carried out in the town hall of A Coruña and which was counted on 56 older women of 65 years. The objective of the investigation was to determine the differential effect of two physical activity programs, one of maintenance gymnastics and other of muscular strengthening on the different physical capacities. The obtained results permit to assert that, solely in some of the used physical indicators, the physical activity programs exercise have meaningful effect. The indicators that have been seen modified with the development of the programs are:

- 1. Strength of manual prension straight (F= 29.594; Sig= 0.001).*

32 Los indicadores que se han visto modificados con el desarrollo de los programas son:

1. Fuerza máxima de prensión manual derecha (F= 29,594; Sig= 0,001).
2. Fuerza máxima de prensión manual izquierda (F= 10,919; Sig= 0,002).
3. Fuerza máxima de extensión de piernas (F= 25,102; Sig= 0,001).
4. Fuerza de resistencia abdominal (F= 8,35; Sig= 0,006).
5. Equilibrio monopodal con visión (F= 107,98; Sig= 0,001).
6. Flexibilidad anterior del tronco (F= 10,641; Sig= 0,008).
7. Disminución en la frecuencia cardíaca (F= 10,347; Sig= 0,002).

Este estudio refleja como, utilizando una adecuada metodología de trabajo muscular, los ancianos pueden mejorar sus niveles de fuerza y por lo tanto pueden desarrollar mayor número de actividades cotidianas de forma independiente. Sin embargo, el desarrollo muscular no es la panacea y debe ser combinado con otro programa de intervención. Nuestro objetivo es mejorar indicadores físicos como el índice de masa corporal, consumo máximo de oxígeno, etc.

PALABRAS CLAVE

Ancianos, fuerza, actividad física, salud, ejercicio físico.

2. *Strength prension manual left* (F= 10.919; Sig= 0.002).

3. *Strength legs extension* (F= 25.102; Sig= 0.001).

4. *Strength abdominal resistance* (F= 8.35; Sig= 0.006).

5. *Monopodal balance with vision* (F= 107.98; Sig= 0.001).

6. *Flexibility of the trunk* (F= 10.641; Sig= 0.008).

7. *Cardiac frequency* (F= 10.347; Sig= 0.002).

This study indicates us how, using an adequate muscular work methodology, the elders can improve their force levels and therefore be able to develop greater number of in a way independent daily activities. However the muscular development is not the perfection and it must be combined with other intervention programs and our objective is to improve physical indicators like the corporal bulk index, maximum oxygen Consumption,...

KEY WORDS

Elderly, strength, physical activity, health, physical exercise.

81

En la actualidad existe una gran variedad de programas físicos orientados a la mejora de la salud en personas mayores, sin embargo, en los últimos años los contenidos de estos programas han sufrido importantes cambios. Durante mucho tiempo se pensó que el trabajo de desarrollo muscular era único y exclusivamente para personas adolescentes, ya que para niños y mayores de 65 años este tipo de ejercicio físico sólo podía perjudicar su sistema muscular y óseo, y por lo tanto su salud. Bajo esa premisa todos los programas que se llevaron a cabo con estos colectivos tenían como objetivo principal la mejora de la resistencia cardiovascular, dejando a un

lado otras capacidades físicas entre las cuales se encuentra la fuerza muscular. La importancia de prevenir el declive de la fuerza muscular, que favorece el aumento de la independencia del sujeto, ha provocado que numerosos investigadores se hayan preocupado por la mejora de la fuerza en los ancianos (1, 2, 3, 4). Asimismo, la capacidad de producir una fuerza mayor estará también asociada con una mayor densidad mineral ósea y masa muscular (5, 6), aspectos que se verán favorecidos con el entrenamiento. Actualmente muchos investigadores apoyan una hipótesis común basada en la relación directa existente entre la intensidad del entrenamiento y la



82 ganancia de fuerza. Sin embargo, podemos encontrar algunos estudios discordantes (7). Porter y Vandervoort en 1995 realizaron una minuciosa revisión de los trabajos que se habían publicado sobre la intensidad del trabajo muscular en personas mayores, concluyendo que el entrenamiento de la fuerza a intensidades inferiores al 60% de la fuerza máxima era poco efectivo. No obstante, cuando la intensidad se sitúa en torno al 70-80%, las ganancias de fuerza eran estadísticamente significativas (8). Asimismo, en la mayor parte de los estudios realizados, los sujetos han sido sometidos a un trabajo muy analítico y, en grupos musculares muy concretos, pero en ningún caso se ha desarrollado un programa de fortalecimiento muscular en el cual se trabajen los principales grupos musculares. Otro dato a tener en cuenta es que son pocos los estudios en los que se hace referencia a la mejor frecuencia, a los mejores ejercicios y, en definitiva, al mejor tipo de entrenamiento de fuerza que se debe desarrollar con esta población. Estos datos, deberían ser valorados, dados los beneficios que este tipo de intervención física proporciona.

OBJETIVO E HIPÓTESIS

El objetivo final de este estudio ha sido comprobar, mediante la realización de un estudio experimental, el efecto diferencial de dos programas de ejercicio físico para personas mayores de 65 años. Comenzaremos nuestro trabajo empírico por tanto, tratando de constatar el efecto de los programas de actividad física sobre los distintos indicadores físicos. Partiendo del objetivo final, antes mencionado, abordaremos una serie de objetivos de carácter más específicos:

1. Comprobar, mediante la realización de un estudio empírico, si la participación en un programa de actividad física proporciona mejoras a nivel físico.

2. Comprobar si el tipo de programa de actividad física condiciona la mejora en los indicadores utilizados.

Los objetivos que hemos enunciado anteriormente se traducen en dos hipótesis que es preciso constatar empíricamente:

Hipótesis 1 (H₁). Si los programas de actividad física poseen una influencia significativa a nivel físico, los distintos indicadores deben presentar promedios significativamente mejores después del programa que antes de someterse a él.

Hipótesis 2 (H₂). Si sometemos a dos grupos de sujetos a programas de actividad física distintos, deben existir diferencias significativas entre ellos, al comparar los indicadores de nivel físico.

MATERIAL Y MÉTODO

1. Sujetos

La población inicial a estudiar estaba constituida por 56 mujeres, residentes en el ayuntamiento de A Coruña, de edades comprendidas entre 65 y 75 años. La población se caracterizaba por haber sido escogida al azar de un total de 144 personas inscritas voluntariamente en los programas de actividad física en el medio acuático, a los que asistían con una periodicidad semanal de dos días. La muestra inicial fue distribuida en dos grupos que se iban a diferenciar en el programa de actividad física en seco al cual iban a ser sometidos. Así distinguimos dos grupos:

- *Grupo control*, formado por mujeres mayores de 65 años que seguirían asistiendo a dos sesiones semanales de actividad física en el medio acuático y al que añadieron tres sesiones semanales de actividad física en seco (gimnasia).

- *Grupo fuerza*, formado por mujeres mayores de 65 años que seguirían asistiendo a dos sesiones semanales de actividad física en el medio acuático y al cual se le añadió tres sesiones semanales de fortalecimiento muscular con máquinas (Tabla 1).

	Grupo fuerza (N= 28)	Grupo control (N= 28)
Edad (años)	68,50 ± 3,40	68,29 ± 3,49
Talla (cm)	155,09 ± 6,22	154,95 ± 5,89
Peso (kg)	69,27 ± 9,38	71,96 ± 10,34
IMC (kg/m²)	28,81 ± 3,61	29,96 ± 3,98

34 **2. Los programas de entrenamiento**

Se llevaron a cabo tres programas de intervención, dos de ellos se desarrollaron en seco y un tercero tuvo lugar en la piscina. La organización de los programas se resume en la Tabla 2.

Grupo	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Fuerza	Actividad física en el medio acuático				Actividad física en el medio acuático + fortalecimiento muscular				
Control	Actividad física en el medio acuático				Actividad física en el medio acuático + actividad física en seco (gimnasia)				

El programa de intervención en el medio acuático

El programa tuvo una duración de 38 semanas (Tabla 3) y se estructuró en dos fases. Una primera (fase común) que se inició el 4 de octubre y finalizó el 13 de febrero, en la que participaron ambos grupos con el objetivo de homogeneizar la muestra y evitar posibles variables extrañas. La segunda fase (fase específica) tuvo una duración de 19 semanas (del 14 de febrero al 25 de junio) y en la cual cada grupo combinó el programa en agua con el programa específico en seco que cada uno tenía asignado. Esta fase se dividió en cuatro microciclos, los tres primeros con una duración de 5 semanas y el último con 4 semanas.

La sesión de actividad física en el medio acuático se componía de tres fases: calentamiento, parte principal (resistencia aeróbica y fuerza-resistencia muscular) y vuelta a la calma. La duración de la sesión fue constante a lo largo del programa (45 minutos) y con una periodicidad semanal de dos días.

Fase	Microciclo	Intervalo	Duración
Fase común	General	4 de octubre-13 de febrero	19 semanas
Fase específica	Primer microciclo	14 de febrero-19 de marzo	5 semanas
	Segundo microciclo	20 de marzo-23 de abril	5 semanas
	Tercer microciclo	24 de abril-28 de mayo	5 semanas
	Cuarto microciclo	29 de mayo-25 de junio	4 semanas

Los contenidos que se desarrollaron en dicho programa estuvieron condicionados por las diferentes fases de la sesión. La duración del calentamiento osciló entre 10 y 20 minutos y su objetivo fue preparar al organismo para la actividad incrementando paulatinamente el ritmo cardíaco, movilizandando las distintas articulaciones y realizando acciones de elasticidad sobre los músculos, para lo cual se ejecutaron las siguientes tareas motrices: 1) Ejercicios caminando o nadando. 2) Ejercicios de flexibilidad. 3) Ejercicios de movilidad articular.

La parte principal se centró en el desarrollo de los contenidos: resistencia aeróbica y fuerza

resistencia muscular para lo cual se ejecutaron los diferentes tipos de ejercicios: 1) Ejercicios analíticos en el agua. 2) Ejercicios de fuerza y fuerza resistencia en el agua. 3) Ejercicios anisométricos: trabajo de resistencia contra el agua, intentando implicar a grandes grupos musculares. 4) Ejercicios de resistencia aeróbica tanto con los pies en contacto con el suelo como con desplazamientos en flotación.

Durante la vuelta a la calma se realizaron actividades y movimientos de baja intensidad, finalizando con ejercicios de relajación. 1) Ejercicios respiratorios. 2) Ejercicios de movilidad articular. 3) Ejercicios de relajación.

El programa de intervención en el gimnasio (gimnasia de mantenimiento)

El programa de gimnasia se desarrolló desde el 14 de febrero de 2000 hasta el 25 junio de 2000 y se estructuró en cuatro microciclos, los tres primeros con una duración de 5 semanas y el último con 4 semanas. Las sesiones se organizaron teniendo en cuenta las diferentes fases: calentamiento, parte principal y vuelta a la calma. El calentamiento y la vuelta a la calma experimentan una minoración temporal en favor de la parte principal. La duración del calentamiento varió entre 25 y 10 minutos, se trataba de



84 adaptar el organismo a la actividad que se va a realizar, no solamente el aparato locomotor sino también el sistema cardiorrespiratorio. El trabajo se realizó de forma progresiva en cuanto a la intensidad (9, 10). Se realizaron los siguientes tipos de ejercicios: 1) Ejercicios de movilidad general (desplazamientos). 2) Ejercicios fáciles de coordinación. 3) Ejercicios de estiramientos. 4) Ejercicios de movilidad articular. La parte principal tuvo una duración de entre 15 y 30 minutos. En esta parte de la sesión se incidió sobre los objetivos básicos de la programación. Fue la parte de la sesión a la que se le aplicó una intensidad más elevada. La actividad se presentó de forma progresiva tanto en la dificultad de los ejercicios como en la intensidad. Comenzando por actividades conocidas para aplicar posteriormente tareas más complejas. Los contenidos trabajados en este apartado los englobamos teniendo en cuenta la capacidad física implicada y así se desarrollaron ejercicios de fuerza y resistencia muscular y ejercicios de resistencia aeróbica. Los ejercicios de fuerza y fuerza-resistencia fueron intercalados con ejercicios de intensidad media con fases o ejercicios de recuperación (11, 12). No se realizaron muchas repeticiones de un mismo ejercicio. Se consideró más conveniente hacer pausas frecuentes e introducir variantes. En la medida de lo posible se comenzó por ejercicios de pie y luego sentado o tumbado, puesto que no es recomendable, cambiar muchas veces de posición durante una misma sesión. Es necesario tomar precauciones con las posiciones de tumbado dado que suelen ser superficies duras que son incómodas para los ancianos, por falta de flexibilidad en la columna vertebral, este hecho dificulta la respiración. Los ejercicios de resistencia aeróbica se caracterizaron por implicar un desplazamiento en todas las direcciones, en círculo, por oleadas, con intensidades de actividad media baja. Procurando no llegar nunca al agotamiento. También se utilizaron juegos y variantes deportivas. El objetivo fundamental de la vuelta a la calma fue acabar la sesión con la misma intensidad con la que se había comenzado, volviendo a las pulsaciones que se tenían al principio de la sesión. Los contenidos son: ejercicios de respiración, relajación y flexibilidad. En esta fase también se realizó trabajo abdominal, aprovechando la posición de tendido.

El programa de fortalecimiento muscular (sala de musculación) 35

Para llevar a cabo este programa se utilizaron máquinas de musculación de resistencia variable dado que permite crear regímenes de trabajo que son difíciles de conseguir en condiciones naturales (13), además se produce un incremento significativo de la fuerza en relativamente poco tiempo (14). Las máquinas de resistencia variable, que se basan en el uso de palancas y poleas excéntricas, tienen la característica de variar la resistencia durante el recorrido. Si atendemos a la clasificación de tipos de máquinas hecha por Verkloshanky y Siff (15). Estas máquinas también se denominan de resistencia no funcional (RNF), ya que su propósito es ofrecer una resistencia general según patrones específicos no deportivos. Las máquinas de resistencia no funcional son adecuadas para el trabajo de fuerza con personas no iniciadas en este tipo de entrenamiento. Por lo que son muy adecuadas para el trabajo con ancianos.

Aunque muchos estudios han determinado que el empleo de estas máquinas no es tan eficaz como el trabajo con peso libre, nos hemos decidido por este tipo de medio para el desarrollo muscular por: 1) El aprendizaje del ejercicio es más rápido. 2) Se trata de personas no iniciadas en el entrenamiento de fuerza. 3) Existe un menor riesgo de lesiones. 4) Se da mayor control de la ejecución. 5) Se busca un fortalecimiento general del sujeto y no un desarrollo específico de ciertos grupos musculares. 6) Las posiciones estables dan seguridad al ejecutante novel. Teniendo en cuenta las pautas señaladas por diversos expertos en el desarrollo muscular en ancianos (16, 17, 18, 19), debemos señalar que el método más adecuado para trabajar con personas mayores es el método de repeticiones III (20). Dicho método de trabajo se caracteriza por: 1) Intensidad: entre el 60-75% de su fuerza máxima. 2) Repeticiones: entre 6-12. 3) Series: 3-5. 4) Pausa: de 2-5 min. 5) Velocidad: media. 6) Esfuerzo: no se agota el máximo número posible de repeticiones por serie. Se deja un margen de 2 a 6 sin realizar. 7) Efectos: sobre todos los factores de la fuerza, acondicionamiento general del músculo, tendones, etc.

Un aspecto a tener en cuenta, al desarrollar un programa de fortalecimiento muscular para personas

36 mayores, es el modo de llevar a cabo las evaluaciones de la fuerza máxima. Para ello nos hemos decidido por utilizar ecuaciones matemáticas con las cuales poder estimar la fuerza máxima de cada grupo muscular, más concretamente hemos utilizado la ecuación de Watham (21) que se muestra en la Tabla 4.

85 var la temperatura muscular y acondicionar el cuerpo para el trabajo muscular posterior. Movilidad articular: movimientos articulares (rotación, flexión-extensión, circunducción) de menor a mayor amplitud partiendo de la articulación del tobillo hasta el cuello buscando una mayor flexibilidad de la articulación. Estiramientos: elongaciones musculares manteniendo la posición en la que el sujeto encuentre una resistencia confortable. Seguiremos un orden establecido partiendo de la musculatura del tren inferior, tronco y tren superior.

Tabla 4. Ecuaciones estimadoras de la fuerza máxima (1RM)

Autores	Ecuación	Correlación (r)	V. estimado	V. real
Watham (1994)	$1RM = 100 \times \text{kilos} / (48,8 + 53,8^{-0,075 \times \text{repeticiones}})$	0,992	0,968	0,964

El programa comenzó la segunda semana de febrero y se dio por finalizado la última semana de junio de 2000. En él se distinguieron las siguientes fases:

a) *La familiarización*: se llevó a cabo en la segunda semana del mes de febrero. Durante este período de tiempo los participantes simulaban el trabajo de fortalecimiento muscular tanto a nivel de medios (ejercicios) como de método (número de repeticiones, tiempo de descanso, etc), utilizando una intensidad de trabajo baja (inferior al 50%).

b) *Desarrollo del programa I*: el programa comenzó a desarrollarse el veintidós de febrero de 2000. La intervención tenía lugar tres veces a la semana. El grupo de participantes (28 mujeres) fue dividido en tres subgrupos. Uno asistía a las sesiones de 10:00 a 11:00 h., otro de 11:00 a 12:00 h. y el tercero de 12:00 a 13:00 h. En cada sesión los participantes recogían una hoja-registro con su nombre en la que se le indica la carga (kilogramos) que tenía que desplazar en cada ejercicio. La carga con la que se trabajaba en cada máquina fue del 70% de la carga máxima.

c) *Desarrollo del programa II*: comenzó su andadura el veinticinco de abril de 2000 y se diferencia del programa I en que la carga con la que se trabajaba era un 70% de la última evaluación realizada. El programa de intervención se dio por finalizado el veintiocho de junio de 2000.

La sesión de fortalecimiento muscular constaba de tres partes: 1. calentamiento; 2. parte principal; y 3. vuelta a la calma.

1) *Calentamiento. Parte aeróbica*: Caminar durante cinco minutos por una sala adjunta al gimnasio para ele-

2) *Parte principal*. En ella se desarrollarán los ejercicios de fortalecimiento muscular que se llevaron a cabo mediante un trabajo en circuito. El término circuito se refiere a una colección de estaciones, cada una de las cuales corresponde a un área, máquina específica o peso con los cuales se ha de ejecutar un ejercicio dado durante un tiempo concreto o con un cierto número de repeticiones. El circuito empleado es de repeticiones constante (doce), con una recuperación entre cada estación de dos minutos. Se repetirá el circuito tres veces, manteniendo la misma recuperación entre series y estaciones.

3) *Vuelta a la calma*. Si el objetivo principal del calentamiento era preparar el cuerpo y más en concreto la musculatura para el trabajo posterior, la función de la vuelta a la calma es todo lo contrario. Su objetivo es bajar la activación de los practicantes. Para ellos se realizaran ejercicios de relajación y/o estiramientos, los cuales seguirán la misma secuencia de ejecución que en la parte del calentamiento (Fig. 1).

Para determinar los niveles de condición física iniciales de los sujetos y los posibles cambios que pudieron haber surgido con el desarrollo de los programas de intervención física se llevó a cabo una evaluación inicial y final a ambos grupos, es decir al grupo control y al grupo de fortalecimiento muscular. Para llevar a cabo la evaluación física se utilizó la Batería ECFA (22) específica para personas mayores y con la que se evaluó el componente morfológico, el componente muscular, el componente motor y el componente cardiorrespiratorio a través de las distintas pruebas físicas.



86 3. Análisis

Previo al análisis estadístico propiamente dicho, se analizó a nivel descriptivo las distintas variables dependientes, teniendo en cuenta el momento de la recogida de datos (antes y después del programa de actividad física), y el grupo al que pertenecían (grupo control y grupo fortalecimiento). A través de un procedimiento estándar se calcularon las medias y desviaciones típicas de los diferentes indicadores físicos. Una vez observadas las diferencias entre ambos grupos se pasó a comprobar si éstas son estadísticamente significativas, para lo cual se aplicó una ANOVA 2x2 (con medidas repe-

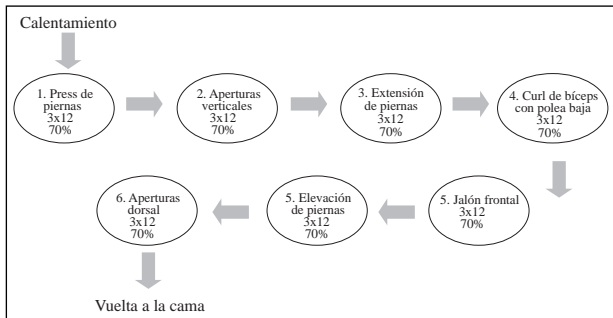


Fig. 1. Secuenciación de ejercicios a desarrollar en el programa de fortalecimiento muscular.

tidas en el primer factor) mediante el paquete estadístico SPSS v.10. Es decir, se analizó si la participación en uno o en otro programa (programa de fortalecimiento muscular o programa control) implica un efecto diferencial en las variables analizadas.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos y que se presentan en la Tabla 5 nos muestran como la participación en uno o en otro programa de actividad física va a provocar variación en los distintos indicadores físicos utilizados.

Una vez analizado, a nivel descriptivo, el efecto de los programas sobre las variables físicas, pasaremos a comprobar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas para lo cual aplicaremos una ANOVA 2x2 (con medidas repetidas en el primer factor).

Los resultados obtenidos permiten afirmar que únicamente en algunos de los indicadores físicos utilizados, los programas de actividad física ejercen un efecto significativo. Los indicadores que se han visto modificados con el desarrollo de los programas son: a) fuerza de presión manual derecha ($F= 29,594$; $Sig= 0,001$); b) fuerza de presión manual izquierda ($F= 10,919$; $Sig= 0,002$); c) fuerza de extensión de piernas ($F= 25,102$; $Sig= 0,001$); d) fuerza resistencia abdomi-

	Grupo control		Grupo fortalecimiento	
	Antes	Después	Antes	Después
IMC (kg/m ²)	29,96 ± 03,98	29,94 ± 3,96	28,81 ± 03,61	28,74 ± 03,53
Fuerza máxima				
presión mano derecha (kg)	18,21 ± 05,08	18,32 ± 5,01	19,58 ± 05,74	22,14 ± 06,26
presión mano izquierda (kg)	17,76 ± 05,33	17,48 ± 5,36	18,78 ± 05,76	20,76 ± 05,62
extensión de piernas	43,83 ± 18,04	45,72 ± 17,30	51,08 ± 27,55	61,10 ± 22,84
Fuerza resistencia abdominal (nº repeticiones)	50,92 ± 25,08	50,89 ± 23,85	55,03 ± 26,24	61,71 ± 14,00
Equilibrio (nº intentos)	6,22 ± 04,50	5,22 ± 3,68	4,5 ± 03,06	3,41 ± 02,16
Flexibilidad tronco (cm)	23,18 ± 05,44	26,47 ± 7,59	23,21 ± 07,43	24,82 ± 07,24
Coordinación				
óculo-manual (seg)	18,71 ± 04,12	18,52 ± 3,83	19,96 ± 04,85	19,20 ± 05,82
Tiempo 2.000 m (min)	22,02 ± 03,01	22,39 ± 3,02	22,12 ± 01,95	21,48 ± 01,91
Frecuencia cardíaca (lat/min)	108,21 ± 19,82	106,78 ± 20,00	117,85 ± 18,92	107,85 ± 16,41
Vo ₂ máx (ml kg ⁻¹ min ⁻¹)	17,50 ± 09,87	17,58 ± 9,81	18,39 ± 05,85	18,80 ± 06,00

38 nal (F= 8,35; Sig= 0,006); e) equilibrio monopodal con visión (F= 107,98; Sig= 0,001); f) flexibilidad anterior del tronco (F= 10,641; Sig= 0,008); y g) disminución en la frecuencia cardíaca (F= 10,347; Sig= 0,002).

Sin embargo, en cuatro de los once indicadores físicos los valores antes y después del desarrollo de los programas han sido mejores, pero dicha variación no ha sido significativa estadísticamente. Los indicadores en los que no hemos encontrado una diferencia significativa han sido: a) índice de masa corporal (F= 0,395; Sig= 0,529); b) tiempo empleado en recorrer 2.000 metros (F= 0,645; Sig= 0,423); c) consumo máximo de oxígeno o $Vo_2máx$ (F= 0,298; Sig= 0,584); y d) coordinación oculo-manual (F= 0,119; Sig= 0,289).

Una vez comprobado como la práctica de actividad física en mujeres mayores de 65 años provoca una mejora en ciertos indicadores físicos, pasaremos a continuación a analizar si el tipo de programa pro-

duce efectos diferentes. Los resultados que hemos obtenido (Tabla 6) permiten confirmar que el tipo de programa condiciona el efecto de la actividad física sobre algunos indicadores utilizados. Más concretamente el análisis de la varianza realizado nos permite hablar de una interacción estadísticamente significativa entre el momento de medida (antes-después del programa de actividad física) y el tipo de programa en cinco de los once indicadores utilizados: a) fuerza de prensión manual derecha (F= 25,019; Sig =0,001); b) fuerza de prensión manual izquierda (F= 19,555; Sig= 0,002); c) fuerza de extensión de piernas (F= 11,70; Sig= 0,001); d) fuerza resistencia abdominal (F= 8,53; Sig= 0,005); y e) disminución en la frecuencia cardíaca (F= 5,820; Sig= 0,019). En los seis restantes indicadores físicos no se ha podido constatar que el tipo de programa tenga un efecto diferencial.

Tabla 6. Resultados del análisis de la varianza de los indicadores físicos

Pruebas físicas		F	gl	Sig
IMC (kg/m ²)	Momento	0,395	1/54	0,532
	Momento x Programa	0,184	1/54	0,669
Fuerza máxima	Momento	29,594	1/54	0,001*
	Momento x Programa	25,019	1/54	0,001*
prensión mano derecha (kg)	Momento	10,919	1/54	0,002*
	Momento x Programa	19,555	1/54	0,002*
prensión mano izquierda (kg)	Momento	25,102	1/53	0,001*
	Momento x Programa	11,70	1/53	0,001*
extensión de piernas	Momento	8,35	1/54	0,006*
	Momento x Programa	8,53	1/54	0,005*
Fuerza resistencia abdominal (nº repeticiones)	Momento	107,98	1/40	0,001*
	Momento x Programa	64,00	1/40	0,066
Equilibrio (nº intentos)	Momento	10,641	1/54	0,008*
	Momento x Programa	1,252	1/54	0,268
Flexibilidad tronco (cm)	Momento	0,119	1/53	0,731
	Momento x Programa	2,444	1/53	0,124
Coordinación oculo-manual (seg)	Momento	0,645	1/54	0,425
	Momento x Programa	0,422	1/54	0,519
Tiempo 2.000 m (min)	Momento	10,347	1/54	0,002*
	Momento x Programa	5,820	1/54	0,019*
Frecuencia cardíaca (lat/min)	Momento	0,298	1/54	0,587
	Momento x Programa	0,128	1/54	0,722
$Vo_2máx$ (ml kg ⁻¹ min ⁻¹)	Momento			
	Momento x Programa			

*Diferencia estadísticamente significativa.



88 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En nuestro estudio, los dos programas diseñados provocaron una disminución del índice de masa corporal, pero dicha disminución no fue significativa. Resultados semejantes fueron encontrados por Sipila, *et al.* (25), concluyendo que aunque hay variación a lo largo del estudio no se observan variaciones en función de la práctica deportiva y por lo tanto en función de la intensidad del trabajo desarrollado.

Los resultados obtenidos en la fuerza máxima de prensión manual muestran como los dos programas diseñados provocaron un efecto diferente y significativo en dicha variable, tanto en la mano derecha ($F= 25,019$; $Sig= 0,001$) como en la mano izquierda ($F= 19,555$; $Sig= 0,002$). Rikli y Edwards (24) muestran el efecto de un programa aeróbico sobre un colectivo de mujeres de edades comprendidas entre los 59 y 85 años. Observaron en sus resultados que los sujetos han obtenido una mejoría que se estanca después del primer año de intervención, quizás -exponen los autores- la causa esté en el síndrome de adaptación.

Los valores obtenidos en la fuerza resistencia abdominal muestran como aquellas personas que han participado en el programa de fortalecimiento han obtenido una mejora significativa, la cual ha sido del 12,13%, mientras que la muestra que participó en el programa control obtuvo una ligera mejoría que fue del 0,06%. Muy pocos estudios se han centrado en la evaluación de la fuerza abdominal y los que se han publicado se han centrado en la evaluación de la fuerza máxima de flexo-extensión del tronco en máquinas específicas (25), por lo que los datos no son comparables con los obtenidos en nuestro estudio, puesto que las manifestaciones de la fuerza (Fuerza máxima-Fuerza resistencia) y el instrumento utilizado difieren.

En cuanto al equilibrio, se han obtenido unos valores que reflejan como la participación en los programas de actividad física va a provocar en las personas mayores de 65 años una mejora significativa ($Sig= 0,001$). Aunque el porcentaje de mejora varía de un programa otro ($Equilibrio_{Fortalecimiento}= 24,22$; $Equilibrio_{Control}= 19,15$), no podemos concluir que se deba al ejercicio físico debido a que no se ha obtenido la significatividad esperada ($F= 0,066$).

Ringsberg *et al.* (28) realizó un estudio para determinar como podía influir la pérdida de masa muscular, en el aumento de caídas, y los resultados nos muestran como se ha producido una correlación significativa entre ambas variables ($Sig= 0,004$). Como conclusión podemos decir que niveles bajos de fuerza muscular en el miembro inferior (cuadríceps) traen asociada una reducción en la capacidad de mantener el equilibrio estático.

Los datos obtenidos en la flexibilidad anterior del tronco muestran como existe una diferencia significativa ($Sig= 0,008$) entre los dos momentos, por lo que podemos afirmar que la participación en los programas de actividad física provoca una mejoría en la flexibilidad anterior del tronco en las personas mayores de 65 años. Sin embargo, esta mejoría no está condicionada por el tipo de programa desarrollado, ya que el análisis estadístico no nos muestra una diferencia significativa entre ambos programas ($Sig= 0,268$). Rikli y Edwards (24) realizaron un estudio para evaluar el efecto de tres años de actividad física en un colectivo de mujeres de entre 57 y 85 años. Entre los resultados alcanzados destaca la evolución de la flexibilidad que pasó de ser $-1,69$ cm a $0,69$ cm en el primer año y a $-0,02$ cm en el último año, diferencias estadísticamente significativas ($Sig= 0,0004$).

La coordinación oculo-manual, en nuestro caso, fue evaluada como el conjunto de acciones motoras que estaba encaminado a golpear una placa con la mano dominante 25 veces lo más rápido posible. Los datos obtenidos en nuestro estudio muestran una mejora de la velocidad al realizar la prueba, pero dicho aumento en la velocidad, no podemos decir que sea causado por la práctica regular de la actividad física, pues no se han encontrado diferencias significativas al analizar ambos grupos de forma conjunta ($Sig= 0,731$) ni a analizarlos de forma aislada ($Sig= 0,124$). En diversos estudios (30, 31, 32) se han obtenido mejoras significativas al analizar variables relacionadas con la coordinación oculo-manual y su velocidad, pero en dichos estudios la duración del programa era mayor.

Los resultados del consumo máximo de oxígeno ($VO_2máx$) obtenidos en nuestro estudio presentan una mejora en el consumo máximo de oxígeno, sin embar-

40 go, este cambio no ha sido significativo ni en el grupo control ni en el grupo de fortalecimiento (Sig= 0,587). A resultados similares llegó Hurley (33), el cual diseñó y aplicó un programa de entrenamiento de fuerza con 14 ejercicios en máquinas de resistencia variable.

Por todo ello podemos concluir que utilizando una adecuada metodología de trabajo muscular, los ancianos

89 pueden mejorar sus niveles de fuerza y por lo tanto pueden desarrollar mayor número de actividades cotidianas de forma independiente. Sin embargo, el desarrollo muscular no es la panacea y debe ser combinado con otro programa de intervención. Nuestro objetivo es mejorar indicadores físicos como el índice de masa corporal, consumo máximo de oxígeno, etc.

BIBLIOGRAFÍA

1. Perkins L, Kaiser H. Results of short term isotonic and isometric exercise programs in persons over sixty. *Phys Ther Rev* 1961; 41: 633-5.
2. Liehmon W. Strength and aging: an exploratory study. *Int J Aging Hum Dev* 1975; 6: 347-57.
3. Frontera W, Meredith C, O'Reilly K, Knuttgen H, Evans W. Strength Conditioning in older men; skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988; 71: 644-50.
4. Fiatarone M, Marks E, Ryan N, Meredith C, Lipitz L, Ewans W. High-intensity strength training in nonagenarians. *JAMA* 1990; 263: 3029-34.
5. Klitgaard H, Mantoni M, Schiaffino S. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. *Acta Physiol Scand* 1990; 140: 41-54.
6. Sinaki M, Khosla S, Limburg P, Rogers J, Murtaugh P. Muscle strength in osteoporotic versus normal women. *Osteoporos Int* 1993 Jan; 3(1): 8-12.
7. Hunter G, Treuth M, Kekes-Szabo T, Weinsier R, Goran M, Berland L. Reduction in intra-abdominal adipose tissue after strength training in older women. *J Appl Physiol Apr.* 1995; 78(4): 1425-31.
8. Porter M, Vandervoort A. High-intensity strength training for the older adult. *Top Geriatric Rehabilitation* 1995; 10(3): 61-74.
9. Harris R. Diagnostic and therapeutic aspects of physical exercise and sport in clinical health care of the aging. En Barry D. McPherson. *Sport and Aging*. Champaign Illinois: Human Kinetics Publishers; 1986: 153-63.
10. Louvard A. *Fichas de ejercicios para tercera edad*. Barcelona: Hispano Europea S.A. 1997.
11. Pont P. *Tercera edad, actividad física y salud*. Barcelona: Paidotribo; 1994.
12. Scharll M. *La actividad física en la tercera edad*. Barcelona: Paidotribo; 1994.
13. Platonov V, Fessenko S. *Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo (Vol. 1 y 2)*. Barcelona: Paidotribo; 1992.
14. Hyatt G. Strength training for the aging adult. *Activities, Adaptation and Aging*, 1996; 20(3): 27-36.
15. Verkloushanky Y, Siff M. *Superentrenamiento*. Barcelona: Ed Paidotribo; 2000.
16. Fiatarone M, O'Neill E, Ryan N, Clements K, Solares G. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *Journal of Medicine* 1994; 330: 1769-75.
17. 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 Apr; 156(4): 457-64.
18. Taaffe D, Pruitt L, Pyka G, Guido D, Marcus R. Comparative effects of high and low-intensity resistance training on thigh muscle strength, fiber area, and tissue composition in elderly women. *Clin Physiol* 1996 Jul; 16(4): 381-92.
19. Izquierdo M. Efectos del envejecimiento y el entrenamiento de fuerza sobre el sistema neuromuscular y hormonal. *Curso actividad física y envejecimiento*. Ribeira: Inédito; 2000.
20. González J, Gorostiaga E. *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: INDE; 1995.
21. Watham D. *En esencial of strength training and conditioning*. Baechtle. Champaign (Illinois): Human Kinetics 1994: 435-9.
22. Camiña F, Cancela J, Romo V. Pruebas para evaluar la condición física en ancianos (batería ECFA): su fiabilidad. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2000; 31(1): 17-23.
23. 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.
24. Rikli RE, Edwards DJ. Effects of a three-year exercise program on motor function and cognitive processing speed in older women. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1991; 62(1): 61-7.
25. Rantanen T, Heikkinen E. The role of habitual physical activity in preserving muscle strength from age 80 to 85 years. *Journal of Aging and Physical Activity* 1998; 6: 121-32.
26. Grimby G, Saltin B. The ageing muscle. *Clinical Physiology* 1983; 3: 209-18.
27. Ehrsam R, Aeschliman A. Training der Muskelkraft im alter. *Orthopäde* 1994; 23: 65-75.
28. Ringsberg K, Gerdhem P, Johansson J, Obrant K. Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75 year-old women? *Age and Ageing* 1999; 28: 289-93.
29. Taunton J, Rodee E, Wolski L, Donnelly M, Warren J, Elliot J, McFarlane L, Leslie J, Mitchell J, Lauridsen B. Effect of land-based and water-based fitness programs on the cardiovascular fitness, strength and flexibility of women aged 65-75 years. *The Gerontology* 1996; 42(4): 204-10.
30. Vuori I. Exercise and physical health: musculoskeletal health and functional capabilities. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1995; 66(4): 276-85.
31. Suutama T, Ruoppila I. Associations between cognitive functioning and physical activity in Two 5-year follow-up studies of older finnish persons. *Journal of aging and Physical Activity* 1998; 6: 169-83.
32. Rikli RE, Jones C. *Functional Fitness Normative Scores for Community-Residing Older Adults, Ages 60-94*. *Journal of aging and Physical Activity* 1999; 7: 162-81.
33. Hurley B, Redmond R, Pratley R, Treuth M, Rogers M, Goldberg A. Effects of strength training on muscle hypertrophy and muscle cell disruption in older men. *Int J Sports Med* 1995; 16: 378-84.