

Investigación Experimental

PENSAR EN MOVIMIENTO:

Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud

ISSN 1659-4436

Vol. 9, No.1, pp. 1-11

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA CONTRA RESISTENCIA SOBRE COMPONENTES DE LA APTITUD FÍSICA EN MUJERES MAYORES

*José Antonio Gonzalezjurado, Ph.D.^{1(A,B,C,D,E)}, Juan Antonio León-Prados, Ph.D.^{1(A,B,C,D,E)},
Alberto Nuviala Nuviala, Ph.D.^{1(A,B,D,E)} y Edgardo Molina Sotomayor, Ph.D.^{2(A,B,C,E)}*
e-mail: jagonjur@upo.es

¹*Universidad Pablo de Olavide de Sevilla, Sevilla, España*

²*Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Santiago, Chile*

Manuscrito recibido: 09/09/2010; aceptado: 26/01/2011

RESUMEN

Gonzalezjurado, J.A., León-Prados, J.A., Nuviala Nuviala, A. y Molina Sotomayor, E.M. (2011). Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza contra resistencia sobre componentes de la aptitud física en mujeres mayores. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 9(1), 1-11. El objetivo de este estudio fue valorar el efecto que sobre cualidades condicionales indicadoras de aptitud física, tiene un entrenamiento de acondicionamiento muscular, basado en el trabajo de fuerza contra resistencia. Catorce mujeres chilenas ($65,86 \pm 6,55$ kg, $1,55 \pm 0,06$ m, $67,71 \pm 5,31$ años) se sometieron a un programa de entrenamiento de fuerza durante 6 semanas. Realizaron un entrenamiento de fuerza y resistencia muscular: Back Test (BT), Prensa Sentado (PS), Press de Banca (PB) y Extensiones de Rodilla (ER) a razón de 3 sesiones por semana. Se registraron medidas antes y después del periodo de entrenamiento de la Fuerza Dinámica Máxima (FDM) en un test de máximas repeticiones en los ejercicios de entrenamiento y se valoró el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) estimado mediante el test UKK. Los resultados muestran diferencias significativas entre los valores pre y postest (media \pm DE) del VO_2 máx estimado ($11,02 \pm 7,26$ y $15,57 \pm 5,17$ ml \cdot kg⁻¹ \cdot min⁻¹; $p < 0,05$) y la FDM estimada pre y postests (media \pm DE) en BT: $43,09 \pm 6,19$ y $51,27 \pm 9,07$ N ($p < 0,01$), PB: $21,12 \pm 5,77$ y $29,08 \pm 7,47$ kg ($p < 0,001$), ER: $18,60 \pm 5,07$ y $21,99 \pm 5,21$ kg ($p < 0,05$) y en PS: $18,60 \pm 5,07$ y $21,99 \pm 5,21$ kg ($p < 0,05$). Se concluye que el programa de entrenamiento propuesto mejora la FDM en esta muestra de adultos mayores.

PALABRAS CLAVE: entrenamiento, fuerza, aptitud física, adultos mayores.

ABSTRACT

Gonzalezjurado, J.A. León-Prados, J.A., Nuviala Nuviala, A. & Molina Sotomayor, E.M. (2011). Effect of a muscular resistance training program to improve physical fitness components in older females. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 9(1), 1-11. The aim of this study was to estimate the effect of resistance training program in the fitness of untrained older women. Fourteen women in Chile ($65,86 \pm 6.55$ kg, 1.55 ± 0.06 m, 67.71 ± 5.31 years old) underwent a program of strength training for 6 weeks, performing Back Test (BT), Leg Press (PS), Bench Press (BP) and Knee Extension (ER) at 3 sessions per week, recording measurements before and after the period of training on maximal dynamic strength (FDM) estimated indirectly by the mass displaced in a maximal repetitions test on those exercises and maximal oxygen consumption ($VO_{2\text{máx}}$) estimated by the UKK test. The results show significant differences between the pre-and post-test values (mean \pm SD) of estimated $VO_{2\text{max}}$ (11.02 ± 7.26 and 15.57 ± 5.17 ml \cdot kg⁻¹ \cdot min⁻¹, $P < 0.05$) and FDM estimated the pre-and post-tests (mean \pm SD) in LS: 43.09 ± 6.19 and 51.27 ± 9.07 N ($p < 0.01$), PB: $21,12 \pm 5.77$ and 29.08 ± 7.47 kg ($p < 0.001$), ER: 18.60 ± 5.07 and 21.99 ± 5.21 kg ($p < 0.05$) and PS: $18,60 \pm 5.07$ and 21.99 ± 5.21 kg ($p < 0.05$). We conclude that the proposed training program improves the FDM in this sample of older adults.

Key Words: training, elderly, strength, physical fitness.

La extensión y la consistencia de las evidencias científicas relacionan la actividad física con mejoras en la salud individual. Esta afirmación es inequívoca y está bien documentada, manifestando por ejemplo, que quienes se ejercitan de forma regular disfrutan de una mejor salud y tienen un mayor grado de autonomía que las personas sedentarias (Ali & Twibell, 1995; Bergstrom, Pisani, Tenet, Wolk, & Adami, 2001; Berlin & Colditz, 1990; Blair et al., 1996; Colditz, 1999; Eckel & Krauss, 1998; Fletcher et al., 1996; King, Haskell, Young, Oka, & Stefanick, 1995; Paffenbarger et al., 1993; Paluska & Schwenk, 2000; Pate et al., 1995; Pratt, Macera, & Wang, 2000; Stefanick et al., 1998; Wagner, LaCroix, Buchner, & Larson, 1992).

Los beneficios de la actividad física regular para la población adulta son muy amplios y en el caso de las personas adultas mayores es especialmente importante; pues se ha informado que reduce el riesgo de caídas y de lesiones por caídas (AGS & BGS, 2001), previene o mitiga las limitaciones funcionales (Kesaniemi et al., 2001; Keysor, 2003; Nelson et al., 2004; Pahor et al., 2006), y es una terapia muy efectiva para muchas enfermedades crónicas.

Aunque alcanzar los beneficios saludables que proporciona la práctica de ejercicio moderado es factible para la mayoría de individuos adultos, la población occidental no hace actividad física de forma regular. Así, más del 70% de los adultos no realizan lo suficiente para mantener un nivel aceptable de salud (Abu-Omar, Rütten, & Robine, 2004) y el 25 % son sedentarios (Seefeldt, Malina, & Clark, 2002).

Sin embargo, hay todavía escepticismo entre algunos investigadores en lo que se refiere a la eficacia real del ejercicio en relación con el tratamiento de enfermedades o con la prevención de incapacidad, particularmente en adultos mayores o de salud delicada (Keysor & Jette, 2001).

Por consiguiente, para entender el papel potencial del ejercicio en el proceso de envejecimiento e incorporarlo en la práctica clínica, los expertos en salud deberían entender los riesgos y los beneficios de las dosis y las modalidades diversas de ejercicio y categorías de actividad física en relación con las metas específicas vinculadas con la salud. Los intentos recientes se han hecho para sintetizar esta amplia y variada literatura (Bouchard, 2001; Nelson et al., 2007) en recomendaciones discretas. En la mayoría de áreas el consenso fue que es

necesaria más investigación para definir umbrales mínimos de eficacia así como también los modos y las dosis óptimas de participación de actividad para los resultados de salud.

Es probable que algunas de las discrepancias entre los resultados de la investigación y las recomendaciones políticas resultan de una falta de reconocimiento de la heterogeneidad de las condiciones de "ejercicio" y de "actividad física", tal y como han sido usadas y aplicadas en los artículos científicos reportados. Sin embargo, la respuesta sólo tiene sentido cuando el ejercicio está descrito y explicitado en términos de: modalidad, dosis (frecuencia e intensidad) y duración de exposición; además, la prescripción debe ser adecuada a las necesidades individuales de cada sujeto y por tanto a una enfermedad específica, síndrome o cambio biológico propio del envejecimiento (Singh, 2002).

Hay marcadas diferencias individuales en la sensibilidad para una cierta dosis de actividad física. Aunque los resultados de algunos estudios de intervención se presentan usualmente como los efectos comunes de los observados en grupos ya estudiados, las respuestas individuales para un determinado programa de entrenamiento aplicado a personas sedentarias pueden variar desde ningún cambio hasta un incremento de un 100 % en VO₂max (Bouchard & Rankinen, 2001).

La interacción entre actividad física, ejercicio y condición física con la salud y el envejecimiento es compleja y multifacética. En este sentido, muchos puntos sobre los mecanismos de actuación del ejercicio sobre la salud y las curvas de dosis-respuesta continúan tratándose en las investigaciones (Bouchard, 2001). Por lo tanto, este proyecto pretende aportar algún elemento más a esta compleja situación.

La relación dosis-respuesta entre la actividad física y la salud se aplica a todas las personas adultas, aunque el efecto de esta, en función de la edad, no ha sido estudiado con la profundidad que sería necesario. La recomendación del panel de expertos del ACSM (Chodzko-Zajko et al., 2009) para adultos mayores manifiesta que los mayores volúmenes de actividad aeróbica ayudan a prevenir ganancias nocivas de peso, pero la naturaleza de la relación, la dosis aplicada y la respuesta obtenida son poco claras

y, en general, se aporta información insuficiente sobre si la edad modifica las relaciones dosis-respuesta (Kesaniemi et al., 2001).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue valorar el efecto que sobre cualidades condicionales indicadoras de aptitud física, tiene un entrenamiento de acondicionamiento muscular, basado en el trabajo de fuerza contra resistencia.

METODOLOGÍA

Diseño y muestra. En el estudio participaron 14 mujeres de Santiago de Chile, de entre 60 y 75 años, sin experiencia en el entrenamiento de fuerza y resistencia muscular, cuyas características se muestran en la Tabla 1.

Se trata de un estudio cuasiexperimental intragrupo. Los criterios de inclusión seguidos fueron: a) mujer entre 60 y 80 años y b) no contestar positivamente ninguna de las preguntas del PAR-Q (*Physical Activity Readiness Questionnaire*). Todas las participantes en el estudio firmaron un consentimiento informado.

Tabla 1. Estadísticos más representativos de la muestra: Media, Desviación Estándar (DE) y Coeficiente de Variación (CV).

	Peso (kg)	Talla (m)	Edad (años)	IMC (kg/m ²)
Media	65,86	1,55	67,71	27,64
DE	6,55	0,06	5,31	3,45
CV	9,9%	3,7%	7,8%	12,5%

Instrumentos de medición. Se utilizaron los siguientes instrumentos para la valoración de las variables:

- Dinamómetro Presión Manual. *Takei® Hand Grip Dynamometer Digital*.
- Dinamómetro para Extensión Tronco. *TKK®-back-dynamometer analog*.
- Máquinas para Prensa Horizontal *Technogym®*.
- Máquina Extensiones de Rodilla *Technogym®*.
- Barra de 10kg y discos Eleiko®, soporte y respaldo.
- Pulsímetros GPS POLAR®.
- Pista de Atletismo de 400 metros.

Variables Independientes. Programa de entrenamiento para la mejora de la fuerza y la resistencia muscular. Durante 6 semanas, las participantes realizaron 4 series de 10 repeticiones con una carga entre un 60% y un 70% del 1RM, con una pausa de 3 minutos entre series y 5 minutos entre ejercicios, con una frecuencia semanal de 3 sesiones en días alternos (lunes, miércoles y viernes). Los ejercicios programados fueron los siguientes:

- Prensa Sentado (PS), Figura 1.
- Press de Banca (PB), Figura 2.
- Extensiones de Rodilla Sentado (ER).

La sesión de entrenamiento comenzaba con un calentamiento general que consistía de 10-15 minutos sobre una bicicleta estática o elíptica y ejercicios de movilidad articular general.

La sesión finalizaba cada día con cinco series de 20 contracciones abdominales de cinco ejercicios diferentes, manteniendo las caderas flexionadas y 2 series de 25 repeticiones de ejercicios lumbares que no implicaban hiperextensión de columna lumbar. Finalmente, se realizaban ejercicios de estiramiento durante 10 minutos.

Prensa sentado (PS):



Figura 1. Prensa Sentado. Posición inicial y final

Press de Banca (PB):



Figura 2. Press de Banca Sentado. Posición inicial y final

Variables Dependientes. Fuerza y Resistencia Muscular. El valor de la fuerza dinámica máxima se estimó indirectamente por la masa desplazada al realizar un test de máximas repeticiones (entre 8 y 12 RM), usando posteriormente la ecuación propuesta por Brzycki (1993) para repeticiones inferiores a 10RM y la reportada por Wlady (1988) para repeticiones iguales o mayores a 10RM. Los test realizados fueron los siguientes:

Extensiones de Rodilla (ER):

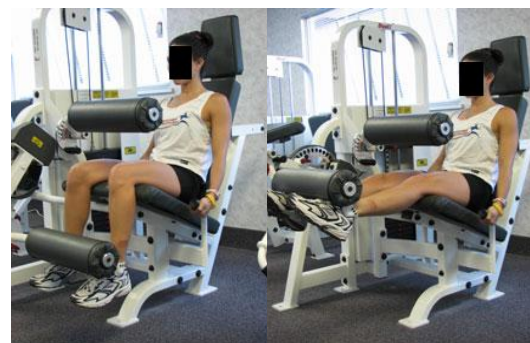


Figura 3. Extensiones de Rodilla. Posición inicial y final

Dinamometría manual derecha e izquierda:



Figura 4. Test isométrico de Dinamometría manual

Dinamometría de Espalda:



Figura 5. Test isométrico Dinamometría de Espalda

Potencia aeróbica máxima, mediante la estimación indirecta del $VO_2\text{max}$. a través del test UKK (Laukkanen, Oja, Parkkari, & Manttari, 2002; Ranee et al., 2005).

Procedimiento. A cada participante se le explicó y se le enseñó previamente la realización correcta de los diferentes ejercicios, haciendo hincapié especialmente en la posición corporal y en el modo de ejecución, de manera que en los test PS, PB y ER debían controlar la fase excéntrica del movimiento, además se enfatizó en aspectos relacionados con la mecánica ventilatoria, evitando así realizar la fase concéntrica de los mismos en apnea inspiratoria, con el fin de ayudar a disminuir la presión intratorácica.

Con una semana de antelación a la realización del pretest se les informó la necesidad de no realizar actividad física extenuante uno o dos días antes de la valoración del mismo, no tomar bebidas alcohólicas 24 horas antes de los test, comer algo ligero 1 hora antes de las pruebas, llevar ropa y calzado cómodo y seguro.

La temporalización y el protocolo de los diferentes test fue el siguiente:

El calentamiento específico consistió en tres series, en las cuales se incrementó progresivamente el peso con recuperación completa entre series (3 minutos). Tras el calentamiento específico se realizó una única serie de entre 8 y 12 RM de cada ejercicio, tal como se explica a continuación:

Día 1.

-Valoración de la fuerza dinámica de la musculatura de la parte anterior del tronco y extremidades superiores, mediante un test de entre 8-12 repeticiones máximas en PB.

-Valoración de la fuerza muscular de tren inferior mediante un test de entre 8-12 repeticiones máximas realizando ER.

Día 2:

-Valoración de la fuerza isométrica de la musculatura dorsal mediante el Back Test de extensión de tronco con dinamometría. Sin deslortotizar la curvatura lumbar y con las manos situadas a la altura de las rodillas, se procedió a tratar de extender totalmente tronco y cadera.

-Valoración de la fuerza muscular en las extremidades inferiores mediante un test de entre 8-12 repeticiones máximas realizando una PS.

Día 3

-Valoración de la fuerza de presión manual, mediante dinamometría (DIN) realizada con una flexión de hombro de 90°.

-Valoración de la capacidad cardiorrespiratoria, mediante el test de 2 km andando a la mayor velocidad posible (UKK). Se realizó en una pista de atletismo, el tiempo se midió con un cronómetro y se registró la FC monitorizada al llegar. Se estimó el VO₂max indirectamente en mujeres a través de la ecuación VO₂máx (estimado) = 116.2 – 2.98 (Tiempo) – 0.11 (FC; lat/min) – 0.14 (Edad; años) – 0.39 (IMC).

En cada test de fuerza y en cada entrenamiento la ejecución de cada repetición fue supervisada por los investigadores, con el fin de corregir la técnica de ejecución, si fuese necesario y garantizar la seguridad.

El tratamiento de los datos se ha realizado con el paquete estadístico SPSS 15.0.

Para determinar si la muestra sigue una distribución normal se ha ejecutado la prueba de Shapiro–Wilk, realizando la *t de Student* o test de Wilcoxon para datos apareados en el caso que las medidas posean o no la condición de normalidad, respectivamente.

RESULTADOS.

En la Tabla 2 y en la Figura 6 se muestran los resultados obtenidos en la estimación indirecta del Consumo Máximo de Oxígeno a través del test de campo UKK.

Tabla 2. Medias (en ml • kg⁻¹ • min⁻¹), Desviaciones Estándar (DE) y Coeficientes de Variación (CV) de los valores de VO₂max estimado a través del test UKK.

	TEST INICIAL	TEST FINAL
Media	11.02	15.57*
DE	7.26	5.17
CV	65.8%	33.2%

Test de Wilcoxon para diferencias de medias. *p<0.05.

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en los test de fuerza máxima realizados en los diferentes grupos musculares antes y después del programa de entrenamiento,

encontrando aumentos significativos en todos los grupos musculares.

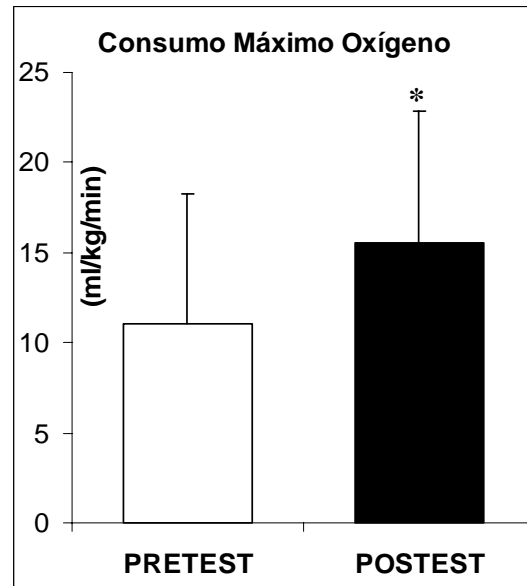


Figura 6. Promedio VO₂max, (UKK test) antes y después del entrenamiento. * p<0.05 (Wilcoxon)

En la Figura 7 se presenta el porcentaje de mejora, apreciándose un aumento considerable en todos los grupos musculares tras el periodo de entrenamiento.

Tabla 3. Medias ± Desviaciones Estándar de los test iniciales y finales de los diferentes grupos musculares entrenados.

	TEST INICIAL kg	TEST FINAL kg	CAMBIO %
PRESS DE BANCA	21.1 ± 5.7	29 ± 7.4**	39.7 ± 20
EXTENSIÓN RODILLAS	18.6 ± 5	21.9 ± 5.2*	19.8 ± 16.5
PRENSA	163.8 ± 33	193.7 ± 43*	20.4 ± 24.3

Prueba t de Student para diferencias de medias. Datos apareados.**p<0.001; *p<0.05.

En la Tabla 4 y en la Figura 8 se presentan los resultados de los test de dinamometría manual y de extensión de tronco. Si bien los

Tabla 4. Medias, Desviaciones Estándar de los test iniciales y finales de dinamometría en manos derecha, izquierda y extensión de tronco.

	TEST INICIAL N	TEST FINAL N	CAMBIO %
MANO DERECHA	22.2 ± 4	23.2 ± 3.4	4.3 ± 10
MANO IZQUIERDA	19.5 ± 4	20.6 ± 4.6	3.5 ± 16
ESPALDA	43.1 ± 6	51.3 ± 9*	19.2 ± 15

Prueba t de Student para diferencias de medias. Datos apareados.*p<0.01.

resultados no arrojaron cambios en los valores de fuerza de prensión manual, sí se registraron aumentos estadísticamente significativos en los valores de fuerza isométrica en la musculatura extensora del tronco.

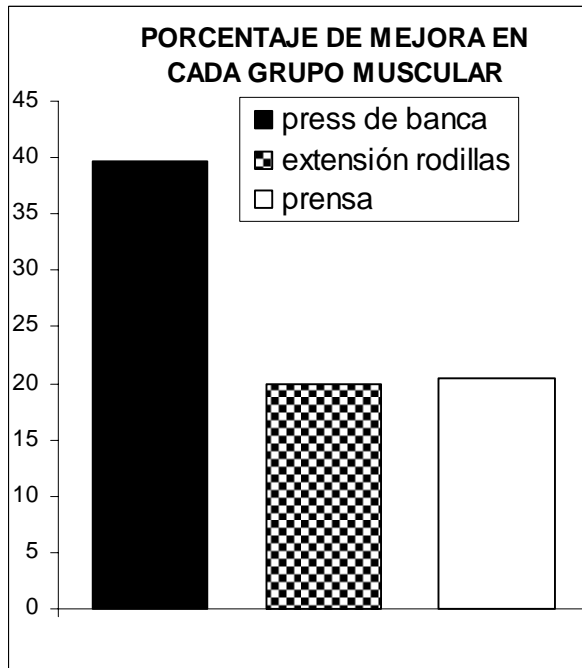


Figura 7. Promedios de % de cambios entre el pretest y posttest en los grupos musculares entrenados.

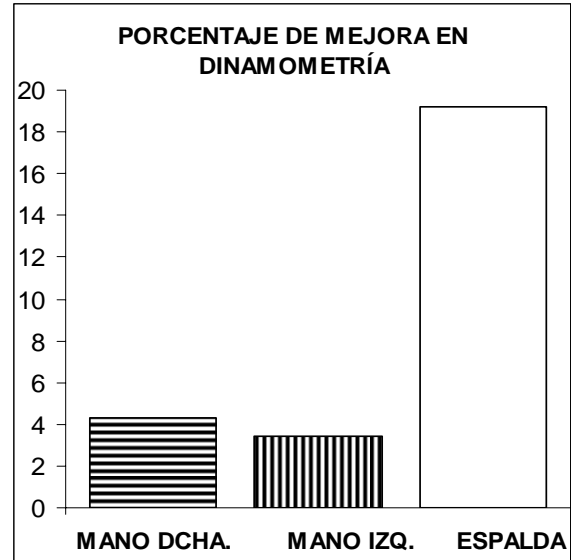


Figura 8. Promedios de % de cambio entre pre y postest en dinamometría manual y de espalda.

DISCUSIÓN

Tanto el entrenamiento de la fuerza como el de resistencia aeróbica son sugeridos y reconocidos como una estrategia efectiva a la hora de mejorar el nivel de independencia funcional y el estado de salud en personas adultas mayores (Chodzko-Zajko et al., 2009).

Pickering et al. (1997) estudiaron los efectos del entrenamiento de resistencia en el sistema cardiovascular en personas adultas mayores (edad 62±2 años) con un VO₂ max, antes del entrenamiento de 25±2 ml • kg⁻¹ • min⁻¹. Ellos(as) entrenaron en un cicloergómetro 3 veces cada semana durante 16 semanas (a una intensidad entre el 50-80% VO₂máx). Se les chequeó a las 8 y a las 12 semanas, y luego a los 4 meses después de finalizar el periodo de entrenamiento. El entrenamiento mejoró el VO₂máx. (+16%) e indujo a la expansión del volumen plasmático (+11%).

Green & Crouse (1995) afirmaron que el entrenamiento de resistencia incrementa de forma muy significativa la capacidad funcional de las personas adultas mayores y que este efecto se relaciona con la edad, la duración de la serie y el VO₂máx. antes del entrenamiento, aunque

otros autores como Carroll (1995) opinan que este trabajo de resistencia solo puede y debe hacerse por debajo del umbral anaeróbico, ya que si existe aumento en la concentración de lactato no se mejora el VO_2 máx.

En el presente estudio las participantes no se sometieron a un entrenamiento específico de resistencia cardiovascular, salvo los ejercicios de calentamiento. Sin embargo, como se aprecia en la Tabla 2 y en la Figura 6, se produjo un aumento significativo en el VO_2 max estimado.

Algunos estudios recomiendan programas mixtos de entrenamiento, que atiendan tanto al sistema cardiorrespiratorio como al neuromuscular para favorecer las capacidades de resistencia aeróbica y fuerza. Estos programas mixtos han demostrado su efectividad cuando se aplican a personas de edad avanzada, ya que con una adecuada estructura y control del entrenamiento, se propician cambios significativos en fuerza y resistencia sin necesidad de una frecuencia de participación muy alta (Izquierdo et al., 2004).

Con el paso de los años hay una merma importante en la capacidad de resistencia aeróbica que condiciona la funcionalidad de las mujeres mayores (Snow, Shaw, Winters, & Witzke, 2000). Esta cualidad física puede ser mejorada; de hecho, algunos ensayos donde se aplican actividades aeróbicas han comprobado cambios similares entre participantes mayores y de edad media, con incrementos que van del 10% al 30% para el consumo máximo de oxígeno (VO_2 max) (Rogers, Hagberg, Martin, Ehsani, & Holloszy, 1990).

En cuanto a los resultados obtenidos en los test de fuerza, se debe decir que uno de los elementos que contribuye al cómputo de expectativa de vida activa es el grado de Autonomía Funcional (en adelante AF), con que el individuo desempeña las funciones diarias. Por lo tanto, tener autonomía es ser independiente dentro de su contexto socioeconómico y cultural. Sin embargo, durante el proceso de envejecimiento, se produce una disminución gradual de las funciones musculares (Hakkinen et al., 2001), entre ellas la cualidad física de la fuerza.

De esta forma, algunos estudios promueven el entrenamiento de fuerza como forma de ejercicio, con el fin de mejorar y mantener la

salud, además de preservar la fuerza y la masa muscular (Ferri et al., 2003; Manini, Druger, & Ploutz-Snyder, 2005; Reeves, Narici, & Maganaris, 2004).

Los hallazgos de esta investigación confirman la hipótesis. Así como se puede observar en la Tabla 3, se producen aumentos en los test máximos de fuerza en todos los grupos musculares. Estos resultados son similares a los obtenidos en otros estudios que también observaron mejora de la AF de personas adultas mayores tras un programa de entrenamiento de fuerza (Kalapotharakos, Michalopoulos, Tokmakidis, Godolias, & Gourgoulis, 2005; King et al., 2000; Molina Sotomayor, Gonzalezjurado, & León-Prados, 2010).

Esto permite concluir que los programas de entrenamiento de fuerza para la población mayor son determinantes para disminuir el impacto negativo del envejecimiento fisiológico, pues las pérdidas en la fuerza muscular y en el desarrollo motor son factores relacionados con incapacidad y dependencia (Manini et al., 2005).

En concordancia con la mayoría de los estudios consultados, las variables analizadas en esta investigación presentaron mejoras significativas en todos los grupos musculares entrenados. En la Figura 7, se pueden encontrar diferencias significativas en el porcentaje de mejora en los tres grupos musculares entrenados.

En este sentido, este estudio es relevante en la medida en que el entrenamiento contribuyó al aumento de fuerza, cualidad necesaria para optimizar el desempeño de las actividades de la vida diaria de las mujeres de edad avanzada, como informa el estudio llevado a cabo por Whitehurst et al. (Whitehurst, Johnson, Parker, Brown, & Ford, 2005). Así en la Tabla 4, se aprecia como los grupos musculares para los que no se programaron ejercicios específicos, como los que intervienen en la acción de cerrar la mano, no presentan mejoras tras el periodo de estudio. En cambio los músculos extensores del tronco, como se presenta en la Figura 8, muestran un mayor aumento al terminar el programa de entrenamiento. Estos resultados concuerdan con los presentados por otros autores, quienes han informado como en personas mayores, que normalmente son poblaciones con un nivel bajo de condición física, un programa de entrenamiento mixto

permite mejorar sin necesidad de una gran implicación e intensidad en el trabajo (Izquierdo et al., 2004). Cabe destacar que la musculatura extensora del tronco participa por medio de activación isométrica como musculatura sinergista y estabilizadora en los tres ejercicios de fuerza realizados durante el entrenamiento.

CONCLUSIONES.

A raíz de los resultados se puede concluir que un programa de entrenamiento de fuerza contra resistencia individualizado y adaptado a los niveles de condición física de mujeres mayores de 60 años de edad, produce mejoras significativas de fuerza en todos los grupos musculares entrenados. Asimismo, se podría afirmar que este programa de entrenamiento no afecta negativamente la potencia aeróbica estimada.

En futuras investigaciones, con muestras más amplias, sería recomendable la observación de otros factores de confusión que permitan obtener resultados válidos que verifiquen el nivel de asociación entre la variable AF y la fuerza muscular. Con ello se pretendería la construcción de un modelo de referencia para índices de fuerza para individuos adultos mayores en relación con los riesgos de pérdida de AF.

REFERENCIAS

Abu-Omar, K., Rütten, A., & Robine, J. (2004). Self-rated health and physical activity in the European Union. *Soz Präventivmed*, 49(4), 235-242.

AGS, & BGS. (2001). Guideline for the prevention of falls in older persons. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(5), 664-672.

Ali, N. S., & Twibell, R. K. (1995). Health promotion and osteoporosis prevention among postmenopausal women. *Preventive Medicine*, 24(5), 528-534.

Bergstrom, A., Pisani, P., Tenet, V., Wolk, A., & Adami, H. O. (2001). Overweight as an avoidable cause of cancer in Europe.[erratum appears in Int J Cancer 2001 Jun 15;92(6):927]. *International Journal of Cancer*, 91(3), 421-430.

Berlin, J. A., & Colditz, G. A. (1990). A meta-analysis of physical activity in the prevention of coronary heart disease.[see comment]. *American Journal of Epidemiology*, 132(4), 612-628.

Blair, S. N., Kampert, J. B., Kohl, H. W., 3rd, Barlow, C. E., Macera, C. A., Paffenbarger, R. S., Jr., et al. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 276(3), 205-210.

Bouchard, C. (2001). Physical activity and health: introduction to the dose-response symposium. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6 Suppl), S347-350.

Bouchard, C., & Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. / Difference d ' effets d ' une activite physique reguliere selon les pratiquants. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6 Suppl), S446-s451.

Brzycki, M. (1993). Strength testing. Predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 64(1), 88-90.

Colditz, G. A. (1999). Economic costs of obesity and inactivity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(11 Suppl), S663-667.

Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., et al. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(7), 1510-1530.

Eckel, R. H., & Krauss, R. M. (1998). American Heart Association call to action: obesity as a major risk factor for coronary heart disease. AHA Nutrition Committee.[see comment]. *Circulation*, 97(21), 2099-2100.

Ferri, A., Scaglioni, G., Pousson, M., Capodaglio, P., Van Hoecke, J., & Narici, M. V. (2003). Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. *Acta Physiologica Scandinavica*, 177(1), 69-78.

Fletcher, G. F., Balady, G., Blair, S. N., Blumenthal, J., Caspersen, C., Chaitman, B., et al. (1996). Statement on exercise: benefits and recommendations for physical

- activity programs for all Americans. A statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, 94(4), 857-862.
- Green, J. S. & Crouse, S. F. (1995). The effects of endurance training on functional capacity in the elderly: a meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(6), 920-926.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W. J., Hakkinen, A., Valkeinen, H., & Alen, M. (2001). Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal of Applied Physiology*, 91(2), 569-580.
- Izquierdo, M., Ibanez, J., K, H. A., Kraemer, W. J., Larrion, J. L., & Gorostiaga, E. M. (2004). Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), 435-443.
- Kalapotharakos, V. I., Michalopoulos, M., Tokmakidis, S. P., Godolias, G., & Gourgoulis, V. (2005). Effects of a heavy and a moderate resistance training on functional performance in older adults. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 652-657.
- Kesaniemi, Y. K., Danforth, E., Jr., Jensen, M. D., Kopelman, P. G., Lefebvre, P., & Reeder, B. A. (2001). Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6 Suppl), S351-358.
- Keysor, J. J. (2003). Does late-life physical activity or exercise prevent or minimize disablement? A critical review of the scientific evidence. *American Journal of Preventive Medicine*, 25(3 Suppl 2), 129-136.
- Keysor, J. J., & Jette, A. M. (2001). Have we oversold the benefit of late-life exercise? *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences & Medical Sciences*, 56(7), M412-423.
- King, A. C., Haskell, W. L., Young, D. R., Oka, R. K., & Stefanick, M. L. (1995). Long-term effects of varying intensities and formats of physical activity on participation rates, fitness, and lipoproteins in men and women aged 50 to 65 years. *Circulation*, 91(10), 2596-2604.
- King, A. C., Pruitt, L. A., Phillips, W., Oka, R., Rodenburg, A., & Haskell, W. L. (2000). Comparative effects of two physical activity programs on measured and perceived physical functioning and other health-related quality of life outcomes in older adults. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences & Medical Sciences*, 55(2), M74-83.
- Laukkanen, R., Oja, P., Parkkari, J., & Manttari, A. (2002). Validity of the supervised and self administered UKK walk test for predicting VO2MAX. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 7(Suppl), 31-35.
- Manini, T. M., Druger, M., & Ploutz-Snyder, L. (2005). Misconceptions about strength exercise among older adults. *Journal of Aging & Physical Activity*, 13(4), 422-433.
- Molina Sotomayor, E., Gonzalezjurado, J. A., & León-Prados, J. A. (2010). Efectos de dos programas de entrenamiento sobre la aptitud física metabólica en adultos mayores. *Hacia la promoción de la Salud*, 15(2), 45-63.
- Nelson, M. E., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A., Castaneda, C., Kaliton, D., et al. (2004). The effects of multidimensional home-based exercise on functional performance in elderly people. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences & Medical Sciences*, 59(2), 154-160.
- Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., et al. (2007). Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1435-1445.
- Paffenbarger, R. S., Jr., Hyde, R. T., Wing, A. L., Lee, I. M., Jung, D. L., & Kampert, J. B. (1993). The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among

- men.[see comment]. *New England Journal of Medicine*, 328(8), 538-545.
- Pahor, M., Blair, S. N., Espeland, M., Fielding, R., Gill, T. M., Guralnik, J. M., et al. (2006). Effects of a physical activity intervention on measures of physical performance: Results of the lifestyle interventions and independence for Elders Pilot (LIFE-P) study. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences & Medical Sciences*, 61(11), 1157-1165.
- Paluska, S. A., & Schwenk, T. L. (2000). Physical activity and mental health: current concepts. *Sports Medicine*, 29(3), 167-180.
- Pate, R. R., Pratt, M., Blair, S. N., Haskell, W. L., Macera, C. A., Bouchard, C., et al. (1995). Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 273(5), 402-407.
- Pickering, G. P., Fellmann, N., Morio, B., Ritz, P., Amonchot, A., Vermorel, M., et al. (1997). Effects of endurance training on the cardiovascular system and water compartments in elderly subjects. *Journal of Applied Physiology*, 83(4), 1300-1306.
- Pratt, M., Macera, C. A., & Wang, G. (2000). Higher direct medical costs associated with physical inactivity. *Physician & Sportsmedicine*, 28(10), 63-70.
- Ranee, M., Boussuge, P. Y., Lazaar, N., Bedu, M., Van Praagh, E., Dabonneville, M., et al. (2005). Validity of a VO2max prediction equation of the 2-km walk test in female seniors. *International Journal of Sports Medicine*, 26(6), 453-456.
- Reeves, N. D., Narici, M. V., & Maganaris, C. N. (2004). Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. *Journal of Applied Physiology*, 96(3), 885-892.
- Rogers, M. A., Hagberg, J. M., Martin, W. H., 3rd, Ehsani, A. A., & Holloszy, J. O. (1990). Decline in VO2max with aging in master athletes and sedentary men. *Journal of Applied Physiology*, 68(5), 2195-2199.
- Seefeldt, V., Malina, R. M., & Clark, M. A. (2002). Factors affecting levels of physical activity in adults. / Facteurs affectant les niveaux d ' activite physique chez les adultes. *Sports Medicine*, 32(3), 143-168.
- Singh, M. A. F. (2002). Exercise comes of age: rationale and recommendations for a geriatric exercise prescription.[see comment]. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences & Medical Sciences*, 57(5), M262-282.
- Snow, C. M., Shaw, J. M., Winters, K. M., & Witzke, K. A. (2000). Long-term exercise using weighted vests prevents hip bone loss in postmenopausal women.[see comment]. *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences & Medical Sciences*, 55(9), M489-491.
- Stefanick, M. L., Mackey, S., Sheehan, M., Ellsworth, N., Haskell, W. L., & Wood, P. D. (1998). Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol.[see comment]. *New England Journal of Medicine*, 339(1), 12-20.
- Wagner, E. H., LaCroix, A. Z., Buchner, D. M., & Larson, E. B. (1992). Effects of physical activity on health status in older adults. I: Observational studies. *Annual Review of Public Health*, 13, 451-468.
- Welday, J. (1988). Should you check for strength with periodic max lifts? *Scholas. Coach*, 57, 49-68.
- Whitehurst, M. A., Johnson, B. L., Parker, C. M., Brown, L. E., & Ford, A. M. (2005). The benefits of a functional exercise circuit for older adults. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 647-651.

Participación: A- Financiamiento B- Diseño del estudio C- Recolección de datos D- Análisis estadístico e interpretación de resultados E- Preparación de manuscrito.