

Carrasco Poyatos, M.; Martínez González-Moro, I. y Vaquero Abellán, M. (2013) Cambios en la fuerza isométrica de mujeres postmenopáusicas tras el ejercicio acuático / Isometric strength changes in postmenopausal women after training in water. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 13 (49) pp. 73-86. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artcambios347.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista49/artcambios347.htm)

ORIGINAL

CAMBIOS EN LA FUERZA ISOMÉTRICA DE MUJERES POSTMENOPÁUSICAS TRAS EL EJERCICIO ACUÁTICO

ISOMETRIC STRENGTH CHANGES IN POSTMENOPAUSAL WOMEN AFTER TRAINING IN WATER

Carrasco Poyatos, M.¹; Martínez González-Moro, I.² y Vaquero Abellán, M.³

¹ Profesora Asociada. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Grupo de Investigación Ejercicio Físico y Rendimiento Humano. Universidad de Murcia. España. mariacarrasco@um.es

² Profesor Titular. Facultad de Medicina. Grupo de Investigación Ejercicio Físico y Rendimiento Humano. Universidad de Murcia. España. igmartgm@um.es

³ Profesor Titular. Facultad de Enfermería. Universidad de Córdoba. España. en1vaabm@uco.es

Código UNESCO: 3212. Salud Pública.

Clasificación Consejo de Europa: 4. Educación Física y Deporte Comparado. 11. Medicina del deporte.

Recibido 25 de febrero 2011

Aceptado 28 de febrero de 2013

RESUMEN

Se analizó el efecto del ejercicio en el medio acuático sobre la fuerza isométrica máxima y el peso relativo de mujeres postmenopáusicas. 59 mujeres fueron asignadas aleatoriamente a 3 grupos: natación (GN=21), piscina poco profunda (GPP=21), y control (GC=17). Se midió la fuerza isométrica máxima de extensión de tronco (FIET) y de extensión de piernas (FIEP), y el índice de masa corporal (IMC) tras un año de entrenamiento. Se encontraron reducciones significativas ($p < 0,05$) de FIET y FIEP en GPP (-7,59N; -10N) y GC (-17,41N; -25,46N). Se hallaron diferencias significativas entre GN y GC en FIET y FIEP, y entre GPP y GC en FIEP. El IMC se redujo significativamente en GN (-0,53 kg/m²) y GPP (-0.75 kg/m²). El ejercicio en el

medio acuático no mejora la fuerza isométrica de mujeres postmenopáusicas pero frena el deterioro muscular propio de la edad. A su vez, es eficaz en la reducción del sobrepeso.

PALABRAS CLAVE: ejercicio, salud, menopausia, fuerza.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effectiveness of two water-based exercise programs on maximal isometric strength and body weight in postmenopausal women. 59 women were randomly assigned to swimming group (GN; n=21), shallow pool group (GPP; n=21) and control group (GC; n=17). Maximal isometric strength in a trunk extension (FIET) and in a knee extension (FIEP), and body mass index (IMC) was measured after one year of training. GPP and GC demonstrated a significant decrease ($p < 0,05$) in FIET (-7,59N; -17,41N respectively) and FIEP (-10N; -25,46N respectively). Statistical differences between GN and GC were found respect to FIET and FIEP, and between GPP and GC respect to FIEP. IMC was significantly reduced in GN (-0,53 kg/m²) and GPP (-0.75 kg/m²). Water training is not effective regarding improvements on isometric strength in postmenopausal women but slows the age related muscle wasting and leads to positive changes in body weight.

KEY WORDS: exercise, health, menopause, strength.

1. INTRODUCCIÓN

El deterioro de la función muscular es uno de los factores que influyen en el estado funcional y la independencia de las personas a medida que avanza la edad. Entre los 50 y los 70 años se produce una atrofia muscular progresiva que afecta especialmente a las fibras tipo II, y una reducción de la activación nerviosa debida a la reducción del número de unidades motoras reclutadas y al aumento de su tamaño (Izquierdo & Aguado, 1998). La menopausia suele manifestarse a una edad media de 51,4 años y a partir de los 50 años la pérdida de masa muscular y fuerza puede alcanzar el 1-2% por año (Petrella, Kim, Tuggle, Hall, & Bamman, 2005). La alteración que se produce a nivel hormonal durante y tras el proceso menopáusico favorecerá esta reducción de la masa y la fuerza muscular (Kamel, Maas, & Duthie, 2002; Van Lagendonck, Claessens, Lysens, Koninckx, & Beunen, 2004). Asimismo, a medida que aumenta la edad las mujeres se verán especialmente afectadas por la pérdida de fuerza isométrica (Lauretani et al., 2003). Esta disminución de masa y fuerza muscular que experimenta la mujer postmenopáusica pone en peligro su independencia funcional, además de estar asociada al aumento del tejido graso (Kell, Bell, & Quinney, 2001; X. Wang et al., 2010) que, por otro lado, se verá incrementado también por los cambios hormonales asociados a la menopausia, con los subsecuentes riesgos para la salud que el sobrepeso y la obesidad llevan asociados. Para conseguir un estado funcional óptimo, además

de preparar a la musculatura para afrontar actividades dinámicas como subir escaleras, llevar las bolsas de la compra o correr para alcanzar un autobús, es necesario alcanzar un estado tónico adecuado de la musculatura responsable del mantenimiento de la postura. De esta manera se favorecerá la adopción de posturas correctas evitando la aparición de dolores musculares, ligamentarios o intervertebrales (Souchard, 2010).

El ejercicio en el medio acuático está siendo cada vez más popular debido a los beneficios que reportan sus características de flotación y resistencia. Esto lo convierte en un medio ideal para trabajar la resistencia muscular ya que las fuerzas de empuje y arrastre permiten estimular la musculatura de forma concéntrica y excéntrica durante el movimiento. Por otro lado, el efecto del ejercicio en el medio acuático sobre la fuerza isométrica ha sido estudiado en diversas investigaciones llevadas a cabo con mujeres postmenopáusicas y personas mayores. Programas de ejercicio de carácter aeróbico y de fuerza en piscina poco profunda produjeron mejoras significativas en la fuerza isométrica de las piernas y la cadera (Cider, Schaufelberger, Sunnerhagen, & Andersson, 2003; T.-J. Wang, Belza, Thompson, Whitney, & Bennett, 2006), de la espalda (Kim, Park, & Shim, 2010), y en la fuerza isométrica de prensión manual (Cider et al., 2003; Tsourlou, Benik, Zafeiridis, & Kellis, 2006). El porcentaje graso o el peso relativo fue valorado en cada uno de estos estudios, no encontrándose disminuciones significativas. Sin embargo, otros estudios sí reportaron dichos beneficios respecto al porcentaje graso de mujeres postmenopáusicas (Colado, Triplett, Tella, Saucedo, & Abellán, 2009).

Ante esta situación, el presente estudio se diseñó con el objetivo de analizar el efecto de dos programas de ejercicio en el medio acuático, uno en piscina poco profunda y otro en piscina profunda, sobre la fuerza isométrica lumbar y de piernas y el índice de masa corporal en mujeres postmenopáusicas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. PARTICIPANTES

59 mujeres postmenopáusicas (n=59) participaron en el presente estudio. Fueron seleccionadas de una amplia muestra de mujeres por cumplir los siguientes requisitos de inclusión: postmenopáusicas con al menos 5 años de amenorrea, edad comprendida entre 50 y 70 años, sin patologías cardiovasculares, pulmonares, metabólicas o musculoesqueléticas que les impidieran su participación en los programas de ejercicio, no estar asistiendo a ningún programa de ejercicio en el medio acuático en la actualidad.

Las participantes fueron aleatoriamente divididas en 3 grupos: grupo de natación (GN=21), grupo de piscina poco profunda (GPP=21), y grupo control (GC=17). Cada una firmó un consentimiento informado en el que se les informó de los riesgos y beneficios asociados al estudio. Se les permitió seguir

realizando su actividad física habitual a excepción de ejercicio en el medio acuático. Las características de las participantes se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características iniciales de la muestra (media \pm DT).

	GN (n = 21)	GPP (n = 21)	GC (n = 17)
Edad (años)	58.8 \pm 6.5	55.4 \pm 6.5	56.6 \pm 6.4
Talla (cm)	157.1 \pm 5.9	156.1 \pm 6.4	153.3 \pm 8.6
Peso (kg)	64.35 \pm 8.3	66.2 \pm 15.1	63.7 \pm 9.7
IMC (kg/m ²)	26.0 \pm 2.8	27.32 \pm 5.4	27.26 \pm 6.8

2.2. RECOGIDA DE DATOS

Medición del índice de masa corporal (IMC). El IMC fue hallado a partir de las mediciones de peso y talla de las participantes. Para tal efecto se utilizó una báscula médica electrónica con tallímetro (SECA 780). Todas las participantes fueron valoradas con ropa ligera y descalzas.

Medición de la fuerza isométrica máxima. Este test consistió en la valoración de la fuerza isométrica máxima de una extensión de tronco (FIET) y de una extensión de piernas (FIEP) mediante un dinamómetro isométrico específico para tal efecto (T.K.K. 5402. Takei Scientific Instruments CO.LTD.). El test FIET se llevó a cabo con las participantes en posición de pie sobre la plataforma del dinamómetro, caderas apoyadas en la pared y piernas totalmente extendidas. El tronco se situó en una posición de flexión de 45° durante la realización del test. Para mantener esta posición se diseñó un triángulo de 90°x45°x45° que se colocó entre la pared y la zona lumbar de las participantes (figura 1). Para realizar el test FIEP, las participantes se situaron de pie sobre la plataforma del dinamómetro con cadera, espalda y cabeza apoyadas en la pared, pies un paso separados de ésta y rodillas flexionadas a 120°. Para asegurar esta flexión de rodillas durante el test el evaluador utilizó un goniómetro (JAMAR 8060. Sammons Preston. Psymtec) (figura 2). Antes de llevar a cabo ambos test de fuerza isométrica, las participantes realizaron un calentamiento que consistió en 3-4 contracciones submáximas de cada uno en el dinamómetro. Durante la realización del test, las participantes recibieron una motivación verbal por parte del evaluador responsable para que realizaran la máxima fuerza posible. En cada uno de los test se realizaron 2 mediciones y se seleccionó la mejor de ellas para el análisis final.



Figura 1. Test de fuerza isométrica máxima de extensión de tronco.



Figura 2. Test de fuerza isométrica máxima de extensión de piernas.

2.3. PROGRAMAS DE EJERCICIO

Los grupos de ejercicio realizaron respectivamente un programa en el que se combinó el trabajo aeróbico con el de fuerza muscular durante 12 meses, con una frecuencia de 2 sesiones/semana, 45 minutos/sesión. De acuerdo con las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte (Haskell et al., 2007), éste se llevó a cabo a moderada intensidad. La intensidad fue determinada mediante la Escala de Borg. Las primeras 6 semanas de entrenamiento, las participantes trabajaron a un nivel ligero (10-11 puntos en la Escala de Borg). Los siguientes 10 meses la intensidad fue progresivamente aumentando hasta alcanzar un nivel moderado-alto (11-15 puntos en la Escala de Borg). El diseño de entrenamiento de ambos grupos de ejercicio se basó en las indicaciones de Mahler y cols (2000).

En ambos programas las sesiones incluyeron un calentamiento (5 minutos), la parte principal (35 minutos), y una vuelta a la calma basada en estiramientos en piscina poco profunda (5 minutos). El programa de ejercicio de GN consistió en trabajo aeróbico a través de la natación en piscina profunda, utilizando material específico de la natación como palas, manoplas o aletas para incrementar el trabajo de resistencia muscular del tren superior e inferior. La profundidad de la piscina fue de 2.5 metros y el agua se mantuvo a una temperatura de 28-30 °C. El entrenamiento de GN se detalla en la tabla 2.

Tabla 2. Entrenamiento de GN.

Fases	Semanas	Intensidad (RPE en Escala Borg)	Descripción
Inicial	1-6	10-11	Técnica de nado y cortas distancias (hasta 150 metros).
	7-8	11-12	
Mejora	9-20	12-13	Incremento progresivo de la distancia de nado hasta 700 metros.
	21-32	13-15	Series y cambios de ritmo. Material de natación fue usado para incrementar la intensidad de entrenamiento del tren superior e inferior.
Mantenimiento	33-48	12-15	Distancias de nado mantenidas entre 600-800 metros. Series y cambios de ritmo se alternaron con nado continuo. Material de natación fue usado para mantener la intensidad de entrenamiento del tren superior e inferior.

El GPP desarrolló un programa de ejercicio aeróbico y de fuerza muscular del tren superior e inferior en piscina poco profunda basado en actividades como acu aeróbico, acu step, circuitos de musculación o juegos. Para incrementar la resistencia muscular se utilizó material específico (Hydro Tone Fitness Systems, Inc. California – USA): Aqua Exercisers^R, Minifins^R y Hydrotone-bells^R para el tren superior, y Aquafins^R e Hydrotone-boots^R para el tren inferior. La profundidad de la piscina fue de 1.37 metros y el agua se mantuvo a una temperatura de 28-30 °C. El entrenamiento de GPP se detalla en la tabla 3.

Tabla 3. Entrenamiento de GPP.

Fases	Semanas	Intensidad (RPE en Escala Borg)	Descripción
Inicial	1-6	10-11	Juegos acuáticos basados en caminar, saltar, empujar o traccionar. Aerobic.
	7-8	11-12	
Mejora	9-20	12-13	Juegos acuáticos basados en caminar, saltar, empujar o traccionar. Aerobic, step acuático. Circuitos de fuerza bajo el agua (3x12/30" descanso active entre ejercicios. 2' descanso active entre series). 10 ejercicios fueron realizados en cada circuito: dorsal, pectoral, biceps, triceps, glúteos, cuádriceps, biceps femoral, gastrocnemius y abdominal. Se utilizó material específico para incrementar la intensidad.
	21-32	13-15	
Mantenimiento	33-48	12-15	Juegos acuáticos basados en caminar, saltar, empujar o traccionar. Aerobic, step acuático. Circuitos de fuerza bajo el agua. Se utilizó material específico para incrementar la intensidad.

Todas las sesiones de ejercicio fueron dirigidas por personal cualificado. Todas las participantes cumplieron un mínimo del 95% de asistencia. Ningún participante sufrió algún tipo de lesión durante los programas de ejercicio.

2.4. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO

Tras asegurar una distribución normal de las variables se realizó una estadística descriptiva. Para comparar grupos en bloque (conjunto) se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA). El test de Bonferroni fue aplicado para determinar diferencias específicas entre medias. Para analizar los cambios de cada variable en cada grupo se utilizó la prueba de la t para muestras relacionadas. Se aplicó un margen de error de $p < 0.05$. Los datos fueron

analizados con paquete estadístico SPSS (version 15.0, SPSS Inc, Chicago, IL).

3. RESULTADOS

En el presente estudio se encontró una disminución significativa del IMC en ambos grupos de ejercicio (GN: $-0,53 \text{ kg/m}^2$; GPP: -0.75 kg/m^2) (tabla 4). No se hallaron cambios en el grupo control ni diferencias significativas entre grupos en esta variable.

Respecto a la fuerza isométrica máxima, en GN no se encontraron cambios significativos en FIET ni en FIEP. Sin embargo, en GPP se produjo una reducción significativa en los valores correspondientes a la extensión de tronco ($-7,59\text{N}$) y a la extensión de piernas (-10N) (tabla 4). En GC se encontró una disminución significativa tanto de FIET como de FIEP ($-17,41\text{N}$; $-25,46\text{N}$ respectivamente) (tabla 4). Por otro lado, al finalizar el estudio se hallaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los grupos GN y GC en los valores de FIET y FIEP; y entre los grupos GPP y GC en los valores de FIEP (tabla 4).

Tabla 4. Valores de fuerza isométrica máxima e IMC en los tres grupos (media \pm DT).

Variables	Grupos	n	Pre	Post	Pre-Post	Pre-Post (%)	t	df	p
IMC	GPP	21	27,31 \pm 5,9	26,55 \pm 5,6	0,75 \pm 0,7	2,74	4,7	20	*
	GN	21	25,52 \pm 2,5	24,99 \pm 2,4	0,53 \pm 1	2,07	2,4	20	*
	GC	17	28,41 \pm 8,41	27,19 \pm 5,5	1,22 \pm 5	4,29	1	16	
FIFT	GPP	21	66,90 \pm 12,2	59,30 \pm 11,3	7,59 \pm 14	11,34	2,4	20	*
	GN	21	70,40 \pm 15,3	66,88 \pm 15,2	3,57 \pm 7,8	5,07	2,1	20	#
	GC	17	70,41 \pm 10,7	53 \pm 9,1	17,41 \pm 12,6	24,72	5,6	16	*
FIEP	GPP	21	78,28 \pm 12,8	68,28 \pm 11,2	10 \pm 14,9	12,77	3,1	20	#
	GN	21	89,33 \pm 25,14	82,19 \pm 21,5	7,14 \pm 17,99	7,99	1,8	20	#
	GC	17	86,58 \pm 20,2	60,82 \pm 19,6	25,76 \pm 23,8	29,75	4,4	16	*

*Diferencias significativas en los valores pre-post de cada grupo ($p < 0,05$).

#Diferencias significativas en los valores finales respecto al grupo control ($p < 0,05$).

4. DISCUSIÓN

Con los programas de ejercicio planteados en el presente estudio se pretendió analizar qué ocurría con la fuerza isométrica de mujeres postmenopáusicas al aplicar un entrenamiento dinámico, ya que el entrenamiento dinámico de fuerza -ya sea concéntrico o excéntrico- es efectivo para aumentar la fuerza dinámica y también la isométrica, aunque el incremento de esta última es menor (Häkkinen, 2004). En GPP se planteó un programa de ejercicio en el que se varió la posición del tronco y las piernas en diferentes angulaciones, siempre en bipedestación y mediante ejercicios de

acuático, acustep, circuitos de musculación o juegos, con implementos para incrementar la resistencia muscular.

A pesar de la realización del programa de ejercicio en piscina poco profunda, las mujeres pertenecientes a GPP vieron reducidos de forma significativa sus valores de fuerza isométrica máxima de extensión de tronco y piernas. Sin embargo, estas disminuciones no fueron significativas en las mujeres que llevaron a cabo el programa de ejercicio en piscina profunda. Por otro lado, los resultados obtenidos en ambos grupos de ejercicio fueron significativamente mejores que los de las participantes del grupo control, indicando que la pérdida de fuerza isométrica máxima en estas mujeres no es tan acusada si se realiza ejercicio en el medio acuático.

Un programa de ejercicio similar, realizado por Cider et al (2003) y llevado a cabo con personas mayores con patologías cardíacas crónicas, no obtuvo mejoras significativas en la fuerza isométrica máxima de extensión de rodillas y abducción de hombro, pero tampoco disminuciones significativas de ésta, tras un entrenamiento en piscina poco profunda de moderada intensidad (40-70% de la frecuencia cardíaca de reserva) durante 8 semanas, en el que se incluyeron ejercicios de movilidad articular basados en flexo-extensión de rodillas y flexo-extensión y abducción de hombro, además de trabajo aeróbico y de flexibilidad (Cider et al., 2003). Sin embargo, otro estudio realizado también en piscina poco profunda con mujeres y hombres adultos con osteoartritis de la cadera o la rodilla, durante 12 semanas y a moderada intensidad (4 puntos en la Escala resumida de Borg), basado además del trabajo aeróbico y de flexibilidad, en repeticiones de flexo-extensiones de rodilla y cadera entre otros ejercicios, fue efectivo para incrementar la fuerza isométrica máxima de flexión y extensión de rodillas (1,3 kg y 2,5 kg respectivamente), flexión y extensión de cadera (1 kg y 3,7 kg respectivamente) y abducción y aducción de cadera (2,5 kg y 1,2 kg respectivamente) (T.-J. Wang et al., 2006). Adicionalmente, el estudio de Kim et al (2010) llevado a cabo en hombres jóvenes con hernia de disco entre L3 y S1 demostró que se puede mejorar la fuerza isométrica de extensión de tronco en diferentes posiciones mediante ejercicios de flexo-extensión de tronco, junto a ejercicios de marcha y carrera de espaldas en piscina poco profunda, trabajando a una intensidad moderada (60-70% Frecuencia cardíaca máxima) durante 12 semanas (Kim et al., 2010). Estos ejercicios de caminata y carrera de espaldas hacen que el tronco deba mantener una posición de extensión para soportar la fuerza de empuje que ejerce el agua sobre éste durante el movimiento, generando un trabajo de carácter isométrico en la región del tronco. Este tipo de actividades refuerzan el efecto del entrenamiento dinámico de la musculatura ya que, según Häkkinen (2004), el entrenamiento isométrico tiende a producir desarrollos de fuerza específicos al ángulo articular trabajado.

De acuerdo con los datos que aportan las investigaciones anteriormente citadas, para mantener o mejorar la fuerza isométrica a través del entrenamiento dinámico en piscina poco profunda es fundamental incidir en la

repetición de ejercicios que actúen sobre la articulación que posteriormente se va a evaluar mediante movimientos similares a los que se realizarán en el test, ya sea con o sin carga adicional. Por tanto, y de acuerdo con Häkkinen (2004), los tipos de acción muscular utilizadas en el entrenamiento de la fuerza y en su evaluación estarían interrelacionadas.

Al no incluir en nuestro programa, en piscina poco profunda, ejercicios específicos de fuerza isométrica de extensión de tronco y piernas, ni incidir en la realización de actividades que trabajen repetitivamente la extensión de las mismas, nuestros resultados son inferiores a los citados por los otros autores, por ello consideramos importante incluir este tipo de ejercicios en dichos programas.

En GN no se obtuvieron variaciones significativas de la fuerza isométrica, aunque los valores indican una reducción tanto en FIET como en FIEP. La natación parece ser más eficaz que el entrenamiento en piscina poco profunda a la hora de conseguir que las reducciones de fuerza isométrica de extensión de tronco y piernas no sean significativas a pesar de que los datos parecen indicar una inevitable disminución de la misma.

Remitiéndonos a las consideraciones realizadas anteriormente sobre la relación entre el tipo de acción muscular llevada a cabo en el entrenamiento y en la evaluación, estos resultados pueden estar relacionados con el tipo de ejercicio realizado en el tren inferior y en el tronco. Para nadar es necesario que en la extremidad inferior se realice una flexo-extensión de rodilla para generar la patada que ayuda en la propulsión, y la repetición de esta flexo-extensión hace que la acción muscular utilizada en el entrenamiento esté interrelacionada con la realizada en la evaluación, pudiendo haber influido en los resultados obtenidos. Además, al nadar se exige que el tronco se mantenga en extensión para conservar la posición horizontal del cuerpo, propiciando un trabajo isométrico de la musculatura extensora del tronco que, como se ha indicado anteriormente, está relacionado con la mejora de la fuerza isométrica. Por otro lado, nuestros datos no pueden asemejarse a los de Kim et al (2010) debido a que la masa de agua que ejerce la fuerza sobre el tronco manteniendo una posición vertical del cuerpo en piscina poco profunda es mucho mayor que la que ejerce la fuerza sobre el tronco en posición horizontal del cuerpo en piscina profunda, lo que hace que la fuerza de empuje y por tanto, la intensidad del ejercicio, sea menor en la natación.

A pesar de que en el presente estudio se encontraron disminuciones en la fuerza isométrica máxima de extensión de tronco y piernas tras el ejercicio en el medio acuático, las diferencias significativas entre los grupos de ejercicio y el grupo control en ambas variables indica que se produjo un efecto positivo del entrenamiento llevado a cabo en GN y GPP ya que éste tuvo más transferencia sobre la fuerza isométrica máxima que la mera práctica de actividad física no estructurada ni planificada que realizaron las componentes de GC en su vida cotidiana. Estos resultados son interesantes puesto que,

según Lauretani et al (2003), a medida que avanza la edad, las mujeres van perdiendo fuerza isométrica y por tanto, la realización de ejercicios en el medio acuático contribuye a mantener un nivel de fuerza isométrica de tronco y piernas mayor que el que se obtiene sólo con un estilo de vida activo en las mujeres postmenopáusicas.

Por otro lado, la duración de nuestros programas de ejercicio ha podido ser un hándicap a la hora de obtener resultados positivos. En los estudios referidos previamente, el programa de ejercicio duró entre 8 y 12 semanas, frente al presente estudio que duró 12 meses. Dado que con la edad, y en especial tras el proceso menopáusico, las mujeres van perdiendo fuerza isométrica, esta pérdida será mayor tras un periodo de tiempo de 12 meses que tras 2 o 3 meses, a pesar de que se mantengan practicando ejercicio físico. Por tanto, si los programas de ejercicio realizados en el presente estudio hubieran sido de menor duración, se podrían haber obtenido resultados diferentes.

En cuanto al peso relativo, tanto el programa de ejercicio en piscina profunda como el de piscina poco profunda fueron efectivos en la reducción del IMC de las participantes, influyendo de forma positiva en uno de los factores determinantes de la obesidad en las mujeres postmenopáusicas.

El IMC determina el punto a partir del cual el sobrepeso comienza a ser un factor de riesgo para la salud (Mora, 2010). El hecho de que se produjera una reducción significativa en el mismo indica que el ejercicio en el medio acuático llevado a cabo en el presente estudio fue efectivo para disminuir el sobrepeso y su relación con patologías asociadas a riesgos cardiovasculares. Los beneficios relacionados con la obesidad en personas mayores vienen asociados a la práctica de ejercicio si éste es practicado de forma continuada y a una intensidad adecuada (Aparicio, Carbonell, & Delgado, 2010). Asimismo, cuanto mayor sea la cantidad de ejercicio realizada, mejor será la percepción de las personas mayores de su estado de salud (Romero, Carrasco, Sañudo, & Chacón, 2010).

En relación a estos resultados, el presente estudio coincide con otros dos programas de ejercicio en piscina poco profunda de 4 y 6 meses de duración, en los que se obtuvieron disminuciones significativas en el porcentaje graso (Colado et al., 2009; Volaklis, Spassis, Tokmakidis, & Greece, 2007), y con otro de 12 meses de duración con mujeres mayores basado en la natación, en el que se encontraron reducciones significativas del porcentaje graso (Cox et al., 2008).

Las disminuciones significativas obtenidas en el IMC de las participantes del presente estudio son relevantes dado que tras la menopausia es más difícil disminuir el porcentaje graso o el peso relativo (Poehlman, Toth, & Gardner, 1995; Van Pelt et al., 1998). Además, las disminuciones relacionadas con el IMC o el porcentaje graso tras la práctica de ejercicio es más frecuente

encontrarlas en estudios realizados con hombres, especialmente en jóvenes, y en combinación con una restricción dietética (Fiatarone, 2002).

5. CONCLUSIONES

Un año de ejercicio de fuerza y resistencia cardiovascular de carácter dinámico y moderada intensidad llevado a cabo tanto en piscina profunda como en piscina poco profunda, no produce mejoras en la fuerza isométrica máxima de extensión de tronco y piernas, pero ralentiza el deterioro de la fuerza isométrica que ocurre con la edad en las mujeres postmenopáusicas del presente estudio. A su vez, es eficaz en la reducción del peso relativo de dichas mujeres. Por tanto, el ejercicio en el medio acuático tiene un papel moderador en su deterioro funcional, favoreciendo una mejor capacidad funcional, salud y calidad de vida.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio, V. A., Carbonell, A., & Delgado, M. (2010). Beneficios de la actividad física en personas mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(40), 556-576.
- Cider, A., Schaufelberger, M., Sunnerhagen, K. S., & Andersson, B. (2003). Hydrotherapy-a new approach to improve function in the older patient with chronic heart failure. *The European Journal of Heart Failure*, 5, 527-535.
- Colado, J. C., Triplett, N. T., Tella, V., Saucedo, P., & Abellán, J. (2009). Effects of aquatic resistance training on health and fitness in postmenopausal women. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 113-122.
- Cox, K. L., Burke, V., Beilin, L. J., Derbyshire, A. J., Grove, J. R., Blanksby, B. A., et al. (2008). Short and long-term adherence to swimming and walking programs in older women - The Sedentary Women Exercise Adherence Trial (SWEAT 2). *Preventive Medicine*, 46, 511-517.
- Fiatarone, M. (2002). Benefits of exercise and dietary measures to optimize shifts in body composition with age. *The American Journal of Clinical Nutrition.*, 11, 642-652.
- Häkkinen, K. (2004). Adaptación neuromuscular al entrenamiento de la fuerza en hombres y mujeres. [Electronic Version]. *PubliCE Standard*, 252. Retrieved 11/01/2011,
- Haskell, W. L., Lee, I.-M., Pate, R. L., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., et al. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116, 1081-1093.
- Izquierdo, M., & Aguado, X. (1998). Efectos del envejecimiento sobre el sistema neuromuscular. *Archivos de Medicina del Deporte*, XV(66), 299-306.
- Kamel, H. K., Maas, D., & Duthie, E. H. (2002). Role of hormones in the pathogenesis and management of sarcopenia. *Drugs Aging*, 19(11), 865-877.

- Kell, R. T., Bell, G., & Quinney, A. (2001). Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Medicine*, 31(12), 863-873.
- Kim, Y.-S., Park, J., & Shim, J. K. (2010). Effects of aquatic backward locomotion exercise and progressive resistance exercise on lumbar extension strength in patients who have undergone lumbar discectomy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(2), 208-214.
- Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., et al. (2003). Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1851-1860.
- Mora, R. (2010). *Fisiología del deporte y el ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Petrella, J. K., Kim, J.-S., Tuggle, S. C., Hall, S. R., & Bamman, M. M. (2005). Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. *Journal of Applied Physiology*, 98, 10.
- Poehlman, E. T., Toth, M. J., & Gardner, A. W. (1995). Changes in energy balance and body composition at menopause: a controlled longitudinal study. *Annals of Internal Medicine*, 123(9), 673-675.
- Romero, S., Carrasco, L., Sañudo, B., & Chacón, F. (2010). Actividad física y percepción del estado de salud en adultos sevillanos. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(39), 380-392.
- Souchard, P. (2010). *RPG. Principios de la reeducación postural global*. Badalona: Editorial Paidotribo.
- Tsourlou, T., Benik, A., Zafeiridis, A., & Kellis, S. (2006). The effects of a twenty-four week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 811-819.
- Van Lagendonck, L., Claessens, L., Lysens, R., Koninckx, P. R., & Beunen, G. (2004). Association between bone, body composition and strength in premenarcheal girls and postmenopausal women. *Annals of Human Biology*, 31(2), 228-246.
- Van Pelt, R. E., Davy, K. P., Stevenson, E. T., Wilson, T. M., Jones, P. P., Desouza, C. A., et al. (1998). Smaller differences in total and regional adiposity with age in women who regularly perform endurance exercise. *American Journal of Physiology*, 275, E626-E634.
- Volaklis, K. A., Spassis, A. T., Tokmakidis, S. P., & Greece, K. (2007). Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids and physical fitness. *American Heart Journal*, 154, 560-e561-565-e561.
- Wang, T.-J., Belza, B., Thompson, F. E., Whitney, J. D., & Bennett, K. (2006). Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee. *Journal of Advanced Nursing*, 57(2), 141-152.
- Wang, X., You, T., Yang, R., Lyles, M. F., Demons, J., Gong, D.-W., et al. (2010). Muscle strength is associated with adipose tissue gene

expression of inflammatory adipokines in postmenopausal women. *Age and Ageing*, 39(2), 656-659.

Número de citas totales / Total references: 23 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 2 (8,70%)