



ORIGINALES CIENTÍFICOS

BENEFICIOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO CON AUTO-CARGAS Y MATERIALES RECICLADOS SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y LA CONDICIÓN FÍSICA EN TERCERA EDAD: ESTUDIO PILOTO

Alberto PÉREZ-LÓPEZ^{1,2}, Javier GARRIDO SANTIAGO³, Paloma MERINO³, Carmen VALVERDE SÁNCHEZ⁴, Irene ÁLVAREZ VALVERDE⁵, Blanca ÁLVAREZ VALVERDE⁶, David MUÑOZ LÓPEZ⁷ y David VALADÉS CERRATO¹

Dpto. Medicina y Especialidades Médicas. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad de Alcalá, Madrid, España¹

Dpto. Ciencias Biomédicas, Área de Educación Física y Deportiva.

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad de Alcalá, Madrid, España²

Servicio de Enfermería, Centro de Salud Lucero3. Madrid, España³

Servicio de Enfermería, Enfermera Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España⁴

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad de Alcalá, Madrid, España⁵

Nuffield Orthopaedic Centre, Oxford University Hospital. Headington, Oxford, UK⁶

John Radcliffe Hospital, Oxford University Hospital. Headington, Oxford, UK⁷

RESUMEN

Objetivo: Analizar los beneficios de un programa de ejercicio físico con auto-cargas y materiales reciclados sobre la composición corporal y la condición física en la tercera edad.

Método: Veintitrés participantes sedentarios tomaron parte en este estudio prospectivo no controlado ($77,9 \pm 4,2$ años, 74% mujeres). Todo ellos realizaron un programa de ejercicio físico durante 20 semanas (60 min, 2 días/semana) que incluyó ejercicio de fuerza, resistencia, flexibilidad y coordinación. Antes, durante (10 semanas) y al finalizar el programa de ejercicio (20 semanas) se evaluó la composición corporal (biompedancia eléctrica), y la condición física mediante la batería Senior Fitness Test a la que se añadió dinamometría manual y de piernas.

Resultados: Se observó una reducción de peso ($68,1 \pm 2,2$ Vs. $67,1 \pm 2,3$ kg; $p=0,019$), acompañado de una disminución de la masa grasa en las extremidades inferiores ($9,6 \pm 0,7$ Vs. $9,2 \pm 0,8$ kg; $p=0,024$) y abdomen ($13,3 \pm 0,6$ Vs. $12,4 \pm 0,7$ kg; $p=0,015$), además de un incremento de la masa magra en las extremidades inferiores ($14,6 \pm 0,6$ Vs. $14,9 \pm 0,6$ kg; $p=0,023$). También, se encontraron mejoras de rendimiento de fuerza, resistencia y velocidad en los test de condición física realizados tras 10 y 20 semanas ($p<0,05$).



Conclusión: El programa de ejercicio físico con auto-cargas y materiales reciclados parece ser efectivo en la reducción de masa grasa en el tren inferior y abdomen, con un concomitante aumento de masa magra en tren inferior, y una mejora de la resistencia, fuerza y velocidad de desplazamiento en esta población.

Aplicación práctica: El ejercicio físico es una herramienta efectiva y asequible económicamente que precisa ser potenciada dentro de la atención primaria de la tercera edad.

PALABRAS CLAVE: Actividad física, vejez, sistema sanitario, masa grasa y masa magra.

BENEFITS OF AN EXERCISE PROGRAM WITH BODY WEIGHT LOAD AND RECYCLED MATERIALS ON BODY COMPOSITION AND PHYSICAL FITNESS OF OLDER ADULTS: PILOT STUDY

ABSTRACT

Aims: To analyse the effectiveness of an exercise program, using body weight loads and recycled materials on body composition and physical fitness in older adults.

Method: A total of twenty-three sedentary older adults took part in a prospective non-controlled study (77.9 ± 4.2 years, 74% females). All performed an exercise programme during 20 weeks (60 min, 2 days/week) in which strength, endurance, flexibility and coordination exercises were included. Before, during (10 weeks) and at the end of the exercise programme (20 weeks) it was assessed body composition (electrical bioimpedance) and physical fitness using the Senior Fitness Test battery plus manual and legs dynamometry.

Results: A reduction on total body weight was observed (68.1 ± 2.2 Vs. 67.1 ± 2.3 kg; $p=0.019$), that decrease was accompanied by a diminution of lower limb (9.6 ± 0.7 Vs. 9.2 ± 0.8 kg; $p=0.024$) and trunk fat mass (13.3 ± 0.6 Vs. 12.4 ± 0.7 kg; $p=0.015$), and also an increase in lean body mass of the lower limb (14.6 ± 0.6 Vs. 14.9 ± 0.6 kg; $p=0.023$). Moreover, it was found a significant improvement in strength, endurance and velocity after the 10 and 20 weeks of training ($p<0.05$).

Conclusion: The exercise programme seems to be enough stimuli to cause a reduction on fat mass in the lower limb and the truck, an increase in lean body mass of the lower limbs, as well as an improvement in endurance, strength and power fitness in a population of older adults.

Practical Application: Exercise is an effective and affordable tool in aging that it should be promoted as primary care for this population.

KEYWORDS: Physical activity, aging, health system, fat mass and lean body mass.

Correspondencia: Alberto Pérez-López. Email: alberto_perez-lopez@hotmail.com

Historia del artículo: Recibido el 7 de agosto de 2015. Aceptado el 2 de febrero de 2016

La práctica de ejercicio físico ha mostrado ser una herramienta útil en el mantenimiento y recuperación de la salud frente a una gran variedad de patologías (Hawley, Hargreaves, Joyner y Zierath, 2014).

En la tercera edad, el ejercicio físico se ha erigido como un agente rejuvenecedor con afectación tanto cognitiva (Bouchard y Villeda, 2015) como periférica a nivel vascular (Pucci, Battista y Schillaci, 2012), muscular (Jasuja y LeBrasseur, 2014; Zampieri et al., 2015) u ósea (Abe et al., 2014; Marques, Mota y Carvalho, 2012). Estos y otros beneficios inducidos por el ejercicio permiten en esta población reducir el riesgo de caídas, mejorar el equilibrio o la estabilidad (Cadore, Rodriguez-Manas, Sinclair y Izquierdo, 2013), reducir las posibilidades de padecer sarcopenia (Montero-Fernandez y Serra-Rexach, 2013), osteoporosis (Tolomio, Ermolao, Lalli y Zaccaria, 2010) y/o enfermedades cardiometabólicas (Carrick-Ranson et al., 2014; Leite et al., 2015); todo lo cual posibilita la mejora de su calidad de vida (mejora de la independencia física y capacidad funcional) y retrasar la mortalidad (Abe et al., 2014).

Recientemente, se han comenzado a utilizar nuevos materiales y métodos de entrenamiento que inicialmente no habían sido enfocados a la mejora de capacidad funcional y condiciones físicas en la tercera edad. Entre ellos, se han utilizado las nuevas tecnologías como la consola Wii (Laufer, Dar y Kodesh, 2014) o programas de ordenador (Lajoie et al. 2004) para mejorar el equilibrio y la coordinación, el uso de protocolos de entrenamiento grabados en DVD para mejorar la capacidad de realizar tareas duales en esta población (Yamada et al. 2011), o la prescripción de actividad física a través de la aplicación de whatsapp para mejorar variables de riesgo cardiovascular (Muntaner-Mas, Vidal-Conti, Borrás, Ortega y Palou, 2015).

Al margen de la utilización de aparatos electrónicos, se han implementado métodos de entrenamiento inicialmente no diseñados de forma específica para una población de adultos mayores tales como el Tai-Chi (Wayne et al., 2015), el Pilates (Mesquita, de Carvalho, Freire, Neto y Zangaro, 2015) o las bandas elásticas (Chan et al., 2015), que han mostrado resultados diversos en este grupo poblacional.

Sin embargo, a pesar de la novedad de estos nuevos medios y métodos, en su mayoría están enfocados a la mejora de una capacidad física concreta como la coordinación (Laufer, Dar y Kodesh, 2014; Wayne et al., 2015) o la flexibilidad (Mesquita, de Carvalho, Freire, Neto y Zangaro, 2015) siendo escasos los que estudian el conjunto de las capacidades físicas (Muntaner-Mas, Vidal-Conti, Borrás, Ortega y Palou, 2015). Del mismo modo, la individualización y supervisión del ejercicio físico en muchos casos suelen ser aspectos que poco se tienen en cuenta a la hora de implementar nuevos medios y métodos de entrenamiento (Lajoie et al. 2004; Laufer, Dar y Kodesh, 2014; Mesquita, de Carvalho, Freire, Neto y Zangaro, 2015). Finalmente, aunque algunos de estos nuevos medios y métodos de entrenamiento han mostrado ser efectivos, su utilización en determinadas poblaciones como la tercera edad puede resultar algo complejo, tanto por el coste económico como a nivel práctico, debido al dominio de nuevas tecnologías y las reticencias a su uso.

Así pues, el objetivo del presente estudio fue evaluar los beneficios de un programa de ejercicio físico supervisado, basado en la utilización de auto-cargas y materiales no convencionales, esencialmente reciclados, sobre la composición corporal y la condición física de adultos mayores. Aunque es bastante común encontrar en la literatura la prescripción de actividad física basada en ejercicio de acondicionamiento, no es fácil encontrar trabajos de supervisión de protocolos de ejercicio en los que se utilicen auto-cargas o materiales no convencionales accesibles a todos los grupos de edad independientemente del estatus socio-económico.

A tenor de lo expuesto, es de esperar que el programa de ejercicio físico basado en auto-cargas y materiales reciclados provoque una reducción de la masa grasa de los participantes, mejorando además su capacidad funcional por medio del incremento de la condición física y más concretamente de la velocidad de desplazamiento, flexibilidad y fuerza. Cabe esperar también que estas mejoras esperadas sean más atenuadas a las que se podrían obtener por medio de la implementación de un programa de ejercicio tradicional y supervisado en el que se utilizaran materiales convencionales (cicloergómetros, pesas, máquinas, etc.) para el entrenamiento.

METODOLOGÍA

Participantes

Un total de veintitrés septo- y octogenarios ($77,9 \pm 4,2$ años; $68,1 \pm 2,2$ kg; $28,4 \pm 0,6$ kg/m²) compuesto por 6 hombres y 17 mujeres sedentarios/as participaron de manera voluntaria en el estudio. Todos ellos, se encontraban adscritos al Centro de Salud Lucero en el distrito de La Latina en la Comunidad de Madrid y padecían hipertensión, dislipemia y/o pre-diabetes en estadios primarios, estando todos los casos controlados bajo supervisión médica en dichas patologías como a nivel nutricional (dietas) como de práctica de actividad física (cuestionario RAPA -Rapid Assessment of Physical Activity-) (Topolski et al., 2006). La intervención llevada a cabo fue aprobada por los responsables del centro con el visto bueno de los médicos correspondientes de cada paciente. Aquellos, pacientes que padecían o tenían historial de enfermedades cardíacas, pulmonares o diabetes tipo 1 o 2 fueron excluidas. El estudio se encuentra en concordancia con la última versión de la Declaración de Helsinki (2015).

Procedimiento

Se llevó a cabo un diseño cuasi-experimental en el que todos los participantes, tras recibir la hoja de información del estudio y firmar el consentimiento informado, tomaron parte en un programa de ejercicio que tuvo una duración de 20 semanas, realizándose 2 sesiones semanales (60 min/sesión) de ejercicio supervisado.

Dicho programa combinó ejercicios fuerza, resistencia, equilibrio y flexibilidad en sesiones complejas donde se utilizaron ejercicio con auto-cargas y materiales no convencionales, esencialmente reciclados, cuando fueron necesarias cargas ex-

ternas (ejemplo, palos de fregona o botellas recicladas con diferentes volúmenes de agua para realizar entrenamiento de fuerza). El programa se llevó a cabo en las instalaciones disponibles del centro de salud y se contó con la colaboración de un Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y dos Diplomados en Enfermería.

Las cargas e intensidades del entrenamiento fueron progresando cada 3-4 semanas en base a las recomendaciones del American College of Sport Medicine (ACSM) (American College of Sports and et al., 2009). Las características y progresiones del programa de ejercicio realizadas pueden observarse en la Tabla 1.

Tabla 1. Progresión del Programa de Ejercicio sobre la composición corporal.

Tipo de Ejercicio	Características	Progresión (cada 3-4 semanas)
Fuerza	2 días/semana 6 grupos musculares 4 x 8-15 (10s a 1min descanso) 5-6 RPE	Sin carga => Cargas externas material no convencional => Auto-carga (peso corporal)
Resistencia	2 días/semana 30 min 5-6 RPE	Intermitente => Prolongado Alta Densidad => Baja Densidad
Flexibilidad	2 días/semana 8 grupos musculares, 2 x 25 segundos (25s descanso)	Estiramientos estáticos => Movilidad Articular => Estiramientos dinámicos
Equilibrio	2 días/semana 2 ejercicio, 3 x 10 (30s descanso)	Base de sustentación amplia (2 apoyos) => Base de sustentación escasa (1 apoyo) => Desequilibrio externo

Nota: La distribución porcentual del tiempo total por tipo de ejercicio fue del 34% fuerza, 42% resistencia, 9% flexibilidad y 15% coordinación.
RPE, escala de esfuerzo percibido (rate of perceived exertion scale).

Se llevaron a cabo tres mediciones, la primera antes de la intervención, la segunda tras 10 semanas y la última al finalizar la intervención, a las 20 semanas. El protocolo de dichas mediciones fue el mismo en los tres casos. Los participantes acudieron al Centro de Salud a las 18.00 pm, tras 3-4 horas de ayuno (incluida ingesta de H₂O durante las 3h previas), dónde inicialmente se les “obligó” a miccionar. A continuación, se les tomó la presión arterial (Omron M3 Intellisense HEM-7131-E, Kyoto, Japan) y analizó la composición corporal por medio del método de bioimpedancia eléctrica (Tanita BC-418, Illinois, USA).

Posteriormente los sujetos continuaron con los test de condición física, llevando a cabo la batería Senior Fitness Test previamente descrita por Riki & Jones (1999a) a excepción del test 2-Min Step. Además, se incluyeron dos test de fuerza: dinamometría manual y de piernas (Suní, Husu, & Rinne, 2010). Así pues los test y el orden en que se realizaron fue el siguiente: a) Curl de bicep izquierdo y derecho; b) Chair stand; c) Dinamometría manual (mano izquierda y derecha); d) Dinamometría de Piernas; e) Back Scratch; f) Chair Sit-&-Reach; g) 6-min Walk;

h) 8-ft Up-&-Go. Todos los participantes contaron con 1 minuto de descanso entre las diferentes pruebas.

Análisis estadístico

El análisis estadístico fue realizado en el paquete estadístico SPSS v20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Inicialmente, se realizó el test de Shapiro-Wilk para analizar la normalidad de cada variable ($p > 0.05$). Posteriormente, se llevó a cabo un ANOVA de medidas repetidas para evaluar las posibles diferencias producidas por el programa de ejercicio sobre las variables de composición corporal y forma física descritas tanto a las 10 semanas (Mid) como al finalizar el programa de ejercicio 20 semanas (Post) en relación a los valores pre-ejercicio (Pre). Se utilizó el test de Tukey como prueba post hoc cuando fueron observadas diferencias significativas. Los resultados fueron presentados como media \pm desviación típica (SD) habiéndose establecido la significación en $p < 0,05$. Finalmente, el tamaño del efecto ($1-\beta = 0,80$) fue calculado utilizando el software G*Power software (version 3.1.7).

RESULTADOS

En la tabla 2 pueden observarse los resultados obtenidos en relación a presión arterial y la composición corporal.

Tabla 2 Resultados del Programa de Ejercicio sobre la Presión Arterial y la Composición Corporal.

Septo- y Octogenarios sanos y sedentarios (N = 23)					
	Pre	10 semanas	20 semanas	p valor	TE
Presión Arterial					
Sistólica	144,2 \pm 3,7	147,5 \pm 3,0	141,1 \pm 3,6	NS / NS	0.14 / 0.14
Diastólica	72,4 \pm 1,9	74,5 \pm 2,2	73,3 \pm 1,9	NS / NS	0.14 / 0.10
Composición Corporal					
Peso (kg)	68,1 \pm 2,2	67,5 \pm 2,3*	67,0 \pm 2,3*	0,041 / 0,019	0,28 / 0,31
IMC (kg/m ²)	28,4 \pm 0,6	28,2 \pm 0,7	28,1 \pm 0,7	NS / NS	0.20 / 0.21
Masa Grasa Total (kg)	25,6 \pm 1,5	24,9 \pm 1,4	24,2 \pm 1,4*	NS / 0,013	0.24 / 0.32
Masa Magra Total (kg)	43,8 \pm 1,5	44.1 \pm 1,4	44,3 \pm 1.6	NS / NS	0.15 / 0.22
Masa Grasa Piernas (kg)	9,6 \pm 0,7	9.6 \pm 0,8	9,2 \pm 0,8*	NS / 0,024	0.12 / 0.30
Masa Magra Pierna (kg)	14,6 \pm 0,6	14,6 \pm 0,6	14,9 \pm 0,6*	NS / 0,023	0.10 / 0.30
Masa Grasa Brazos (kg)	2,7 \pm 0,2	2,7 \pm 0,2	2,7 \pm 0,2	NS / NS	0.14 / 0.13
Masa Magra Brazos (kg)	4,5 \pm 0,2	4,6 \pm 0,1	4,5 \pm 0,2	NS / NS	0.14 / 0.10
Masa Grasa Tronco (kg)	24,4 \pm 0,7	24,5 \pm 0,7	24,6 \pm 0,8	NS / NS	0.18 / 0.19

*, diferencias significativas con respecto a los valores pre-ejercicio (Pre).

IMC, Índice de Masa Corporal; NS, No Significativo. ($p \geq 0.05$); TE, Tamaño del Efecto.

Por un lado, la presión arterial no mostró diferencias significativas tras la intervención con ejercicio. Sin embargo, con respecto a la composición corporal pudo observarse una reducción de peso tras 20 semanas de ejercicio $1,1 \text{ kg}$ ($68,1 \pm 2,2 \text{ kg}$ Pre *Vs.* $67,1 \pm 2,3 \text{ kg}$ Post; $p = 0,019$). Igualmente, se encontró una disminución de la masa grasa total ($25,6 \pm 1,5 \text{ kg}$ Pre *Vs.* $24,2 \pm 1,4 \text{ kg}$ Post; $p = 0,013$), masa grasa del tronco ($13,3 \pm 0,6 \text{ kg}$ Pre *Vs.* $12,4 \pm 0,7 \text{ kg}$ Post; $p = 0,015$) y masa grasa en las extremidades inferiores ($9,6 \pm 0,7 \text{ kg}$ Pre *Vs.* $9,2 \pm 0,8 \text{ kg}$ Post; $p = 0,024$). Finalmente, también se produjo un aumento de la masa magra en el tren inferior ($14,6 \pm 0,6 \text{ kg}$ Pre *Vs.* $14,9 \pm 0,6 \text{ kg}$ Post; $p = 0,023$).

Los resultados del programa de ejercicio sobre la forma física de los participantes se muestran en la Tabla 3. Como puede observarse para 5 de los 10 test realizados se encontraron mejoras significativas tras 10 semanas de la intervención que fueron mantenidas al finalizar el programa de ejercicio. Entre esos test encontramos 6-min Walk ($425 \pm 10 \text{ m}$ Pre *Vs.* $526 \pm 12 \text{ m}$ Mid *Vs.* 563 ± 15 Post; $p < 0,001$), curl de bíceps izquierdo ($16 \pm 1 \text{ rep.}$ Pre *Vs.* $21 \pm 1 \text{ rep.}$ Mid *Vs.* $21 \pm 1 \text{ rep.}$ Post; $p < 0,001$), dinamometría manual derecha ($18,1 \pm 0,7 \text{ kg}$ Pre *Vs.* $23,8 \pm 1,3 \text{ kg}$ Mid *Vs.* $24,4 \pm 1,1 \text{ kg}$ Post; $p < 0,001$) dinamometría manual izquierda ($17,4 \pm 0,7 \text{ kg}$ Pre *Vs.* $22,3 \pm 1,2 \text{ kg}$ Mid *Vs.* $24,2 \pm 1,2 \text{ kg}$ Post; $p < 0,001$) y dinamometría de piernas ($52,8 \pm 3,8 \text{ kg}$ Pre *Vs.* $61,7 \pm 4,2 \text{ kg}$ Mid *Vs.* $62,7 \pm 3,6 \text{ kg}$ Post; $p < 0,001$).

Por otro lado, 4 de los restantes test mostraron mejoras significativas a las 10 semanas de iniciar la intervención pero no tras 20 semanas, si bien los valores al finalizar la intervención continuaron siendo mejores con respecto a los pre-ejercicio. Entre estos test encontramos el curl de bíceps derecho ($18 \pm 1 \text{ rep.}$ Pre *Vs.* $21 \pm 1 \text{ rep.}$ Mid; $p < 0,001$), Chair Stand Test ($15 \pm 1 \text{ rep.}$ Pre *Vs.* $18 \pm 1 \text{ rep.}$ Mid; $p < 0,001$), Chair Sit & Reach ($6,2 \pm 1,9 \text{ cm}$ Pre *Vs.* $3,1 \pm 1,4 \text{ cm}$ Mid; $p = 0,004$) y Back Scratch ($10,9 \pm 1,9 \text{ cm}$ Pre *Vs.* $6,7 \pm 1,6 \text{ cm}$ Mid; $p < 0,001$).

Finalmente, se observó una reducción significativa del tiempo para completar el test 8-Foot-Up-and-Go de $1,1$ segundos tras 20 semanas de ejercicio físico ($6,1 \pm 0,3 \text{ s}$ Pre *Vs.* $5,0 \pm 0,1 \text{ s}$ Post; $p = 0,008$).

DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar los beneficios de un programa de ejercicio físico supervisado, utilizándose auto-cargas y materiales reciclados, sobre la composición corporal y la forma física en una población de veintitrés septo y octogenarios sedentarios.

Inicialmente, postulábamos que el programa de ejercicio propuesto (Tabla 1) provocaría una modificación del contenido graso de los participantes ya que anteriormente la práctica de actividad física había sido relacionada con una reducción de la grasa abdominal en una población similar (Ryan y Harduarsingh-Permaul, 2014). En el presente estudio se ha podido observar que el programa de ejercicio causó una disminución del peso de los sujetos de $-1,1 \text{ kg}$ ($68,1 \pm 2,2 \text{ Vs.}$ $67,0 \pm 2,3$). Concretamente se encontró una disminución de la masa grasa total de los participantes de $-1,4 \text{ kg}$ ($25,6 \pm 1,5 \text{ Vs.}$ $24,2 \pm 1,4$), debido a una reducción de la masa grasa del tronco $-0,9 \text{ kg}$ ($13,3 \pm 0,6 \text{ Vs.}$ $12,4 \pm 0,7$) y de las extremidades inferiores $-0,4$

kg ($9,6 \pm 0,7$ Vs. $9,2 \pm 0,8$), y compensado por el aumento de la masa magra las extremidades inferiores $+0,3$ kg ($14,6 \pm 0,6$ Vs. $14,9 \pm 0,6$).

Anteriormente, Beavers et al. (2014) habían mostrado que una reducción de masa grasa y el aumento concomitante de la masa magra en la tercera edad se asociaba con una reducción en el padecimiento de patologías cardiovasculares y morbilidad. Pasados los 50 años, se ha mostrado una fuerte relación entre los altos niveles de grasa en el tren inferior y el tronco con altos niveles de piernas HbA1c o hiperglucemia en sujetos sin historial de diabetes (Kalyani, Tra, Egan, Ferrucci y Brancati, 2014), incluso se ha observado que el ejercicio aeróbico es beneficio en obesos mayores con resistencia a la insulina, ya que mejora la utilización de glucosa de estos pacientes por parte del músculo por medio de la mejora de la actividad de la citrato sintetasa, de la activación de la insulina y de la reducción de la masa grasa (Ryan et al., 2014). Además, la obesidad ha sido recientemente relaciona con un deterioro en la capacidad del músculo para evitar el catabolismo proteico (Bollinger, Powell, Houmard, Witzcak y Brault, 2015), aspecto muy relevante en esta población ya que la pérdida de masa muscular o sarcopenia en la tercera edad es un considerable predictor de morbilidad (Batsis, Mackenzie, Barre, Lopez-Jimenez, & Bartels, 2014).

En consonancia, este estudio muestra como 20 semanas de un programa de ejercicio de intensidad moderada con auto-cargas y materiales reciclados realizado 2 días por semana, 60 min/día, siguiendo las pautas del ACSM fue suficiente para producir adaptaciones beneficiosas sobre la composición corporal con afectación sobre la reducción del riesgo de padecer patologías musculo-esqueléticas, cardiovasculares, metabólicas y en definitiva la morbilidad en la población estudiada como ha sido anteriormente mencionado. Cabe resaltar que las mejoras observadas en el presente estudio son más modestas en comparación con métodos de entrenamiento en los que se utiliza materiales convencional o tradicional para la práctica de ejercicio (Beavers et al. 2014; Bollinger, Powell, Houmard, Witzcak, & Brault, 2015). Sin embargo, no se deben desdeñar los beneficios que el presente programa de ejercicio ha provocado en la composición corporal.

En relación a la forma física, los resultados pre-ejercicio muestran como tanto hombres como mujeres poseen unos valores óptimos para todos los test realizados, a excepción del test de flexibilidad “Back Scratch”, para el cual los participantes mostraron unos valores inferiores a los esperados al ser comparados con una población similar (Rikli & Jones, 1999b). Pasadas las 20 semanas del programa de ejercicio todos los participantes mejoraron sus rendimiento para los test de fuerza, resistencia y velocidad de desplazamiento realizados, superando los valores óptimos descritos por Rikli y Jones (1999b) para este grupo poblacional. Sin embargo, en los test de flexibilidad no se observó un patrón de mejora de similares características pues aunque los participantes mejoraron su valores en los test “Chair sit and reach” y “Back Scratch” estos se mantuvieron en rango considerado óptimo e inferior respectivamente (Rikli y Jones, 1999b) (Tabla 3).

Tabla 3 Resultados del Programa de Ejercicio sobre la Forma Física.

Septo- y Octogenarios sanos y sedentarios (N = 23)					
	Pre	10 semanas	20 semanas	p valor	TE
6 min Walk (m)	425 ± 10	526 ± 12*	563 ± 15*	<0,001	0.4
Curl Biceps derecho (rep)	18 ± 1	21 ± 1*	20 ± 1	<0,001 / NS	0.4 / 0.23
Curl Biceps izquierdo (rep)	16 ± 1	21 ± 1*	21 ± 1*	<0,001	0.4
Chair Stand Test (rep)	15 ± 1	18 ± 1*	17 ± 1	<0,001 / NS	0.4 / 0.24
Dinamometría manual drch. (kg)	18,1 ± 0,7	23,8 ± 1,3*	24,4 ± 1,1*	<0,001	0.4
Dinamometría manual izq. (kg)	17,4 ± 0,7	22,3 ± 1,2*	24,2 ± 1,2*	<0,001	0.4
Dinamometría de piernas (kg)	52,8 ± 3,8	61,7 ± 4,2*	62,7 ± 3,6*	<0,001	0.4
Chair sit and reach (cm)	6,2 ± 1,9	3,1 ± 1,4*	4,0 ± 1,6	0,004 / NS	0.36 / 0.26
Back Scratch (cm)	10,9 ± 1,9	6,7 ± 1,6*	8,8 ± 1,9	<0,001 / NS	0.4 / 0.20
8-Foot Up-and-Go (s)	6,1 ± 0,3	5,8 ± 0,1	5,0 ± 0,1*	NS / 0,008	0.16 / 0.34

*, diferencias significativas con respecto a los valores pre-ejercicio (Pre).

TE, Tamaño del Efecto.

Además del ejercicio de resistencia, el entrenamiento de fuerza también ha mostrado ser una herramienta efectiva en pos de la mejora de la resistencia a la insulina y el mantenimiento de la homeostasis de la glucosa (Jin, Park y So, 2015). Es más, bajos niveles de fuerza en las piernas ha mostrado ser un predictor fiable de hiperglicemia (elevados niveles de Hb1Ac) para un gran margen de edades, entre los 25 y 96 años, entre ellas para la tercera edad, (Kalyani, Metter, Egan, Golden y Ferrucci, 2015). En el presente estudio todos los sujetos mostraron unos valores normales de fuerza pre-ejercicio (Rikli y Jones, 1999b; Suni et al., 2010), mientras que tras la intervención dichos valores mejoraron significativamente tanto para los test de Chair Stand Test y la dinamometría de piernas. En consecuencia, el presente programa de ejercicio podría potencialmente resultar un herramienta eficaz en el control de hiperglicemias agudas e incluso de estados pre-diabéticos.

Además, las mejoras en la fuerza del tren inferior ha mostrado ser un factor clave al estar relacionado con sujetos con un mayor riesgo de caídas y alteraciones en el paso al caminar, reduciendo la incidencia de estos sucesos (Cebolla, Rodacki y Bento, 2015). En concordancia con estas evidencias, hemos detectado una reducción del tiempo para realizar el test 8-Foot Up-and-Go tras 20 semanas ($\approx 1,0$ s) en todos los participantes, lo cual parece apoyar esta idea.

Por todo ello, aunque no se midió el perfil glucémico, el riesgo de caídas o alteraciones al caminar, las mejoras en la fuerza y la velocidad de desplazamiento observadas en el presente estudio, denotan una mejora en la capacidad funcional de los participantes.

En menor medida ha sido investigada la fuerza prensil generada por este grupo poblacional. No obstante, la bibliografía apoya el uso de la dinamometría manual para la medición de la fuerza entendida como predictor válido del declive cognitivo, estado funcional y morbilidad en la tercera edad (Rijk, Roos, Deckx, van den Akker y Buntinx, 2015), así como con niveles inflamatorios (Norman, Stobaus, Kulka y Schulzke, 2014). Las mejoras significativas observadas en ambas manos tras

10 y 20 semanas del programa de ejercicio con auto-cargas y materiales reciclados podrían indicar una mejora cognitiva y reducción de la inflamación, sin embargo son necesarios nuevos estudios que aborden ambas relaciones en profundidad.

Finalmente, el resto de mejoras observadas en los test de condición física llevados a cabo ponen también de manifiesto que el programa de ejercicio supervisado en el que se utilizaron auto-cargas y materiales reciclados, fue estímulo suficiente para mejorar la condición física por ende la capacidad funcional de la población de septo y octogenarios que tomaron parte en el estudio.

CONCLUSIONES Y APLICACIÓN PRÁCTICA

En conclusión, en un población de septo y octogenarios el programa de ejercicio supervisado y basado en la utilización de auto-cargas y materiales reciclados con una duración de 20 semanas (2 días semanas, 60 min/día) mostró ser efectivo en la reducción de la masa grasa en tren inferior y abdomen, aumento de la masa magra en tren inferior, produciendo también una mejorar de la capacidad funcional de los participantes gracias a las mejoras de la fuerza, resistencia y velocidad de desplazamiento.

Por ello, creemos que este tipo de programas de ejercicio supervisados e individualizados resulta una alternativa económica y efectiva en la mejora metabólica y funcional que podría ser implementada como parte de la atención primaria en tercera edad. Si bien, son necesarios estudios que analicen en profundidad la influencia de este tipo de entrenamientos sobre la homeostasis de la glucosa o la modificación del patrón de paso, así como la adherencia a programas de ejercicio supervisados por parte de este en este grupo poblacional.

REFERENCIAS

- Abe, T., Nahar, V.K., Young, K.C., Patterson, K.M., Stover, C.D., Lajza, D.G., Tribby, A.C., Geddam, D.A., Ford, M.A., Bass, M.A. y Loftin M. (2014). Skeletal muscle mass, bone mineral density, and walking performance in masters cyclists. *Rejuvenation Res*, 17(3), 291-296.
- American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko, W.J., Proctor, D.N., Fiatarone Singh, M.A., Minson, C.T., Nigg, C.R., Salem, G.J. y Skinner, J.S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(7), 1510-1530.
- Batsis, J. A., Mackenzie, T. A., Barre, L. K., Lopez-Jimenez, F. y Bartels, S. J. (2014). Sarcopenia, sarcopenic obesity and mortality in older adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey III. *Eur J Clin Nutr*, 68(9), 1001-1007.
- Beavers, K. M., Beavers, D. P., Nesbit, B. A., Ambrosius, W. T., Marsh, A. P., Nicklas, B. J., y Rejeski, W. J. (2014). Effect of an 18-month physical activity and weight loss intervention on body composition in overweight and obese older adults. *Obesity (Silver Spring)*, 22(2), 325-331.
- Bollinger, L. M., Powell, J. J., Houmard, J. A., Witzczak, C. A., y Brault, J. J. (2015). Skeletal muscle myotubes in severe obesity exhibit altered ubiquitin-proteasome and autophagic/lysosomal proteolytic flux. *Obesity (Silver Spring)*, 23(6), 1185-1193.
- Bouchard, J. y Villeda, S. A. (2015). Aging and brain rejuvenation as systemic events. *J Neurochem*, 132(1), 5-19.

- Cadore, E. L., Rodriguez-Manas, L., Sinclair, A. y Izquierdo, M. (2013). Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. *Rejuvenation Res*, 16(2), 105-114.
- Carrick-Ranson, G., Hastings, J.L., Bhella, P.S., Fujimoto, N., Shibata, S., Palmer, M.D., Boyd, K., Livingston, S., Dijk, E. y Levine, B.D. (2014). The effect of lifelong exercise dose on cardiovascular function during exercise. *J Appl Physiol* (1985), 116(7), 736-745.
- Cebolla, E. C., Rodacki, A. L., y Bento, P. C. (2015). Balance, gait, functionality and strength: comparison between elderly fallers and non-fallers. *Braz J Phys Ther*, 19(2), 146-151.
- Chan, S. Y., Kuo, C. C., Chen, K. M., Tseng, W. S., Huang, H. T., y Li, C. H. (2015). Health Promotion Outcomes of a Newly Developed Elastic Band Exercise Program for Older Adults in the Community: A Pilot Test. *J Nurs Res*.
- Hawley, J. A., Hargreaves, M., Joyner, M. J., y Zierath, J. R. (2014). Integrative biology of exercise. *Cell*, 159(4), 738-749.
- Jasuja, R. y LeBrasseur, N. K. (2014). Regenerating skeletal muscle in the face of aging and disease. *Am J Phys Med Rehabil*, 93(11 Suppl 3), S88-96.
- Jin, E. H., Park, S., y So, J. M. (2015). The effect of muscle power training with elastic band on blood glucose, cytokine, and physical function in elderly women with hyperglycemia. *J Exerc Nutrition Biochem*, 19(1), 19-24.
- Kalyani, R. R., Metter, E. J., Egan, J., Golden, S. H., y Ferrucci, L. (2015). Hyperglycemia predicts persistently lower muscle strength with aging. *Diabetes Care*, 38(1), 82-90.
- Kalyani, R. R., Tra, Y., Egan, J. M., Ferrucci, L. y Brancati, F. (2014). Hyperglycemia is associated with relatively lower lean body mass in older adults. *J Nutr Health Aging*, 18(8), 737-743.
- Lajoie, Y. (2004). Effect of computerized feedback postural training on posture and attentional demands in older adults. *Aging Clin Exp Res*, 16(5), 363-368.
- Lauffer, Y., Dar, G. y Kodesh, E. (2014). Does a Wii-based exercise program enhance balance control of independently functioning older adults? A systematic review. *Clin Interv Aging*, 9, 1803-1813.
- Leite, J. C., Forte, R., de Vito, G., Boreham, C. A., Gibney, M. J., Brennan, L., y Gibney, E. R. (2015). Comparison of the effect of multicomponent and resistance training programs on metabolic health parameters in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr*, 60(3), 412-417.
- Marques, E. A., Mota, J. y Carvalho, J. (2012). Exercise effects on bone mineral density in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Age (Dordr)*, 34(6), 1493-1515.
- Mesquita, L. S., de Carvalho, F. T., Freire, L. S., Neto, O. P. y Zangaro, R. A. (2015). Effects of two exercise protocols on postural balance of elderly women: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr*, 15, 61.
- Montero-Fernandez, N. y Serra-Rexach, J. A. (2013). Role of exercise on sarcopenia in the elderly. *Eur J Phys Rehabil Med*, 49(1), 131-143.
- Muntaner-Mas, A., Vidal-Conti, J., Borrás, P. A., Ortega, F. B. y Palou, P. (2015). Effects of a whatsapp-delivered physical activity intervention to enhance health-related physical fitness components and cardiovascular disease risk factors in older adults. *J Sports Med Phys Fitness*.
- Norman, K., Stobaus, N., Kulka, K. y Schulzke, J. (2014). Effect of inflammation on handgrip strength in the non-critically ill is independent from age, gender and body composition. *Eur J Clin Nutr*, 68(2), 155-158.
- Pucci, G., Battista, F. y Schillaci, G. (2012). Aerobic physical exercise and arterial de-stiffening: a recipe for vascular rejuvenation? *Hypertens Res*, 35(10), 964-9
- Rijk, J. M., Roos, P. R., Deckx, L., van den Akker, M. y Buntinx, F. (2015). Prognostic value of handgrip strength in people aged 60 years and older: A systematic review and meta-analysis. *Geriatr Gerontol Int*.
- Rikli, R. E. y Jones, C. J. (1999a). Development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J Aging Phys Act*, 7, 129-161.
- Rikli, R. E. y Jones, C. J. (1999b). Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *J Aging Phys Act*, 7(162-181).
- Ryan, A. S. y Harduarsingh-Permaul, A. S. (2014). Effects of weight loss and exercise on trunk muscle composition in older women. *Clin Interv Aging*, 9, 395-402.
- Ryan, A. S., Katzell, L. I., Prior, S. J., McLenithan, J. C., Goldberg, A. P. y Ortmeyer, H. K. (2014). Aerobic exercise plus weight loss improves insulin sensitivity and increases skeletal muscle glycogen synthase activity in older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 69(7), 790-798.

- Suni, J., Husu, P. y Rinne, M. (2010). *Fitness for health: the ALPHA-FIT test battery for adults aged 18-69*. S. a. U. I. European Union (Ed.)
- Tolomio, S., Ermolao, A., Lalli, A. y Zaccaria, M. (2010). The effect of a multicomponent dual-modality exercise program targeting osteoporosis on bone health status and physical function capacity of postmenopausal women. *J Women Aging*, 22(4), 241-254.
- Topolski, T. D., LoGerfo, J., Patrick, D. L., Williams, B., Walwick, J. y Patrick, M. B. (2006). The Rapid Assessment of Physical Activity (RAPA) among older adults. *Prev Chronic Dis*, 3(4), A118.
- Wayne, P.M., Hausdorff, J.M., Lough, M., Gow, B.J., Lipsitz, L., Novak, V., Macklin, E.A., Peng, C.K. y Manor, B. (2015). Tai Chi Training may Reduce Dual Task Gait Variability, a Potential Mediator of Fall Risk, in Healthy Older Adults: Cross-Sectional and Randomized Trial Studies. *Front Hum Neurosci*, 9, 332.
- Yamada M, Aoyama, T., Hikita, Y., Takamura, M., Tanaka, Y., Kajiwara, Y., Nagai, K., Uemura, K., Mori, S. y Tanaka, B. (2011). Effects of a DVD-based seated dual-task stepping exercise on the fall risk factors among community-dwelling elderly adults. *Telemed J E Health*, 17(10), 768-772.
- Zampieri, S., Pietrangelo, L., Loeffler, S., Fruhmann, H., Vogelauer, M., Burggraf, S., Pond, A., Grim-Stieger, M., Cvecka, J., Sedliak, M., Tírpáková, V., Mayr, W., Sarabon, N., Rossini, K., Barberi, L., De Rossi, M., Romanello, V., Boncompagni, S., Musarò, A., Sandri, M., Protasi, F., Carraro, U. y Kern, H. (2015). Lifelong physical exercise delays age-associated skeletal muscle decline. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 70(2), 163-173.