

Blasco-Lafarga, C.; Monteagudo, P.; Cordellat, A.; Roldán, A. (2021) Inspiratory Muscle Strength, Handgrip Strength and Muscle Mass in Active Elderly Women. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 21 (84) pp. 763-778. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista84/artfuerza1284.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista84/artfuerza1284.htm)
DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2021.84.009>

ORIGINAL

FUERZA INSPIRATORIA, FUERZA DE PRENSIÓN Y MASA MUSCULAR EN MUJERES MAYORES ACTIVAS

INSPIRATORY MUSCLE STRENGTH, HANDGRIP STRENGTH AND MUSCLE MASS IN ACTIVE ELDERLY WOMEN

Blasco-Lafarga, C.^{1,2}; Monteagudo, P.^{2,3}; Cordellat, A.^{1,2} y Roldán, A.^{1,2}

¹ Departamento de Educación Física y Deportiva, Universidad de Valencia, Valencia (España) m.cristina.blasco@uv.es

² UIRFIDE (Unidad de investigación en rendimiento físico y deportivo), Universidad de Valencia, Valencia (España) ana.cordellat@uv.es, Pablo.Monteagudo@uv.es, ainoa.roldan@uv.es

³ Departamento de Educación y Didácticas Específicas. Universidad Jaume I, Castellón, (España)

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Asociación Entrenamiento con Mayores (EcM) el apoyo recibido, tanto por parte de los técnicos que dirigen los programas y ayudan en el proceso de evaluación, como de los mayores que participan en los mismos.

Código UNESCO / UNESCO Code: 241106 Fisiología del Ejercicio / Exercise Physiology; 241117 Fisiología de la Respiración / Respiratory Physiology; 3212 Salud Pública / Public Health

Clasificación Consejo Europa / Council of Europe classification: 17. Otras: Actividad Física y Salud / Others: Physical Activity and Health; Entrenamiento Deportivo / Sports training.

Recibido 28 de agosto de 2019 **Received** August 28, 2019

Aceptado 9 de febrero de 2020 **Accepted** February 9, 2020

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar la relación entre la fuerza de la musculatura inspiratoria (MIP), la fuerza periférica medida como prensión manual (HG), y la masa muscular (MM), en mujeres mayores sanas y activas. Tras recoger 126 mediciones de usuarias del programa de entrenamiento multicomponente EFAM-UV[®] y comprobar la influencia de la edad sobre MM, HG y MIP, incluidos sus gráficos de dispersión y R², se analizó la asociación entre estas variables, con y sin la covariable edad (Coeficientes Pearson o Spearman según

corresponda). La esperada relación negativa entre edad y MM, y edad y HG, fue moderada, y se redujo para Edad vs. MIP ($r=-0,178$; $R^2 <2\%$). MIP, HG y MM no mostraron asociación. Envejecimiento y entrenamiento son procesos selectivos. Una MIP baja a pesar de la buena aptitud física justificaría estos resultados y confirmaría que, aun siendo activas, las mujeres mayores deben entrenar específicamente la musculatura inspiratoria.

PALABRAS CLAVE: Aptitud física, ejercicio, entrenamiento respiratorio, envejecimiento activo, evaluación respiratoria, sarcopenia.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyse the relationship between inspiratory muscle strength (MIP), peripheral strength assessed by means of the handgrip test (HG), and muscle mass (MM) in healthy active elderly women. 126 measurements from women undergoing the multicomponent training program EFAM-UV[®] were collected between October 2017 to June 2019. After testing the influence of age on MM, HG and MIP, including their Scatter plots and R^2 , the relationship between these variables was analysed, with and without Age as a covariate. The expected negative association between age and MM, and age and HG, were moderated and were reduced when considering Age vs. MIP ($r=-0.178$; $R^2 <2\%$). Moreover, there was no relationship between MIP, HG and MM. Aging and Exercise Training are both selective processes. Low MIP values despite a good physical fitness would justify these results, confirming that even being active, elderly women should train inspiratory muscles specifically.

KEYWORDS: Active Aging, Exercise, Physical Fitness, Respiratory measurements, Respiratory Training, Sarcopenia.

INTRODUCCIÓN

La sarcopenia, pérdida progresiva y generalizada de masa muscular y fuerza (1), tanto en adultos mayores (AM) sanos como patológicos, es uno de los grandes problemas a los que se enfrenta la población de AM. Como recoge el *European Working Group on Sarcopenia in Older People* (2) nos enfrentamos a una merma de la masa muscular, tanto en calidad como en cantidad, que se relaciona con una pérdida de funcionalidad, movilidad reducida y fragilidad física (3) acompañada de mayor riesgo de padecer fracturas, sufrir caídas (4) incluso de futura dependencia, afectando además a la calidad de vida y a la salud mental, entre otros (2).

Sin embargo, recientemente, Shaw et al. (5) estudiaron la pérdida de masa muscular, fuerza y función física de forma independiente, concluyendo que la pérdida de masa muscular es mucho más lenta que la pérdida de fuerza, y que la función física es la última en reducirse. De esta forma, la evaluación de los cambios en la fuerza asociados a la edad ayuda a diagnosticar la sarcopenia con antelación a la pérdida de masa muscular o funcionalidad, y por ello test rápidos y sencillos como el test de presión manual se han convertido en una prueba

habitual en la evaluación de los AM (6). El llamado *Test de Handgrip* (HG) ha confirmado ser predictor de pérdida de funcionalidad, discapacidad, incluso mortalidad (7), y sus valores elevados pueden ser considerados como el reflejo de un envejecimiento saludable (8).

Por otro lado, la sarcopenia es un proceso generalizado y cabe esperar que no sólo la musculatura periférica se vea afectada, sino que también haya mermas en la musculatura respiratoria (1), acompañadas de pérdidas de fuerza y función respiratoria asociadas a la edad. De hecho, Jeon et al. (9) relacionan niveles de masa muscular bajos con alteraciones de la función pulmonar.

Cambios estructurales y fisiológicos, con especial atención al deterioro del sistema inmune, explican que la pérdida de masa muscular a nivel respiratorio pueda provocar pérdidas de fuerza por encima del 20% al llegar a los 70 años (10), factor que se asocia con el aumento de la disnea durante las actividades de la vida diaria (AVD), la limitación de la práctica de actividad física (AF) y la merma del rendimiento durante el ejercicio (11). En este sentido, la fuerza de la musculatura espiratoria se puede medir a través de la presión espiratoria máxima (MEP), mientras que la fuerza de la musculatura inspiratoria se mide mediante la presión inspiratoria máxima (MIP) -ATS/ERS 2002 (12)-. Y si nos centramos en esta última, se confirma la influencia de la edad, indicando además que el patrón que sigue su pérdida es diferente en hombres y mujeres (13, 14), aunque los estudios que miden solo mujeres, y sobre todo mujeres mayores, aún son escasos.

Parece pues importante, profundizar en la relación entre la edad, la masa muscular y la fuerza respiratoria, así como en su influencia sobre la funcionalidad del sistema respiratorio, ya que no sólo la edad per se, sino también la pérdida o reducción de la movilidad propia del envejecimiento contribuye a acentuar la pérdida de masa muscular (15, 16). Frente a ello, la AF ayuda al mantenimiento del sistema musculoesquelético (17), y por ende puede prevenir el deterioro respiratorio. Bamrotia et al. (18) compararon a un grupo de AM que realizaba AF regular durante 150 min a la semana frente a un grupo de AM con un estilo de vida sedentario, concluyendo que la práctica de AF regular mantenía la función pulmonar por encima de la media, además de preparar mejor para afrontar enfermedades relacionadas con el sistema respiratorio. En concreto sobre la musculatura respiratoria, Summerhill et al. (19) concluyeron que los AM activos tenían unos valores de fuerza respiratoria más elevados frente al grupo de AM inactivos.

Finalmente, y como ya hemos señalado, el género es un factor a tener en cuenta en este proceso. En realidad, tanto edad como género actúan como un condicionante negativo del rendimiento en la aplicación de fuerza y la ejecución de tareas funcionales en las personas mayores (20). Las mujeres tienen valores más bajos de masa muscular, fuerza y función física (5), lo que a nivel respiratorio se refleja en un 30% menos de fuerza inspiratoria frente a los hombres (13, 14). Aunque con la edad las pérdidas de fuerza son menores en relación a los hombres (14), el hecho de que la disminución de la masa muscular se asocie a factores hormonales aumenta su predisposición a padecer enfermedades derivadas de la sarcopenia tras la menopausia (21) convirtiendo

a las mujeres en un grupo de riesgo. Sin embargo, los estudios que analizan la relación entre composición corporal y función respiratoria en la población femenina en edades avanzadas son aún escasos. Y hasta donde sabemos, no existen trabajos que analicen la relación entre la masa muscular, la función respiratoria -medida como fuerza inspiratoria-, y la fuerza de prensión manual -como reflejo de la fuerza periférica- en una muestra amplia y exclusiva de mujeres mayores activas.

Así pues, el objetivo del presente estudio fue (a) analizar la asociación de fuerza muscular inspiratoria (MIP) con la fuerza de prensión manual, y con la masa muscular, en un grupo de mujeres mayores, sanas y activas, sujetas a un programa de entrenamiento multicomponente realizado de forma regular, así como (b) identificar el peso de la edad en estos factores y en sus asociaciones. Conocer cómo afecta el envejecimiento a estos sistemas musculares en las mujeres mayores activas, y hasta qué punto la pérdida de la masa muscular se refleja por igual en la fuerza de ambos, se entrenen específicamente o no (c), es importante y puede ayudar a detectar y prevenir los problemas asociados a la sarcopenia en esta población.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

En el estudio se incluyeron 126 mediciones de mujeres mayores usuarias del programa de entrenamiento multicomponente EFAM-UV[®] (22) (acrónimo de *Entrenamiento Funcional en Adultos Mayores de la Universidad de Valencia*) realizadas a lo largo de dos años (2017 a 2019). Como criterios de inclusión: ser mujer mayor de 60 años, participante del programa de entrenamiento multicomponente EFAM-UV[®] durante al menos un año, y no fumadora. Como criterios de exclusión se consideró el llevar prótesis dental, padecer o haber padecido enfermedad cardíaca, respiratoria o de la pared torácica, padecer deterioro cognitivo o retinopatía, o cualquier otra contraindicación para la práctica de ejercicio físico.

Diseño y procedimiento

El estudio, que atiende a una investigación cuantitativa aplicada y de corte transversal, cumple con los estándares éticos de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de ética de la entidad académica responsable (H1506353751695). Al inicio de cada curso en el programa, todas las mujeres recibieron información relativa a la pertenencia a un programa de investigación y firmaron un consentimiento informado.

Tal y como indica la Figura 1, se evaluó la composición corporal, la estatura, la presión arterial, la saturación de oxígeno (SaO₂), la espirometría, la presión inspiratoria máxima (MIP), la fuerza de prensión manual (HG) y la aptitud cardiorrespiratoria, entre otros. En todos los casos, se les instruyó sobre las mediciones, que se distribuyeron durante 3 días con un mínimo de 48 horas de separación.

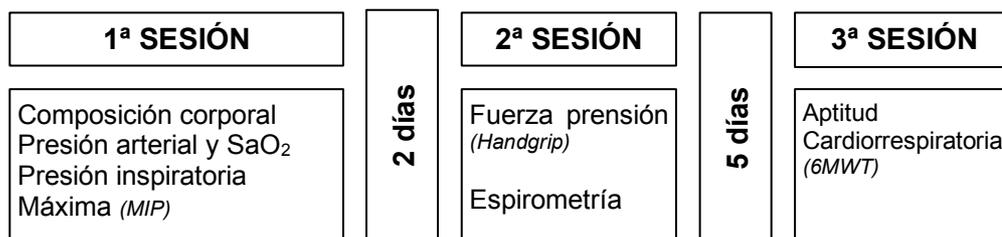


Figura 1. Protocolo de evaluación

SaO₂: Saturación de oxígeno; 6MWT: Test de 6 minutos marcha.

Programa de entrenamiento multicomponente EFAM-UV[®]

Las mujeres del estudio participaron de forma regular en el programa de entrenamiento multicomponente EFAM-UV[®] (22), que se desarrolla durante 8 meses, en dos sesiones semanales de 60 minutos (desde Octubre hasta Mayo). EFAM-UV[®] combina tareas de educación de la marcha y corrección postural con actividades de ritmo y destreza motriz, bajo una metodología de doble tarea, de forma que se mejora la fuerza y equilibrio de los AM como base para perfeccionar sus capacidades cognitivas, neuromusculares y cardiovasculares. El entorno de entrenamiento es complejo e incluye tareas relacionadas con actividades de la vida diaria, sin trabajo respiratorio como objetivo específico. Se suman a los 8 meses, 15 días previos para la evaluación pre y otros 15 al cesar el programa. Tanto el programa como su evaluación se lleva a cabo por graduados en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Y en este caso, se han utilizado los datos recogidos desde el año 2017 hasta el 2019, incluyendo a usuarias de grupos de entrenamiento EFAM-UV[®] de 3 localidades, y una vez transcurridos al menos dos meses desde el inicio del programa.

Variables e instrumentos

Junto a la determinación de la *masa muscular*, se evaluaron la *altura*, *presión arterial* y *saturación de oxígeno*, para caracterizar a la muestra. Tras medir la estatura con el estadímetro SECA 222 (SECA; Medical Scale and Measuring Systems, Hamburg, Germany), se evaluó la composición corporal mediante bioimpedancia con la báscula BC-545 (TANITA; Corporation of America, Inc., Arlington Heights, IL). Después de descansar 5 min sentadas en una silla, se les tomó la presión arterial en el brazo izquierdo (monitor Omron M3; IM-HEM-7131-E), al tiempo que en el dedo corazón derecho se medía la SaO₂ (pulsioxímetro WristOX2-3150; Nonin Medical Inc., Minneapolis, MN, USA). Para la presión arterial (sistólica –PAS– y diastólica –PAD–) se realizaron 2 mediciones con 1 minuto de separación, utilizando la media de las dos para el análisis final. Durante todo este tiempo se midió la SaO₂ hasta obtener un valor estable. Para estas mediciones las mujeres acudieron en situación de ayuno.

Presión inspiratoria máxima. Para evaluar la fuerza de la musculatura inspiratoria (test de MIP), atendiendo al protocolo de Neder et al. (23), las mujeres se sentaron en una silla con los pies apoyados en el suelo y la espalda recta, y

realizaron una inspiración lo más fuerte y rápida posible con una pinza en la nariz, sin extender la espalda. Se llevaron a cabo 3 mediciones y si la diferencia entre ellas era >10%, se llegaba a realizar hasta 5. De forma similar a otros estudios con adultos mayores (24, 25), se utilizó el dispositivo electrónico Powerbreathe® K5 (Powerbreathe K5, HaB International Ltd. UK).

Test de prensión manual. La fuerza de prensión (HG, del inglés *Handgrip*) se evaluó mediante el dinamómetro adaptable Takei 5401 (Takei Scientific Instruments CO., LTD). Siguiendo el protocolo de Vianna et al. (26), la contracción se mantuvo durante 5 segundos, con el brazo estirado a lo largo del cuerpo, y se realizaron 2 mediciones en cada lado, con 1 minuto de descanso entre ellas. Se consideró el mejor valor para el análisis final.

Espirometría. Con la finalidad de descartar enfermedad o limitación respiratoria importante, se evaluó la capacidad pulmonar atendiendo a las directrices de García-Río et al. (27), mediante un espirómetro portátil (Spirobank spirometer USB, Medical International Research, Roma, Italia). Las mujeres se sentaban con la espalda recta, sin cruzar las piernas y con una pinza en la nariz. Tras una inspiración máxima debían soltar el aire lo más fuerte posible manteniendo la exhalación durante un mínimo de 6 segundos para asegurar la validez de la curva. Se realizaron 3 mediciones y hasta un máximo de 8 en caso de que alguna curva no fuera válida, dejando el tiempo suficiente para asegurar la recuperación (27). El mejor valor de las variables de interés: capacidad vital forzada (FVC), máximo volumen espirado en el primer segundo (FEV₁), Flujo espirado medio (FEF_{25%-75%}) y flujo espiratorio pico (PEF) se consideró para el análisis posterior.

Test de aptitud cardiorrespiratoria. De la misma forma, el test de 6 min marcha (6MWT, del inglés *Six Minute Walking Test*) se evaluó según el protocolo de Rikli & Jones (28), en un rectángulo de 20m x 5m, asegurando así el nivel funcional de la muestra. Las mujeres caminaron lo más rápido posible, pero sin correr durante 6 min, siendo animadas en cada vuelta. Se les avisó del tiempo a los 3 y a los 5 min.

Tratamiento estadístico

El análisis de los datos se llevó a cabo con el paquete estadístico SPSS versión 23 (IBM SPSS Statistics para Windows), considerando los datos de los test disponibles en cada variable. Una vez analizada la normalidad de la muestra (K-S), se calcularon los descriptivos de todas las variables, expresándose mediante Media y Desviación Estándar (Media ± DE). Se añadió el coeficiente de variación (CV) para obtener una mayor información sobre la dispersión de la muestra. Con el fin de averiguar la relación entre la edad y la masa muscular, así como entre la edad y la fuerza inspiratoria y la fuerza periférica, se utilizó el Coeficiente de Spearman, ya que la variable edad no presentó una distribución normal. Siguiendo a Sullivan & Feinn (29), se consideró también el valor de R² en los gráficos de dispersión como medida del tamaño del efecto de estas asociaciones. Posteriormente, con el objetivo de averiguar la relación entre la fuerza inspiratoria, la fuerza periférica y la masa muscular absoluta, se utilizó en este caso el Coeficiente de Pearson. Por último, se realizaron las correlaciones parciales controlando para el factor edad (r^e) con el fin de observar el papel de

la edad en estas relaciones. Se consideró el p -valor de la significación como $p < 0,05$. Para valorar el grado de asociación, se utilizó la clasificación de Hopkins (30), donde 0,1, trivial; 0,1-0,3, pequeña; 0,3-0,49, moderada; 0,5-0,69, grande; 0,7-0,89, muy grande; y $> 0,9$ a 1 casi perfecta.

RESULTADOS

Características de la muestra

Tal y como se expone en la Tabla 1, la heterogeneidad es una característica de la población de AM, también en las mujeres activas. De forma importante, y a pesar de estar entrenadas, con valores altos en el 6MWT (31) y fuerza de prensión manual por encima del percentil 95 para su media de edad (26), las mujeres evaluadas se situaron en un rango bajo para los valores esperados de fuerza inspiratoria máxima (14, 32), variable no entrenada específicamente.

Tabla 1. Características de la muestra

n=126	Media \pm DE	CV (%)	
Características antropométricas			
Edad (años)	72,59 \pm 4,96	6,83	
Altura (metros)	1,54 \pm 0,05	3,24	
Peso (Kg)	66,62 \pm 10,39	15,60	
Masa Muscular (Kg)	37,77 \pm 4,22	11,17	
Características fisiológicas			
SaO ₂ (%) ¹	95,58 \pm 1,64	1,72	
PAS (mmHg) ¹	136,26 \pm 17,49	12,84	
PAD (mmHg) ¹	77,94 \pm 8,43	10,82	
FEV ₁ (L) ²	1,97 \pm 0,50	25,38	
FVC (L) ²	2,72 \pm 0,58	21,32	
FEF _{25%-75%} (L/s) ²	1,85 \pm 0,67	36,21	
PEF (L/s) ²	3,90 \pm 1,39	35,64	
Características de rendimiento			<i>*Valores de referencia</i>
MIP (cmH ₂ O)	48,28 \pm 16,65	34,49	65,00 \pm 26,00
HG (Kg) ³	25,32 \pm 4,31	21,48	> Percentil 95
6MWT (metros)	536,33 \pm 61,81	11,52	492,86 \pm 79,55

¹ n=125; ² n=91; ³ n=121

SaO₂: Saturación de oxígeno; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; FEV₁: Máximo volumen espirado en el primer segundo; FVC: Capacidad vital forzada; FEF_{25%-75%}: Flujo espirado medio; PEF: Flujo espiratorio pico; MIP: Presión inspiratoria máxima; HG: Fuerza de prensión manual; 6MWT: Test de 6 min marcha.

Influencia de la edad sobre la fuerza inspiratoria, la fuerza periférica y la masa muscular absoluta

Encontramos una asociación moderada y negativa entre edad y masa muscular, y edad y fuerza muscular periférica (Tabla 2). Sin embargo, esta asociación se redujo a pequeña al considerar la fuerza muscular inspiratoria.

Tabla 2. Asociación entre edad, fuerza inspiratoria, fuerza periférica y masa muscular absoluta

n=126	MIP	HG	MM
Edad	-0,178*	-0,361***	-0,403***

* $p < 0,05$; *** $p < 0,001$

MM: Masa muscular, HG: Test de handgrip; MIP: Presión inspiratoria máxima

De nuevo vemos que el valor de la asociación al considerar la edad y la MIP se redujo frente a MM y HG en los gráficos de dispersión (Figura 2). El tamaño del efecto al considerar Edad vs. MIP cae y R^2 se redujo por debajo de lo que Sullivan & Feinn (29) proponen como pequeño (sección 2C; $R^2 = 0,025$).

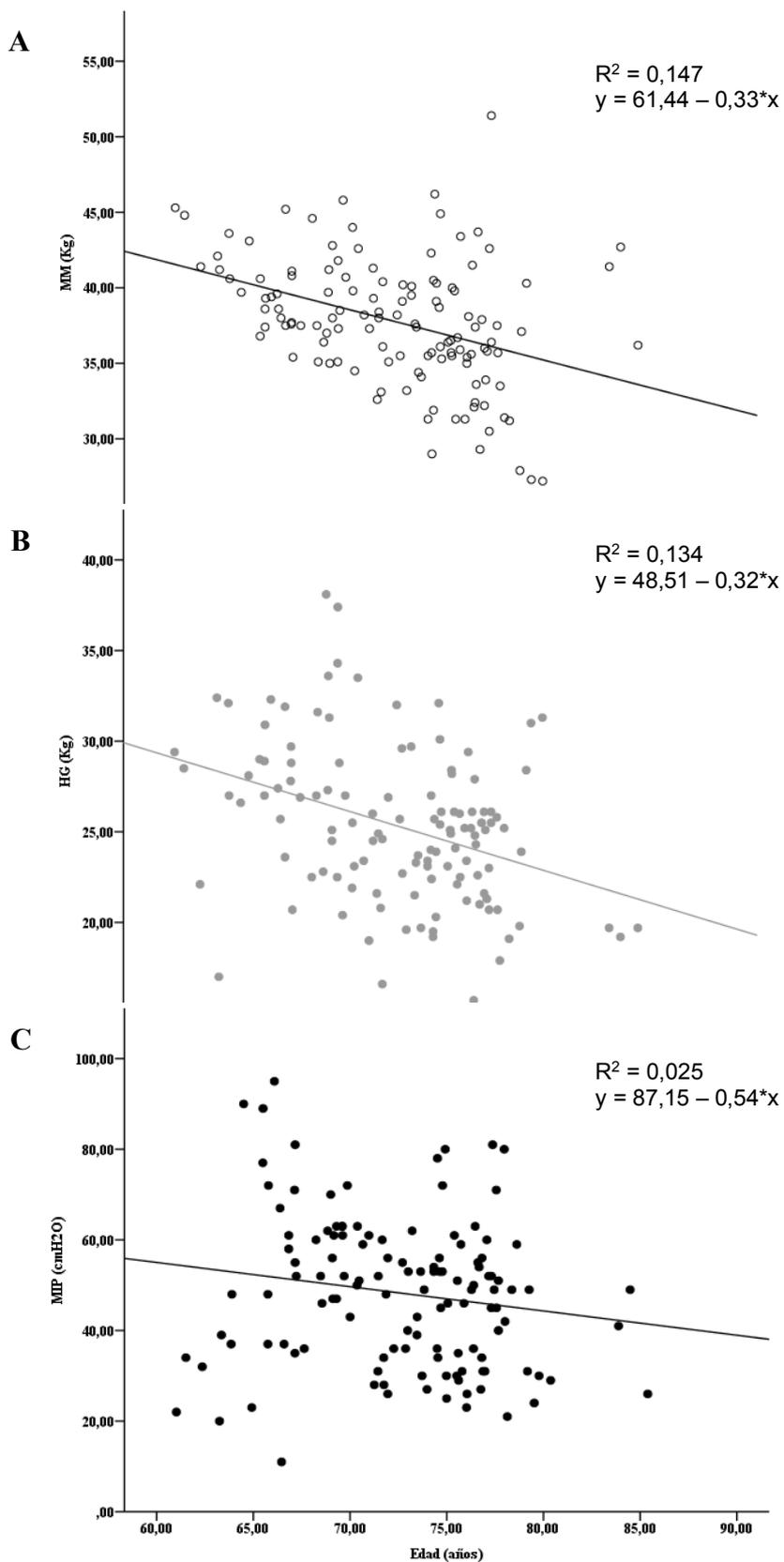


Figura 2. Relación entre la edad y la masa muscular (A), la fuerza muscular periférica (B) y la fuerza muscular inspiratoria (C).

MM: Masa muscular; HG: Test de handgrip; MIP: Presión inspiratoria máxima

Relación entre la fuerza inspiratoria y la masa muscular absoluta y entre la fuerza inspiratoria y la fuerza de prensión manual

Finalmente, tal y como muestra la Tabla 3, no se encontró ninguna asociación entre las dos medidas de fuerza (fuerza muscular inspiratoria y fuerza de prensión manual), ni entre la fuerza muscular inspiratoria y la masa muscular.

Tabla 3. Ausencia de asociación entre la fuerza inspiratoria, la fuerza periférica y la masa muscular absoluta

n=126	MM	HG
MIP	0,038	0,166
MIP^e	-0,012	0,128

MIP: Presión inspiratoria máxima; MIP^e: Presión inspiratoria máxima controlando la edad; MM: Masa muscular; HG: Test de prensión manual Handgrip

DISCUSIÓN

El principal hallazgo de este estudio es que la fuerza inspiratoria no se relaciona con la masa muscular general o la fuerza de prensión en un grupo de mujeres mayores sanas y activas, sujetas a entrenamiento multicomponente. De hecho, nuestras mujeres presentaron una buena condición física (aptitud cardiorrespiratoria, masa muscular y fuerza de prensión) para una fuerza inspiratoria baja. Además, la proporción de la varianza explicada por la edad en la fuerza inspiratoria es casi inexistente, frente a valores mayores al considerar la fuerza de prensión, y sobre todo la masa muscular. Los valores de la MIP - variable no entrenada específicamente- fueron generalizadamente bajos y más heterogéneos, sobre todo en las mujeres más jóvenes de nuestra muestra, frente a una masa muscular y una fuerza de prensión más entrenadas y homogéneas para las mismas edades (Figura 2). Ello podría explicar parte de estas divergencias. De hecho, la aptitud cardiorrespiratoria medida en un test de marcha, objetivo central del programa, fue la variable más homogénea. Parece, pues, confirmarse que tanto el envejecimiento como el entrenamiento son procesos selectivos en sus consecuencias, y no afectan por igual a masa muscular general y fuerza específica, sobre todo cuando se trata de sistemas musculares diferentes, sometidos a niveles de exigencia también diferentes. Igualmente se confirma el efecto beneficioso de la AF regular y el entrenamiento en la contención del deterioro asociado a la edad. Teniendo en cuenta que masa muscular y fuerza parecen no envejecer según un patrón uniforme al considerar sistemas musculares diferentes, nuestros datos refuerzan la necesidad de considerar la evaluación y entrenamiento de cada sistema con el fin de garantizar un tratamiento integral de la salud del AM, al menos en la población femenina.

La MIP refleja el estado de la musculatura inspiratoria, de forma que valores bajos en este test pueden asociarse a una debilidad del diafragma que puede repercutir en el intercambio gaseoso, el reparto de oxígeno o la ventilación (33) limitando las AVD. Atendiendo a la importancia de tener test sencillos que anticipen y minimicen las pérdidas asociadas a la edad (5), la detección temprana de estos cambios puede ayudar a prevenir, retrasar e incluso revertir el deterioro de la musculatura respiratoria.

Si bien hasta la cincuentena las mujeres no acusan el peso de la edad en su fuerza inspiratoria, superada esta etapa sí parecen sufrir una merma moderada y progresiva (14, 32), aunque por debajo de la pérdida encontrada en hombres, que tienen más fuerza, pero también la pierden más (13, 14). Esta asociación negativa entre Edad y MIP, sin embargo, se reduce a una relación trivial y con un R^2 pequeño en nuestro estudio, por debajo de lo mostrado para HG y MM (en este orden), y también por debajo de valores previos en estudios con muestras similares (14, 23, 34). Además, llama la atención la baja MIP de nuestras mujeres más jóvenes (Figura 2C) en comparación con estos estudios previos, pues en ellos la MIP es más alta en la primera franja de la vejez (14, 23), y sobre todo es mayor entre las mujeres más sanas (14).

En este sentido, EFAM-UV[®] es un programa periodizado que se inicia con una orientación neuromuscular y cognitiva (predominio del equilibrio y la fuerza, con consignas y doble tarea), para evolucionar al final del macrociclo hacia actividades más cardiovasculares (22). Algunas mediciones han coincidido con mesociclos neuromusculares, pero incluso en su fase más cardiovascular, el entrenamiento multicomponente parece no constituir un estímulo suficiente para mejorar la MIP. Este hecho y el que la asociación moderada y negativa con la edad sí la vemos en nuestra muestra para la fuerza de prensión y la masa muscular (Tabla 2, Figura 2A y 2B), nos lleva a pensar que un mayor efecto del entrenamiento en las más jóvenes, pero sólo en las variables específicamente entrenadas, pueda explicar parte de estas diferencias. De hecho, McConnell & Copestake (34) confirman una asociación negativa mayor entre edad y MIP ($r=-0,456$) en mujeres mayores que realizan actividades cardiovasculares (paseos, baile, bicicleta, carrera o tenis). Y en su estudio con población brasileña sana y activa, con idéntico protocolo de evaluación de la MIP, Neder et al. (23) encuentran un R^2 de 0.464 para edad vs MIP en mujeres entre 20 y 80 años, y una correlación positiva entre MIP y $VO_2\max$ ($r=0.81$), y entre MIP y AF auto-reportada ($r=0.47$). Ciertamente que estas últimas asociaciones ya podrían estar mediadas por la influencia de la edad y el género, co-variables que sus autores no consideran (23).

A falta de más estudios que mejoren la comprensión de los valores de fuerza inspiratoria que nos ofrecen los dispositivos electrónicos y que parecen estar subestimando la fuerza inspiratoria en relación a valores normativos previos (23, 25), consideramos que la evaluación de la MIP es una herramienta sencilla y de bajo coste que permitiría valorar la musculatura respiratoria de forma específica. Igualmente, parece que sería apropiado complementar los programas de ejercicio ya existentes en la población de mujeres mayores, o implementar programas de entrenamiento respiratorio específicamente, en caso necesario, tal y como ya se ha sugerido (25).

En cuanto a la relación entre la MIP y otras variables de fuerza como la fuerza de prensión manual en los AM, Enright et al. (13) señalaron una correlación significativa, positiva y moderada ($r=0,48$; $p<0,001$) entre ambas, pero estos autores consideraron a hombres y mujeres de forma conjunta, así como a fumadores y no fumadores, sin especificar nivel de AF. Además, no consideraron la influencia de la edad. Lo mismo que Shin et al. (35), al analizar a 65 adultos

mayores de 60 años ($r=0,560$), o Efstathiou et al. (36) en una población mixta más joven (20 a 60 años, $r=0,71$). De hecho, estos últimos encontraron que el sexo y el HG conjuntamente eran claros predictores de la MIP (36). Sin embargo, el hecho de que en nuestro estudio, la tendencia a una asociación trivial entre MIP y HG desaparezca al considerar la influencia de la edad, que había mostrado previamente su relación con el HG, quita fuerza a esta relación entre variables, al menos en la población femenina. Además, en nuestra muestra, las mujeres entrenan los miembros superiores, pero no la fuerza inspiratoria.

En este sentido, se requieren nuevos estudios considerando sólo a la población de mujeres mayores, porque diferentes trabajos que han incluido sólo hombres o ambos géneros de forma conjunta, corroboran asociaciones positivas entre la fuerza respiratoria y diferentes manifestaciones de la fuerza, apuntando, quizá, a que la mayor fuerza masculina pueda estar detrás de esta asociación no encontrada en nuestra muestra de mujeres. Bahat et al. (1) confirmaron la asociación entre fuerza inspiratoria y fuerza de prensión manual en hombres sólo. Y Simoes et al. (37) encontraron asociación significativa entre MIP y MEP y la fuerza de flexión y extensión de rodilla a los 60°, considerando conjuntamente a hombres y mujeres. También será necesario revisar estas asociaciones tras el entrenamiento de la musculatura inspiratoria en ambos géneros.

Algo similar parece suceder en la relación entre fuerza inspiratoria y MM, que tampoco ha sido significativa en nuestra muestra, a pesar de que se trata de mujeres activas para su edad y la AF es un factor que condiciona la MM (38). Frente a nuestros resultados Shin et al. (35) sí sugirieron la sarcopenia de la musculatura inspiratoria al encontrar asociación entre la MIP y el índice de masa muscular esquelética (IMME) en un grupo de AM -aunque no con la MEP-. Sin embargo, recientemente, Sawaya et al. (39) analizaron esta misma relación en un grupo de adultos jóvenes sanos teniendo en cuenta el género, y encontraron que la asociación inicial entre el IMME y la MIP ($r=0,56$) desaparecía en ambos géneros al analizarlos por separado, en línea con nuestros resultados.

Parece pues que las diferencias de género son importantes en estas asociaciones, y las diferencias en las necesidades del entrenamiento respiratorio podrían serlo también. Como ya se ha señalado, diferencias estructurales como la morfometría de la caja torácica (40) o el tamaño de las vías aéreas, más pequeño en las mujeres que en los hombres (41), junto a menor capacidad de fuerza general, explicaría que la mujer presente valores más bajos tanto en función pulmonar como en fuerza respiratoria, y con ello corra un mayor riesgo de pasar a valores por debajo de la normalidad con los años. Además, tal y como ya se vio en trabajos previos del grupo (25), una aptitud física elevada según los estándares de la población femenina adulta no asegura la fuerza respiratoria, lo que pone de manifiesto la necesidad de entrenar la musculatura inspiratoria de forma específica en las mujeres mayores. Fuerzas de prensión manual por encima del percentil 95 (26), y valores de aptitud cardiorrespiratoria (test de 6 min marcha) un 8,82% por encima de los valores de Rikli & Jones (31), no se han acompañado de una fuerza inspiratoria elevada en nuestra muestra, a pesar del entrenamiento.

Por otro lado, dado el papel de la musculatura respiratoria como soporte para proveer a la musculatura periférica de oxígeno, sobre todo al aumentar la intensidad del ejercicio (42), y dado el efecto beneficioso de los programas de entrenamiento respiratorio como apoyo a la mejora del rendimiento, tanto en jóvenes atletas de élite (42), como en mujeres mayores (24, 25, 43), parece que evaluar esta variable y hacer el seguimiento sobre su comportamiento en relación con otras variables puede ser especialmente interesante para la salud de las mujeres mayores. Trabajos como los de Rodrigues et al. (44) ya encontraron mejoras en la MIP tras 5 semanas de entrenamiento inspiratorio en esta población, al igual que Souza et al. (45) tras 8 semanas. Y como señala Ozdal (46), aunque algunos trabajos que implican la estabilización del tronco pueden implicar mejoras respiratorias en las semanas iniciales de adaptación al ejercicio (8 semanas), a partir de ese momento ya se requiere de un entrenamiento específico para seguir mejorando a nivel respiratorio.

CONCLUSIÓN

Así pues, la fuerza inspiratoria no se asocia con la fuerza de prensión y la masa muscular en mujeres mayores activas, por lo que las tres requieren de evaluación y entrenamiento específico. Envejecimiento y entrenamiento son procesos selectivos y complejos que no afectan por igual a la masa muscular y a la fuerza, ni a la fuerza específica de sistemas musculares diferentes. Igualmente, las mujeres mayores deben entrenar de forma específica la musculatura inspiratoria, ya que la práctica regular de AF no asegura niveles de fuerza elevados en la misma. La extensión de la evaluación de la MIP fuera del ámbito hospitalario, gracias a los dispositivos electrónicos, debe ayudar a detectar cambios tempranos en esta manifestación de la fuerza respiratoria, y a anticipar soluciones al proceso de su deterioro, ya que, con la edad, las mujeres mayores ven mermar su salud y sus capacidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bahat G, Tufan A, Ozkaya H, Tufan F, Selçuk Akpınar T, Akin S, et al. Relation between hand grip strength, respiratory muscle strength and spirometric measures in male nursing home residents. *The Aging Male*. 2014;**17**(3):136-40. doi:10.3109/13685538.2014.936001.
2. Cruz-Jentoft A, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age & Ageing*. 2018;**48**(1):16-31. doi:10.1093/ageing/afy169.
3. Kell RT, Bell G, Quinney A. Musculoskeletal Fitness, Health Outcomes and Quality of Life. *Sports Medicine*. 2001;**31**(12):863-73. doi:10.2165/00007256-200131120-00003.
4. Curtis E, Litwic A, Cooper C, Dennison EM. Determinants of Muscle and Bone Aging. *Journal of Cellular Physiology*. 2015;**230**(11):2618-25. doi:10.1002/jcp.25001.
5. Shaw S, Dennison E, Cooper C. Epidemiology of Sarcopenia: Determinants Throughout the Lifecourse. *Calcified tissue international*. 2017;**101**(3):229-47. doi:10.1007/s00223-017-0277-0.

6. Cruz-Jentoft A, Pierre J, Bauer J, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*. 2010;**39**:412-23. doi:10.1093/ageing/afq034.
7. Bohannon RW. Hand-grip dynamometry predicts future outcomes in aging adults. *Journal of geriatric physical therapy*. 2008;**31**(1):3-10. doi:10.1519/00139143-200831010-00002.
8. Dodds RM, Sydall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip Strength across the Life Course: Normative Data from Twelve British Studies. *Plos One*. 2014;**9**(12):e113637. doi:10.1371/journal.pone.0113637.
9. Jeon YK, Shin MJ, Kim MH, Mok JH, Kim SS, Kim BH, et al. Low pulmonary function is related with a high risk of sarcopenia in community-dwelling older adults: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2008-2011. *Osteoporosis International*. 2015;**26**:2423-9. doi:10.1007/s00198-015-3152-8.
10. Lowery EM, Brubaker AL, Kuhlmann E, Kovacs EJ. The aging lung. *Clinical Interventions in Aging*. 2013;**8**:1489-96. doi:10.2147/CIA.S51152.
11. Mills DE, Johnson MA, Barnett YA, Smith WH, Sharpe GR. The Effects of Inspiratory Muscle Training in Older Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2015;**47**(4):691-7. doi:10.1249/MSS.0000000000000474.
12. European RS, Society AT. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002;**166**(4):518-624. doi:10.1164/rccm.166.4.518.
13. Enright P, Kronmal R, Manolio T, Schenker M, Hyatt R. Respiratory Muscle Strength in the Elderly: correlates and reference values. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1994;**149**:430-8. doi:10.1164/ajrccm.149.2.8306041.
14. Harik-Khan R, Wise R, Fozard J. Determinants of Maximal Inspiratory Pressure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1998;**158**:1459-64. doi:10.1164/ajrccm.158.5.9712006.
15. Christos I, Alexandros M, Aikaterini F, Kiriaki T, Lambrini K. Diseases of the Musculoskeletal System in the Elderly. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2015;**3**:58-62. doi:10.17265/2328-2150/2015.02.002.
16. Enríquez Reyna MC, Carranza Bautista D, Navarro Orocio R. Nivel de actividad física, masa y fuerza muscular de mujeres mayores de la comunidad: Diferencias por grupo etario. *Retos Nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*. 2019;**35**(1):121-5. doi:10.47197/retos.v0i35.59956.
17. Hunter SK, Pereira HM, Keenan KG. The aging neuromuscular system and motor performance. *Journal of Applied Physiology*. 2016;**121**(4):982-95. doi:10.1152/jappphysiol.00475.2016.
18. Bamrotia JB, Patel DK, Joshi AN. Evaluation of respiratory function in physically active elderly males in comparison to males having sedentary lifestyle. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*. 2017;**7**(1):108-12. doi:10.5455/njppp.2017.7.0823117082016.
19. Summerhill EM, Angov N, Garber C, McCool FD. Respiratory Muscle Strength in the Physically Active Elderly. *Lung*. 2007;**185**(6):315-20. doi:10.1007/s00408-007-9027-9.
20. Cuesta-Vargas A, Giné-Garriga M, González-Sánchez M. Función física entre subgrupos de mayores de 55 años físicamente activos. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del*

Deporte/International Journal of Medicine Science of Physical Activity and Sport. 2015;**15**(59):543-58. doi:10.15366/rimcafd2015.59.009.

21. Maltais M, Desroches J, Dionne I. Changes in muscle mass and strength after menopause. *Musculoskelet Neuronal Interact.* 2009;**9**(4):186-97.
22. Blasco-Lafarga C, Martínez-Navarro I, Cordellat A, Roldán A, Monteagudo P, Sanchis-Soler G, et al., inventors; EFAM-UV(c): Método de Entrenamiento Funcional Cognitivo Neuromuscular. España 2016.
23. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* 1999;**32**(6):719-27. doi:10.1590/S0100-879X1999000600007.
24. Alvarenga GM, Charkovski SA, Santos LK, Silva MA, Tomaz GO, Gamba HR. The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. *Clinics.* 2018;**73**:e356. doi:10.6061/clinics/2018/e356.
25. Roldán A, Cordellat A, Monteagudo P, García-Lucerga C, Blasco-Lafarga N, Gómez-Cabrera M, et al. Beneficial Effects of Inspiratory Muscle Training Combined With Multicomponent Training in Elderly Active Women. *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 2019:1-8. doi:10.1080/02701367.2019.1633009.
26. Vianna LC, Oliveira RB, Araújo CGS. Age-Related Decline in Handgrip Strength Differs According to Gender. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2007;**21**(4):1310-4. doi:10.1519/00124278-200711000-00058.
27. García-Río F, Calle M, Burgos F, Casan P, del Campo F, Galdiz JB, et al. Espirometría. *Archivos de Bronconeumología.* 2013;**49**(9):388-401. doi:10.1016/j.arbres.2013.04.001.
28. Rikli RE, Jones CJ. The Reliability and Validity of a 6-Minute Walk Test as a Measure of Physical Endurance in Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity.* 1998;**6**(4):363-75. doi:10.1123/japa.6.4.363.
29. Sullivan GM, Feinn R. Using Effect Size - or Why the P Value Is Not Enough. *Journal of Graduate Medical Education.* 2012;**4**(3):279-82. doi:10.4300/JGME-D-12-00156.1.
30. Hopkins WG. A scale of magnitudes for effect statistics. *A new view of statistics.* 2002;**502**:411.
31. Rikli RE, Jones CJ. Development and Validation of Criterion-Referenced Clinically Relevant Fitness Standards for Maintaining Physical Independence in Later Years. *The Gerontologist.* 2013;**53**(2):255-67. doi:10.1093/geront/gns071.
32. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *American review of respiratory disease.* 1969;**99**(5):696-702
33. Sclauser Pessoa I, Parreira VF, Fregonezi G, Sheel AW, Chung F, Reid WD. Reference values for maximal inspiratory pressure: A systematic review. *Canadian Respiratory Journal.* 2014;**21**(1):43-50. doi:10.1155/2014/982374.
34. McConnell AK, Copestake AJ. Maximum Static Respiratory Pressures in Healthy Elderly Men and Women: Issues of Reproducibility and Interpretation. *Respiration.* 1999;**66**:251-8. doi:10.1159/000029386.
35. Shin HI, Kim DK, Seo KM, Kang SH, Lee SY, Son S. Relation between respiratory muscle strength and skeletal muscle mass and hand grip strength in

- the healthy elderly. *Annals of rehabilitation medicine*. 2017;**41**(4):686-92. doi:10.5535/arm.2017.41.4.686.
36. Efstathiou ID, Mavrou IP, Grigoriadis KE. Correlation between maximum inspiratory pressure and hand-grip force in healthy young and middle-age individuals. *Respiratory care*. 2016;**61**(7):925-9. doi:10.4187/respcare.04319.
37. Simoes LA, Dias J, Marinho KC, Pinto C, Britto R. Relationship between functional capacity assessed by walking test and respiratory and lower limb muscle function in community dwelling elders. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2010;**14**(1):24-30. doi:10.1590/S1413-35552010000100005.
38. Gómez-Cabello A, Carnicero JA, Alonso-Bouzón C, Tresguerres JA, Alfaro-Acha A, Ara I, et al. Age and gender, two key factors in the associations between physical activity and strength during the ageing process. *Maturitas*. 2014;**78**:106-12. doi:10.1016/j.maturitas.2014.03.007.
39. Sawaya Y, Ishizaka M, Kubo A, Sadakiyo K, Yakabi A, Sato T, et al. Correlation between skeletal muscle mass index and parameters of respiratory function and muscle strength in young healthy adults according to gender. *The Journal of Physical Therapy Science*. 2018;**30**(12):1424-7. doi:10.1589/jpts.30.1424.
40. Molgat-Seon Y, Peters CM, Sheel AW. Sex-differences in the human respiratory system and their impact on resting pulmonary function and the integrative response to exercise. *Current Opinion in Physiology*. 2018;**6**:21-7. doi:10.1016/j.cophys.2018.03.007.
41. Dominelli PB, Ripoll JG, Cross TJ, Baker SE, Wiggins CC, Welch BT, et al. Sex differences in large conducting airway anatomy. *Journal of Applied Physiology*. 2018;**125**(3):960-5. doi:10.1152/jappphysiol.00440.2018.
42. Akinoglu B, Kocahan T, Özkan T. The relationship between peripheral muscle strength and respiratory function and respiratory muscle strength in athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2019;**15**(1):44-9. doi:10.12965//jer.1836518.259.
43. Aznar-Lain S, Webster AL, Canete S, San Juan AF, Lopez Mojares LM, Perez M, et al. Effects of inspiratory muscle training on exercise capacity and spontaneous physical activity in elderly subjects: a randomized controlled pilot trial. *Int J Sports Med*. 2007;**28**(12):1025-9. doi:10.1055/s-2007-965077. [PubMed:17534784].
44. Rodrigues GD, Gurgel JL, Gonçalves TJ, da Silva Soares PP. Inspiratory muscle training improves physical performance and cardiac autonomic modulation in older women. *European Journal of Applied Physiology*. 2018;**118**(6):1143-52. doi:10.1007/s00421-018-3844-9.
45. Souza H, Rocha T, Pessoa M, Rattes C, Brandao D, Fregonezi G, et al. Effects of Inspiratory Muscle Training in Elderly Women on Respiratory Muscle Strength, Diaphragm Thickness and Mobility. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2014;**69**(12):1545-53. doi:10.1093/gerona/glu182.
46. Ozdal M. Influence of an eight-week core strength training program on respiratory muscle fatigue following incremental exercise. *Isokinetics and Exercise Science* 2016;**24**:225-30. doi:10.3233/IES-160621.

Número de citas totales / Total references: 49 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 1 (2.1%)