



Junta de Andalucía
Consejería de Educación y Deporte

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

<https://ws072.juntadeandalucia.es/ojs>



Original

Fuerza muscular inspiratoria dinámica y aptitud cardiorrespiratoria en función de edad y sexo



A. Roldán^{a*}, N. M. Blasco-Lafarga^b, A. Cordellat^a, P. Monteagudo^{a,c}, M. C. Gómez-Cabrera^d,
C. Blasco-Lafarga^a.

^a Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Valencia. España.

^b Centro de Atención Primaria. Área Doctor Peset. Valencia. España.

^c Departamento de Educación y Didácticas Específicas. Universidad Jaume I. Castellón. España.

^d Departamento de Fisiología. Universidad de Valencia. España.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO: Recibido el 29 de mayo de 2020, aceptado el 4 de agosto de 2020, online el 5 de agosto de 2020

RESUMEN

Objetivo: Analizar la relación entre fuerza inspiratoria y aptitud cardiorrespiratoria en un grupo de adultos mayores sanos y entrenados, atendiendo a edad y sexo.

Método: Estudio descriptivo, de corte transversal y prospectivo. De los 153 participantes en el programa de entrenamiento multicomponente EFAM-UV[®] y mayores de 60 años, 87 fueron evaluados de composición corporal, presión arterial, saturación de oxígeno, fuerza inspiratoria dinámica y test de 6 minutos marcha. Como criterios de exclusión: fumador; padecer/haber padecido enfermedad respiratoria, cardíaca, neuromuscular o de la caja torácica, padecer/haber padecido deterioro cognitivo y/o llevar prótesis dental. 67 adultos mayores (73.02 ± 4.54 años) se consideraron para el análisis final. Los test se realizaron en tres días no consecutivos con una separación de entre 48 y 72 horas.

Resultados: Se confirman las diferencias atendiendo al sexo en ambas variables. La asociación moderada entre fuerza inspiratoria dinámica y aptitud cardiorrespiratoria, medida a través del test de 6 minutos marcha, ($r=0.468$; $p<0.005$) se reduce al tener en cuenta las covariables edad ($r^e=0.397$; $p<0.005$) y sexo ($r^e=0.360$; $p<0.005$), con menor R^2 en las mujeres (0.113 vs. 0.188).

Conclusión: Estos resultados justifican la necesidad de evaluar y entrenar la musculatura inspiratoria en los adultos mayores, especialmente en las mujeres, con independencia de su nivel de aptitud física. Futuros estudios deben analizar qué factores pueden influir en la asociación entre la fuerza inspiratoria dinámica y la aptitud cardiorrespiratoria (concretamente test de 6 minutos marcha) más allá de la edad y el sexo.

Palabras clave: Entrenamiento respiratorio; Envejecimiento saludable; Presión inspiratoria máxima.

Dynamic inspiratory muscle strength and cardiorespiratory fitness based on age and sex

ABSTRACT

Objective: To analyse the relationship between inspiratory muscle strength and cardiorespiratory fitness in healthy trained elderly, according to age and sex.

Method: Descriptive, cross-sectional and prospective study. Of the 153 participants in the EFAM-UV[®] multicomponent training program and over 60 years, 87 were assessed for body composition, blood pressure, oxygen saturation, dynamic inspiratory muscle strength and 6-min walking test. As exclusion criteria: smoker, suffering/having suffered respiratory, cardiac, neuromuscular or rib cage disease, suffering/having suffered cognitive deterioration and/or wearing dental prostheses. 67 elderly (73.02 ± 4.54 years) were considered for the final analysis. These measurements were carried out for three non-consecutive days separate by 48 and 72 hours.

Results: Gender differences in maximum inspiratory strength and cardiorespiratory fitness are confirmed. The moderated association between dynamic inspiratory muscle strength (S-index) and cardiorespiratory fitness, assessed by 6-min walking test, ($r=0.468$; $p<0.005$) reduces when taking into account the covariates sex ($r^e=0.360$; $p<0.005$) and age ($r^e=0.397$; $p<0.005$), with lower R^2 in women (0.113 vs. 0.188).

Conclusion: These results confirm the need of assessing and training the inspiratory muscles in the elderly, mainly in women, regardless their physical fitness. Future studies should analyse which factors can influence the association between maximum inspiratory strength and cardiorespiratory fitness (specially, 6-min walking test) beyond age and sex.

Keywords: Inspiratory training; Healthy aging; Maximum inspiratory pressure.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ainoa.roldan@uv.es (A. Roldán).

<https://doi.org/10.33155/j.ramd.2020.08.002>

© 2021 Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Força muscular inspiratória dinâmica e aptidão cardiorrespiratória com base na idade e sexo

RESUMO

Objetivo: Analisar a relação entre força inspiratória e aptidão cardiorrespiratória em um grupo de idosos saudáveis e treinados, de acordo com a idade e o sexo.

Método: Estudo descritivo, transversal e prospectivo. Dos 153 participantes do programa de treinamento multicomponente EFAM-UV[®] e com mais de 60 anos, 87 foram avaliados quanto à composição corporal, pressão arterial, saturação de oxigênio, força muscular inspiratória dinâmica e teste de 6 minutos a pé. Como critério de exclusão: fumante, sofrendo/sofrendo de doenças respiratórias, cardíacas, neuromusculares ou das costelas, sofrendo/sofrendo deterioração cognitiva e/ou usando próteses dentárias. 67 idosos (73.02 ± 4.54 anos) foram considerados para a análise final. Os testes foram realizados em três dias não consecutivos com uma separação entre 48 e 72 horas.

Resultados: As diferenças baseadas no sexo em ambas as variáveis são confirmadas. A associação moderada da força muscular inspiratória dinâmica e aptidão cardiorrespiratória, avaliado pelo teste de 6 minutos a pé, ($r=0.468$; $p<0.005$) é reduzida levando em consideração das covariáveis idade ($r^e=0.397$; $p<0.005$) e sexo ($r^s=0.360$; $p<0.005$), com menor R^2 no mulheres (0.113 vs. 0.188).

Conclusão: Esses resultados justificam a necessidade de avaliar e treinar a musculatura inspiratória nos idosos, principalmente em mulheres, independentemente do nível de aptidão física. Estudos futuros devem examinar quais fatores podem influenciar a associação da força inspiratória máxima e aptidão cardiorrespiratória (especificamente teste de 6 minutos a pé) além da idade e do sexo.

Palavras-chave: Treinamento respiratório; Envelhecimento saudável; Pressão inspiratória máxima.

Introducción

El deterioro del sistema muscular, tanto a nivel estructural como funcional, es una de las claves más importantes en el proceso de envejecimiento, y se ve afectado de forma diferente atendiendo al tipo de fibras, la bioquímica, la localización, la composición y el sexo, entre otros¹. Las pérdidas de masa muscular (cambio estructural) y fuerza (cambio funcional) son reflejos de este deterioro, de forma que encontramos que la reducción en la fuerza, seguida de la pérdida de masa muscular y finalmente capacidad funcional se producen en ambos géneros y en ese orden, aunque se dan en mayor medida en los hombres frente a las mujeres², ya que estos parten de mayores valores iniciales.

Con independencia de la evolución de la musculatura general, los cambios en la musculatura respiratoria también afectan a la capacidad funcional y por ende a las actividades de la vida diaria (AVD) del adulto mayor (AM), condicionando, entre otras, su fuerza³ y aptitud cardiorrespiratoria^{4,5}.

Reducciones en la fuerza respiratoria, asociadas o a la par que la disminución de la complianza de la pared torácica y el retroceso elástico de los pulmones⁶, se relacionan con una limitación en el rendimiento durante el ejercicio físico, llegando incluso a la disnea durante las AVD⁷. En cuanto a la aptitud cardiorrespiratoria, y más concretamente al consumo de oxígeno máximo, variable multifactorial y como tal afectada por los cambios en diferentes sistemas, frecuentemente se considera como un indicador importante de esa capacidad funcional⁸, además de ser un predictor de mortalidad independientemente de la raza y el sexo^{9,10}. Además, la aptitud cardiorrespiratoria se relaciona de forma inversa con enfermedades cardiovasculares o situaciones crónicas que pueden afectar al AM sano⁹, y de forma directa con la fuerza y la flexibilidad⁸. Como ocurre con la masa muscular y la fuerza, su pérdida es mayor en los hombres ya que parten de valores más elevados¹⁰. Por el contrario, un nivel óptimo de aptitud cardiorrespiratoria permite reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y cognitivas, así como mantener la funcionalidad. Volviendo sobre la fuerza respiratoria y las diferencias en función del sexo, los hombres suelen tener una mayor fuerza inspiratoria (un 30% aproximadamente) y su pérdida también es mayor¹¹. De la misma forma, se asume que la merma de fuerza respiratoria influye también sobre la propia aptitud cardiorrespiratoria.

Finalmente, a pesar de que se considera probado que el ejercicio físico mejora la capacidad funcional y la aptitud cardiorrespiratoria del AM, y se espera que de forma paralela la fuerza de la musculatura respiratoria, los programas de

entrenamiento actuales no tienen en cuenta la evaluación de esta última, ni la inclusión normalizada de su entrenamiento en los programas para AM (el de la musculatura respiratoria diafragmática, más concretamente). Hasta donde sabemos, faltan estudios que confirmen si una mayor aptitud cardiorrespiratoria contribuye a preservar mejor la función respiratoria, y más en concreto la fuerza inspiratoria, hecho que favorecería la salud integral del AM. Igualmente se desconoce si esta posible contribución está condicionada por el sexo, y la forma en que se modifica con la edad. Por todo ello, el presente trabajo tiene como objetivos analizar la relación entre la fuerza muscular inspiratoria y la aptitud cardiorrespiratoria en un grupo de AM sanos y entrenados, así como estudiar la influencia de la edad y el sexo en esa relación. La hipótesis de partida es que lo sujetos más entrenados lo serán en ambas capacidades, porque, en caso contrario, la falta de asociación entre ellas implicaría la necesidad de entrenar ambas en estos mismos programas.

Método

Sujetos

De los 153 participantes de un programa de entrenamiento multicomponente, 87 participaron de forma voluntaria en el estudio y 67 se tuvieron en cuenta para el análisis final (Figura 1). Los criterios de inclusión fueron participar de forma regular en el programa de entrenamiento EFAM-UV^{®12} y tener más de 60 años. Como criterios de exclusión se determinaron ser fumador, padecer o haber padecido enfermedad respiratoria, cardíaca, neuromuscular o de la caja torácica, padecer deterioro cognitivo o llevar prótesis dental. Se informó verbalmente y por escrito a todos los participantes, quienes firmaron un consentimiento informado al inicio del estudio.

Procedimientos

Estudio aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Valencia (H1506353751695). Descriptivo y de corte transversal que se engloba dentro de la investigación cuantitativa aplicada.

Las evaluaciones se realizaron en tres días no consecutivos con una separación de entre 48 y 72 horas, teniendo en cuenta la interacción entre las pruebas.

Los participantes acudieron en ayunas, y se les midió la estatura con el estadímetro SECA 222 (SECA; Medical Scales and Measuring Systems, Hamburg, Germany) y la composición corporal mediante bioimpedancia con la báscula BC-545 (Tanita; Corporation of

America, Inc., Arlington Heights, IL). Tras descansar durante cinco minutos en una silla, se les tomó la presión arterial dos veces en el brazo izquierdo con el monitor automático Omron M3 (IM-HEM-7131-E), considerando la media para el análisis final. Al mismo tiempo se tomó la saturación de oxígeno (SaO₂) en el dedo anular o índice, mediante el pulsioxímetro WristOX2-3150 (Nonin Medical Inc., Minneapolis, MN, USA).

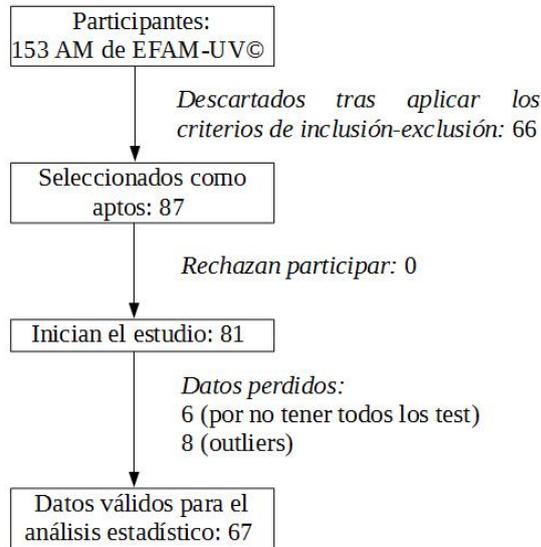


Figura 1. Diagrama de flujo de la muestra.

La fuerza muscular inspiratoria dinámica (IMS, concretamente S-index) se evaluó mediante el test de presión inspiratoria máxima utilizando el dispositivo electrónico Powerbreathe K5 (Powerbreathe K5, HaB, International Ltd, UK). Siguiendo el protocolo de Neder et al.¹³, se realizaron tres mediciones con un descanso de un minuto entre ellas, y si la diferencia entre ellas era mayor del 10% se realizaron hasta un máximo de cinco mediciones. Los participantes se sentaron en una silla con los pies apoyados en el suelo, sin cruzar las piernas, con la espalda recta y una pinza en la nariz. Para el análisis estadístico se consideró el mejor valor de los tres.

Con el fin de evaluar la aptitud cardiorrespiratoria, se utilizó el test de 6 minutos marcha (6MWT) atendiendo al protocolo de Rikli and Jones¹⁴, donde los AM tienen que caminar lo más rápido posible, pero sin correr, alrededor de un rectángulo de 20 metros de largo por 5 metros de ancho.

Análisis estadístico

Los datos se procesaron en el paquete estadístico SPSS versión 22 de IBM® para Mac OS X. Se analizó la normalidad de la muestra (K-S y S-W) tanto del grupo completo como en el de hombres (h) y

mujeres (m) por separado y se calcularon los estadísticos descriptivos de todas las variables expresándolos como media y desviación estándar (Media ± DE). Además, en el caso de los grupos por sexo, se añadió el coeficiente de variación (CV) en forma de porcentaje. Para analizar las diferencias en cuanto al sexo, se realizó una comparación de medias para muestras independientes. A continuación, se aplicaron las correlaciones de Pearson y Spearman (según la normalidad de la muestra), para analizar la influencia de las covariables sexo (s) y edad (e) sobre IMS y 6MWT. Se analizaron así, el peso de cada una por separado (r^s , r^e), su influencia combinada (r^{e+s}), y considerando ambos sexos pero de forma aislada, sin y con la edad (r^m , r^h , $r^{(m)e}$, $r^{(h)e}$). Finalmente, se representó el diagrama de dispersión de las asociaciones para la muestra total y por sexo, incluyendo el valor del coeficiente de determinación (R^2).

En todos los casos se consideró el p -valor de la significación como $p < 0.05$ utilizando la clasificación de Cohen¹⁵ para valorar la asociación entre variables. Se tuvieron en cuenta las tendencias a la significación $p < 0.1$ ¹⁶ y se utilizó la clasificación de Sullivan and Feinn¹⁷ para la interpretación de R^2 .

Resultados

La [Tabla 1](#) representa las características de la muestra confirmando las diferencias de sexo tanto en las variables antropométricas (a excepción de la edad) como en las de rendimiento. Además, existe una mayor dispersión en aquellas variables que no se entrenan (mujeres: 31.80% en IMS vs 10.32% en 6MWT; hombres: 28.97% en IMS vs 11.24% en 6MWT).

Como paso previo, se analizó la influencia del sexo y la edad sobre la fuerza muscular inspiratoria dinámica y la aptitud cardiorrespiratoria. Se observó una asociación estadísticamente significativa, negativa y pequeña entre la edad y IMS ($r = -0.297$; $p = 0.015$) así como una asociación significativa, negativa y media entre la edad y 6MWT ($r = -0.348$; $p = 0.004$). En cuanto al sexo, existe una asociación significativa, positiva y media con IMS ($r = 0.444$; $p < 0.001$) y con 6MWT ($r = 0.348$; $p = 0.004$).

Atendiendo a estos resultados, edad y sexo se consideraron covariables en el análisis de la asociación IMS-6MWT ([Tabla 2](#)). Existe una asociación estadísticamente significativa, positiva y moderada entre IMS y 6MWT. La correlación se mantiene significativa al considerar al grupo completo y a las mujeres, pero desaparece al tener en cuenta sólo a los hombres.

La [Figura 2](#) detalla esta asociación. Se confirma la relación lineal y positiva entre la fuerza inspiratoria máxima y la aptitud cardiorrespiratoria para el grupo completo ([Figura 2A](#)). La variabilidad del 6MWT explicada por la IMS es de un 21.9% que corresponde a un tamaño del efecto medio. Sin embargo, al considerar a hombres y mujeres por separado, este valor se reduce (11.3% mujeres vs. 18.8% hombres). Se observa un comportamiento similar dentro de cada grupo, ya que la recta estima un aumento de 1.58 metros en el 6MWT para los hombres y de 1.33 metros para las mujeres por cada aumento de cmH₂O, aunque ellos parten de valores más elevados ([Figura 2B](#)).

Tabla 1. Características de la muestra representadas como Media ± Desviación Estándar.

	TOTAL (n=67)	Mujeres (n=55; 82.08%)	CV (%)	Hombres (n=12; 17.91%)	CV (%)	p -valor
<i>Características antropométricas</i>						
Edad (años)	73.02 ± 4.54	73.27 ± 4.60	6.27	71.84 ± 4.25	5.91	0.386
Peso (kg)	67.95 ± 10.21	65.42 ± 8.82	13.48	79.58 ± 8.02	10.07	<0.001
Altura (m)	1.56 ± 0.07	1.54 ± 0.05	3.24	1.66 ± 0.06	3.61	<0.001
Masa muscular (kg)	38.92 ± 7.11	36.93 ± 4.11	11.12	48.05 ± 10.47	21.79	0.004
<i>Características fisiológicas</i>						
SaO ₂ (%)	95.40 ± 1.55	95.33 ± 1.63	1.70	95.75 ± 1.06	1.11	0.351
PAS (mmHg)	139.39 ± 17.48	138.35 ± 35.00	25.29	144.13 ± 15.19	10.54	0.304
PAD (mmHg)	77.70 ± 7.70	77.62 ± 7.90	10.17	78.08 ± 6.99	8.95	0.851
<i>Valores de rendimiento</i>						
S-index (cmH ₂ O)	48.96 ± 16.93	45.47 ± 14.46	31.80	64.92 ± 18.81	28.97	<0.001
6MWT (m)	558.82 ± 63.07	547.67 ± 56.54	10.32	609.92 ± 68.56	11.24	0.001

CV: Coeficiente de variación; SaO₂: Saturación de oxígeno; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; S-index: Índice de fuerza inspiratoria dinámica; 6MWT: Test de 6 minutos marcha. Se indican en negrita los valores de p significativos

Tabla 2. Asociaciones entre la fuerza inspiratoria máxima y la capacidad funcional (con y sin covariables)

	S-index	S-index ^e	S-index ^s	S-index ^{es}	S-index ^(m)	S-index ^(h)	S-index ^{(m)e}	S-index ^{(h)e}
6MWT	0.468***	0.397***	0.360***	0.286†	0.445***	0.434	0.253†	0.461

*: p<0.05; ***: p<0.005; †: p=0.065; S-index: Índice de fuerza inspiratoria dinámica; 6MWT: Test de 6 minutos marcha; e: covariable edad; s: covariable sexo; m: grupo mujeres; h: grupo hombres.

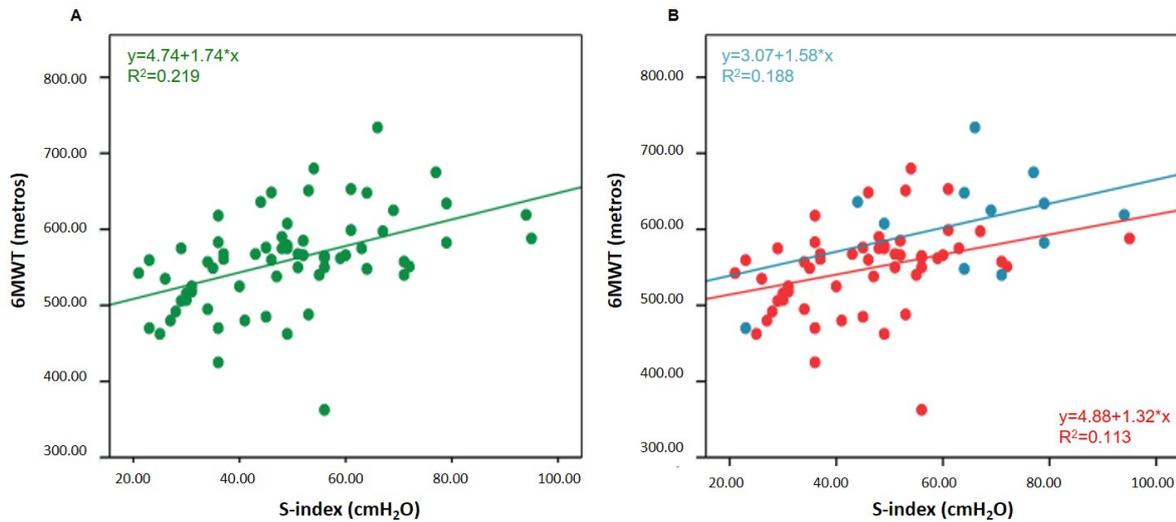


Figura 2. Diagrama de dispersión de la aptitud cardiorrespiratoria en función de la fuerza muscular inspiratoria dinámica para la muestra total (A) y por sexo (B). NOTA: En la figura 2B las mujeres se representan en rojo y los hombres en azul.

Discusión

El principal hallazgo de este estudio es que la fuerza muscular inspiratoria dinámica (medida con S-index) y la aptitud cardiorrespiratoria se asociaron de forma moderada a pesar de tratarse de sujetos con un buen nivel de aptitud cardiorrespiratoria. Además, esta relación se reduce al considerar el sexo, incluso desapareciendo en los hombres.

La dispersión de los resultados adelantaba que los AM de nuestro estudio son buenos en aquello que entrenan. Las mujeres se sitúan un 11.12% por encima de la distancia óptima para su grupo de edad en el test de 6MWT según Rikli and Jones¹⁸ y los hombres un 17.52%. En el caso de la fuerza muscular inspiratoria dinámica, ambos grupos se sitúan próximos al límite inferior propuesto por Enright et al.¹¹. Se confirma pues la respuesta específica al entrenamiento y se sugiere la necesidad de entrenar la musculatura inspiratoria de forma aislada, tal y como han sugerido estudios previos del grupo^{4, 19}. Valores óptimos de aptitud cardiorrespiratoria no aseguran un buen nivel de fuerza inspiratoria. Esta necesidad se ve reforzada por el valor moderado de la asociación entre la IMS y el 6MWT, que se mantiene significativa cuando se considera al grupo completo y a las mujeres solas, pero desaparece al considerar a los hombres. Esta relación ha sido estudiada previamente. Wijkstra et al.²⁰ relacionan la presión inspiratoria pico a nivel del esófago ($PI_{max}P_{OES}$) en 40 personas con EPOC con una media de edad de 62.4 años. A pesar de ser una población con patología, estos autores encuentran una correlación estadísticamente significativa, positiva y alta ($r=0.58$; $p<0.001$), en línea con nuestros resultados. Además, muestra que la $PI_{max}P_{OES}$ explica un 54% del modelo junto a valores espirométricos. Dourado et al.²¹ obtienen unos resultados similares a estos también en pacientes con EPOC y concluyen por primera vez que la fuerza de la musculatura torácica influye en la distancia recorrida en el 6MWT en este tipo de población. Recientemente, Giua et al.²² encuentran una correlación positiva entre la fuerza respiratoria (MIP y MEP) y la capacidad funcional (6MWT) en un grupo de 68 AM (hombres y

mujeres) con una edad media de 78.20 años. Tras ajustar por edad, sexo, variables espirométricas, fuerza de miembros inferiores y el diagnóstico de fallo cardíaco, el modelo que proponen para la predicción del 6MWT añadiendo la IMS (MIP), aumenta su variabilidad explicada de un 22% a un 34%. Como segundo hallazgo, nuestros resultados también confirman la utilidad de la IMS para mejorar los modelos que expliquen la aptitud cardiorrespiratoria. La práctica de actividad física en edades avanzadas permite mantener los niveles de masa muscular, funcionalidad y fuerza (incluyendo la fuerza inspiratoria) pero la escasez de literatura en relación a las asociaciones estudiadas no nos permite comparar con otros grupos de AM. Esto nos plantea la duda de si nuestros resultados se mantendrían en una muestra de AM sedentarios sanos.

Una posible limitación del estudio es el tamaño muestral del grupo de los hombres, aunque podría ser representativa de lo que ocurre en la realidad, donde la asistencia a actividades de este tipo es mayor entre las mujeres. De hecho, el grupo al que pertenecen es de un total de 153 participantes donde 126 son mujeres y 27 son hombres.

Es necesario incluir el entrenamiento de la musculatura inspiratoria en la población de AM sanos y activos, pues, aunque una mayor IMS parece relacionarse con una mayor distancia en el 6MWT, los valores de fuerza inspiratoria máxima se sitúan cerca del límite inferior de referencia a pesar de que sus valores de aptitud cardiorrespiratoria se sitúan por encima de la media para su grupo de edad.

En conclusión, existen diferencias atendiendo al sexo tanto en la fuerza muscular inspiratoria como en la aptitud cardiorrespiratoria. Las correlaciones moderadas apuntan a la necesidad de evaluar tanto la IMS como el 6MWT a pesar del estado saludable de los AM que practican cualquier tipo de programa de entrenamiento. Aunque la hipótesis de partida se cumple, a mayor fuerza muscular inspiratoria mayor capacidad funcional medida a través del 6MWT, el coeficiente de determinación es medio y se reduce a pequeño al considerar hombres y mujeres por separado. Hay que seguir investigando en qué factores además de la edad y el sexo influyen en la relación.

Autoría. Todos los autores han contribuido intelectualmente en el desarrollo del trabajo, asumen la responsabilidad de los contenidos y, asimismo, están de acuerdo con la versión definitiva del artículo. **Financiación.** Los autores declaran no haber recibido financiación. **Agradecimientos.** Los autores agradecen a la Asociación Entrenamiento con Mayores (EcM) su colaboración. Tanto a los mayores que participan en los programas de entrenamiento como a los técnicos que los dirigen. **Conflicto de intereses.** Los autores declaran no tener conflicto de intereses. **Origen y revisión.** No se ha realizado por encargo, la revisión ha sido externa y por pares. **Responsabilidades éticas.** Protección de personas y animales: Los autores declaran que los procedimientos seguidos están conforme a las normas éticas de la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Confidencialidad: Los autores declaran que han seguido los protocolos establecidos por sus respectivos centros para acceder a los datos de las historias clínicas para poder realizar este tipo de publicación con el objeto de realizar una investigación/divulgación para la comunidad. Privacidad: Los autores declaran que no aparecen datos de los pacientes en este artículo.

Bibliografía

- Haizlip K, Harrison B, Leinwand L. Sex-based differences in skeletal muscle kinetics and fiber-type composition. *Physiology (Bethesda)*. 2015;30(1):30-9.
- Shaw S, Dennison E, Cooper C. Epidemiology of sarcopenia: determinants throughout the lifecourse. *Calcif Tissue Int*. 2017;101(3):229-47.
- Efstathiou ID, Mavrou IP, Grigoriadis KE. Correlation between maximum inspiratory pressure and hand-grip force in healthy young and middle-age individuals. *Respir Care*. 2016;61(7):925-9.
- Roldán A, Cordellat A, Monteagudo P, García-Lucerga C, Blasco-Lafarga NM, Gómez-Cabrera MC, et al. Beneficial Effects of Inspiratory Muscle Training Combined With Multicomponent Training in Elderly Active Women. *Res Q Exerc Sport*. 2019;90(4):547-54.
- Padkao T, Boonla O. Relationships between respiratory muscle strength, chest wall expansion, and functional capacity in healthy nonsmokers. *J Exerc Rehabil*. 2020;16(2):189-96.
- Janssens JP. Aging of the respiratory system: impact on pulmonary function tests and adaptation to exertion. *Clin Chest Med*. 2005;26(3):469-84.
- Mills DE, Johnson MA, Barnett YA, Smith WH, Sharpe GR. The effects of inspiratory muscle training in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(4):691-7.
- Maranhao Neto GA, Oliveira AJ, Pedreiro R, Marques Neto S, Luz LG, Silva HC, et al. Prediction of cardiorespiratory fitness from self-reported data in elderly. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2017;19(5):545-53.
- DeFina LF, Haskell WL, Willis BL, Barlow CE, Finley CE, Levine BD, et al. Physical activity versus cardiorespiratory fitness: two (partly) distinct components of cardiovascular health? *Prog Cardiovasc Dis*. 2015;57(4):324-9.
- Strasser B, Burtcher M. Survival of the fittest: VO2max, a key predictor of longevity. *Front Biosci*. 2018;23(23):1505-16.
- Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory Muscle Strength in the Elderly. Correlates and Reference Values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149:430-8.
- Blasco-Lafarga C, Martínez-Navarro I, Cordellat A, Roldán A, Monteagudo P, Sanchis-Soler G, et al. Método de Entrenamiento Funcional Cognitivo Neuromotor. Propiedad Intelectual nº156069. 2016;España.
- Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function test. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719-27.
- Rikli RE, Jones CJ. The Reliability and validity of a 6-Minute Walk Test as a Measure of Physical Endurance in Older Adults. *J Aging Phys Activ*. 1998;6:363-75.
- Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
- Rosner B. *Fundamentals of Biostatistics*: Cengage Learning; 2015.
- Sullivan G, Feinn R. Using Effect Size - or Why the P Value Is Not Enough. *J Grad Med Educ*. 2012;4(3):279-82.
- 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.
- Blasco-Lafarga C, Monteagudo P, Cordellat A, Roldán A. Inspiratory Muscle Strength, Handgrip Strength and Muscle Mass in Active Elderly Women. *Rev Int Med Cienc Ac*. Epub ahead of print.
- Peak Inspiratory Mouth Pressure in Healthy Subjects and in Patients With COPD. *Chest*. 1995;107(3):652-6.
- Dourado VZ, de Oliveira Antunes LC, Erico Tanni S, Rupp de Paiva SA, Padovano CR, Godoy I. Relationship of Upper-Limb and Thoracic Muscle Strength to 6-min Wlk Distance in COPD Patients. *Chest*. 2006;129(3):551-7.
- Giua R, Pedone C, Scarlata S, Carrozzo I, Rossi FF, Valiani V, et al. Relationship Between Respiratory Muscle Strength and Physical Performance in Elderly Hospitalized Patients. *Rejuvenation Res*. 2014;17(4):366-71.