

Entrenamiento muscular respiratorio Entrenamiento muscular respiratorio en adultos mayores con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Respiratory muscle training in older adults with chronic obstructive pulmonary disease

Adriana Margarita Zumba Guerra* <https://orcid.org/0000-0009-6648-737X>

Gabriela Alejandra Delgado Masache <https://orcid.org/0000-0002-1776-7924>

Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.

Autor por correspondencia: adrianapearl@hotmail.com

RESUMEN

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica es una afección progresiva que causa obstrucción irreversible en las vías aéreas, en el flujo de aire y en los músculos respiratorios. En la presente investigación se exponen los resultados de una revisión bibliográfica sistemática sobre los esquemas terapéuticos y ejercicios más utilizados en pacientes adultos mayores con afectación en los músculos respiratorios por la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, se incluyen los cambios en el aparato respiratorio y los mecanismos etiopatogénicos de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionados con afectaciones de los músculos respiratorios. El objetivo reside en identificar los ejercicios y esquemas terapéuticos utilizados con más frecuencia para el entrenamiento muscular respiratorio en adultos mayores con la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Se incluyeron en la muestra 22 estudios publicados en Scielo, Redalyc, PubMed, Science Direct y del buscador Google académico. Los principales aportes consisten en los ejercicios más utilizados en el entrenamiento de los músculos respiratorios de adultos mayores con la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y las razones por las que se utilizan con más frecuencia. Como conclusión, en los adultos mayores ocurren cambios que alteran el aparato y los músculos respiratorios como resultado

del proceso de envejecimiento. La enfermedad pulmonar obstructiva crónica lo hace más vulnerable. Un programa terapéutico con ejercicios puede mejorar el funcionamiento de los músculos respiratorios y los síntomas de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. El entrenamiento de músculos respiratorios se muestra como el tipo de ejercicio más utilizado y reportan efectos benéficos en diferentes parámetros fisiológicos.

Palabras clave: adulto mayor; ejercicios físicos; enfermedad pulmonar obstructiva crónica; músculos respiratorios

ABSTRACT

Progressive chronic obstructive pulmonary disease that causes irreversible obstruction in the airways, airflow, and respiratory muscles. In the present investigation, the results of a systematic bibliographic review on the most used therapeutic schemes and exercises in older adult patients with respiratory muscle involvement due to progressive chronic obstructive pulmonary disease are presented, including changes in the respiratory system and related etiopathogenic mechanisms of progressive chronic obstructive pulmonary disease. with respiratory muscle involvement. The objective is to identify the most frequently used exercises and therapeutic schemes for respiratory muscle training in older adults with progressive chronic obstructive pulmonary disease. Twenty-two studies published in Scielo, Redalyc and PubMed, Science Direct and the Google academic search engine were included in the sample. The main contributions consist of the exercises most used in the training of the respiratory muscles of older adults with progressive chronic obstructive pulmonary disease and the reasons why they are used more frequently. In conclusion, changes occur in older adults that alter the respiratory apparatus and muscles as a result of the aging process. progressive chronic obstructive pulmonary disease makes you more vulnerable. A therapeutic exercise program can improve respiratory muscle function and progressive chronic obstructive pulmonary disease symptoms. The IMT is shown to be the most used type of exercise and reports beneficial effects on different physiological parameters.

Key words: Elderly; physical exercises; Chronic obstructive pulmonary disease; respiratory muscles

Introducción

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una enfermedad progresiva que causa obstrucción irreversible del flujo de aire ⁽¹⁾ caracterizada por disnea, tos crónica, producción de esputo,^{(1),(2)} sibilancias y opresión en el pecho.⁽¹⁾ Incluye bronquitis crónica y enfisema. Es prevenible y tratable.⁽³⁾ Los pacientes tienden a presentar alteraciones fisiológicas relacionadas con afectaciones en el patrón de funcionamiento de los músculos ventilatorios, originado por hiperinyección pulmonar que genera cambios en la geometría torácica y alteración de la curva de longitud-tensión del diafragma.⁽¹⁾ Se presenta una reducción de la actividad física asociada a la disminución de la capacidad para el ejercicio físico.⁽²⁾

Esta enfermedad constituye una de las principales causas de mortalidad a nivel global,⁽²⁾ con mayor afectación en personas adultas mayores, con incremento de las manifestaciones y complicaciones, así como de la mortalidad a partir de los 50 años como resultado de la relación que se establece entre los cambios que ocurren en el aparato respiratorio como resultado del proceso de envejecimiento y de la fisiopatología propia de la enfermedad, con la aparición de cuadros graves que impactan en la capacidad funcional y la calidad de vida de estas personas.^{(4),(5)}

La disfunción muscular es una comorbilidad frecuente que impacta en la intolerancia al ejercicio. Los músculos de las extremidades son más afectados que los ventilatorios, las evidencias muestran que estos últimos también se debilitan e inciden en la pobre tolerancia al ejercicio,⁽⁶⁾ y con frecuencia generan insuficiencia respiratoria hipercápnica, incremento del riesgo para exacerbaciones agudas e incluso fallecimientos.^{(1),(6)} Los ejercicios respiratorios pueden mejorar el funcionamiento de los músculos respiratorios, disminuir las complicaciones y la gravedad de los síntomas.⁽²⁾

El diseño de un programa de entrenamiento y rehabilitación respiratoria contribuye a reducir los síntomas de la EPOC, optimizar la funcionalidad y aumentar la participación en actividades de la vida diaria.⁽⁴⁾ El entrenamiento de los músculos respiratorios es una forma de rehabilitación pulmonar que disminuye la disnea, mejora la fuerza muscular respiratoria, la función pulmonar y la calidad de vida de los pacientes.⁽²⁾ Teniendo en cuenta los beneficios que reporta esta terapia se plantea como objetivo identificar los ejercicios y esquemas

terapéuticos que con mayor frecuencia se han utilizado para realizar el entrenamiento muscular respiratorio en adultos mayores con EPOC.

Métodos

La presente investigación consistió en una revisión bibliográfica de resultados de investigaciones publicadas acerca de los programas de entrenamiento muscular respiratorio más utilizados en adultos mayores con EPOC. Es una investigación no sistemática, básica y descriptiva, en la que se describen, además los cambios morfofisiológicos que ocurren como resultado del envejecimiento y los mecanismos etiopatogénicos de la EPOC y que afectan los músculos respiratorios.

Para la búsqueda bibliográfica se incluyeron artículos publicados en los últimos diez años en las bases de Scielo, Redalyc, PubMed, Science Direct y del buscador Google académico. La estrategia de búsqueda contempló los siguientes términos en español e inglés: enfermedad pulmonar obstructiva crónica/ chronic obstructive pulmonary disease, entrenamiento de los músculos respiratorio/ respiratory muscles training, envejecimiento respiratorio/respiratory aging, mecanismos etiopatogénicos/etiopathogenic mechanisms. Se utilizaron conectores booleanos para realizar la relación entre adulto mayor, EPOC, terapéutica y ejercicios para los músculos.

Los criterios de inclusión para la determinación de la muestra fueron:

- Artículos originales controlados, aleatorizados, comparativos, ensayos clínicos, prospectivos, retrospectivos y metaanálisis, publicados en los últimos 10 años
- Investigaciones sobre la EPOC en adultos mayores y, al menos uno de los aspectos siguientes: cambios en el envejecimiento que afectan al aparato respiratorio, mecanismos etiopatogénicos de la EPOC que afectan a músculos respiratorios o programas y ejercicios terapéuticos para la mejora de la disfunción muscular respiratoria.
- Investigaciones publicadas en idioma inglés o español.

Los criterios de exclusión fueron:

- Artículos sobre análisis de casos individuales.

- Investigaciones en las que no se incluya, al menos uno de los aspectos investigados.
- Investigaciones con inadecuado diseño de investigación
- Artículos no disponibles a texto completo

La figura 1 muestra el flujograma de revisión para la identificación, filtrado, análisis y aceptación de documentos. Fueron identificados un total de 54 estudios. Una vez eliminados los duplicados, eliminar los no correspondientes con la investigación después de leer los títulos y resúmenes, se incluyeron 22 para la revisión, el análisis y valoración de la información para la discusión científica y arribar a conclusiones sobre el objetivo propuesto.

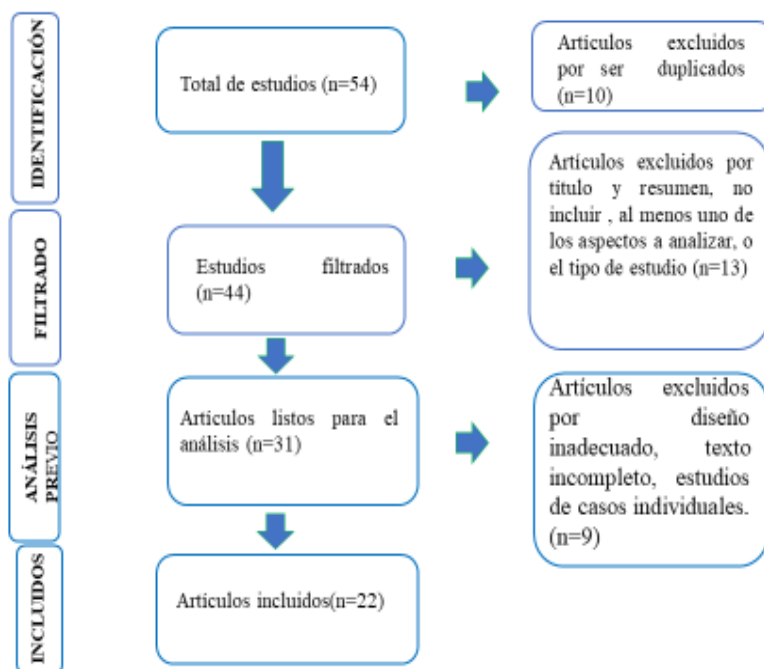


Fig. 1 Diagrama de flujo del proceso de selección e inclusión de estudios.

La información recopilada fue incorporada en una base de datos con la finalidad de ser organizada y homogenizada. Cada documento incluido en el estudio fue leído íntegramente para seleccionar la información considerada como sensible para dar cumplimiento al objetivo de la revisión bibliográfica

Se tuvieron en cuenta elementos éticos durante el estudio realizado que incluyeron el respeto al derecho de autor, la no utilización de datos de identidad personal y el uso de la información únicamente con fines investigativos.

Resultados

Los resultados de la revisión bibliográfica son analizados en subtemas para facilitar su comprensión.

Cambios que ocurren durante el proceso de envejecimiento y que afectan directamente al aparato respiratorio.

El término envejecimiento se puede encontrar en la literatura científica con diferentes acepciones. Es un proceso progresivo, irreversible, dinámico e individual en el que van ocurriendo cambios biológicos, psicológicos y sociales que llevan a un deterioro funcional y a pérdida de la homeostasia y adaptación, con un aumento del riesgo de enfermedades. Se trata de un proceso de involución de todas estructuras y sus funciones. Las enfermedades y el sedentarismo aceleran la tasa de envejecimiento.^{(7),(8)}

El aparato respiratorio es uno de los más dañados como resultado del envejecimiento por la acción de factores genéticos, epigenéticos y ambientales. Este es uno de los aparatos que más exposición enfrenta a gases contaminantes, sustancias tóxicas y otros factores con los que interactúa la persona en el de cursar de la vida, alterar la estructura y fisiología de estos órganos y llevar a un envejecimiento pulmonar patológico⁽⁹⁾

Los cambios moleculares, celulares, tisulares, en los órganos y sistemas de órganos y a nivel de organismo afectan la morfofisiología de las vías respiratorias y el parénquima pulmonar, así como de los órganos extrarrespiratorios que intervienen en esta función: caja torácica y los músculos respiratorios. En la estructura de las vías respiratorias y el parénquima pulmonar los cambios hacen a estas estructuras más vulnerables al desarrollo de la EPOC. La mayoría de los cambios relacionados con la edad se deben a: la reducción progresiva del retroceso elástico pulmonar, la distensibilidad de la pared torácica y fuerza de los músculos respiratorias.^{(3),(7)}

En las vías respiratorias los cambios se relacionan con el número de cilios que disminuyen en la medida que sus movimientos se hacen más lentos lo que afecta el acondicionamiento y purificación mucociliar, las glándulas de las mucosas bronquiales incrementan su tamaño y disminuye la velocidad del transporte de mucus traqueal. La tráquea se hace más rígida por calcificación de los cartílagos, pierde elasticidad y se incrementa la luz traqueal.^{(3),(9)}

A nivel pulmonar se modifican las propiedades elásticas. Los tejidos de soporte que rodean los conductos y sacos alveolares y cruces fibrosos, distribuidos en todo el tejido pulmonar están constituidos por elastina, colágeno y proteoglicanos que le aporta elasticidad e impiden el colapso durante la insuflación y desinsuflación pulmonar.⁽⁷⁾ Estas proteínas extracelulares insolubles se caracterizan por su longevidad, fuerza y resistencia a la degradación,⁽⁹⁾ pero con el paso de los años este soporte elástico sufre transformaciones significativas.⁽⁷⁾

En las fibras de elastina se producen cambios intra e intermoleculares que disminuyen la elasticidad y en las de colágeno que modifican la tensión, cambios que alteran la estructura por modificaciones de la localización y orientación. Con el envejecimiento se incrementan los entrecruzamientos del colágeno pulmonar que generan: aumento en el tamaño de los espacios alveolares, reducción en el área de superficie y disminución en la capacidad de difusión. Por otra parte, al valorar la relación elastina-colágeno, las evidencias han mostrado un incremento de la concentración de la elastina con la edad que compromete el retroceso elástico, impidiendo que el gas alveolar pueda lavarse de forma rápida y completa durante la espiración.^{(7),(9),(10)}

Como consecuencia del incremento de los espacios alveolares y la pérdida de las fibras elásticas se genera una obstrucción del flujo aéreo y del atrapamiento del aire. Los cambios que afectan al parénquima estimulan un incremento del volumen residual entre 5-10 % por cada década y la capacidad residual funcional se incrementa en 1-3 % en el mismo período de tiempo.⁽¹⁰⁾

En el sistema osteomuscular ocurren cambios que alteran el aparato respiratorio consecuencia de un desequilibrio en la absorción y reabsorción del calcio.⁽¹¹⁾ El cartílago costal y el de las articulaciones se calcifica con riesgo de osteoporosis y como consecuencia la caja torácica se hace más rígida e incrementa sus diámetros anterior y posterior redondeándose. Al disminuir los espacios intervertebrales y estrechamiento de los discos incrementan la cifosis dorsal y

hacen que el volumen de la cavidad torácica disminuya, así como su complianza y un aumento del esfuerzo durante la respiración y, por tanto, a una reducción de la eficiencia energética.⁽¹⁰⁾ En los músculos esqueléticos se reporta pérdida de masa muscular y atrofia asociada a la disminución de la fuerza y de la capacidad funcional.⁽¹¹⁾ En los músculos respiratorios ocurren cambios estructurales y funcionales capaces de generar disfunciones que llevan también a la pérdida de la fuerza, alteración del reflejo de la tos, de los procesos de intercambio y transporte de gases al tejido, así como su respectiva oxigenación que provocan disnea, alteración de la mecánica respiratoria, hipoxia e hipercapnia y conducir al fallecimiento.^{(5),(6)}

Estos cambios se manifiestan con la edad en una disminución de la capacidad vital forzada, y aún con más rapidez en el volumen espiratorio forzado en 1 segundo (del inglés FEV₁), así como en el resultado del cociente FEV₁ /capacidad vital forzada (del inglés FVC), aunque la capacidad pulmonar total permanece constante como consecuencia del aumento de la capacidad residual funcional.⁽¹⁰⁾ Estas transformaciones hacen al anciano sensible al origen y desarrollo de la EPOC.

Mecanismos etiopatogénicos relacionados con la aparición de la EPOC y que se relacionan con afectación de los músculos respiratorios.

Diferentes factores etiológicos llevan a la aparición y desarrollo de la EPOC como consecuencia de la interacción organismo-ambiente.⁽¹²⁾ El principal es el tabaquismo, aunque se refieren otros, entre los que se encuentran: hipoxia, hipercapnia, exacerbaciones, alteraciones nutricionales, edad,^{(6),(13)} acidosis, factores genéticos, alteraciones metabólicas, inflamación sistémica, comorbilidades, tratamientos concomitantes e inactividad. La acción de estos factores desata mecanismos que inducen la EPOC y la disfunción de los músculos respiratorios con la intervención de diferentes mecanismos biológicos.⁽¹³⁾

La exposición continua a estos irritantes produce una lesión,^{(12),(14)} de la que se derivan productos que pueden ser reconocidos por el sistema inmune como antígenos extraños y desencadenar respuesta inmune,⁽¹⁴⁾ que promueve la inflamación local de las vías respiratorias, conducen a la obstrucción y la reducción del VEF₁, alteración que no es completamente reversible incluso con tratamiento broncodilatador.⁽¹⁵⁾ Este proceso pasa por una respuesta inmune y está mediado por citocinas, quimiocinas y factor de crecimiento.⁽¹⁴⁾

En el humo del tabaco se encuentran especies reactivas de oxígeno (del inglés ROS), que al acumularse en exceso conducen a modificaciones dañinas en las proteínas, los lípidos, y en el ADN. Estas especies oxidantes están elevadas en las vías respiratorias, los pulmones y en la sangre de pacientes con EPOC e inciden en la producción aberrante de metaloproteinasas (MMP) y factores de crecimiento, destrucción y remodelación de las vías respiratorias.⁽¹⁶⁾

Las metaloproteasas de matriz y elastasas poseen acción proteolítica. Así se generan fragmentos de matriz extracelular que pueden ser reconocidos por el sistema inmune como autoantígenos y contribuir a la progresión de la enfermedad. La liberación de estas proteasas produce una destrucción directa de la matriz extracelular causando daño y pérdida del sistema de membranas que aseguran la comunicación entre la célula y la matriz extracelular, indicador de inducción de apoptosis.⁽¹⁴⁾

Con el avance de la enfermedad ocurre una activación excesiva de diferentes células, entre ellas: macrófagos, neutrófilos y células T, liberan además mediadores proinflamatorios como factor de necrosis tumoral- α (TNF- α), proteína quimiotáctica de monocitos-1 (MCP-1), especies reactivas de oxígeno (ROS) y factores quimiotácticos de neutrófilos, como el leucotrieno B₄(LTB₄) e interleucina-8 (IL-8) en respuesta a los irritantes, que desencadenan cascada proinflamatoria.^{(12),(15)} Estos mediadores mantienen la respuesta inflamatoria a través del reclutamiento de monocitos de sangre periférica, neutrófilos y células T citotóxicas CD8⁺ en las vías respiratorias. Los macrófagos activados y neutrófilos liberan proteasas que destruyen el tejido y provocan enfisema. Al unísono las ROS inducen el estrés oxidativo, desequilibrio entre las especies oxidantes y antioxidantes,⁽¹⁷⁾ que origina la inflamación pulmonar y lesión del tejido.⁽¹⁵⁾

Las transformaciones relacionadas con la edad se incrementan de forma anormal en pacientes con EPOC debido a varios factores, sin embargo, se reporta que los cambios en la producción de ROS intra y extracelular,⁽¹⁶⁾ provocan una rápida disminución de la función pulmonar durante episodios repetidos de exacerbación aguda de la EPOC.⁽¹⁵⁾ La proliferación activada en las células madre conduce a mayor producción de ROS que da como resultado la senescencia celular y la pérdida de la capacidad de replicación.⁽¹⁶⁾

El estrés oxidativo se ha demostrado ocurre en la sangre y los músculos de pacientes con EPOC. Las ROS y las especies reactivas de nitrógeno son mensajeros para el factor de necrosis tumoral alfa en el músculo esquelético que activa el factor nuclear κ -B que induce la

inflamación sistémica, que a su vez lleva a la apoptosis celular que interactúa con los procesos catabólicos y reducen la masa y la fuerza muscular.⁽¹⁷⁾

Los marcadores de este mecanismo se correlacionan inversamente con parámetros clínicos y fisiológicos como la fuerza del cuádriceps femoral. Sin embargo, evidencias apuntan que en los músculos parece no ocurrir procesos inflamatorios, incluso en atrofia.⁽¹³⁾ La atrofia y acortamiento de la fibra muscular en el diafragma se puede fundamentar por el aumento de la tasa de proteólisis, uno de los primeros pasos para el proceso de ubiquitinación a través de la proteasoma por la activación de la vía de la ubiquitina-proteasoma en este músculo.⁽¹⁸⁾

La epigenética incluye mecanismos biológicos que tienen incidencia genética, pero sin afectar la secuencia de ADN, se reporta que influyen en la etiopatogenia de la EPOC. La metilación del ADN es un marcador que consiste en la adición de un grupo metilo en la posición 5 de la citosina previa a la guanina en la misma cadena. Puede variar durante el desarrollo y el envejecimiento de las células. Del mismo modo la acetilación de las histonas, como el equilibrio entre histona acetiltransferasas e histona desacetilasas, que se describe parece que regulan la plasticidad muscular en respuesta a factores ambientales. Se reporta disminución en la regulación de la expresión de moléculas no codificadas de ARN monocatenario y microARN específicos de los músculos esqueléticos y en la sangre de pacientes con EPOC.⁽⁶⁾ En estudios recientes realizados con roedores sobre la muerte celular en EPOC se han hallado reguladores de autofagia, que muestran la existencia de una correlación con la activación de este proceso en la patogénesis de la EPOC. Se ha evidenciado que esta autofagia es selectiva al degradar orgánulos y patógenos. Además, la exposición a extracto de humo de tabaco originó despolarización mitocondrial significativa y mitofagia inducida en células epiteliales pulmonares. Se describe que la mitofagia puede alterar la integridad de la membrana mitocondrial y conducir a necroptosis.⁽¹⁶⁾

Por ende, los mecanismos biológicos relacionados con la etiopatogenia de la EPOC y con la afectación de los músculos respiratorios son: el estrés oxidativo como respuesta inicial al humo de tabaco u otro agente irritante que conlleva a la inflamación como respuesta inmune; el incremento de la proteólisis por la acción de proteasas con función reguladora en el proceso inflamatorio asociado con el catabolismo celular y disminución de las reacciones anabólicas; la apoptosis en relación con la respuesta inflamatoria que daña el músculo disminuyendo la masa y la fuerza muscular. Además, los mecanismos epigenéticos y la autofagia.

Ejercicios y esquemas terapéuticos que con mayor frecuencia se han utilizado para realizar el entrenamiento muscular respiratorio.

En los pacientes con EPOC disminuye el movimiento del diafragma por restricción del flujo de aire que estimula un incremento alterado de la actividad de los músculos respiratorios en la pared torácica que provoca la sensación de agotamiento, fatiga, disnea e intolerancia al ejercicio.⁽²⁾ La disfunción de los músculos respiratorios en pacientes conduce a diferentes alteraciones y disminución de la capacidad para el ejercicio en pacientes con EPOC, disfunción que puede ser exacerbada por el aumento compensatorio de la demanda de dichos músculos.⁽¹⁾ Consecuentemente, requiere una prevención dirigida, un diagnóstico precoz y una atención adecuada basada esencialmente en la rehabilitación respiratoria,⁽¹⁹⁾ que mejore la función de los músculos respiratorios y disminuir la gravedad de los síntomas.⁽¹⁾

La rehabilitación respiratoria incluye diferentes técnicas y ejercicios que ayudan a una inspiración o espiración más profunda y variar el patrón respiratorio, entre ellos: entrenamiento de los músculos inspiratorios (del inglés IMT), entrenamiento de los músculos espiratorios (del inglés EMT), respiración diafragmática, ejercicios de entrenamiento combinados.^{(1),(20)}

En diferentes estudios consultados: metaanálisis y ensayos se reportan diferentes programas y esquemas de intervención terapéutica, que incluyen gran variedad de ejercicios para el entrenamiento de los músculos respiratorio. Se pueden encontrar en los que se utilizan el IMT, EMT, de resistencia,^{(1),(2)} entrenamiento de los músculos periféricos, Liuzijue⁽²⁾ ejercicio acuático, de calistenia, aerobios.⁽¹⁾

También se describe la combinación de ejercicios con terapia farmacológica,⁽¹⁾ ejercicios aerobios y fuerza,⁽²⁾ fisioterapia respiratoria + ejercicio de los músculos inspiratorios, fisioterapia respiratoria + ejercicio muscular espiratorio y fisioterapia respiratoria + ejercicio muscular inspiratorio y espiratorio; estos se beneficiaron con la utilización de threshold.⁽¹⁹⁾

Un estudio incluyó un nuevo programa de ejercicio integrado, llamado IMT funcional, en personas geriátricas que incluye calentamiento, ejercicios de estabilidad del core, ejercicios dinámicos de activación del tronco con movimientos de las extremidades superiores, ejercicios de control postural y enfriamiento. Alternaron 4 semanas de IMT básico seguidas por 4 semanas de IMT funcional y observaron que es un método eficaz para aumentar la capacidad

de ejercicio de las extremidades superiores sin apoyo en personas geriátricas con y sin EPOC.⁽²¹⁾

Los ejercicios de rehabilitación pulmonar, fundamentalmente IMT, son los que con más frecuencia se reportan en diferentes esquemas terapéuticos, utilizados como único tipo de ejercicios o combinados con otras terapias u otros ejercicios. Programas heterogéneos en su diseño y en las poblaciones estudiadas. El tiempo de ejecución oscila entre 15 y 60 minutos, con predominio en 30; frecuencia entre 3, 5 días y excepciones diario. La duración varía entre 3 y 24 semanas, la mayor parte con 8 o 12. En los programas se incluye la aplicación de pruebas de función pulmonar que permiten evaluar los resultados. ^{(1),(2),(19),(21),(22)}

La frecuencia en la utilización de estos programas y ejercicios es posible se deba a que se describen resultados positivos en parámetros respiratorios con la aplicación de IMT durante 16 semana. Estos consisten en: mejoras significativas con respecto a la tasa de flujo espiratorio máximo (PEFR), aunque la posibilidad y el % de mejora disminuye con el incremento de la edad. La tasa de flujo inspiratorio máximo (PIFR) no muestra cambios en adultos mayores, pero se reportan cambios benéficos cuando el IMT se asocia con Threshold, por su relación con la capacidad funcional de los músculos inspiratorios,⁽¹⁹⁾ así como mejoras significativas en parámetros de los gases sanguíneos (saturación de O₂, presión parcial de O₂, presión parcial de CO₂, ión bicarbonato).⁽²²⁾

Por otra parte, un metaanálisis encontró que los entrenamientos de resistencia de los músculos inspiratorios eran más eficaces que los que incluían Threshold.⁽¹⁾ Con este tipo de ejercicio se considera podría ocurrir un aumento significativo en el tamaño de las fibras musculares tipo II y que el entrenamiento incremente la velocidad de acortamiento de los músculos inspiratorios, facilitando mayor tiempo de espiración y disminución de la hiperinflación pulmonar. Así se facilita el vaciado pulmonar y es posible explicar la mejora en FEV₁, FEV₁ %, FVC y FVC %.⁽²²⁾

Al terminar el estudio, se reportan mejoras significativas con respecto a la prueba de caminata de 6 minutos para todos los parámetros de la prueba,^{(19),(22)} lo que podría mejorar la capacidad de ejercicio.⁽²²⁾ Asimismo, en las presiones inspiratorias máximas (P_Imax), indicador significativo de la fuerza de los músculos inspiratorios, que también muestra mejoras y de forma general en los parámetros de la calidad de vida. ^{(1),(19),(21),(22)}

En los diferentes estudios consultados se utilizan diferentes programas terapéuticos y tipos de ejercicios, se reconocen los beneficios que aportan a los pacientes con EPOC. Es el IMT los que con más frecuencia se exponen para tratar la disfunción de los músculos respiratorios. Han sido ejecutados en grupos de manera comparativa con otros tipos de ejercicios y se ha evidenciado que estos logran efectos benéficos superiores.

Conclusiones

En los adultos mayores ocurren cambios que alteran el aparato respiratorio y los músculos respiratorios como resultado del proceso de envejecimiento. Si a esto se unen los factores que desencadenan los mecanismos etiopatogénicos de la EPOC lo hacen vulnerable a desarrollar la enfermedad. Se ha demostrado que un programa terapéutico con ejercicios puede mejorar el funcionamiento de los músculos respiratorios. El IMT se muestra como el tipo de ejercicio más utilizado, además se reportan efectos benéficos en diferentes parámetros fisiológicos.

Referencias bibliográficas

1. Yun R., Bai Y, Lu Y, Wu X Lee SD. ¿Cómo influyen los ejercicios respiratorios en los músculos respiratorios y la calidad de vida de los pacientes con EPOC? Una revisión sistemática y metanálisis. Revista respiratoria canadiense. [Internet]. 2021 [citado 2023 Ago 7];6(1):35-47. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/crj/2021/1904231/>
2. Lee EN, Kim MJ. Metanálisis del efecto de un programa de rehabilitación pulmonar sobre la fuerza de los músculos respiratorios en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Investigación asiática de enfermería. [Internet]. 2019 [citado 2023 Ago 6];13(1):1-10. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1976131718302457>
3. Oyarzo Saldivia R K, Ojeda,S, Ivanissevich ML. Envejecimiento y enfermedades respiratorias en las personas adultas mayores. El caso de un centro de jubilados de Rio Gallegos. Informe Científico Técnico UNPA. [Internet]. 2020 [citado 2023 Ago 9];12(3):166-193. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7756125>

4. Heyden-López F, Muñoz-Rojas D. Efecto de la rehabilitación pulmonar sobre la función respiratoria y la capacidad de ejercicio en personas con enfermedad pulmonar crónica. Acta Médica Costarricense. [Internet]. 2020 [citado 2023 Ago 7]; 62(4):181-6. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022020000400181
5. Gea J, Ausín P, Martínez-Llorens JM, Barreiro E. Senescencia de los músculos respiratorios en el envejecimiento y enfermedades pulmonares crónicas. Revisión respiratoria europea. [Internet]. 2020 [citado 2023 Ago 5];29(157):34-42. Disponible en: https://err.ersjournals.com/content/29/157/200087?utm_source=TrendMD&utm_medium=cpc&utm_campaign=European_Respiratory_Review_TrendMD_1
6. Puig Vilanova E, Aguiló R, Rodríguez Fuster A, Martínez Llorens J, Gea J, Barreiro E. Mecanismos epigenéticos en la disfunción de los músculos respiratorios de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. PLoS UNO. [Internet]. 2014 [citado 2023 Ago 8]; 9(11):1-1 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4219759/>
7. Lima TR, Almeida VP, Ferreira AS, Guimaraes FS, Lopes. Fuerza de presión manual y enfermedad pulmonar en el anciano: ¿cuál es el vínculo?. Envejecimiento y enfermedad. [Internet]. 2019 [citado 2023 Ago 9];10(5):1109. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6764733/>
8. Esmeraldas Vélez EE, Centeno MR, Zevallos MG, Vélez JA. El envejecimiento del adulto mayor y sus principales características. RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento. [Internet]. 2019 [citado 2023 Ago 7];3(1):58-74. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6788154>
9. Suárez Labrada M, Quintana IMS, las Mercedes Gregorich Suárez D, Cedeño ZB, García A. Variaciones de la fisiología respiratoria en el envejecimiento. Primer Congreso Virtual de Ciencias Básicas Biomédicas. Granma, Cuba. 2020 [citado 2023 Ago 4]. Disponible en: <http://www.cibamanz2020.sld.cu/index.php/cibamanz/cibamanz2020/paper/viewFile/292/166>
10. Roldán Aliaga A. Entrenamiento respiratorio: cambios en la presión inspiratoria máxima y relación con la funcionalidad del adulto mayor. 2019. Tesis doctoral. Universidad de Valencia, España. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=251242>
11. Rojas Rebollido JM, López Rodríguez del Rey MM, García Viera M. La actividad física y envejecimiento exitoso: consideraciones de una relación necesaria. Conrado. [Internet]. 2020

- [citado 2023 Ago 5];16(74):231-9. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000300231&lng=es&tlng=pt
12. Brightling C, Greening N. Airway inflammation in COPD: progress to precisión medicine. Eur Respir J. [Internet]. 2019 [citado 2023 Ago 8];54:1900651. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/54/2/1900651.short>
13. Barreiro E, Gea J. Disfunción muscular respiratoria y de las extremidades en la EPOC, EPOC: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. [Internet]. 2015 [citado 2023 Ago 7];12(4):413-26. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/15412555.2014.974737>
14. Del Puerto Nevado L, Pérez Rial S, Girón Martínez Á, Peces Barba G. Papel de la inflamación en la etiopatogenia de la EPOC. Archivos de Bronconeumología. [Internet]. 2010 [citado 2023 Ago 9];46:2-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300289610700557>
15. Chan SM, Selemidis S, Bozinovski S, Vlahos R. Mecanismos patobiológicos subyacentes al síndrome metabólico (MetS) en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC): significado clínico y estrategias terapéuticas. Farmacología y Terapéutica. [Internet]. 2019 [citado 2023 Ago 07];198:160. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7112632/>
16. Solís-Cartas U, Torres-Carballeira R, Pérez-Piñero J. Tratamiento por artroscopia para afecciones de rodilla en adultos mayores. Revista Cubana de Reumatología [Internet]. 2010 [citado 28 Oct 2023]; 12 (16) :[aprox. 14 p.]. Disponible en: <https://revreumatologia.sld.cu/index.php/reumatologia/article/view/54>
17. Sepúlveda Loyola W, Sergio P, Probst VS. Pathophysiological mechanism of sarcopenia in COPD. Rev. chil. enferm. respir. [Internet]. 2019 [citado 2023 Ago 5];35(2):124-32. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482019000200124&lng=es
18. Tales Lyra de Oliveira T et al. Hallazgos microscópicos del tejido pulmonar y los músculos respiratorios en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) Rev. Fac. Med. Hum. [Internet]. 2020 [citado 2023 Ago 6];20(1):55-63. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=0S2308-05312020000100055

19. Touta R, Tayarab L, Halimia M. Los efectos del entrenamiento de los músculos respiratorios en la mejora del mecanismo respiratorio toraco-pulmonar interno y externo en pacientes con EPOC. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. [Internet]. 2013 [citado 2023 Ago 7];56:193-211. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877065713000262>
20. Tounsi, B., Acheche, A., Lelard, T., Tabka, Z., Trabelsi, Y. y Ahmaidi, S. (2021). Efectos del entrenamiento específico de los músculos inspiratorios combinado con un programa de entrenamiento de resistencia de todo el cuerpo sobre el equilibrio en pacientes con EPOC: ensayo controlado aleatorizado. *PLoS One*. [Internet]. 2021 [citado 2023 Ago 6];16 (9):e0257595. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0257595>
21. Ozsoy I, Kahraman BO, Ozsoy G, Ilcin N, Tekin N, Savci S. (2021). Efectos de un programa de ejercicio integrado que incluye entrenamiento muscular inspiratorio "funcional" en personas geriátricas con y sin enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Anales de medicina e investigación geriátrica*. [Internet]. 2021 [citado 2023 Ago 04]; 25(1):45. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8024171/>
22. Sherin Hassan MM. Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease, *Clinical Interventions in Aging*. [Internet]. 2021 [citado 2023 Ago 6];12:1705-15. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2147/CIA.S145688>

Conflicto de interés

Los autores no refieren conflicto de interés.

Contribución de los autores

Adriana Margarita Zumba Guerra: participó en la concepción de la información, búsqueda, análisis e interpretación de la información, discusión de los resultados, redacción del manuscrito y revisión final del mismo.

Gabriela Alejandra Delgado Masache: participó en la concepción de la información, búsqueda, análisis e interpretación de la información, discusión de los resultados, redacción del manuscrito y revisión final del mismo.