

Efectos del ejercicio terapéutico en pacientes asmáticos menores de edad. Una revisión sistemática

Effects of therapeutic exercise in minor asthmatic patients. A systematic review

Suárez-Pazos E^a, Justo-Cousiño LA^{a, b}, Alonso-Calvete A^{a, c}, González-González Y^{a, b}, Da Cuña-Carrera I^{a, b}

^a Facultad de Fisioterapia, Universidade de Vigo. Pontevedra, España

^b Grupo de Investigación Fisioterapia Clínica (FS1), Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IIS Galicia Sur), SERGAS-UVIGO. Pontevedra, España

^c Grupo de Investigación REMOSS, Universidade de Vigo, Pontevedra, España

Correspondencia:

Iria Da Cuña-Carrera
iriadc@uvigo.es

Recibido: 23 enero 2023

Aceptado: 10 abril 2023

RESUMEN

Introducción: el asma es el trastorno inflamatorio de las vías respiratorias inferiores más común durante la infancia. Se manifiesta mediante disnea, limitación de flujo espiratorio, sibilancias y tos. El objetivo de la Fisioterapia es reducir la frecuencia de episodios y la intensidad de los síntomas, manteniendo una buena mecánica ventilatoria y evitando la sobrecarga de la musculatura respiratoria. *Objetivo:* analizar los efectos del ejercicio terapéutico en pacientes asmáticos menores de edad, en cuanto a la mejora de los síntomas del asma. *Material y método:* se realizó una búsqueda bibliográfica en enero de 2022 en Pubmed, PEDro, Cinahl, Medline, Scopus, Web Of Science y LILACS. Se emplearon los descriptores "Asthma", "Asthma/rehabilitation", "Asthma/therapy", "Exercise Therapy" y "Therapeutic Exercise", empleando como criterios de inclusión su publicación en los últimos 10 años, que fueran Ensayos Clínicos Aleatorizados (ECAs), publicados en inglés o en español y que los pacientes fueran menores de 18 años. *Resultados:* se obtuvieron 8 artículos válidos tras aplicar los criterios de elegibilidad. Los estudios seleccionados desarrollan diferentes intervenciones de Fisioterapia mediante ejercicio terapéutico en niños y adolescentes con asma, con el objetivo de tratar la enfermedad. Destaca la variedad de complementaciones de entrenamiento aeróbico efectuadas con otro tipo de entrenamientos, siendo la realización de entrenamiento aeróbico únicamente la técnica más empleada. *Conclusión:* existe una gran diversidad en la aplicación del ejercicio terapéutico en los pacientes asmáticos menores de edad, encontrándose resultados beneficiosos en muchas de las variables, y también controversia en otras variables como la función pulmonar o la calidad de vida.

Palabras clave: asma, ejercicio terapéutico, adolescente y niño/a.

ABSTRACT

Introduction: asthma is the most common inflammatory disorder of the lower airways during childhood. It is manifested by dyspnea, expiratory flow limitation, wheezing and coughing. The aim of physiotherapy is to reduce the frequency of episodes and the intensity of symptoms, maintaining good ventilatory mechanics and avoiding overload of the respiratory musculature. *Objective:* to analyze the effects of therapeutic exercise in minor asthmatic patients in terms of improvement of asthma symptoms. *Material and method:* a literature search was performed in January 2022 in PubMed, PEDro, Cinahl, Medline, Scopus, Web of Science and LILACS. The descriptors "Asthma",

"Asthma/rehabilitation", "Asthma/therapy", "Exercise Therapy" and "Therapeutic Exercise" were used, applying as inclusion criteria their publication in the last 10 years, that they were Randomized Clinical Trials, published in English or Spanish and that the patients were under 18 years of age. Results. eight valid articles were obtained after applying the eligibility criteria. The selected studies develop different physiotherapy interventions by means of the therapeutic exercise in children and adolescents with asthma, with the aim of treating the disease. The variety of complementation of aerobic training with other types of training stands out; with aerobic training alone being the most commonly used technique. Conclusion: there is a great diversity in the application of therapeutic exercise in asthmatic patients under age, finding beneficial results in many of the variables, and controversy in other variables such as pulmonary function or quality of life.

Keywords: asthma, therapeutic exercise, adolescent, child.

INTRODUCCIÓN

El asma es la enfermedad heterogénea crónica que afecta a las vías respiratorias inferiores más común en la infancia, que cursa con episodios recurrentes de hiperrespuesta bronquial y obstrucción del flujo aéreo en distinto grado⁽¹⁾.

El número de personas que padecen asma lleva en aumento en la mayor parte del mundo desde la década de 1950, sobre todo en países con una rápida urbanización⁽²⁾, afectando a alrededor de 300 millones de personas⁽³⁾. En los países occidentales sufren asma entre el 8,3 y el 12,3 % de los niños, presentando síntomas antes de los 6 años el 80 % de ellos⁽⁴⁾. En España padecen asma el 7,33 % de los niños de entre 5 y 9 años, así como el 7,99 % de los niños de entre 10 y 15 años.

El asma es una enfermedad multifactorial, en la que un único factor por sí solo no conlleva su existencia. Se dividen en factores dependientes del huésped; como la predisposición genética, la obesidad o el sexo, dado que en la infancia los niños son más susceptibles a padecer asma que las niñas; y en factores ambientales como los alérgenos, el modo de parto, la exposición prenatal y postnatal al tabaco, la contaminación ambiental y doméstica, el clima, la dieta y las infecciones^(1,5).

Teniendo en cuenta la gravedad, encontramos el asma episódica ocasional, que se resuelve a las pocas horas o días y no presenta sibilancias ni síntomas nocturnos; el asma episódica frecuente, que presenta sibilancias con esfuerzos intensos, pero no aparecen síntomas nocturnos; el asma persistente moderada, que presenta

sibilancias con esfuerzos moderados y síntomas nocturnos menos de 2 días por semana; y el asma persistente grave, en la que los episodios son frecuentes, se presentan sibilancias con esfuerzos mínimos y síntomas nocturnos más de 2 días a la semana⁽¹⁾.

En función de la etiología, podemos diferenciar el asma alérgica, que podría darse a cualquier edad, implicando una relación temporal entre la exposición al alérgeno y la aparición de los síntomas y, representando además, el 80 % de los casos de asma persistente; el asma no alérgica, que no se asocia a ningún alérgeno y puede ser persistente o intermitente; el asma ocupacional, que puede considerarse alérgica o no alérgica; y el asma inducida por ejercicio, normalmente de 8 a 15 minutos después del inicio del ejercicio en ambientes fríos y secos, pudiendo ser persistente o intermitente⁽⁶⁾.

Los niños y adolescentes que padecen asma son menos activos físicamente que los niños y adolescentes no asmáticos⁽⁷⁾ debido a que tienden a realizar menos actividad física o a realizar ejercicios aeróbicos de menor intensidad⁽⁸⁾. Además, es de destacar que niños y adolescentes, tanto asmáticos como no asmáticos, realizan una actividad física insuficiente⁽⁷⁾, lo que conlleva consecuencias negativas para la salud, así como mayores dificultades en relación con el asma⁽⁸⁾.

El tratamiento del asma puede ser farmacológico, mediante la inhalación de medicamentos; o no farmacológico, que incluye la educación y orientación a los pacientes, así como técnicas de Fisioterapia⁽⁹⁾, entre las que se destaca el ejercicio terapéutico a través de ejercicios respiratorios, el entrenamiento de la musculatura inspiratoria y el entrenamiento aeróbico, encontrándose

mayores beneficios con este último⁽⁹⁻¹⁶⁾, un control clínico más duradero y una mayor reducción del uso de la medicación⁽¹⁰⁾. El objetivo común que presentan estos tipos de tratamiento es el de conseguir realizar un estilo de vida normal con una capacidad de ejercicio normal, prevenir ataques de asma graves, y lograr una función pulmonar óptima con la mínima cantidad de síntomas posible⁽⁹⁾.

El objetivo de este trabajo es analizar la bibliografía científica de los últimos 10 años, para conocer cuáles son los efectos del ejercicio terapéutico en pacientes con asma menores de 18 años.

MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización de este trabajo se llevó a cabo una revisión de la literatura científica bajo las directrices marcadas por la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*)^(17,18). La búsqueda bibliográfica se realizó durante el mes de enero del año 2022 y fue llevada a cabo por 2 investigadores independientes y los resultados se compararon al finalizar.

Se consideraron como criterios de inclusión la publicación de los estudios en los últimos 10 años, con un diseño de Ensayo Clínico Aleatorizado (ECA), publicados

en inglés o español y en los que los pacientes fueran menores de 18 años.

El objetivo de esta revisión responde a la pregunta PICO⁽¹⁹⁾. La población corresponde a pacientes menores de 18 años que padecen asma, la intervención a la aplicación de ejercicio terapéutico, no han existido comparaciones y en los resultados se analizan variables relacionadas con el asma.

Se consultaron las bases de datos Pubmed, PEDro, Cinahl, Medline, Scopus, Web Of Science y LILACS. Los descriptores utilizados para diseñar las ecuaciones de búsqueda fueron los términos del tesauro *Medical Subject Headings (MeSH)*: "Asthma", "Asthma/rehabilitation", "Asthma/therapy", "Exercise Therapy" y "Therapeutic Exercise". En la tabla 1 se describen las ecuaciones de búsqueda para cada base de datos.

Tras realizar la búsqueda en las bases de datos ya citadas, se llevó a cabo una selección de los resultados en función de los criterios de inclusión y exclusión, de manera automática en las bases de datos que permitieran añadir los filtros correspondientes, y de manera manual en las que no lo permitieran. Después de realizar esta selección se procedió a realizar una búsqueda inversa en los propios artículos⁽²⁰⁾.

La calidad metodológica de los estudios finalmente seleccionados se evaluó mediante la escala PEDro, que permite clasificar los estudios en función de 11 caracte-

TABLA 1. Criterios de selección.

Base de datos	Ecuación de búsqueda
PubMed	(("Asthma/rehabilitation"[Mesh] OR "Asthma/therapy"[Mesh])) AND "Exercise Therapy"[Mesh]
PEDro	asthma AND exercise therapy
CINAHL	(MH "Asthma/RH/TH") AND (MH "Therapeutic Exercise")
Medline	(MH "Asthma/RH/TH") AND (MH "Exercise Therapy")
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (asthma) AND TITLE-ABS-KEY (exercise AND therapy))
Web Of Science	(ALL=(asthma)) AND ALL=(exercise therapy)
LILACS	asthma [Words] and exercise therapy [Words]

ABS: Abstract, KEY: Keywords, Mesh/MH: Medical subject heading, RH: Rehabilitation, TH: Therapy

rísticas. Por cada respuesta «Sí» se suma un punto, con un máximo de 10, ya que el primer ítem no se tiene en cuenta para la puntuación. Se clasifican los estudios en *pobres* si obtienen una puntuación menor a 4, *regulares* si la puntuación es de 4 o 5, *buenos* si reciben entre 6 y 8 puntos, y *excelentes* si obtienen 9 o 10 puntos⁽²¹⁾.

También fueron considerados los posibles riesgos de sesgo descritos por *The Cochrane Collaboration*, donde se evalúa cada uno de los apartados según si presentan un riesgo alto, bajo o desconocido^(22, 23).

Tanto la calidad metodológica como el riesgo de sesgo fue analizado por 2 investigadores independientes, y en caso de falta de acuerdo, un tercer investigador fue el encargado de concluir.

RESULTADOS

El proceso de búsqueda se muestra en el diagrama de flujo en la figura 1. Después de llevar a cabo la búsqueda y aplicar los criterios de inclusión y exclusión, empleándose al inicio de la búsqueda los filtros automáticos, y después de forma manual donde las bases de datos no permitían establecer los filtros. Se seleccionaron 8 artículos válidos⁽²⁴⁻³¹⁾ para llevar a cabo el análisis.

En la tabla 2 se encuentran las características de los estudios sobre el tamaño de la muestra, edad de los participantes, abandonos y criterios de inclusión y exclusión.

La edad mínima para participar se propuso en el estudio de Zhang y Yang⁽²⁷⁾, con 4 años, mientras que la edad máxima se fijó en 17 años^(26, 29). La edad promedio de todos los participantes oscila entre los 7 y los 13 años.

En cuanto al tamaño de la muestra, el mínimo es de 27 participantes^(25, 29), y el máximo lo marca el estudio de Winn y cols.⁽²⁴⁾ en 616. La mitad de los artículos tienen un número superior a 50 participantes^(24, 26, 27, 30).

En cuanto a los abandonos, a excepción del estudio de Onur y cols.⁽³¹⁾, todos ellos sufren pérdidas, desde el 95,9 % en ciertas variables del estudio de Winn y cols.⁽²⁴⁾ en un grupo control, hasta en la investigación de Elnagar y cols.⁽²⁵⁾, que suponen el 10 %.

Los participantes padecen en su mayoría asma moderada⁽²⁴⁻²⁹⁾, aunque también los hay con asma leve^(24, 26) y grave^(24, 28). En los casos de Latorre-Román y cols.⁽³⁰⁾ y de Onur y cols.⁽³¹⁾ no se especifica. Los criterios de ex-

clusión más comunes son sufrir alguna enfermedad o trastorno pulmonar^(25-27, 29, 30), cardíaco⁽²⁵⁻³⁰⁾ o musculoesquelético^(25, 26, 29, 30), seguidos de emplear corticoesteroides sistémicos^(25, 26) y haber sufrido un ataque de asma inducido por el ejercicio^(24, 27).

En la tabla 3 se muestran las características de las intervenciones; cuánto tiempo duran, qué intervención se lleva a cabo, cuándo se realizan las evaluaciones, qué variables se evalúan y los resultados significativamente estadísticos que se encontraron.

En cuanto al tiempo de intervención, lo más común es que se prolongue hasta 8 semanas^(25, 28, 31); aunque también encontramos intervenciones que van hasta las 12 semanas^(26, 30) e incluso hasta las 24 semanas⁽²⁴⁾. Existen también 2 intervenciones en las que el tiempo establecido es menor: 6 semanas^(27, 29).

Las intervenciones realizadas en los grupos control son dispares; realizan actividades de la vida diaria⁽²⁴⁾ o siguen su rutina habitual⁽²⁹⁾, realizan un programa tradicional de rehabilitación pulmonar⁽²⁵⁾, siguen orientaciones clínicas⁽²⁶⁾, reciben un medicamento⁽²⁷⁾ o llevan a cabo entrenamiento en cinta⁽²⁸⁾. Latorre-Román y cols.⁽³⁰⁾ y Onur y cols.⁽³¹⁾ no especifican qué actividad realiza el grupo control. Por otro lado, en cuanto a las intervenciones realizadas por los grupos experimentales, lo más común fue realizar ejercicio aeróbico únicamente^(24, 28, 29), o combinarlo, ya sea un entrenamiento aeróbico incremental combinado con un programa tradicional de rehabilitación pulmonar⁽²⁵⁾, combinado con ejercicio de resistencia⁽²⁶⁾, combinado con un medicamento^(27, 31), o con ejercicio anaeróbico y de fuerza⁽³⁰⁾.

Las evaluaciones se realizan al inicio de la intervención y al final de la misma en todos los casos y, además, en el estudio de Winn y cols.⁽²⁴⁾ se realiza una evaluación a mitad de la intervención y 12 semanas después de acabarla, así como en el caso de Zhang y Yang⁽²⁷⁾ se realiza una evaluación 2 semanas después de terminar la intervención.

Las variables medidas más repetidas fueron la valoración de la función pulmonar mediante los valores espirométricos, volumen espirado forzado en el primer segundo (FEV1)^(24, 26-31), capacidad vital forzada (FVC)^(24, 29, 31), FEV1/FVC^(24, 26-29), flujo espiratorio forzado entre el 25 y el 75 % (FEF25-75%)^(24, 26), pico de flujo espiratorio (PEF)^(29, 30) y volumen espirado forzado a los 6 segundos (FEV6)⁽³⁰⁾.

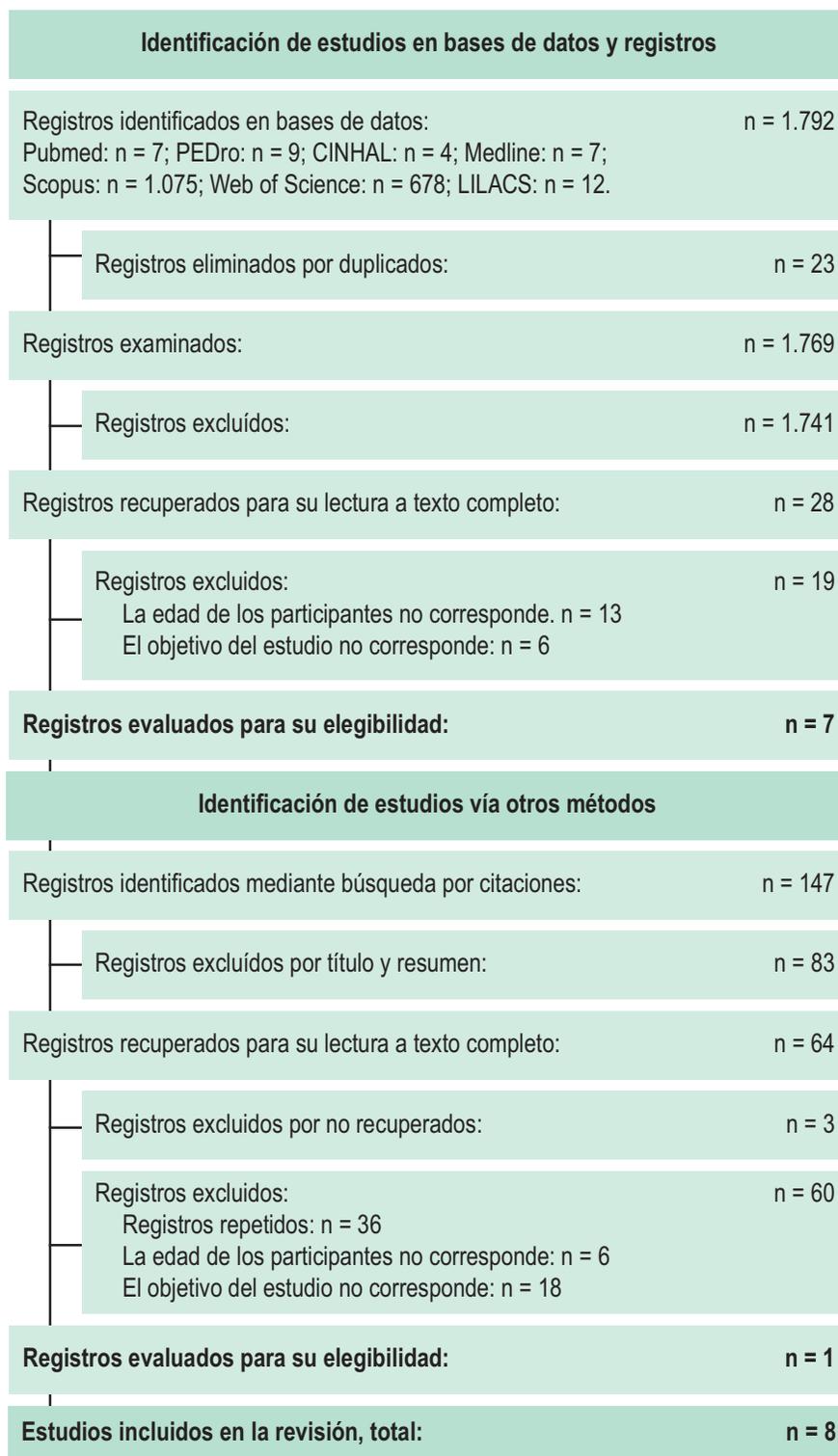


FIGURA 1. Diagrama de flujo.

TABLA 2. Características de los artículos.

Estudios	Características de los artículos
Winn y cols. ⁽²⁴⁾	<p>Muestra. n = 616. GCa: 105, GCsa: 290, Gea: 50, GEsa: 171.</p> <p>Edad. 13,0 ± 1,1 años.</p> <p>Pérdidas. GCa: 21 – 95, GCsa: 129 – 278, Gea: 18 – 36, GEsa: 76 – 157.</p> <p>Criterios de inclusión. Tener entre 11 y 14 años. Presentar asma leve persistente o asma moderada o grave.</p> <p>Criterios de exclusión. No tener asma estable. Haber ingresado en el hospital debido al asma en las últimas 6 semanas. Visitar a su médico debido a un empeoramiento del asma en las últimas 3 semanas. Haber tenido un ataque de asma debido al ejercicio. Si alguna vez han entrado en cuidados intensivos debido al asma.</p>
Elnaggar y cols. ⁽²⁵⁾	<p>Muestra. n = 27. GC: 14, GE: 13.</p> <p>Edad. 13,0 ± 2,8</p> <p>Pérdidas. GC: 1, GE: 2.</p> <p>Criterios de inclusión. Tener entre 8 y 16 años. Presentar asma moderada. Tener un IMC entre 30,0 y 34'9. Haber recibido tratamiento médico por parte de un neumólogo. Ser clínicamente estables durante al menos 1 mes antes de la inscripción.</p> <p>Criterios de exclusión. Participación actual en un programa de ejercicio moderado o vigoroso. Exacerbación de síntomas que requieran el uso de corticoesteroides sistémicos. Presencia de otras enfermedades pulmonares crónicas que presenten mayor morbilidad que el asma. Presencia de comorbilidades cardiovasculares o musculoesqueléticas que deterioren la capacidad de los niños de participar en un programa de ejercicio.</p>
Sanz-Santiago y cols. ⁽²⁶⁾	<p>Muestra. n = 53. GC: 28, GE: 25.</p> <p>Edad. 11,5 ± 2,6</p> <p>Pérdidas. GC: 7, GE: 10.</p> <p>Criterios de inclusión. Tener entre 7 y 17 años. Presentar asma leve o moderada, con una evolución de al menos 6 meses. Presentar síntomas asociados al ejercicio.</p> <p>Criterios de exclusión. Aumento del uso de la medicación basal o el uso irregular de la medicación. Sufrir una exacerbación respiratoria que requiera el uso de corticoides sistémicos en los últimos 3 meses o sufrir una crisis leve en el último mes. Presentar problemas en el aparato locomotor que interfieran en el protocolo de intervención o evaluación. La presencia de otra enfermedad respiratoria o cardíaca crónicas que causen síntomas durante el ejercicio.</p>
Zhang y Yang. ⁽²⁷⁾	<p>Muestra. n = 72. GC: 36, GE: 36.</p> <p>Edad. 7,0 ± 2,6 años</p> <p>Pérdidas. GC: 7, GE: 4.</p> <p>Criterios de inclusión. Tener entre 4 y 12 años. Presentar asma leve.</p> <p>Criterios de exclusión. Presentar antecedentes de asma inducida por el ejercicio. Recibir medicación para controlar el asma un mes antes de empezar el estudio o durante el mismo. La presencia de otras enfermedades graves (cáncer, insuficiencia cardíaca e infecciones respiratorias).</p>

TABLA 2. Características de los artículos (continuación).

Estudios	Características de los artículos
Gomes y cols. ⁽²⁸⁾	<p>Muestra. n = 36. GC: 16, GE: 20. Edad. 7,8 ± 1,8 años. Pérdidas. GC: 3, GE: 7. Criterios de inclusión. Presentar un diagnóstico de asma moderada o grave según las guías de la Iniciativa Global para el Asma. Tener tratamiento médico durante al menos 2 meses antes del estudio. Tener estabilidad clínica, sin exacerbaciones ni cambios en la medicación, durante los 30 días previos al inicio del estudio. No haber participado en ningún programa regular de entrenamiento físico. Criterios de exclusión. Presentar infección respiratoria en los 2 meses previos o una infección con fiebre en las 3 semanas previas. Ser incapaz de realizar cualquier prueba. Sufrir enfermedades cardíacas.</p>
Andrade y cols. ⁽²⁹⁾	<p>Muestra. n = 27. GC: 17, GE: 10. Edad. 11,5 ± 1,2 años. Pérdidas. GC: 4, GE: 2. Criterios de inclusión. Tener entre 6 y 17 años. Presentar asma moderada persistente, controlada por una baja o moderada dosis de corticoesteroides inhalados durante al menos 6 meses. Presentar un FEV1 por debajo del 80 % del esperado. La ausencia de cualquier exacerbación o cambio de medicación en los 30 días previos antes de comenzar el estudio. Criterios de exclusión. Sufrir una enfermedad o trastorno cardiovascular, pulmonar o musculoesquelético que dificultara la evaluación o en la realización de actividad física.</p>
Latorre-Román y cols. ⁽³⁰⁾	<p>Muestra. n 105. GC:47, GE: 58. Edad. 115, ± 1,4 años. Pérdidas. GC: 12, GE: 10. Criterios de inclusión. Presentar el diagnóstico del grado y severidad del asma en función de la Iniciativa Global del Asma. Recibir tratamiento en los 6 meses previos al estudio. Presentar una fase estable de la enfermedad, sin exacerbaciones ni cambios en la medicación. Criterios de exclusión. Sufrir otras enfermedades cardiopulmonares o discapacidades musculoesqueléticas y mentales.</p>
Onur y cols. ⁽³¹⁾	<p>Muestra. n = 43. GC: 13; GE1: 15; GE2: 15. Edad. 10,1 ± 2,3 años. Pérdidas. No hay. Criterios de inclusión. Tener entre 8 y 13 años. No recibir medicación ni tener síntomas de infección del tracto respiratorio inferior o superior o la exacerbación del asma durante las 4 semanas previas al estudio. Criterios de exclusión. Realizar ejercicio de manera regular o pertenecer a un equipo deportivo. Ser pacientes inmunodeprimidos, con antecedentes de inflamación crónica o trastornos reumatológicos y con trastornos autoinmunes.</p>

FEV1: Volumen Espiratorio Forzado en 1 segundo, **GC:** Grupo Control, **GCa:** Grupo Control con Asma, **GCsa:** Grupo Control Sin Asma, **GE:** Grupo Experimental, **GEa:** Grupo Experimental con Asma, **GEsa:** Grupo Experimental Sin Asma, **IMC:** Índice de Masa Corporal.

TABLA 3. Intervenciones y resultados de los estudios.

Estudios	Intervenciones y resultados
Winn y cols. ⁽²⁴⁾	<p>Duración. 24 semanas.</p> <p>Intervención. GCa y GCsa: actividades de la vida diaria. GEa y GEsa: 3 sesiones semanales de 30 minutos de entrenamiento de circuitos de HIIT y actividades con una duración de entre 10" y 30" a una FC mayor al 90 % de la FCmáx, con una relación 1:1 de trabajo y descanso.</p> <p>Tiempos de valoración. Inicio de la intervención. Mitad de la intervención. Final de la intervención. Tras 12 semanas finalizada la intervención.</p> <p>Variables. Función pulmonar: FEV1, FVC, FEV1/FVC, FEF 25-75 %. Control del asma: ACQ. Calidad de vida relacionada con el asma: PAQLQ. Calidad de vida: PedsQL Inflamación pulmonar: FeNO. Capacidad funcional: <i>Twenty-meter shuttle run</i> y pico de VO₂.</p> <p>Resultados. Tras 12 semanas: GCa: ↑ del umbral de intercambio de gases. GCsa: ↑ del umbral de intercambio de gases. GEa: ↑ del pico de VO₂, el umbral de intercambio de gases y la ganancia en S2 y ST. GEsa: ↑ del pico de VO₂ y el umbral de intercambio de gases.</p>
Elnaggar y cols. ⁽²⁵⁾	<p>Duración. 8 semanas.</p> <p>Intervención. GC: programa tradicional de rehabilitación pulmonar 3 veces por semana; control de la respiración diafragmática, respiración con labios fruncidos, realización de apneas al final de la fase inspiratoria y de la fase espiratoria, entrenamiento de la musculatura ventilatoria, terapia manual de liberación y bombeo linfático diafragmático y torácico, ejercicios de relajación y técnicas de orientación postural. GE: programa tradicional que realiza el GC, y entrenamiento aeróbico incremental en cinta 3 veces por semana. Realiza calentamiento, entrenamiento y enfriamiento. La parte de entrenamiento comienza con 15' al 45 % de FCmáx durante la primera semana, y aumenta de forma gradual hasta la 8ª semana con 60' al 80 %.</p> <p>Tiempos de valoración. Inicio de la intervención. Final de la intervención.</p> <p>Variables. Mediadores inflamatorios: nivel de proteína C-reactiva de alta sensibilidad (hs-CRP) y concentración en plasma de interleukin-6 (IL-6). Índices cardiorrespiratorios: ETT; pico de VO₂, V/E, FCmáx, recuperación de la frecuencia cardíaca 1 minuto después del ejercicio y O₂P. Capacidad funcional: 6MWT, disnea y fatiga.</p> <p>Resultados. GC: ↓ los niveles de hs-CRP, ↑ el pico de VO₂, el O₂P, la distancia recorrida en 6MWT, ↓ la disnea y la fatiga percibidas. GE: ↓ los niveles de hs-CRP, más que en GC, ↓ los niveles de IL-6, ↑ el pico de VO₂, el O₂P, la V/E, la FCmáx, la FC un minuto después de realizar ejercicio y la distancia recorrida en 6MWT, ↓ la disnea y la fatiga percibidas.</p>
Sanz-Santiago cols. ⁽²⁶⁾	<p>Duración. 12 semanas.</p> <p>Intervención. GC: orientaciones clínicas. GE: entrenamiento aeróbico y de resistencia 3 sesiones semanales. 10' de calentamiento en cicloergómetro y 20-40' de entrenamiento aeróbico en cicloergómetro. Después, 3 circuitos de ejercicios de resistencia, 12-15 repeticiones sin descanso entre los ejercicios. La carga se incrementó de forma gradual desde el 40 % del 5RM inicial hasta el 60% del 5RM final</p> <p>Tiempos de valoración. Inicio de la intervención. Final de la intervención.</p> <p>Variables. Función pulmonar: FEV1, FEV1/FVC, FEF 25-75 %. Control del asma: ACT. Calidad de vida: PAQLQ. Broncoaspiración inducida por el ejercicio: prueba de estimulación bronquial en cinta de correr con carga incremental. Prueba de esfuerzo cardiorrespiratorio: prueba máxima incremental en cinta de correr. Fuerza muscular: fuerza relativa de cada grupo muscular. Movilidad funcional: <i>Timed Up and Go test of 3m Down Stairs test</i>.</p>

TABLA 3. Intervenciones y resultados de los estudios (continuación).

Estudios	Intervenciones y resultados
Sanz-Santiago y cols. ⁽²⁶⁾	<p>Resultados. GE: ↑ el equivalente ventilatorio para el consumo de O₂, el pico de VO₂, el tiempo de prueba y la fuerza relativa en press de pierna, curl de isquiotibiales, remo alto y bajo y extensión de pierna para cuádriceps.</p>
Zhang y Yang ⁽²⁷⁾	<p>Duración. 6 semanas. Intervención. GC: dosis de 4 mg de montelukast diaria. GE: dosis de 4 mg de montelukast diaria y 3 sesiones semanales de ejercicio aeróbico de 40' de duración. Tiempos de valoración. Inicio de la intervención. Final de la intervención. Tras 2 semanas finalizada la intervención. Variables. Función pulmonar: FEV1, FEV1/FVC. Calidad de vida: PADQLQ. Síntomas clínicos: puntuación de evaluación clínica. Resultados. GE: ↓ los síntomas clínicos y ↑ la calidad de vida al final de la intervención y a las 2 semanas tras la intervención.</p>
Gomes y cols. ⁽²⁸⁾	<p>Duración. 8 semanas. Intervención. GC: entrenamiento aeróbico en cinta 2 sesiones semanales; 5' de calentamiento a 2km/h, 30' de entrenamiento al 70% de esfuerzo máximo determinado en la prueba de máximo esfuerzo y 5' de enfriamiento. GE: entrenamiento aeróbico con videojuego 2 sesiones semanales; 5' de calentamiento a 2km/h en cinta, 30' de juego en videojuego, 3 series de 10' con 30" de descanso entre cada serie y 5' de enfriamiento en cinta. Tiempos de valoración. Inicio de la intervención. Final de la intervención. Variables. Función pulmonar: FEV1 y FEV1/FVC. Control del asma: ACQ. Inflamación pulmonar: FeNO. Capacidad de ejercicio: VO₂, presión sanguínea y saturación de O₂ periférico, sensación de falta de aire durante el ejercicio y el descanso. Gasto energético: METs. Resultados. GC: mejora el control del asma, ↑ duración, velocidad y distancia en las pruebas y del doble producto. GE: mejora el control del asma, ↓ del FeNO, ↑ el gasto energético máximo, el gasto metabólico total, el porcentaje de FCMáx prevista alcanzada durante el tratamiento, la duración, la velocidad y la distancia en las pruebas, y del doble producto.</p>
Andrade y cols. ⁽²⁹⁾	<p>Duración. 6 semanas. Intervención. GC: rutina habitual de actividad física. GE: entrenamiento aeróbico en cinta 3 sesiones semanales, de 40 a 50'; 5' de estiramientos, 10' de calentamiento al 40 a 50 % de su FC, 20' de entrenamiento al 70 a 80 % de la FCMáx las primeras 2 semanas y 30' el resto, y 5' de enfriamiento al 40 a 50 % de su FC. Tiempos de valoración. Inicio de la intervención. Final de la intervención. Variables. Función pulmonar: FEV1, FVC, FEV1/FVC, PEF. Calidad de vida: PAQLQ. Mediadores inflamatorios: citocinas plasmáticas Th1/Th2/Th17 (IL-2, I-4, IL-6, IL10, IFN, TNF, IL-17A). Capacidad funcional: 6MWT. Fuerza muscular respiratoria: PIM y PEM. Aparición de síntomas y uso de cualquier medicamento: Diario adaptado por Mendes y cols. Resultados. GE: ↑ el PEF, la fuerza muscular respiratoria (PIM y PEM), la distancia recorrida en el 6MWT, la calidad de vida, el número de días sin asma, y ↓ la sensación de disnea comparado con GC.</p>

TABLA 3. Intervenciones y resultados de los estudios (continuación).

Estudios	Intervenciones y resultados
Latorre-Román y cols. ⁽³⁰⁾	<p>Duración. 12 semanas.</p> <p>Intervención. GC: Sin especificar. GE: 3 sesiones semanales; 10' de calentamiento, 40' de ejercicio aeróbico, anaeróbico y de fuerza y 10' de enfriamiento con equilibrio, coordinación y estiramientos</p> <p>Tiempos de valoración. Inicio de la intervención. Final de la intervención.</p> <p>Variables. Función pulmonar: FEV1, FEV6 y PEF. Calidad de vida relacionada con el asma: PAQLQ. Fuerza de la pierna: CMJ. Resistencia aeróbica: 6MWT. Esfuerzo percibido: Escala de Borg. Flexibilidad: <i>Sit and Reach test</i>.</p> <p>Resultados. GC: ↑ la disnea. GE: ↓ el esfuerzo percibido y la disnea, ↑ la calidad de vida y la función pulmonar. Intergrupo: mejora GE en peso, IMC, % de grasa, fuerza de agarre, flexibilidad, fuerza de piernas, distancia en 6MWT y FCmedia.</p>
Onur y cols. ⁽³¹⁾	<p>Duración. 8 semanas.</p> <p>Intervención. GC: Sin especificar. GE1: 250 gr/día de fluticasona y actividades de la vida diaria. GE2: 250 gr/día de fluticasona y 2 sesiones semanales 60' de ejercicio aeróbico en bicicleta; 15' de calentamiento y 45' de entrenamiento al 80 % de la FCsubmáx.</p> <p>Tiempos de valoración. Inicio de la intervención. Final de la intervención.</p> <p>Variables. Función pulmonar: FEV1 y FVC. Marcadores de estrés oxidativo: MDA y NO total. Estado antioxidante: GSH-Px y SOD.</p> <p>Resultados. GE1: ↓ los niveles de MDA y NO, ↑ los niveles GSH-Px, la actividad enzimática SOD. GE2: ↓ los niveles de MDA y NO, ↑ los niveles GSH-Px, la actividad enzimática SOD y la función pulmonar.</p>

6MWT: 6-Minute Walk Test, **ACQ:** Asthma Control Questionnaire, **ACT:** Asthma Control Test, **CMJ:** Counter Movement Jump, **ETT:** Symptoms-limited exercise-tolerance test, **FC:** Frecuencia Cardíaca, **FCmáx:** Frecuencia Cardíaca Máxima, **FCsubmáx:** Frecuencia Cardíaca Submáxima, **FEF25-75:** Flujo Espiratorio Forzado medido entre el 25 % y el 75 % de la espiración forzada, **FeNO:** Fracción exhalada de Óxido Nítrico, **FEV1:** Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo, **FEV1/FVC:** Relación entre el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo y la Capacidad Vital Forzada, **FEV6:** Volumen Espiratorio Forzado en los primeros seis segundos, **FVC:** Capacidad Vital Forzada, **GC:** Grupo Control, **GCa:** Grupo Control con asma, **GCsa:** Grupo Control sin asma, **GE:** Grupo Experimental, **GEa:** Grupo Experimental con asma, **GEsa:** Grupo Experimental sin asma, **GSH-Px:** Actividades enzimáticas de glutatión peroxidasa, **MDA:** Malondialdehído, **METS:** Equivalentes Metabólicos, **NO:** Óxido Nítrico, **O₂P:** Pulso de O₂, **PADQLQ:** Pediatric Allergic Disease Quality of Life Questionnaire, **PAQLQ:** Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire, **PedsQL:** Pediatric Quality of Life Inventory, **EF:** Pico de Flujo Espiratorio, **PEM:** Presión Espiratoria Máxima, **PIM:** Presión Inspiratoria Máxima, **SOD:** Superóxido Dismutasa, **VE:** Ventilación por minuto.

La calidad de vida mediante la *Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire* (PAQLQ)^(24, 26, 29, 30), la *Pediatric Quality of Life Inventory* (PedsQL)⁽²⁴⁾ y la *Pediatric Allergic Disease Quality of Life Questionnaire* (PADQLQ)⁽²⁷⁾; el control del asma mediante la *Asthma Control Questionnaire* (ACQ)⁽²⁴⁻²⁸⁾ y el *Asthma Control Test* (ACT)⁽²⁶⁾; la capacidad funcional mediante el pico de VO₂⁽²⁴⁻²⁸⁾ y el *6-Minute Walk Test* (6MWT)^(25, 29, 30); así como la inflama-

ción pulmonar, medida en la fracción exhalada de óxido nítrico (FeNO)^(24, 28), el nivel de proteína C-reactiva de alta sensibilidad (hs-CRP), la concentración en plasma de Interleukin-6 (IL-6)⁽²⁵⁾ y las citocinas plasmáticas Th1/Th2/Th17 (IL-2, I-4, IL-6, IL10, IFN, TNF, IL-17A)⁽²⁹⁾.

Cabe destacar el estudio de Andrade y cols.⁽²⁹⁾, que valora la fuerza muscular respiratoria mediante la presión inspiratoria máxima (PIM) y la presión espiratoria

TABLA 4. Calidad metodológica de los artículos.

Estudios	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	TOTAL
Winn y cols. ⁽²⁴⁾	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	6
Elnaggar y cols. ⁽²⁵⁾	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6
Sanz-Santiago y cols. ⁽²⁶⁾	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6
Zhang y Yang ⁽²⁷⁾	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8
Gomes y cols. ⁽²⁸⁾	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	7
Andrade y cols. ⁽²⁹⁾	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6
Latorre-Román y cols. ⁽³⁰⁾	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5
Onur y cols. ⁽³¹⁾	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5

D1: Los criterios de elección fueron especificados; **D2:** Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos); **D3:** La asignación fue oculta; **D4:** Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes; **D5:** Todos los sujetos fueron cegados; **D6:** Todos los terapeutas que administraron tratamiento fueron cegados; **D7:** Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados; **D8:** Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos; **D9:** Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"; **D10:** Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave; **D11:** El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

TABLA 5. Riesgo de sesgo según Cochrane.

Artículos	Riesgo de sesgo					
	Selección (Generación de la secuencia aleatoria)	Selección (Ocultamiento de la asignación)	Realización (Ciego de participantes y personal)	Detección (Ciego de los evaluadores del resultado)	Desgaste (Datos de resultados incompletos)	Reporte (Notificación selectiva de resultados)
Winn y cols. ⁽²⁴⁾	Verde	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde
Elnaggar y cols. ⁽²⁵⁾	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Sanz-Santiago y cols. ⁽²⁶⁾	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Zhang y Yang ⁽²⁷⁾	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Gomes y cols. ⁽²⁸⁾	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Andrade y cols. ⁽²⁹⁾	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Latorre-Román y cols. ⁽³⁰⁾	Verde	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde
Onur y cols. ⁽³¹⁾	Amarillo	Rojo	Verde	Verde	Verde	Verde

Verde: Bajo riesgo de sesgo, **Amarillo:** Riesgo de sesgo desconocido, **Rojo:** Alto riesgo de sesgo.

máxima (PEM), y Onur y cols.⁽³¹⁾, que valoraron los marcadores de estrés oxidativo mediante el malondialdehído (MDA) y el óxido nítrico (NO) total, así como el estado antioxidante con las actividades enzimáticas del glutatión peroxidasa (GSH-Px) y la superóxido dismutasa (SOD).

En la tabla 4, se muestra la calidad metodológica de los ECAS seleccionados, así como las puntuaciones totales y para cada ítem en la Escala PEDro. Destacamos que 6 de los 8 artículos⁽²⁴⁻²⁹⁾ presentan una puntuación buena y los 2 restantes^(30, 31) muestran una puntuación regular, según la clasificación establecida. La mayor puntuación la registra el estudio de Zhang y Yang⁽²⁷⁾, con 8 puntos, mientras que la menor la registran con 5 puntos las investigaciones de Latorre-Román y cols.⁽³⁰⁾ y de Onur y cols.⁽³¹⁾.

En la tabla 5 puede verse la evaluación del riesgo de sesgo para cada uno de los artículos. En el análisis de sesgo de selección, el 87,5 % de los artículos⁽²⁴⁻³⁰⁾ presentan bajo riesgo de sesgo en la generación de la secuencia aleatoria, mientras que el 62,5 %⁽²⁵⁻²⁹⁾ presenta bajo riesgo de sesgo en el ocultamiento de la asignación y el 37,5 % restante^(24, 30, 31) presenta un alto riesgo de sesgo; en cuanto al de realización, el 87,5 % de los artículos^(24-26, 28-31) presentan un riesgo de sesgo desconocido en el cegamiento de participantes y personal; en cuanto al sesgo de detección, el 87,5 %^(24-26, 28-31) presentan un riesgo de sesgo desconocido en el cegamiento de los evaluadores del resultado y, el 87,5 % de los artículos⁽²⁵⁻³¹⁾, presentan un bajo riesgo de sesgo en cuanto al sesgo de desgaste y al de reporte, donde se evalúa la falta de resultados y su notificación selectiva⁽²⁴⁻³¹⁾.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio es conocer, a través de una revisión sistemática los efectos del ejercicio terapéutico en pacientes con asma menores de 18 años, para lo que se han analizado un total de 8 artículos.

En esta revisión se han encontrado mejoras en la función pulmonar de niños asmáticos, obteniéndose mejoras en 3 estudios⁽²⁹⁻³¹⁾ y resultados no concluyentes en los demás⁽²⁴⁻²⁸⁾.

Dentro de la función pulmonar, la PEF obtiene mejo-

ras en los estudios en los que se lleva a cabo una intervención de entrenamiento aeróbico⁽²⁹⁾, y entrenamiento aeróbico, anaeróbico y de fuerza⁽³⁰⁾. Con respecto a los valores de FEV1, FVC y FEV1/FVC encontramos resultados contradictorios, siendo resultados estadísticamente significativos en 2 estudios^(30, 31), pero sin ninguna variación en otros^(24, 26-29). Esto podría deberse a que no se realiza una combinación de entrenamiento aeróbico con otro tipo de entrenamiento^(24, 28, 29) o fármaco⁽²⁷⁾, a diferencia de los estudios que consiguen mejoras en este aspecto^(30, 31), administrando fluticasona, un corticoesteroide que actúa reduciendo la inflamación pulmonar^(32, 33).

En 2021, Zhang y cols.⁽³⁴⁾ realizaron un metaanálisis en el que estudiaron el efecto de la Fisioterapia mediante el entrenamiento físico en la función pulmonar en niños con asma, habiéndose encontrado que el entrenamiento físico mejora significativamente la FVC, mientras que en otros valores como la FEV1 y el PEF no se obtienen variaciones, lo cual coincide parcialmente con nuestros resultados, puesto que existen estudios que observan mejoría en la FVC⁽³¹⁾, en el FEV1^(30, 31) y en la PEF^(29, 30), así como estudios en los cuales no se observa ninguna variación ni en la FVC^(24, 29) ni en el FEV1^(24, 26, 28, 29, 34).

Tres de los artículos⁽²⁴⁻²⁶⁾ estudian la aptitud cardiorespiratoria, tomando como referencia el pico de VO₂, observándose mejoría en este aspecto en todos ellos. Los 3 estudios presentan distintos tipos de intervenciones, pero todos ellos obtienen mejoras a corto plazo que parecen no mantenerse. Por ello, para que estas mejoras se mantengan en el tiempo el entrenamiento también debería mantenerse⁽³⁵⁾.

Los niños y adolescentes asmáticos presentan una calidad de vida inferior en comparación con las personas que no sufren asma⁽³⁶⁾ y, realizar ejercicios respiratorios o ejercicio terapéutico, permite conseguir mejoras en variables de calidad de vida, control clínico del asma o días libres de asma^(9, 10, 13-15)(tabla 3).

Por un lado, la calidad de vida fue evaluada en diversos estudios^(24, 26, 29, 30) empleando todos ellos la escala PAQLQ, a excepción de Zhang y Yang⁽²⁷⁾, que optaron por la PADQLQ. En cuanto a este aspecto, nos encontramos con resultados contradictorios, puesto que existen estudios en los que se encuentran resultados positivos estadísticamente significativos^(27, 29, 30), mientras

que en otros no existen variaciones^(24, 26) al terminar la intervención, lo que podría deberse a que durante los entrenamientos no se llegara a la intensidad adecuada^(24, 26). En el caso de los estudios que consiguen mejoras, en ambos se trata de intervenciones que complementan el entrenamiento aeróbico; en el caso de Zhang y Yang⁽²⁷⁾ se hace con el fármaco montelukast, empleado para aliviar la sintomatología del asma⁽³⁷⁾, dando así una posible explicación a la mejoría referida en ambos grupos y no sólo en el que combina los tratamientos, mientras que Latorre – Román y cols.⁽³⁰⁾ complementan el entrenamiento aeróbico con entrenamiento anaeróbico y de fuerza. Sanz – Santiago y cols.⁽²⁶⁾ también complementan el ejercicio aeróbico, en este caso con ejercicio de resistencia, y la duración de la intervención es de 12 semanas, al igual que la de Latorre – Román y cols.⁽³⁰⁾, aunque no se observan resultados positivos. En el estudio de Winn y cols.⁽²⁴⁾, en la evaluación realizada al finalizar la intervención no se reflejan mejoras sobre la calidad de vida, mientras que en la evaluación realizada 12 semanas después las hay, lo que podría deberse a factores externos como un cambio de hábitos o por el crecimiento y desarrollo, y no por la intervención. No se observa una relación entre el tipo de asma y la consecución de los resultados, pues se observan resultados positivos en ensayos que estudian pacientes con asma leve⁽²⁷⁾ y moderada⁽²⁹⁾, así como tampoco se obtienen variaciones en pacientes con asma leve^(24, 26), moderada^(24, 26) y grave⁽²⁴⁾.

Por otro lado, 3 estudios^(24, 26, 28) evalúan el control clínico del asma, obteniendo resultados no significativos para esta variable en 2 estudios^(24, 26) y resultados positivos, en un tercero⁽²⁸⁾. Por un lado, en el caso de Gomes y cols.⁽²⁸⁾ mejoran ambos grupos, que realizan únicamente entrenamiento aeróbico, uno en cinta y otro mediante videojuegos, lo que difiere del estudio de Winn y cols.⁽²⁴⁾, donde el grupo de intervención también realiza únicamente entrenamiento aeróbico y no consigue resultados positivos, lo que puede deberse al tipo de entrenamiento que se lleva a cabo. En el caso de Sanz – Santiago y cols.⁽²⁶⁾ se lleva a cabo una combinación de entrenamiento aeróbico y ejercicio de fuerza, pero sin obtenerse resultados. El tipo de asma parece no tener la relevancia necesaria para conseguir o no un mejor control clínico, puesto que los estudios presentan pacientes con asma moderada^(24, 26, 28) y grave^(24, 28).

En cuanto al componente inflamatorio, es un aspecto que se valora en 4 de los estudios^(24, 25, 28, 29). En 2 de los estudios^(24, 28) se evalúa el FeNO, mientras que los otros dos evalúan la hs-CRP y la IL-6⁽²⁵⁾, y las citocinas plasmáticas⁽²⁹⁾. Se han obtenido resultados positivos en 2 de los estudios^(25, 28), mientras que en los otros 2^(24, 29) no se han encontrado variaciones, lo cual podría deberse a que no alcanzan la intensidad adecuada durante el entrenamiento^(24, 29), o que la intervención no fue lo suficientemente larga para conseguir resultados significativos⁽²⁹⁾. En el estudio de Elnaggar y cols.⁽²⁵⁾ se observan resultados positivos en un parámetro evaluado en el grupo que realiza el programa de rehabilitación pulmonar, mientras que en el que realiza también el protocolo de entrenamiento aeróbico incremental se encuentran mejoras en ambos parámetros, lo que potencia la hipótesis de que la combinación de entrenamientos podría conseguir mayores resultados⁽³⁸⁾.

Los tratamientos actuales para el asma presentan una parte farmacológica importante mediante la administración de glucocorticoides, antihistamínicos, agonistas b2 y antagonistas de los receptores de leucotrienos que presentan efectos adversos para los niños y adolescentes asmáticos⁽³⁹⁻⁴³⁾. En esta revisión, 2 de los estudios^(27, 31) presentan un grupo que únicamente toma medicación, comparándolos con grupos que realizan además entrenamiento aeróbico, obteniendo resultados contrapuestos en cuanto a la función pulmonar.

La disnea se trata de una percepción subjetiva de cada paciente, por lo que no existe ninguna prueba o escala que muestre el perjuicio producido⁽⁴⁴⁾. Una guía internacional sobre el manejo fisioterapéutico aconseja la realización de entrenamiento físico con el objetivo de disminuir la disnea, mejorar la calidad de vida y la resistencia cardiorrespiratoria, entre otros⁽⁴⁵⁾.

Este aspecto se valora en 3 de los estudios^(25, 29, 30), obteniéndose resultados estadísticamente significativos en todos ellos. Además, en uno de ellos⁽²⁵⁾ también se obtiene una disminución significativa en el grupo control, mientras que en otro⁽³⁰⁾ aumenta significativamente, lo que podría explicarse debido a que en el primero⁽²⁵⁾ el grupo control realiza un programa de rehabilitación pulmonar.

En esta revisión encontramos diferentes formas de

aplicar ejercicio terapéutico. En 3 de los estudios^(24, 28, 29) la intervención se trata únicamente de entrenamiento aeróbico, en otros 3^(25, 26, 30), se complementa el entrenamiento aeróbico con otros ejercicios, y en 2^(27, 31) en los que se complementa con medicación.

Los estudios que complementan los distintos tipos de ejercicio consiguen mejores resultados, puesto que en 2 de los estudios^(25, 30) se obtienen mejoras en todas las variables medidas, lo que podría deberse a que la combinación de entrenamiento aeróbico y ejercicios de rehabilitación pulmonar⁽²⁵⁾ o de entrenamiento aeróbico, anaeróbico y de fuerza⁽³⁰⁾ resulta más efectiva que combinar entrenamiento aeróbico con entrenamiento de resistencia⁽²⁶⁾, ya que gracias a la combinación de ambos métodos se obtienen mejoras en los sistemas neuromusculares y cardiovasculares, lo que se traduce en beneficios para la calidad de vida de los pacientes y para el control del asma.

Como limitación de esta revisión sistemática, destacamos la diversidad de variables evaluadas en cada uno de los estudios para el análisis de los resultados, así como los diferentes tipos de ejercicio que llevan a cabo, dificultando así la comparación entre sí. Otro aspecto a considerar en cuanto a las limitaciones de la revisión, es el escaso número de ensayos clínicos aleatorizados controlados realizados en los últimos años, en especial desde el inicio de la pandemia en el año 2020⁽⁴⁶⁾.

CONCLUSIÓN

La combinación de varios tipos de tratamiento, incluyendo ejercicio y farmacología, parece conllevar mejores resultados en el manejo del asma.

En futuras líneas de investigación se deberían realizar revisiones sistemáticas evaluando variables concretas, así como un tipo de ejercicio concreto, para conocer si existe algún tipo de ejercicio más beneficioso que otro.

RESPONSABILIDADES ÉTICAS

Protección de personas y animales. Los autores

declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos, derecho a la privacidad y consentimiento informado. En este artículo no aparecen datos personales de sujetos de estudio.

Declaración de conflictos de intereses. Los autores declaran que no hay conflicto de interés alguno.

Financiación y fuentes de apoyo. No se declaran fuentes de apoyo para la elaboración del presente artículo. No hubo ninguna fuente de financiación para la elaboración del presente texto.

Contribución y autoría. Todos los autores de este trabajo declaran haber contribuido sustancialmente a su concepción, diseño y realización, participando en todo el contenido y aprobando la versión final del manuscrito que se presenta. Además, todos los autores tienen la capacidad de responder con exactitud a cualquier cuestión relativa a este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García S, Pérez S. Asma: concepto, fisiopatología, diagnóstico y clasificación. *Pediatr Integral*. 2016; 20(2): 80–93.
2. Lundbäck B, Backman H, Lötvall J, Rönmark E. Is asthma prevalence still increasing? *Expert Rev Respir Med*. 2016; 10(1): 39–51.
3. Fuchs O, Bahmer T, Rabe KF, von Mutius E. Asthma transition from childhood into adulthood. *Lancet Respir Med*. 2017 Mar; 5(3): 224–34.
4. Yang CL, Gaffin JM, Radhakrishnan D. Question 3: Can we diagnose asthma in children under the age of 5 years? *Paediatr Respir Rev*. 2019Feb; 29: 25–30.
5. Noutsios G, Floros J. Childhood asthma: causes, risks, and protective factors; a role of innate immunity. *Swiss Med Wkly*. 2014 Dec 24; 144: w14036.
6. Padem N, Saltoun C. Classification of asthma. *Allergy Asthma Proc*. 2019 Nov 1; 40(6): 385–8.
7. Mackintosh KA, McNarry MA, Berntsen S, Steele J, Sejersted E, Westergren T. Physical activity and sedentary

- time in children and adolescents with asthma: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2021 Jun; 31(6): 1183–95.
8. Avallone KM, McLeish AC. Asthma and aerobic exercise: a review of the empirical literature. *J Asthma*. 2013 Mar; 50(2): 109–16.
 9. Bruurs MLJ, van der Giessen LJ, Moed H. The effectiveness of physiotherapy in patients with asthma: a systematic review of the literature. *Respir Med*. 2013 Apr; 107(4): 483–94.
 10. Evaristo KB, Mendes FAR, Saccomani MG, Cukier A, Carvalho-Pinto RM, Rodrigues MR, et al. Effects of Aerobic Training Versus Breathing Exercises on Asthma Control: A Randomized Trial. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2020 Oct; 8(9): 2989–96.
 11. Carson KV, Chandratilleke MG, Picot J, Brinn MP, Esterman AJ, Smith BJ. Physical training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013; (9): CD001116.
 12. Wanrooij VHM, Willeboordse M, Dompeling E, van de Kant KDG. Exercise training in children with asthma: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2014 Jul; 48(13): 1024–31.
 13. Abdelbasset WK, Alsubaie SF, Tantawy SA, Abo Elyazed TI, Kamel DM. Evaluating pulmonary function, aerobic capacity, and pediatric quality of life following a 10-week aerobic exercise training in school-aged asthmatics: a randomized controlled trial. *Patient Prefer Adherence*. 2018 Jun 15; 12: 1015–23.
 14. Pitzner-Fabricius A, Toennesen LL, Backer V. Can training induce inflammatory control in asthma, or is it symptom control only? *Curr Opin Pulm Med*. 2020 Jan; 26(1): 56–61.
 15. Pacheco DRR, Silva MJB, Alexandrino AMS, Torres RMT. Exercise-related quality of life in subjects with asthma: a systematic review. *J Asthma*. 2012 Jun; 49(5): 487–95.
 16. Andersen JR, Natvig GK, Aadland E, Moe VF, Kolotkin RL, Anderssen SA, et al. Associations between health-related quality of life, cardiorespiratory fitness, muscle strength, physical activity and waist circumference in 10-year-old children: the ASK study. *Qual Life Res*. 2017 Dec; 26(12): 3421–8.
 17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021; 372: n71.
 18. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2021; 74(9): 790–9.
 19. da Costa Santos CM, de Mattos Pimenta CA, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2007 May-Jun; 15(3): 508–11.
 20. Amezcua M. La Búsqueda Bibliográfica en diez pasos. *Index Enferm*. 2015; 24(1-2): 14.
 21. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother*. 2020 Jan; 66(1): 59.
 22. Higgins JPT, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2011 Oct 18; 343: d5928.
 23. Palacios MA, Gómez RCO, Huaricanha ILT, Hilario C. Análisis crítico de ensayos clínicos aleatorizados: Riesgo de sesgo. *Rev. Estomatol. Herediana*. 2015 Oct-Dec; 25(4): 304–8.
 24. Winn CON, Mackintosh KA, Eddolls WTB, Stratton G, Wilson AM, McNarry MA, et al. Effect of high-intensity interval training in adolescents with asthma: The eXercise for Asthma with Commando Joe's® (X4ACJ) trial. *J Sport Health Sci*. 2021 Jul; 10(4): 488–98.
 25. Elnaggar RK, Shendy MA, Elfakharany MS. Effect of 8 Weeks of Incremental Aerobic Training on Inflammatory Mediators, Cardiorespiratory Indices, and Functional Capacity in Obese Children With Bronchial Asthma. *Pediatr Exerc Sci*. 2021 Mar 22; 33(1): 23–31.
 26. Sanz-Santiago V, Diez-Vega I, Santana-Sosa E, Lopez Nuevo C, Iturriaga Ramirez T, Vendrusculo FM, et al. Effect of a combined exercise program on physical fitness, lung function, and quality of life in patients with controlled asthma and exercise symptoms: A randomized controlled trial. *Pediatr Pulmonol*. 2020 Jul; 55(7): 1608–16.
 27. Zhang YF, Yang LD. Exercise training as an adjunctive therapy to montelukast in children with mild asthma: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Jan; 98(2): e14046.
 28. Gomes ELFD, Carvalho CRF, Peixoto-Souza FS, Teixeira-Carvalho EF, Mendonça JFB, Stirbulov R, et al. Active Video Game Exercise Training Improves the Clinical Control of Asthma in Children: Randomized Controlled Trial. *PLoS One*. 2015 Aug 24; 10(8): e0135433.
 29. Andrade LB de, Britto MCA, Lucena-Silva N, Gomes

- RG, Figueroa JN. The efficacy of aerobic training in improving the inflammatory component of asthmatic children. Randomized trial. *Respir Med.* 2014 Oct; 108(10): 1438–45.
30. Latorre-Román PÁ, Navarro-Martínez AV, García-Pinillos F. The effectiveness of an indoor intermittent training program for improving lung function, physical capacity, body composition and quality of life in children with asthma. *J Asthma.* 2014 Jun; 51(5): 544–51.
 31. Onur E, Kabaroğlu C, Günay Ö, Var A, Yilmaz Ö, Dündar P, et al. The beneficial effects of physical exercise on antioxidant status in asthmatic children. *Allergologia et Immunopathologia.* 2011 Mar-Apr; 39(2): 90–5.
 32. Becerra MHV. Fisiopatología del asma. *Neumol Cir Tórax.* 2009; 68(S2): S111–S115.
 33. Paik J, Scott LJ, Pleasants RA. Fluticasone Propionate/Salmeterol MDPI (AirDuo RespiClick®): A Review in Asthma. *Clin Drug Investig.* 2018 May; 38(5): 463–73.
 34. Zhang W, Wang Q, Liu L, Yang W, Liu H. Effects of physical therapy on lung function in children with asthma: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Res.* 2021 May; 89(6): 1343–51.
 35. Ogasawara R, Yasuda T, Sakamaki M, Ozaki H, Abe T. Effects of periodic and continued resistance training on muscle CSA and strength in previously untrained men. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2011 Sep; 31(5): 399–404.
 36. Aguirre O, Álvarez M, González E, Dotres CP, Balado RM, Sardiñas ME. Calidad de vida en el adolescente asmático. *Rev Cubana Med Gen Integr.* 2010; 26(4): 636–46.
 37. Zhang HP, Jia CE, Lv Y, Gibson PG, Wang G. Montelukast for prevention and treatment of asthma exacerbations in adults: Systematic review and meta-analysis. *Allergy Asthma Proc.* 2014 Jul-Aug; 35(4): 278–87.
 38. Zampogna E, Centis R, Negri S, Fiore E, Cherubino F, Pignatti P, et al. Effectiveness of pulmonary rehabilitation in severe asthma: a retrospective data analysis. *J Asthma.* 2020 Dec; 57(12): 1365–71.
 39. Chauhan BF, Ducharme FM. Anti-leukotriene agents compared to inhaled corticosteroids in the management of recurrent and/or chronic asthma in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012 May 16; 2012(5): CD002314.
 40. Watts K, Chavasse RJPG. Leukotriene receptor antagonists in addition to usual care for acute asthma in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012 May 16; 2012(5): CD006100.
 41. Kew KM, Quinn M, Quon BS, Ducharme FM. Increased versus stable doses of inhaled corticosteroids for exacerbations of chronic asthma in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016 Jun 7; 2016(6): CD007524.
 42. Pinto CR, Lemos ACM, de Alcantara AT, de Oliveira PMC, do Vale ACT, Costa LA, et al. Systemic adverse events from inhaled corticosteroids self-reported by asthma patients: A «real-life» cross sectional study. *Rev Port Pneumol.* 2016 Jul-Aug; 22(4): 243–5.
 43. Zazzali JL, Broder MS, Omachi TA, Chang E, Sun GH, Raimundo K. Risk of corticosteroid-related adverse events in asthma patients with high oral corticosteroid use. *Allergy Asthma Proc.* 2015 Jul-Aug; 36(4): 268–74.
 44. Maneiro F, González F. New Evaluating Methods of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: adaptation for Damage and Incapacity Evaluation. *Med Segur Trab.* 2015; 61(240): 367–77.
 45. Bott J, Blumenthal S, Buxton M, Ellum S, Falconer C, Garrrod R, et al. Guidelines for the physiotherapy management of the adult, medical, spontaneously breathing patient. *Thorax.* 2009 May; 64: i1–51.
 46. Ferrer R. COVID-19 Pandemic: the greatest challenge in the history of critical care. *Med Intensiva.* 2020 Aug-Sep; 44(6): 323–4.