

upona

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa
Facultad de Ciencias de la Salud
Osasun Zientzien Fakultatea

Poco volumen y mucha intensidad: INTERVENCION DE HIIT EN PACIENTES CON ASMA

Grado en Fisioterapia

Fisioterapia Gradua

Trabajo Fin de Grado/ Gradu Bukaerako Lana

Estudiante/ Ikaslea: Aitor Oteiza Amilibia

Tutor/Tutora: Mariano Hernández Galindo

Mayo, 2022

RESUMEN

Introducción: El asma es un trastorno inflamatorio crónico asociado a broncoconstricción. Tiene alta prevalencia. Supone un elevado coste al sistema sanitario en fármacos. Sería interesante implementar el ejercicio físico para reducir el tratamiento farmacológico.

Objetivos: El objetivo principal es analizar los efectos de los distintos entrenamientos interválicos (HIIT, MIIT y SIT) en adultos con asma.

Metodología: Se realiza revisión bibliográfica mediante PubMed, ScienceDirect, Sirius y Cochrane. Se utiliza las escalas PEDro y CASPe para comprobar la calidad de los artículos, y las SJR y JCR para categorizar la importancia de la revista de publicación.

Resultados: Se observa una mejora del consumo máximo de oxígeno y la ventilación a corto-medio plazo. Hubo mejores resultados en el control y calidad de vida relacionado con el asma. No hay cambios en la inflamación y la función pulmonar.

Conclusión: El HIIT mejora la capacidad aeróbica y el control del asma, pero, no mejora la capacidad pulmonar en pacientes con asma adultos.

Palabras clave: “asma”, “entrenamiento interválico de alta intensidad”, “entrenamiento interválico con sprints”, “fisioterapia”, “adultos”.

Número total de palabras: 14.798

ABSTRACT

Introduction: Asthma is a chronic inflammatory disorder associated with bronchoconstriction. It has a high prevalence. It supposes a high cost to the health system in drugs. It would be interesting to implement physical exercise to reduce pharmacological treatment.

Objectives: The main objective is to analyze the effects of different interval training (HIIT, MIIT and SIT) in adults with asthma.

Methodology: A bibliographic review is carried out using PubMed, ScienceDirect, Sirius and Cochrane. The PEDro and CASPe scales are used to check the quality of the articles, and the SJR and JCR to categorize the importance of the publication journal.

Results: An improvement in maximal oxygen consumption and ventilation in the short-medium term is observed. There were better results in control and quality of life related to asthma. There are no changes in inflammation and lung function.

Conclusion: HIIT improves aerobic capacity and asthma control, but does not improve lung capacity in adult asthma patients.

Keywords: "asthma", "high intensity interval training", "sprint interval training", "physiotherapy", "adults".

Total number of words: 14.798

Glosario de abreviaturas

6MWD: test de distancia de 6 minutos marcha.

ABPA: Aspergilosis broncopulmonar alérgica.

ACQ: Cuestionario de control del asma.

AQLQ: Cuestionario de calidad de vida del asma.

AUC₀₋₁₅: Área debajo de la curva de la caída del FEV₁.

BR: Reserva respiratoria

CI: Corticoesteroides inhalados

DCV: Disfunción de las cuerdas vocales

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

ERV: volumen residual espiratorio.

FEF_{25-75%}: flujo espiratorio al 25-75% del FVC.

FeNO: Óxido nítrico.

FEV₁: flujo espiratorio en el primer segundo.

FRC: Capacidad residual forzada.

FS: escala de afectación.

FVC: Capacidad vital forzada.

HIIT: ejercicio interválico de alta intensidad.

IMC: Índice de masa corporal.

JCR: Journal Citation Report

MICE: Ejercicio continuo de intensidad moderada.

MIIT: Ejercicio interválico de intensidad media.

PACES: Escala de disfrute de la actividad física.

PEF: Pico de flujo espiratorio.

PPO: pico de potencia obtenida.

RPD: ratio de disnea percibida.

RPE: ratio de esfuerzo percibido.

RR: ratio respiratorio.

RV: volumen de reserva.

Aitor Oteiza

SIT: ejercicio interválico con sprints.

SJR: Scimago Journal Ranking

TLC: capacidad pulmonar total.

VCO₂: eliminación de carbono dióxido.

VE: Ventilación.

VO₂: consumo de oxígeno

VT: umbral ventilatorio.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Epidemiología.....	1
1.2. Fisiopatología.....	3
1.3. Factores de riesgo.....	4
1.4. Clasificación.....	5
1.5. Diagnóstico.....	6
1.6. Pruebas diagnósticas.....	8
1.7. Prevención.....	10
1.8. Complicaciones.....	11
1.9. Tratamiento.....	11
1.9.1. Tratamiento farmacológico.....	12
1.9.2. Tratamiento con ejercicio.....	14
1.9.3. Intervenciones con ejercicio moderado.....	15
1.10. Fisiología del esfuerzo y alta intensidad.....	15
1.10.1. Ejercicio interválico de alta intensidad.....	16
1.10.2. Ejercicio interválico de sprints.....	17
1.10.3. Distinto volumen e intensidad.....	18
1.11. Justificación.....	19
2. OBJETIVOS E HIPOTESIS.....	21
2.1. Objetivo principal.....	21
2.2. Objetivos secundarios.....	21
2.3. Hipótesis.....	21
3. METODOLOGIA.....	23
3.1. Fuentes de búsqueda de datos.....	23
3.2. Estrategias de búsqueda.....	23
3.3. Criterios de selección.....	23
3.4. Diagrama de flujo.....	24
3.5. Calidad de los artículos.....	26
3.6. Análisis estadístico.....	34
4. RESULTADOS.....	35
4.1. Selección de estudios.....	35
4.2. Características de los estudios.....	35

4.3. Variables analizadas	35
4.4. Intervenciones realizadas.....	39
4.5. Calidad metodológica y riesgo de sesgo	41
4.6. Resultados de las variables analizadas.....	42
5. DISCUSIÓN	57
5.1. Estudios que observaban respuestas agudas	57
5.2. Estudios en los que se observan respuestas más prolongadas	58
5.3. Limitaciones de la revisión	60
6. CONCLUSIONES.....	63
7. PROPUESTA DE TRATAMIENTO	65
7.1. Introducción	65
7.2. Objetivos del tratamiento de fisioterapia.....	67
7.3. Material y métodos	68
7.3.1. Participantes.....	68
7.3.2. Variables de estudio	68
7.4. Intervención	70
7.4.1. Prueba de esfuerzo.....	70
7.4.2. Calentamiento	71
7.4.3. Trabajo principal.....	71
7.4.4. Criterios de progresión	71
8. AGRADECIMIENTOS	75
9. BIBLIOGRAFIA.....	77
10. ANEXOS	81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo.....	25
Figura 2 Criterios de la escala PEDro	28
Figura 3 Criterios de CASPe para estudios de casos y controles	30
Figura 4 Material para la espirometría	68
Figura 5 Pulsómetro.....	68
Figura 6 Mascarilla para el carro metabólico	68
Figura 7 Cicloergómetro	69
Figura 8 Criterios de la escala PEDro	81
Figura 9 Criterios de la escala CASPe para casos y controles	86
Figura 10 Cuestionario de control del asma	87
Figura 11 Cuestionario de calidad de vida del asma	88
Figura 12 Feeling scale	88
Figura 13 Cuestionario de disfrute de la actividad física (PACES)	89
Figura 14 Mini cuestionario de calidad de vida del asma.....	90
Figura 15 Escala de Borg	90
Figura 16 Escala de disnea modificada de Borg.....	91
Figura 17 Consentimiento informado.....	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Puntuaciones de la escala PEDro	27
Tabla 2 Puntuación de la escala CASPe para estudios de casos y controles	29
Tabla 3 Factor de impacto de las revistas en JCR y SJR	31
Tabla 4 Distribución de los estudios según las respuestas que se buscaban	35
Tabla 5 Tabla de resultados	49
Tabla 6 Variables medidas en la intervención	70
Tabla 7 Calendario de la intervencion,	73

1. INTRODUCCIÓN

Según el manual Washington de alergia, asma e inmunología, el asma se define como un trastorno inflamatorio crónico de las vías respiratorias asociado a una hiperreactividad de éstas, lo que lleva a sibilancias recurrentes, tos y dificultad respiratoria⁽¹⁾. La principal característica del asma es la obstrucción variable y reversible del flujo aéreo, la reversibilidad puede ser espontánea o procurada con el tratamiento. Las exacerbaciones del asma son periodos de empeoramiento de los síntomas entre periodos de relativa estabilidad sintomática. La mayoría de las asmas infantiles son resultado de una sensibilización atópica y se consideran parte de la diátesis alérgica, en cambio el inicio del asma en adultos puede no solo ser parte del espectro de la atopia sino también deberse a otras causas, como las exposiciones en el trabajo.

1.1. Epidemiología

En 2005 se vio que 32,6 millones de estadounidenses (11,2% de la población) fue diagnosticado de asma en algún momento de su vida⁽¹⁾. En 2004 se calculó que alrededor de 300 millones de personas de todas las edades lo padecían, y además, en 2025 se espera que alrededor de 400 millones sufran el asma, según la Global Initiative for Asthma⁽²⁾. Se ha observado una correlación entre el aumento de la prevalencia de asma y la sensibilización atópica, lo que puede verse por el aumento de la rinitis alérgica y el eccema^(2,3). El asma se puede considerar un trastorno mundial, pero es más frecuente en los países desarrollados.

La hipótesis de la higiene indica que el aumento de la prevalencia de asma en los países desarrollados se debe a una reducción general de las infecciones víricas y bacterianas, lo que aumenta la activación de los linfocitos TH2 y se asocia al asma y la atopia. Además, el mayor uso de antibióticos en los niños puede alterar la flora intestinal normal en los lactantes e incrementar la respuesta inmunitaria TH2.

Diversos estudios han planteado la hipótesis de que hay contaminantes del aire específicos ligados al asma^(4,5). Por ejemplo, la exposición al dióxido de nitrógeno en personas que viven cerca (<50m de distancia) de una carretera importante se ha asociado a un mayor riesgo y más casos de asma⁽⁶⁾. También la exposición crónica al dióxido de nitrógeno procedente de estufas de gas de interior puede asociarse al

aumento de los síntomas de asma que se encuentra en grupos socioeconómicos bajos⁽⁷⁾. Además, se ha propuesto que las partículas de los motores de gasóleo captadas por las células epiteliales de las vías respiratorias provocan respuestas inmunitarias alérgicas⁽⁸⁾.

Si tenemos en cuenta las consideraciones socioeconómicas, se ha observado una mayor prevalencia de asma en los sujetos de raza negra que en los de raza blanca⁽⁹⁾. En las personas que viven en la pobreza y en el interior de las ciudades, el aumento de la prevalencia y mortalidad del asma puede asociarse a una falta de cumplimiento del tratamiento del asma complicado con un descenso o falta de asistencia, o deberse a la inexistencia de un seguro médico⁽¹⁰⁾. Otros factores de riesgo serían el bajo peso al nacer secundario al consumo materno de tabaco y la exposición al tabaco en el hogar. En 2004 hubo casi medio millón de hospitalizaciones; 190.000 de los pacientes tenían menos de 15 años.

La muerte por asma es relativamente infrecuente y ha disminuido desde 1999 a cuatro muertes por millón. EEUU tuvo incremento de la mortalidad anual entre los años 1982 y 1995. Sin embargo, desde entonces ha descendido⁽⁹⁾. Las muertes son más frecuentes en sujetos de raza negra, en todos los grupos de edad, comparados con los de raza blanca.

Los factores de riesgo de asma mortal en los pacientes abarcan factores de riesgo principales y secundarios.

- Los factores de riesgo principales son:
 - Un antecedente reciente de asma mal controlada.
 - Un antecedente de episodio casi mortal de asma (ingreso en unidad de cuidados intensivos o necesidad de intubación previa).
- Los factores de riesgo secundarios son la exposición a aeroalérgenos, al ácido acetilsalicílico o fármacos antiinflamatorios no esteroideos (AINE), el humo del tabaco, el consumo de drogas, factores genéticos, múltiples visitas a urgencias o ingresos por asma, necesidad múltiple de glucocorticoides orales y mal cumplimiento del tratamiento.

En cuanto al coste económico que supone el asma, en los países occidentales tiene un coste anual de entre 300\$ y 1300\$ por paciente. Si se tienen en cuenta los costes económicos de distintos lugares, se observó ya en 1994 que el coste del asma ascendía a 12 billones de dólares en EEUU. Si tenemos en cuenta el coste que tiene en Europa, la cifra asciende a 17,7 billones de euros al año⁽¹¹⁾.

1.2. Fisiopatología

La patogenia del asma es compleja y se debe a una combinación de varios factores, entre los que se encuentran factores genéticos, ambientales, inmunitarios y del desarrollo. Además, el asma probablemente sea una enfermedad heterogénea con múltiples vías que conducen a una hiperreactividad de las vías respiratorias. No obstante, el estrechamiento de la vía respiratoria que obstruye el flujo de aire da lugar a una bronco constricción, que es el acontecimiento fisiológico dominante que provoca los síntomas clínicos⁽¹²⁾.

La inflamación de la vía respiratoria es un factor predisponente importante a la bronco constricción. La inflamación mediada por la inmunoglobulina E (IgE) se debe a un entrecruzamiento de la IgE en el que participa el antígeno en la superficie de los mastocitos que da lugar a la liberación de mediadores inflamatorios. La inflamación no influida por la IgE en el asma se conoce peor, pero finalmente da lugar a edema e inflamación de la vía respiratoria. Hay múltiples subtipos definidos, como el asma sensible al ácido acetilsalicílico y el asma neutrofílica.

El diámetro de la vía respiratoria se encuentra reducido por el edema, la inflamación, el aumento de la secreción de moco (lo que, a su vez, puede dar lugar a tapones de moco) y los cambios estructurales. La hiperreactividad de las vías respiratorias puede deberse a una bronco constricción mediada por la inflamación, una disfunción neuroreguladora y cambios estructurales. La bronco constricción puede desencadenarse en respuesta a varios estímulos, como el humo del tabaco, los cambios climáticos o las emociones.

Los cambios estructurales permanentes debidos a la inflamación crónica dan lugar a una pérdida progresiva de la función pulmonar que no revierte completamente con el tratamiento. El engrosamiento de la membrana basal, la fibrosis subepitelial, la

hipertrofia del músculo liso de la vía respiratoria, la hipertrofia de las glándulas productoras de moco y la hipersecreción contribuyen a estas modificaciones.

Fisiopatología de las enfermedades obstructivas ante el esfuerzo:

Como el asma es una enfermedad respiratoria obstructiva, esta produce una obstrucción de los bronquiolos, provocando una limitación del flujo espiratorio. En obstrucciones moderadas y severas podemos encontrar flujos espiratorios cerca del máximo posible incluso en condiciones de reposo. Esta situación provoca una reducción del tiempo inspiratorio, para intentar aumentar el tiempo espiratorio, pero paradójicamente este también se reduce produciendo una hiperinflación, esto quiere decir que el volumen final de la espiración es cada vez mayor a medida que aumenta la frecuencia respiratoria.

El asma puede aparecer en reposo, pero en muchos casos aparece como un broncoespasmo inducido por el ejercicio.

1.3. Factores de riesgo

Atopia. Los estudios epidemiológicos han demostrado de forma sólida una asociación entre la sensibilización atópica y el asma, pero la relación causal es compleja⁽¹⁾.

Genes. Una combinación de predisposición génica y estímulo ambiental apropiado produce el asma. Los estudios pangenómicos de asociación han identificado unos 100 genes asociados al asma. Los estudios señalan que una interacción compleja entre los genes y la exposición ambiental provoca el asma. El diagnóstico de asma en los progenitores aumenta el riesgo de asma en la descendencia. Los estudios realizados en gemelos muestran una mayor concordancia en los gemelos monocigóticos.

Sexo. Al principio de la infancia, los niños varones tienen más riesgo de sufrir asma, y en la adolescencia y la edad adulta son las mujeres las que tienen un mayor riesgo.

La **prematuridad** se ha asociado al desarrollo de síntomas compatibles con asma, con y sin antecedentes del síndrome de dificultad respiratoria del recién nacido, pero se desconocen el mecanismo y su relación con otros factores de riesgo de asma.

Exposición pasiva al humo del tabaco. La exposición dentro del útero al humo del tabaco influye en la reactividad de la vía respiratoria después del nacimiento. Los niños expuestos al humo de forma pasiva tienen una mayor frecuencia de sibilancias

y un mayor riesgo de sufrir una infección más grave de la vía respiratoria inferior durante el primer año de vida.

Las **infecciones respiratorias**, especialmente por el virus sincitial respiratorio y el virus paragripal, se han asociado a las sibilancias infantiles. Aunque los estudios de seguimiento son indicativos de una relación con el desarrollo del asma, aún carecemos de pruebas definitivas de ello. Las infecciones respiratorias se asocian a las exacerbaciones de asma.

El **índice predictivo del asma** se estableció a partir de la evaluación del factor de riesgo del asma persistente y predice la persistencia del asma pasados los 6 años de edad. Sibilancias recurrentes en niños de 3 años o menores y un criterio principal (asma parental o eccema diagnosticado por un médico) o dos criterios secundarios (eosinofilia > 4 %, sibilancias sin catarro, rinitis alérgica)⁽²⁾.

1.4. Clasificación

Dentro del asma podemos encontrar distintos fenotipos del asma según la GINA⁽¹³⁾:

- **Asma alérgica:** Este es el fenotipo de asma que más fácil se reconoce, muchas veces se comienza en la infancia y está asociado con un historial familiar de afecciones alérgicas, como el eccema, rinitis alérgica o alergia a la comida o fármacos. El esputo de estos pacientes muchas veces muestra una inflamación de las vías eosinofílica. Los pacientes con este fenotipo responden bien al tratamiento corticoesteroides inhalados.
- **Asma no alérgica:** Algunas personas presentan asma que no está asociado con la alergia. El perfil del esputo de este tipo de pacientes puede ser eosinofílico, neutrofílico o puede que contenga solo algunas células inflamatorias. Este perfil de pacientes tiene una menor respuesta a los corticoesteroides inhalados.
- **Manifestación adulta (manifestación tardía):** algunos adultos, particularmente las mujeres, manifiestan por primera vez los síntomas del asma en la edad adulta. Estos pacientes tienden a ser no alérgicos, y muchas veces requieren dosis más altas de corticoesteroides inhalados o no responden bien a este tratamiento. El asma ocupacional (asma debido a la

exposición en el trabajo) tiene que ser descartado en adultos que presentan el asma de manifestación tardía.

- **Asma con limitación persistente del flujo aéreo:** algunos pacientes con larga duración del desarrollo del asma desarrollan una limitación de la vías persistente o al menos no totalmente reversible. Esto se da por la remodelación de las vías aéreas.
- **Asma con obesidad:** Algunos pacientes obesos con asma tienen síntomas respiratorios importantes y un poco de inflamación eosinofílica de las vías.

1.5. Diagnóstico

Anamnesis:

La principal característica del asma es la presencia de episodios recurrentes de **bronco constricción reversible**.

Las exacerbaciones del asma pueden manifestarse con:

- **Disnea** que empeora habitualmente con el esfuerzo.
- **Opresión** o dolor torácico.
- **Sibilancias** que pueden ser audibles para el paciente o el cuidador, pero a menudo no lo son.
- **Tos** a menudo productiva con secreciones espesas no relacionadas con ninguna infección.
 - Algunos tienen pocas sibilancias, pero presentan tos, sobre todo los niños. Esta característica no debe pasarse por alto, porque este tipo de pacientes, llamada variante tusígena del asma, responden en general bien al tratamiento, pero muchas veces no son diagnosticados.
 - En caso de una disnea grave y agitación en un paciente que puede decir frases completas debe llevarnos a considerar una disfunción de las cuerdas vocales (DCV)
 - Si se observan tapones helicoidales en el esputo del asmático serían las espirales de Curshmann.
- Los despertares nocturnos con tos o sibilancias pueden ser el síntoma de manifestación del asma, especialmente en los niños. Si los síntomas

nocturnos aparecen en pacientes que antes solo presentaba síntomas diurnos, significan una progresión de la enfermedad.

- El broncoespasmo provocado por el ejercicio también puede ser el síntoma inicial. Se considera asma en un niño si este no puede mantener el nivel de sus compañeros durante las actividades deportivas debido a la tos o las sibilancias.
- Si observamos los antecedentes familiares muchas veces encontraremos presencia de enfermedades atópicas.
- En la anamnesis es conveniente identificar que elementos desencadenan el asma, elementos como el ejercicio, las infecciones víricas, elementos ambientales y el humo.
- También se debe revisar la anamnesis ambiental en busca de posibles alérgenos y su exposición. El paciente debería incluir detalles sobre el ambiente de su hogar, su puesto de trabajo y su colegio. Además, hay que indicar si el paciente tiene un perfil estacional o permanente de los síntomas, si está expuesto a animales o si consume tabaco.

Exploración física:

- Si no se presenta una exacerbación aguda, las personas asmáticas pueden tener una exploración física totalmente normal.
- Incluso en una exacerbación las constantes vitales pueden ser normales. En las alteraciones más frecuentes podemos encontrar la elevación de la frecuencia cardiaca y elevación de la frecuencia respiratoria. La desaturación de oxígeno suele ser un signo tardío en adultos y nos indica un fallo respiratorio inminente.
- El aspecto general puede indicarnos la gravedad del paciente. La incapacidad para decir frases completas, la agitación o el letargo son signos de alarma y se debe realizar una intervención inmediata.
- La exploración de la cabeza, los ojos, los oídos, la nariz y la faringe puede enseñar signos de alergia o de sobreesfuerzo de músculos accesorios (sobre todo en niños). El estridor o las sibilancias que se presentan más en el cuello

indican un diagnóstico alternativo, como la DVC o la obstrucción de la vía respiratoria superior.

- Al realizar la exploración pulmonar se muestran con frecuencia sibilancias teleespiratorias agudas. En una exacerbación grave del asma, es posible que no se escuchen sibilancias, esto puede indicar un fallo respiratorio inminente. Los roncus o los signos focales indican una infección pulmonar que puede desencadenar en exacerbación, y si no hay fiebre se pueden presentar secreciones espesas, típicas en asmáticos. La alternancia de músculos respiratorios es el movimiento paradójico del diafragma con la alternancia de las respiraciones abdominal y costal. Representa a un paciente en estado extremo y es más frecuente en niños.
- También podríamos encontrar hallazgos exploratorios como retracciones intercostales durante una exacerbación, especialmente en niños, signos de síndrome de Cushing secundario a uso de corticoesteroides exógenos y síntomas de otros trastornos atópicos asociados, como el eccema.

1.6. Pruebas diagnósticas

Espirometría

La espirometría es una prueba diagnóstica que mide el volumen máximo de aire que un individuo puede inspirar y expirar con un esfuerzo máximo. Los principales parámetros medidos en la espirometría son el volumen y el flujo en función del tiempo. Los valores que se les presta más atención en esta prueba son la capacidad vital forzada (FVC), que es el volumen expirado forzosamente y completamente comenzando desde una inspiración completa, y el flujo espiratorio del primer segundo (FEV1), que es el volumen expirado en el primer segundo partiendo desde una inspiración completa para realizar un FVC⁽¹⁴⁾.

Pruebas de laboratorio

Normalmente suelen ser normales, pero pueden mostrar neutrofilia si el paciente toma corticoesteroides.

Es posible que **la gasometría arterial** este indicada si un paciente presenta riesgo de fallo respiratorio. La mayoría de pacientes sufrirán alcalosis respiratoria por la

hiperventilación, ya que el paciente intenta aumentar su ventilación por minuto. Si un paciente presenta niveles de CO₂ normales o por encima de estos en una exacerbación grave, está cerca de presentar un fallo respiratorio. Este valor “normal” se da en pacientes que no son capaces de mantener una ventilación por minuto elevada y comienzan a agotarse.

Diagnostico por la imagen

En pacientes pediátricos que presenten sibilancias es necesaria una radiografía de tórax (RXT) para descartar la aspiración de un cuerpo extraño. También se realizará una RXT a cualquier paciente que sea ingresado por asma. Para un asmático establecido y en contexto ambulatorio no suele ser frecuente la RXT. La RXT puede mostrar hiperinflación (aplanamiento de los diafragmas) y tapones de moco (atelectasias lineales). Con estos hallazgos puede que no lo distingamos de una enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

La RXT es útil en pacientes que acuden por primera vez con sibilancias, presentan otros trastornos (Insuficiencia cardiaca congestiva, EPOC o neumonía) o presentan signos focales en la exploración. Deberíamos realizar una RXT cuando halla sospechas de un neumotórax o un neumomediastino.

Técnicas de provocación bronquial

Dentro del tratamiento del asma las pruebas de función pulmonar son un componente importante. Debido a que no existe ninguna prueba diagnóstica definitiva para el asma y reversibilidad de la obstrucción de la vía aérea apoya el diagnostico⁽¹³⁾. También se puede usar la provocación de la bronco constricción para demostrar la hiperreactividad de las vías respiratorias en caso de duda. Los agentes que pueden provocar esta hiperrespuesta son la metacolina⁽¹⁵⁾, la histamina, el ejercicio⁽¹⁶⁾, la hiperventilación eupnaica voluntaria o el manitol inhalado. Estos test son muy sensibles a la hora de detectar el asma, pero son muy poco específicos^(15,16).

Test de alergia

Las pruebas cutáneas con aeroalérgenos servirán para comprobar si son positivos uno o más alérgenos en el asma atópico y a menudo son útiles para guiar el tratamiento y la evitación del alérgeno⁽¹³⁾.

Diagnóstico diferencial

La DCV es una aducción voluntaria o involuntaria de las cuerdas vocales que provoca disnea y puede simular la disnea del asma. El 40% de los asmáticos pueden presentar la DCV. Además de la disnea, los pacientes a menudo refieren sensación de asfixia, disfonía y tos. Las sibilancias que se perciben mejor en la laringe indican una DCV. Las curvas de flujo-volumen de las pruebas de función pulmonar pueden mostrar un aplanamiento de la curva inspiratoria. El diagnóstico de la DCV se realiza visualizando las cuerdas vocales que muestran su movimiento paradójico durante la respiración. Este tratamiento lo realiza el logopeda. Es importante el diagnóstico temprano para evitar un tratamiento prolongado e innecesario.

Diferencias entre asma y EPOC:

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), también es clasificada como una enfermedad pulmonar obstructiva, tal y como nos indica su nombre. Las principales características de la EPOC son el enfisema y la hipersecreción bronquial. La exposición al tabaco es el principal factor de riesgo para padecer esta enfermedad. Las principales diferencias entre la EPOC y el asma son que en la EPOC es irreversible y los síntomas del asma en general se solucionan en un periodo corto de tiempo. Además, el asma afecta a gente de todas las edades y en cambio la EPOC normalmente afecta a gente mayor de 40 años (normalmente fumadores). Por otra parte, la mortalidad de la EPOC es mucho más alta, siendo entre el 28% en casos moderados hasta el 62% en casos severos en un ratio de 4 años⁽¹⁷⁾.

1.7. Prevención

La identificación de **factores precipitantes**, como la exposición a alérgenos, irritantes o virus, y la **limitación de la exposición** a estos factores desencadenantes son claves para evitar las exacerbaciones del asma⁽²⁾. Debe optimizarse el **tratamiento de otros trastornos asociados** que puedan empeorar el asma para reducir la morbilidad provocada por ella (trastornos como la rinitis alérgica, la apnea del sueño, la sinusitis y la enfermedad por reflujo gastroesofágico). El **abandono del tabaco** debe ser una prioridad para cualquiera que padezca asma.

1.8. Complicaciones

Estado asmático

Se define como una exacerbación grave que no responde con rapidez a los fármacos simpaticomiméticos. Los pacientes que tienen riesgo de padecer un estado asmático son los que toman corticoesteroides orales, fuman, han sido intubados previamente, han ingresado en una unidad de cuidados intensivos en el último año y visitan con frecuencia el departamento de urgencias o lo han hecho recientemente.

Aspergilosis broncopulmonar alérgica

La aspergilosis broncopulmonar alérgica (ABPA) es una complicación poco frecuente en el asma, suele ser más frecuente en la fibrosis quística.

El *Aspergillus fumigatus* es un hongo ambiental frecuente que, en el anfitrión inmunodeprimido, puede dar lugar a infecciones invasoras. También es un alérgeno al que frecuentemente sensibilizan muchos pacientes atópicos, provocando rinitis alérgica y asma.

La ABPA es la colonización de *Aspergillus* y la posterior hipersensibilidad a este hongo. Esto da lugar a inflamación bronquial, bronquiectasias y complicaciones respiratorias. Un pequeño subgrupo de pacientes con asma termina a una ABPA refractaria y a menudo, una enfermedad dependiente de corticoesteroides orales.

1.9. Tratamiento

Los objetivos principales a largo plazo suelen ser la reducción del riesgo y del deterioro físico⁽²⁾. La reducción del riesgo de morbilidad y mortalidad mediante la prevención de exacerbaciones y minimización de visitas a urgencias y hospitalizaciones, la prevención de la pérdida permanente de la función pulmonar y la minimización de los efectos adversos de la farmacoterapia.

También se intentará una reducción del deterioro funcional mediante la prevención de los síntomas diarios como la tos y la disnea, la minimización del uso de agonistas β_2 de acción corta (ABAC) para el alivio de los síntomas y el mantenimiento de los niveles de actividad normales para minimizar la interrupción del ejercicio y el absentismo escolar y laboral.

1.9.1. Tratamiento farmacológico

Fármacos de acción corta

Los ABAC, como el salbutamol o el levosalbutamol, son fármacos que se inhalan que actúan a través de los receptores β_2 para relajar el músculo liso de la vía respiratoria. Estos se utilizan en todos los casos de asma para aliviar los síntomas agudos, además de esto, están indicados como pretratamiento del asma inducida por el ejercicio.

Los anticolinérgicos reducen el tono vagal intrínseco de la vía respiratoria mediante la inhibición de los receptores colinérgicos muscarínicos, provocando una bronco dilatación. Se consideran menos eficaces a la hora de tratar los síntomas del asma que los ABAC. Normalmente se usan combinados con un ABAC en las exacerbaciones del asma moderada a grave y en aquellos pacientes que no toleran los ABAC.

Los corticoesteroides sistémicos se administran por vía oral o parenteral, y son probablemente los medicamentos antiinflamatorios más potentes usados para el tratamiento del asma. La principal indicación sería en el tratamiento de exacerbaciones moderadas y graves. Los corticoesteroides sistémicos deben reservarse para las exacerbaciones del asma y lo más importante es pasar a los medicamentos controladores de acción larga. Un pequeño grupo de asmáticos graves no tolera la retirada de estos porque tienen dependencia de corticoesteroides y la retirada les provoca síntomas respiratorios graves. Los efectos secundarios de los corticoesteroides son muchos y comprenden trastornos neuropsiquiátricos, aumento de peso, intolerancia a la glucosa o mayor propensión a las infecciones entre otros.

Fármacos controladores a largo plazo

Los corticoesteroides inhalados (CI) son un elemento importante para el tratamiento del asma persistente. Tienen sobre todo un efecto antiinflamatorio, actúan bloqueando la reacción de fase tardía frente al alérgeno, reduciendo la hiperreactividad de las vías aéreas e inhibiendo la migración y activación de las células inflamatorias. El efecto de los CI comienza al cabo de unos días y su pico

de actividad se observa a las 2-3 semanas del inicio del tratamiento. Por lo tanto, no serían una opción como tratamiento de rescate. Los efectos adversos locales serían la disfonía, la irritación faríngea y la candidiasis oral. Enjuagarse la boca tras el uso de este puede evitar la candidiasis. Los efectos secundarios sistémicos de los CI son mínimos en población adulta debido al metabolismo de primer paso al hígado. El riesgo de inhibición suprarrenal es muy pequeño. No hay relación clara entre el uso de CI con la osteoporosis, aunque en ocasiones se debe tener en cuenta la realización de un cribado en los sujetos en riesgo de osteoporosis que también necesitan CI. En el caso de los niños se ve una asociación entre la disminución de la velocidad de crecimiento y los CI, pero se considera un efecto transitorio y no afecta a la altura final del individuo.

Los agonistas β_2 de acción larga (ABAL) son medicamentos inhalados de acción larga, nos pueden proporcionar una bronco dilatación de al menos 12 h. Algunos estudios han asociado una mayor mortalidad con los ABAL, pero esto estaría relacionado con la monoterapia con ABAL. Por lo tanto, los ABAL no deben usarse como monoterapia si no que como un complemento al tratamiento con CI para el control del asma persistente moderado o grave⁽¹⁸⁾.

Los modificadores de los leucotrienos son medicamentos que alteran las señales inducidas por los leucotrienos, que son mediadores inflamatorios lipídicos, o su síntesis. Se han comercializado antagonistas de receptor para el leucotrieno (ARLT) y un inhibidor de la 5-lipooxigenasa. Su eficacia se ha visto particularmente en el asma sensible al ácido acetilsalicílico, así como en el asma inducida por el ejercicio.

Los estabilizadores de los mastocitos actúan evitando la desgranulación de los mastocitos. Generalmente se trata de medicamentos antiguos y menos eficaces, y como tales se consideran tratamientos alternativos del asma persistente leve.

La teofilina es una metilxantina que actúa como inhibidor de la fosfodiesterasa y antagonista del receptor para la adenosina con el fin de estimular la bronco dilatación y reducir la inflamación de la vía respiratoria. Pero hoy en día se usa poco.

El tratamiento con anti-IgE consiste en la administración de un anticuerpo monoclonal humanizado frente a la IgE humana vía subcutánea. Su coste delimita el uso a los asmáticos moderados o graves con una sensibilidad demostrada a los alérgenos perennes.

Estrategia de tratamiento de asma

El objetivo del tratamiento es aliviar de inmediato los síntomas. Muchas veces los corticoesteroides terminan siendo necesarios deben llevar a reevaluar la estrategia terapéutica. Los antibióticos solo estarían indicados en las exacerbaciones si hay algún signo o síntoma de infección coincidente.

Se recomienda un abordaje escalonado del tratamiento. El control del asma debe reevaluarse periódicamente mientras se esté en tratamiento, y este debe adaptarse al grado de control⁽²⁾. Debe considerarse la bajada de un escalón cuando el asma este bien controlada, con el fin de determinar los medicamentos mínimos necesarios. Es imprescindible la educación del paciente para el control del asma:

- La medición del flujo máximo domiciliario puede ser útil para vigilar el control del asma, sobre todo en pacientes con dificultades para evaluar sus propios síntomas.
- Los planes de acción del asma son un tratamiento escalonado para que se adapte a cualquier paciente. Suelen indicar los signos de alarma, por ejemplo, la reducción del flujo máximo, así como la intervención terapéutica.
- Es importante que el paciente identifique y reconozca los desencadenantes para que ponga en marcha controles ambientales encaminados a reducir exacerbaciones.

A los pacientes con asma se le recomienda la vacuna de la gripe anual, ya que suelen tener riesgo de complicaciones.

1.9.2. Tratamiento con ejercicio

Según la revisión sistemática de Carson et al.⁽¹⁹⁾, los pacientes que realizaron distintos entrenamientos con ejercicios (trote, gimnasia, ciclismo, natación, ejercicios con pesas y caminatas), toleraron bien el tratamiento. Además, se vio

que el entrenamiento físico mejora la función cardiorrespiratoria y la calidad de vida relacionada con la salud. No obstante, el entrenamiento físico no tuvo efectos significativos sobre la función pulmonar en reposo. Se debe alentar a los pacientes con asma a realizar ejercicio físico regularmente, y sin temor a un empeoramiento de sus síntomas.

1.9.3. Intervenciones con ejercicio moderado

Las intervenciones con ejercicio físico continuo de intensidad moderada, se han estudiado más que el ejercicio de alta intensidad hasta ahora. Si observamos los efectos que tiene el ejercicio físico moderado en los pacientes con asma, Meyer et al. nos muestran que tras 12 meses de ejercicio físico moderado (>60% de la frecuencia cardiaca) mejoraron el trabajo máximo que realizaban, el VO_{2max} y la VE por minuto⁽²⁰⁾.

Dogra et al. en 2011 realizaron una intervención de 12 semanas en el que los sujetos realizaban una intervención de 12 meses de ejercicio de intensidad moderada (70-85% FC), 5 veces a la semana y podían elegir entre los ejercicios de correr al aire libre, correr en cinta, correr en el monte o utilizar la elíptica o el remoergómetro. Se observó que tras la intervención se mejoró el cuestionario de control del asma y el mini cuestionario de calidad de vida del asma. También se vio una tendencia a incrementar el VO_2 y la VE submáximos⁽²¹⁾.

Por lo que se está viendo que el ejercicio físico va bien para el asma, ¿pero funcionara también el ejercicio de alta intensidad?

1.10. Fisiología del esfuerzo y alta intensidad

Para posteriormente poder entender algunos parámetros de los estudios analizados, es necesario hacer una pequeña mención de los parámetros pulmonares y ventilatorios para más tarde poder comprenderlos con claridad. Entre estos podemos encontrar los siguientes^(22,23):

- **Ventilación total (VE):** es la cantidad de litros o mililitros de gas que se inspiran y espiran durante un minuto.
- **Frecuencia cardiaca (FC):** Cantidad de latidos que da el corazón durante un minuto.

- **Consumo de oxígeno (VO_2):** Cantidad de oxígeno que el cuerpo consume por unidad de tiempo.
- **Producción de carbono dióxido (VCO_2):** Cantidad de carbono dióxido que produce el organismo por unidad de tiempo.
- **Máxima ventilación voluntaria (MVV):** es la ventilación máxima que un sujeto puede realizar de forma voluntaria.
- **Relación VE/VO_2 :** Es la relación entre el volumen respiratorio por minuto y el consumo de oxígeno, nos sirve para observar la economía de la respiración.
- **Relación VE/VCO_2 :** Es la relación entre la ventilación y la producción de CO_2 y es uno de los índices que se utiliza para medir la eficiencia ventilatoria.
- **Reserva ventilatoria (BR o VE/MVV):** Relación entre la ventilación por minuto y la máxima ventilación voluntaria, se utiliza para diagnosticar la disnea en el ejercicio.
- **Capacidad vital forzada (FVC):** Es el volumen máximo que se puede espirar partiendo de una inspiración máxima.
- **Volumen espirado el primer segundo (FEV_1):** Es el volumen espirado el primer segundo partiendo desde una inspiración máxima.
- **Relación (FEV_1/FVC):** Esta relación nos indica el grado de obstrucción de las vías aéreas.
- **Pico de flujo espiratorio (PEF):** Es la cantidad máxima de aire que puede exhalarse por segundo. Es el pico máximo que se obtiene antes de expulsar el 15% de la FVC.
- **Flujo espiratorio medio ($FEF_{25-75\%}$):** Es el flujo entre el 25-75% de una maniobra de espiración forzada.

A la hora de observar estos parámetros, los más importantes relacionados con el asma serán el FEV_1 , el FVC y el FEV_1/FVC . Además de esto, la VE y el VO_2 también serán parámetros interesantes, ya que se ha encontrado una relación entre el VO_{2max} y la función pulmonar⁽²²⁾.

1.10.1. Ejercicio interválico de alta intensidad

El ejercicio interválico, es un tipo de ejercicio en el que se intercalan periodos de trabajo con periodos descanso, concretamente en este caso sobre todo hablare

de dos tipos de ejercicios interválicos, el ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT) y el ejercicio interválico mediante sprints (SIT)^(24,25).

El HIIT tradicional sería un régimen de ejercicio en el que se intercalan periodos de descanso y de trabajo parecidos, normalmente con una ratio de 1:1 (por ejemplo 4 minutos de trabajo y 4 minutos de descanso), el descanso suele ser un descanso activo, entre el 60-70% del VO₂max, y el periodo de trabajo será a una intensidad mayor que el 90% del VO₂max. Este tipo de entrenamiento ha demostrado una mejora mayor que la continua en personas sin patología⁽²⁶⁾.

Para poderlo entender de una forma simple, la principal ventaja del HIIT es que puedes acumular más minutos en una intensidad en la que no podrías aguantar muchos minutos seguidos, en el caso del asma sería interesante ya que muchas veces la bronco constricción viene cuando el paciente lleva un tiempo a una intensidad bastante elevada de ejercicio.

1.10.2. Ejercicio interválico de sprints

El ejercicio interválico mediante sprints (SIT) es un tipo de ejercicio en los que intercalan periodos de muy alta intensidad (All-out) y corta duración (menos de 30s), y periodos relativamente largos de recuperación (aproximadamente 4 minutos). Teniendo en cuenta el principio del HIIT, que sería un ejercicio en el que se intercalan periodos de alta intensidad (superando el umbral anaeróbico) y otros periodos de recuperación a menor intensidad, pero sin recuperarse totalmente. Por lo que viendo esto se podría pensar que el SIT se podría clasificar como una variante del HIIT, pero con menos volumen de entrenamiento intra sesión⁽²⁷⁾.

Aunque la obtención del ATP se realiza por vías más anaeróbicas que el HIIT tradicional, que sobre todo, el meta-análisis de Sloth et al.⁽²⁷⁾ sugiere que el SIT puede generar las mismas adaptaciones en el VO₂max como en el ejercicio aeróbico tradicional. Si observamos los resultados del meta-análisis, este nos reporta que se vieron mejoras del VO₂max entre el 4,2% y el 13,4%, un tamaño de efecto moderado de 0,63. También nos indica que se obtienen los mismos efectos que un entrenamiento aeróbico tradicional, pero este nos presenta la ventaja de que es más eficiente en cuanto al tiempo necesario para

implementarlo y tiene un mayor efecto, aunque el volumen de entrenamiento sea menor. Además, se vio una mejora del rendimiento en el ejercicio aeróbico (en este contexto, aunque no nos interese el rendimiento es interesante saber esto ya que esto se podría traducir una mayor capacidad funcional). Esto también nos indica que el SIT al mejorar la capacidad aeróbica o VO_{2max} , se podría calificar como ejercicio aeróbico.

1.10.3. Distinto volumen e intensidad

Por lo tanto, dentro del ejercicio interválico de alta intensidad, podemos encontrar distintos regímenes de trabajo y podríamos adecuar la duración e intensidad al contexto de cada paciente, por ejemplo, en el caso de este trabajo nos interesaría ver cómo influye en el asma, además de esto algunos autores hipotetizan que el HIIT puede tolerarse mejor que el ejercicio continuo ya que encontramos periodos en los que se normalizan los valores ventilatorios^(28,29).

1.11. Justificación

El motivo de elegir una enfermedad como el asma es múltiple, ya que, aunque su mortalidad sea pequeña, trae muchos problemas añadidos. Uno de los motivos sería que afecta aproximadamente 300 millones de personas en todo el mundo⁽¹³⁾. Además, el asma puede suponer una limitación considerable físicamente, emocionalmente, socialmente y profesionalmente en las vidas de las personas que sufren asma si los síntomas no están correctamente controlados⁽²⁾. Además según Asthma in America⁽³⁰⁾, Asthma Insights and Reality in Europe⁽³¹⁾, Asthma Insights and Reality in Asia-Pacific⁽³²⁾ y Asthma Insights and Reality in Japan⁽³³⁾ subrayaron que el asma está infradiagnosticado e infratratado, presentando algunas áreas de mejora en el tratamiento. Aunque la mortalidad del asma sea baja, se ha visto que esta provoca aproximadamente 180.000 muertes al año⁽³⁴⁾.

Si tenemos en cuenta los costes económicos mencionados anteriormente⁽¹¹⁾, además, se puede observar que por ejemplo supone un mayor coste que la tuberculosis y el VIH juntos⁽³⁴⁾. Por otra parte, el tratamiento propuesto serviría para minimizar los costes económicos de los tratamientos para los pacientes con asma, ya que en general un tratamiento con ejercicio terapéutico y fisioterapia suele ser más económico que un tratamiento farmacológico, además reduciría el riesgo de hospitalización de los pacientes, evitando los costes que provocaría esta hospitalización.

También, al ser un programa en el que se utiliza ejercicio físico, se mejorara la condición física de los pacientes enfermos, mejorando su calidad de vida en todos los aspectos, tanto en el físico, como en el psicosocial.

Además de esto, como se ha visto en la introducción, algunos tratamientos tradicionales incluyen corticoides, y el uso de este tipo de medicamentos puede traer otros problemas derivados y efectos secundarios, por lo que este tratamiento podría servir para evitar este tipo de tratamiento con tanto impacto en el paciente.

Por último, he vivido algunos casos cercanos en los que realmente han tenido complicaciones debido a esta patología, aunque nunca hayan estado en peligro de morir, cosa que es difícil.

2. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1. Objetivo principal

Analizar los efectos de los distintos entrenamientos interválicos en personas adultas que padecen asma.

2.2. Objetivos secundarios

1. Examinar la función pulmonar de los pacientes con asma durante y después de un programa de HIIT o SIT.
2. Valorar los efectos en la calidad de vida y el control de los pacientes que padecen asma durante y después de un programa de HIIT o SIT.
3. Analizar los cambios en la capacidad aeróbica de los pacientes después del programa de HIIT o SIT.
4. Cuantificar la percepción de esfuerzo que muestran los pacientes durante el tratamiento.
5. Evaluar los factores inflamatorios de las vías aéreas de los sujetos que reciben el tratamiento.

2.3. Hipótesis

Un programa de ejercicio interválico de alta intensidad, mejorara la calidad de vida, la capacidad aeróbica física y la capacidad pulmonar de los pacientes con asma.

3. METODOLOGIA

3.1. Fuentes de búsqueda de datos

Se ha realizado la búsqueda de ensayos clínicos aleatorizados y estudios de casos y controles que estén relacionados, en pacientes con asma, y que contengan un tratamiento con HIIT o con SIT. Las fuentes de búsqueda principales fueron PubMed, Science Direct, PEDro, Sirius y Cochrane, con el objetivo de seleccionar artículos relevantes para el tema de estudio.

3.2. Estrategias de búsqueda

El principal objetivo de esta revisión bibliográfica es examinar los efectos del ejercicio interválico en pacientes con asma. Para esto se realizaron varias búsquedas avanzadas en las bases de datos mencionadas anteriormente utilizando las siguientes palabras clave: “asthma AND high intensity interval exercise” en Pubmed (n=12 articulos), “asthma AND physiotherapy AND high intensity interval training” en Science Direct (n=67) y “asthma high intensity interval training” en PEDro (n=5), Sirius (n=103 eliminando repeticiones exactas) y en Cochrane (n=28). Además de estos se incluyeron 2 artículos relevantes para el trabajo mediante una búsqueda cruzada (n=3), Sumando en total 218 trabajos.

3.3. Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Estudios que se centran en el asma o bronco costricción inducida por el ejercicio en adultos.
- Estudios sobre intervenciones con ejercicio interválico.
- Acceso a texto completo de artículo.
- Ensayos clínicos aleatorizados finalizados con una puntuación en la escala PEDro igual o superior a 6, o casos y controles con escala CASPe mayor de 7.
- Artículos publicados en revistas que se encuentren en Q2 o nivel superior según Journal Citation Report (JCR) o Scimago Journal Ranking (SJR).
- Estudios publicados los últimos 15 años (la mayoría últimos 5, solo se incluye uno de 2007).
- Redactado en inglés o castellano.

Criterios de exclusión:

- Estudios publicados hace más de 15 años.
- Ensayos clínicos aleatorios finalizados con una puntuación menor de 6 en la escala PEDro, o casos y controles con escala CASPe menor de 7.
- Artículos publicados en revistas que se encuentren en Q3 o inferior en Journal Citation Report (JCR) y Scimago Journal Ranking (SJR).
- Artículos que no se ha obtenido el texto completo.
- Artículos no redactados en inglés ni castellano.
- Artículos relacionados con asma en adolescentes y niños.

3.4. Diagrama de flujo

De los 218 artículos que fueron incluidos, 21 estaban duplicados, por lo que se encontraron 197 artículos. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, llevar a cabo la primera lectura del título y resumen, 186 artículos fueron eliminados, dando lugar a un total de 11 artículos seleccionados para la revisión. De estos 11 artículos, no se pudo obtener el texto completo de 1 artículo. De los 10 artículos restantes 7 tenían una escala PEDro igual o superior a 6 para ensayos clínicos aleatorizados (Tabla 1) y 2 estudios de casos y controles tenían una escala CASPe de 9 sobre 9 y 8 sobre 9 (Tabla 2). Por lo que en la revisión bibliográfica se incluyeron finalmente 7 ensayos clínicos aleatorizados y 2 estudios de casos y controles (Figura 1).

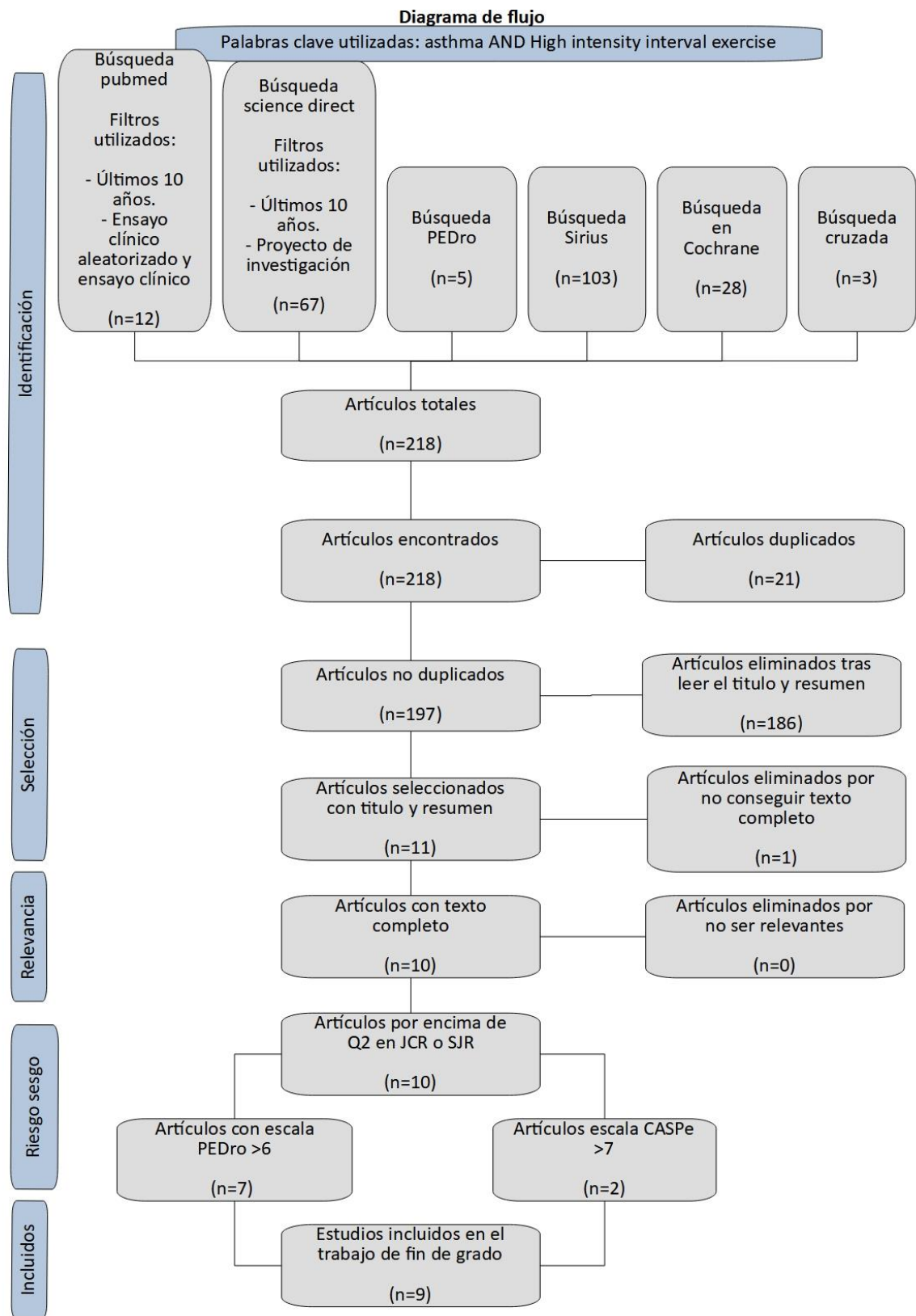


Figura 1 Diagrama de flujo, elaboración propia

3.5. Calidad de los artículos

La calidad de los ensayos clínicos aleatorizados se ha evaluado mediante la herramienta “Physiotherapy Evidence Database” también denominada escala PEDro. Esta escala contiene 11 criterios objetivos que facilitan determinar la calidad y validez de los resultados de los ensayos clínicos aleatorizados. Cada uno de los criterios tiene un valor de un punto si este se cumple, excepto el primero que no es puntuable y no se tendrá en cuenta, dando lugar a una puntuación máxima de 10. Puntuaciones por debajo de 6 puntos tienen riesgo de sesgo, por eso no se han incluido ensayos clínicos aleatorizados finalizados con una puntuación menor para este trabajo. Para el estudio de casos y controles, se ha utilizado la escala CASPe para casos y controles, que consta de 11 criterios.

Por otra parte, se ha evaluado el factor de impacto de la revista en la que se publicó cada artículo a través de Scimago Journal & Country Rank (SJR) y Journal Citation Report (JCR) indicando la importancia relativa que tiene la revista dentro del total de las revistas de su área o categoría (Tabla 3).

Tabla 1 Puntuaciones de la escala PEDro, elaboración propia⁽³⁵⁾

Escala PEDro para ensayos clínicos aleatorizados

Autor et al. (año)	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6	Criterio 7	Criterio 8	Criterio 9	Criterio 10	TOTAL
Mickleborough et Al. (2007) ⁽³⁶⁾	Si	No	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	6/10
O'Neill et al. (2017) ⁽²⁸⁾	Si	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	6/10
O'Neill y Dogra et Al.(2017) ⁽²⁹⁾	Si	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si	Si	6/10
Good et al. (2018) ⁽³⁷⁾	Si	Si	Si	No	No	Si	No	Si	Si	Si	6/10
Toennesen y Soerensen et al. (2018) ⁽³⁸⁾	Si	No	No	No	No	No	No	No	Si	Si	3/10
Toennesen et al. (2018) ⁽³⁹⁾	Si	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	6/10
Good et al. (2019) ⁽⁴⁰⁾	Si	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	Si	6/10
Türk et al. (2020) ⁽⁴¹⁾	Si	Si	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si	7/10

Los criterios de la escala PEDro son:

1. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos).
2. La asignación fue oculta.
3. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
4. Todos los sujetos fueron cegados.
5. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
6. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
7. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
8. 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”.
9. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
10. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

Figura 2 Criterios de la escala PEDro, elaboración propia⁽³³⁾

Escala CASPe para estudio de casos y controles

Tabla 2 Puntuación de la escala CASPe para estudios de casos y controles, elaboración propia⁽⁴²⁾

Autor <i>et al.</i> (año)	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6 B	Criterio 7	Criterio 8	Criterio 9	Criterio 10	Criterio 11	TOTAL
O'Neill et al. (2021) ⁽⁴³⁾	Si	Si	Si	Si	Si	Si			Si	Si	Si	9/9
O'Neill y Patlan et al. (2021) ⁽⁴⁴⁾	Si	Si	Si	Si	Si	No			Si	Si	Si	8/9

O'Neill et al. (2021):

Pregunta 6 A: Que los pacientes tenían un buen control del asma; el estudio no tenía un grupo control como tal, era el pretratamiento.

Pregunta 7: Tabla de resultados.

Pregunta 8: Buena.

O'Neill y Patlan et. al. (2021)

Pregunta 6 A: Que los pacientes tenían un buen control del asma; que el grupo de los sanos era menor que el de los asmáticos.

Pregunta 7: Tabla de resultados.

Pregunta 8: Buena.

Escala CASPe

A/ ¿Son los resultados del estudio válidos?

- 1 ¿El estudio se centra en un tema claramente definido?
- 2 ¿Los autores han utilizado un método apropiado para responder a la pregunta?
- 3 ¿Los casos se reclutaron/incluyeron de una forma aceptable?
- 4 ¿Los controles se seleccionaron de una manera aceptable?
- 5 ¿La exposición se midió de forma precisa con el fin de minimizar posibles sesgos?
- 6
- A. ¿Qué factores de confusión han tenido en cuenta los autores?
- B. ¿Han tenido en cuenta los autores el potencial de los factores de confusión en el diseño y/o análisis?

B/ ¿Cuáles son los resultados?

- 7 ¿Cuáles son los resultados de este estudio?
- 8 ¿Cuál es la precisión de los resultados?
¿Cuál es la precisión de la estimación de del riesgo?
- 9 ¿Te crees los resultados?

C/ ¿Son los resultados aplicables a tu medio?

- 10 ¿Se pueden aplicar los resultados a tu medio?
- 11 ¿Los resultados de este estudio coinciden con otra evidencia disponible?

Figura 3 Criterios de CASPe para estudios de casos y controles, elaboración propia⁽⁴²⁾

Tabla 3 Factor de impacto de las revistas en JCR y SJR, elaboración propia

Autor (año)	Revista	Journal citation report (JCR)				Scimago Journal Ranking (SJR)			
		Categoría	Factor de impacto	Ranking	Cuartil	Categoría	Factor de impacto	Ranking	Cuartil
Mickleborough (2007) ⁽³⁶⁾	International Journal of Sports Medicine	Sport science	1,524	21/72	Q2	Orthopedics and sport medicine	0,773	44/191	Q1
O'Neill (2017) ⁽²⁸⁾	Journal of Science and Medicine in Sport	Sport science	3,670	8/81	Q1	Orthopedics and sport medicine	1,724	19/288	Q1
O'Neill (2017) ⁽²⁹⁾	Journal of Physical Activity & Health	Public, environmental and occupational health	1,723	71/157	Q2	Orthopedics and sport medicine	0,87	69/288	Q2

Good (2018) ⁽³⁷⁾	Journal of Asthma	Respiratory system	2,014	44/60	Q3	Pulmonary and respiratory medicine	0,865	49/153	Q2
Toennesen (2018) ⁽³⁹⁾	The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice	Alergy	7,550	2/27	Q1	Inmunology and allergy	3,702	13/211	Q1
Toennesen y Soeresen (2018) ⁽³⁸⁾	European Clinical Respiratory Journal					Pulmonary and respiratory medicine	0,878	48/139	Q2
Good (2019) ⁽⁴⁰⁾	Journal of Sports Sciences	Sport Science	2,811	20/83	Q1	Orthopedics and sport medicine	1,227	34/301	Q1
Türk (2020) ⁽⁴¹⁾	European Respiratory Journal	Respiratory system	16,671	3/64	Q1	Pulmonary and	4,021	5/139	Q1

						respiratory medicine			
O'Neill (2021) ⁽⁴³⁾	Journal of Asthma	Respiratory system	2,515	48/64	Q3	Pulmonary and respiratory medicine	0,687	65/139	Q2
O'Neill y Patlan (2021) ⁽⁴⁴⁾	Journal of Asthma	Respiratory system	2,515	48/64	Q3	Pulmonary and respiratory medicine	0,687	65/139	Q2

3.6. Análisis estadístico

En cada artículo seleccionado para la revisión, se consideró el valor de $p < 0,05$ para determinar que la diferencia observada sea significativa y no debido al azar. Por otra parte, el *p-valor* nos permite cuantificar la significación de los resultados obtenidos en esta revisión bibliográfica.

4. RESULTADOS

4.1. Selección de estudios

Siguiendo los criterios de inclusión y exclusión explicados anteriormente, se han seleccionado 9 estudios. Entre estos estudios encontramos 7 ensayos clínicos aleatorizados (ECA) y 2 estudios de casos y controles.

4.2. Características de los estudios

Los estudios tienen un rango de participantes de entre 8 y 125 participantes (grupo de intervención de 8 a 91 y grupo control de 8 a 34). El total de participantes es de 283 (210 grupo de intervención y 133 en el grupo control). El rango de edad de los estudios fue entre 19,5 años y 43,7 años (19,5 a 43,7 en el grupo de intervención y de 19,5 a 41,9 en el grupo control).

4.3. Variables analizadas

Algunos de los artículos observados han observado las respuestas agudas de la intervención y otros los efectos a medio/largo plazo. En la siguiente tabla se ve si las intervenciones fueron para ver los resultados a corto plazo o a largo plazo.

Tabla 4 Distribución de los estudios según las respuestas que se buscaban, elaboración propia

Respuestas agudas	Medio/largo plazo
Mickleborough (2007) et al. ⁽³⁶⁾	Toennesen (2018) et al. ⁽³⁹⁾
O'Neill (2017) et al. ⁽²⁸⁾	Türk (2020) et al. ⁽⁴¹⁾
O'Neill y Dogra (2017) et al. ⁽²⁹⁾	O'Neill (2021) et al. ⁽⁴³⁾
Good (2018) et al. ⁽³⁷⁾	O'Neill y Patlan (2021) et al. ⁽⁴⁴⁾
Good (2019) et al. ⁽⁴⁰⁾	

Estas son las variables que se han analizado en los distintos estudios:

- *Función pulmonar:*

La función pulmonar se ha analizado en 7 de 9 de los artículos. Mickleborough et al.⁽³⁶⁾ utilizaron una espirometría para medirlo y midieron la capacidad vital forzada (FVC), volumen espiratorio forzado el primer segundo (FEV₁), el flujo

espiratorio forzado al 25-75% del FVC (FEF_{25-75%}), la relación entre el FVC y el FEV₁ o índice de Tiffeneau (FVC/FEV₁), el área de la curva de la caída del porcentaje de FEV₁ post ejercicio (AUC₀₋₁₅) y el pico de flujo espiratorio (PEF). O'Neill (2017) et al.⁽²⁸⁾ utilizaron un espirómetro manual para realizar la medición y realizaron la prueba de hiperventilación eupnaica voluntaria, y se midió el FEV₁ máximo y el porcentaje de caída del FEV₁ durante las pruebas. O'Neill y Dogra (2017) et al.⁽²⁹⁾ realizaron una prueba de hiperventilación eupnaica voluntaria para medir la disminución del FEV₁ y comprobar si los pacientes eran asmáticos.

Good (2018) et al.⁽³⁷⁾ midieron la reserva respiratoria (BR). Toennesen (2018) et al.⁽³⁹⁾ midieron mediante la espirometría los valores de FEV₁, FVC y FEV₁/FVC, y el porcentaje de disminución del FEV₁. Good (2019) et al.⁽⁴⁰⁾ mediante la espirometría los cambios en el FEV₁ y el porcentaje de caída del FEV₁, además median el pre y el post ejercicio. Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ midieron el FEV₁, el FEV₁/FVC, la capacidad pulmonar total (TLC), volumen de reserva (RV), la capacidad funcional residual (FRC) y el volumen espiratorio de reserva (ERV). Por ultimo O'Neill (2021) et al.⁽⁴³⁾ y O'Neill y Patlan (2021) et al.⁽⁴⁴⁾ midieron el FEV₁ y el porcentaje de caída del FEV₁ mediante la espirometría.

- *Variables ventilatorias:*

En 7 de los 9 artículos se ha medido las variables ventilatorias de los sujetos. Mickleborough et al.⁽³⁶⁾ analizaron la ventilación por minuto (VE), el consumo de oxígeno (VO₂), la frecuencia cardiaca (FC) y la expulsión de CO₂ (VCO₂). O'Neill (2017) et al.⁽²⁸⁾ midieron la frecuencia cardiaca (FC), la ventilación (VE), el VO₂ y el VCO₂ para determinar el umbral ventilatorio (VT). Good (2018) et al.⁽³⁷⁾ midieron la ventilación (VE). Toennesen (2018) et al.⁽³⁹⁾ analizaron el VO₂ pre y post intervención. Good (2019) et al.⁽⁴⁰⁾ analizaron mediante el análisis de gases los valores de VO₂, VE, volumen tidal (V_T) y el ratio respiratorio (RR). Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ midieron el VO_{2max} para seleccionar a los pacientes y después observaron la diferencia post intervención. Por último, O'Neill y Patlan (2021) et al.⁽⁴⁴⁾ midieron el VO₂, VE y el VCO₂ antes y después de la intervención.

- *Control y calidad de vida relacionada con el asma:*

En cuanto a las escalas de calidad de vida 7 de los 9 artículos midieron estas variables. O'Neill (2017) et al.⁽²⁸⁾ midieron el control del asma con el cuestionario de control del asma (ACQ) (Figura 10). O'Neill y Dogra (2017) et al.⁽²⁹⁾ midieron las variables de control del asma con el ACQ, el valor afectivo general durante el ejercicio con la feeling scale (FS) (Figura 12) y el disfrute de la actividad física con el cuestionario de physical activity enjoyment scale (PACES) (Figura 13). Good (2018) et al.⁽³⁷⁾ analizaron la calidad de vida relacionada con el asma mediante el mini cuestionario de calidad de vida del asma (mini-AQLQ) (Figura 14), el valor afectivo general (FS), el disfrute de la actividad física con la escala PACES y los síntomas de asma de fase tardía. Toennesen (2018) et al.⁽³⁹⁾ evaluaron el control del asma con el ACQ y la calidad de vida relacionada con el asma con el cuestionario de calidad de vida del asma (AQLQ) (Figura 11). Good (2019) et al.⁽⁴⁰⁾ analizaron el control del asma mediante el ACQ. Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ analizaron la calidad de vida y el control del asma a los 3 meses y a los 12 meses con los AQLQ y ACQ. Finalmente, O'Neill (2021) et al.⁽⁴³⁾ analizaron el control del asma con el ACQ y el disfrute de la actividad física con el cuestionario PACES.

- *Percepción del esfuerzo:*

3 de los 9 estudios midieron las escalas de percepción. O'Neill y Dogra (2017) et al.⁽²⁹⁾ midieron el ratio de esfuerzo percibido (RPE) (Figura 15), con la escala de Borg del 6-20 y el ratio de disnea percibida con la escala de Borg modificada del 1-10 (RPD) (Figura 16). Good (2018) et al.⁽³⁷⁾ también midieron la RPE con la escala de Borg 6-20 y la RPD del 0-10. O'Neill (2021) et al.⁽⁴³⁾ midieron la RPD durante el ejercicio y post ejercicio, observando la media de este y el pico.

- *Capacidad funcional:*

7 de los 9 artículos analizaron la capacidad funcional de los sujetos. Micklebough (2007) et al.⁽³⁶⁾ midieron la velocidad pico antes de empezar la intervención. O'Neill (2017) et al.⁽²⁸⁾, O'Neill y Dogra (2017) et al.⁽²⁹⁾, Good (2018) et al.⁽³⁷⁾, Good (2019) et al.⁽⁴⁰⁾ y O'Neill y Patlan (2021) et al.⁽⁴⁴⁾ determinaron el pico de potencia (PPO) mediante un test máximo de ejercicio. Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ analizaron la capacidad funcional con el test de distancia en 6 minutos marcha (6MWD).

- *Inflamación de las vías aéreas:*

3 de los 9 artículos midieron la inflamación de las vías aéreas. Toennesen (2018) et al.⁽³⁹⁾ contabilizaron la cantidad de eosinófilos en el esputo y el óxido nítrico exhalado (FeNO). Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ utilizaron el FeNO y los eosinófilos y neutrófilos del esputo para determinar qué tipo de asma tenían los sujetos, y observaron si había cambios a los 3 y 12 meses. O'Neill y Patlan (2021) et al.⁽⁴⁴⁾ midieron las IL-8, IL-1ra, IP-10 de la saliva (IP-10 solo a los asmáticos) antes y después de la intervención.

- *Saturación de los tejidos:*

Solo Good (2019) et al.⁽⁴⁰⁾ midieron el índice de saturación de los tejidos.

- *Composición corporal:*

Mickleborough (2007) et al., O'Neill (2017) et al., O'Neill y Dogra (2017) et al., Good (2018) et al. y O'Neill y Patlan (2021) et al. midieron la altura de los sujetos^(28,29,36,37,44). Mickleborough (2007) et al., O'Neill (2017) et al., O'Neill y Dogra (2017) et al., Good (2019) et al. y Türk (2020) et al. y O'Neill y Patlan (2021) et al. midieron la masa de los sujetos^(28,29,36,40,41,44). Respecto al índice de masa corporal (IMC), O'Neill (2017) et al., O'Neill y Dogra (2017) et al., Good (2018) et al., Toennesen (2018) et al., Good (2019) et al. y Türk (2020) et al. mostraron datos sobre este parámetro^(28,29,37,39-41). Solo Türk (2020) et al. analizaron el porcentaje de grasa corporal⁽⁴¹⁾. Por último, Good (2019) et al. y Türk (2020) et al. midieron la circunferencia de la cintura^(40,41).

4.4. Intervenciones realizadas

Respecto al grupo control, Toennesen (2018) et al.⁽³⁹⁾ y Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ utilizaron de grupo control a los pacientes que continuaron recibiendo su tratamiento habitual (medicación). En los dos artículos de Good et al.^(37,40) y en el artículo de O'Neill y Patlan et al.⁽⁴⁴⁾ utilizaron como grupo control a los sanos, pero también realizaron la intervención. En los dos artículos de 2017 de O'Neill et al.^(28,29) no hay grupo control como tal, en todo caso se podría considerar como control el grupo de ejercicio continuo de intensidad moderada (MICE), y se comparan todas las intervenciones entre ellas. Por otra parte, en el estudio de O'Neill (2021) et al.⁽⁴³⁾, utilizan de controles a los mismos pacientes, pero observando cómo están antes del tratamiento. Por último, Mickleborough et al.⁽³⁶⁾ utilizaron como control a pacientes que no realizaron el calentamiento de alta intensidad, y todos los pacientes del estudio realizaron los protocolos de calentamiento antes del ejercicio, es decir, todos los pacientes estaban en todos los grupos, pero participaban cada día en una sesión diferente de forma aleatoria.

En cuanto a las intervenciones realizadas, Mickleborough et al.⁽³⁶⁾ realizaron un protocolo de calentamiento interválico de alta intensidad antes de realizar una sesión de ejercicio, este último también de una intensidad elevada, para ver las respuestas agudas que presentaban los sujetos, además de esto había un grupo en el que solo se intervenía tomando un inhalador de acción corta y otro grupo que realizaba el calentamiento+inhalador. Todos los sujetos que participaron estuvieron en todos los grupos, pero en un orden aleatorizado y tuvieron un margen de 96 horas entre las distintas sesiones. Cada sesión consistía en realizar el tratamiento previo y después de un descanso de 15 minutos se realizaba la sesión de ejercicio, seguido de 20 minutos de recuperación donde se evaluaban las variables pulmonares. Antes de la intervención se realizó un test incremental hasta la fatiga para confirmar la bronco constricción inducida por el ejercicio. También utilizaron el test de incremental para determinar la velocidad máxima alcanzada (V_{max}) y el VO_{2pico} para determinar la intensidad del protocolo de calentamiento. El protocolo de calentamiento consistía en 8 series de sprints de 30 segundos y 45 segundos de descanso entre series, realizando el periodo de trabajo al V_{max} del test máximo. La sesión de ejercicio

consistía en correr en un tapiz rodante motorizado, en el que se elevaba un 1% por minuto, hasta alcanzar el 85-90% estimado de la FC máxima alcanzada y una vez alcanzada la FC del objetivo, se mantendrá esta intensidad durante 8 minutos.

O'Neill (2017) et al. y O'Neill y Dogra (2017) et al.^(28,29) realizaron distintas intervenciones con ejercicio interválico de alta intensidad (HIIT), ejercicio interválico de media intensidad (MIIT) y ejercicio continuo de intensidad media (MICE), para ver las respuestas agudas a estos ejercicios. Antes de esto realizaron una sesión de hiperpnea eupnaica voluntaria para confirmar la hiperreactividad de las vías aéreas. Además de esto, realizaron un test de fatiga incremental y se determinó el PPO, en el primero de los artículos también se determinó el V_T con este test. Después de estas pruebas se realizaron las intervenciones de HIIT, MIIT y MICE con un mínimo de separación de 72 horas entre estas sesiones. El protocolo de HIIT se realizó con 10 series de 1 minuto de trabajo al 90% del PPO seguido de 1 minuto al 10% del PPO (tiempo total 20 minutos). El protocolo de MICE se realizó al 65% del PPO durante 20 minutos. Por último, el protocolo de MIIT se hizo con 10 series de 1 minuto de trabajo al 65% del PPO y 1 minuto de descanso al 10% del PPO.

Good (2018) et al. y Good (2019) et al.^(37,40) realizaron 3 sesiones de intervención, en la segundo artículo también se incluye una sesión de hiperpnea eupnaica voluntaria anterior a las otras intervenciones, para confirmar la bronco constricción. En la primera realizaron un test máximo pedaleando en el cicloergometro a 80 revoluciones por minuto (rpm), y fueron incrementando la carga hasta el máximo, determinando el PPO. Las sesiones de ejercicio moderado (MICE) y sprint (SIT) cuentan con dos minutos de calentamiento a 50-60 vatios de potencia. En la sesión de MICE los pacientes pedalaron a 80rpm al 65% del PPO durante 20 minutos. Para la sesión de SIT los participantes fueron instruidos a pedalear lo más rápido posible durante 30 segundos sin resistencia, estos completaron 4 sprints con periodos de recuperación de 4,5 minutos a 40-60 rpm sin carga, sumando un total de 20 minutos de sesión.

Toennesen (2018) et al.⁽³⁹⁾ realizaron 3 intervenciones distintas una con ejercicio físico de alta intensidad, otro con dieta y otro con ambos, todos estos se realizaron durante 8 semanas. La intervención de ejercicio físico consistía en una sesión de

spinning que comenzaba con un calentamiento de 10 minutos a intensidad baja y continuaba con dos (semana 1-2), tres (semana 3-5) o cuatro (semana 6-8) intervalos de 5 minutos. Cada intervalo de 5 minutos consistía en 5 intervalos de 1 minuto en el que se realizaban 30 segundos a menos del 30% de intensidad, 20 segundos a menos del 60% de intensidad y 10 segundos a más del 90% de la máxima intensidad. La intervención de la dieta consistía en una dieta antiinflamatoria que contenía vegetales, frutas, frutos secos, carne magra, pescado y marisco. Además, cumplía con los principios de ser alta en proteína y con bajo índice glucémico. Por último, en el otro grupo de intervención se complementaban las dos intervenciones mencionadas anteriormente.

Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ realizaron una intervención de 12 semanas de rehabilitación pulmonar en el que se incluían sesiones de ejercicio, intervención nutricional y sesiones psicológicas grupales. En los grupos de intervención se encontraba el grupo de rehabilitación pulmonar y otro de rehabilitación pulmonar + automanejo. El programa de ejercicio físico se realizó 3 veces por semana durante 12 semanas. Cada sesión de entrenamiento se dividió en 4 partes: calentamiento, estiramiento, la actividad principal y la vuelta a la calma. En la parte del ejercicio se realizaban 3 series de 4 ejercicios en las primeras semanas, y se progresó asta realizar 6 series, cada ejercicio era un ejercicio realizado con el propio peso corporal en el que la duración del ejercicio era de 45 segundos, y tenían 30 segundos de descanso entre series. La intervención de la dieta se realizaba prescribiendo una dieta de 1500 kcal/día con un buen balance de los macronutrientes, supervisado por un nutricionista.

O'Neill (2021) et al. y O'Neill y Patlan (2021) et al.^(43,44) realizaron un protocolo de HIIT de 6 semanas, realizando la sesión 3 veces por semana en un cicloergómetro. El protocolo consistía en 5 minutos de calentamiento a 25W seguido de 10 series de 1 minuto al 10% del PPO y 1 minuto al 90% del PPO. Para determinar el PPO se realizó un test incremental incrementando un vatio cada 2 segundos hasta llegar a la fatiga.

4.5. Calidad metodológica y riesgo de sesgo

De los 9 artículos seleccionados, 7 son ensayos clínicos aleatorizados con una puntuación en la escala PEDro entre 6 y 7 puntos (6 artículos tienen una puntuación de 6 y 1 una puntuación de 7) obteniendo una puntuación media de 6,14

puntos^(28,29,36,37,39-41). Los 2 artículos restantes para la selección de la revisión bibliográfica son estudios de casos y controles con una puntuación de 8 y de 9^(43,44) en la escala CASPe para estudios de casos y controles.

Respecto al factor de impacto de las revistas en las que se han publicado los estudios, se encuentran en estos cuartiles de sus respectivas categorías: en base de la herramienta JCR, 4 estudios se encuentran en revistas del 1º cuartil^(28,39-41), 2 estudios en revistas del 2º cuartil^(29,36) y 3 estudios en revistas del 3º cuartil^(37,43,44) (The Journal of Asthma). En base a la herramienta SJR, 5 estudios se encuentran en revistas de 1º cuartil^(28,36,39-41) y 4 en revistas del 2º cuartil^(29,37,43,44).

4.6. Resultados de las variables analizadas

- Función pulmonar

Mickeborough et al.⁽³⁶⁾ reportaron que había una caída del porcentaje de FEV₁ significativa ($p < 0,05$) en el grupo control comparado con los demás grupos. Además, se vio que hubo una caída significativa del 9,1% del FEV₁ ($p < 0,05$) en el grupo en el que se realizaba el calentamiento de alta intensidad, cuando el límite de la bronco constricción inducida por el ejercicio está determinada en mínimo una caída del 10%. En los grupos del broncodilatador y en el del calentamiento+broncodilatador se observó una bronco dilatación significativa ($p < 0,05$) ya que hubo un aumento del FEV₁ tanto en el grupo del inhalador (8,9%) y en el grupo de inhalador+calentamiento (15,2%). Se obtuvieron resultados similares en el FVC ($p < 0,05$), excepto en los grupos de inhalador e inhalador+calentamiento, en los que no se observaron diferencias significativas post ejercicio. Además, se observó que en el AUC₀₋₁₅ había una caída significativamente menor ($p < 0,05$) en el grupo de calentamiento comparado con el grupo control, también se observó un aumento significativamente mayor ($p < 0,05$) en el grupo de calentamiento+inhalador comparado con el grupo de solo el inhalador.

O'Neill (2017) et al.⁽²⁸⁾ vieron que el porcentaje de caída del FEV₁ fue significativamente mayor en el grupo de MICE, que en el grupo de HIIT y MIIT ($p < 0,001$ y $p = 0,016$ respectivamente). En cambio, no se observaron

diferencias entre el HIIT y MIIT ($p=0,37$). Ninguno de los participantes experimento una caída del FEV₁ clínicamente significativa ($>10\%$) en el protocolo de MIIT. 7 participantes experimentaron una caída clínicamente significativa del FEV₁ ($\geq 10\%$) en el protocolo de MICE, y otros 3 participantes experimentaron una caída de $\geq 8\%$. Un participante no pudo completar el protocolo de MICE por los síntomas que tenía, además experimento una caída del FEV₁ del 14,9%. De los tres participantes restantes, uno no pudo completar el protocolo de MICE por fatiga de piernas y los otros no experimentaron cambios en el FEV₁ en ninguno de los protocolos. Pero a pesar de que estos dos últimos no experimentasen cambios significativos del FEV₁ la caída de este fue mayor en el protocolo de MICE.

Good (2018) et al.⁽³⁷⁾ no observaron diferencias considerables en la ventilación de reserva (BR), en cambio en el grupo de control el BR mínimo fue significativamente menor en el sprint comparado con el MICE ($p=0,029$). En el MICE el BR mínimo fue menor en el grupo del asma que en el grupo control ($p=0,038$).

Toennesen (2018) et al.⁽³⁹⁾ no observaron cambios significativos en el FEV₁ y en el FVC, ni en el porcentaje de caída del FEV₁.

Good (2019) et al.⁽⁴⁰⁾ no observaron diferencias entre grupos en la caída del FEV₁ en las intervenciones de MICE y SIT. Tampoco se observaron diferencias entre en SIT y MICE en el grupo de asma ($p=0,81$). Al observar la caída máxima del FEV₁ del grupo del asma respecto el grupo de control, la caída de este casi cobra significación ($p=0,059$).

Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ observaron que a los 3 meses había un aumento de la FRC en el grupo de rehabilitación pulmonar ($p=0,017$) (comparando con los grupos y sin comparar también) y un ligero aumento en el grupo de rehabilitación pulmonar+automanejo. Se observó un aumento del ERV en el grupo de

rehabilitación pulmonar comparado con el grupo control ($p=0,033$). No se observaron diferencias en el FEV_1 y el FVC a los 3 meses ($p>0,05$).

Finalmente, O'Neill (2021) et al.⁽⁴³⁾ observaron que la caída del FEV_1 post ejercicio era la misma comparado con los dos grupos ($p=0,5$).

- *Variables ventilatorias:*

Mickleborough (2007) et al.⁽³⁶⁾ no observaron diferencias en la FC y en el VO_2 ($p>0,05$), además de esto no observaron relación entre el aumento de V_E y la caída del FEV_1 (1 min post ejercicio $p=0,291$, 5 minutos post ejercicio $p=0,485$, 10 minutos post ejercicio $p=0,351$, 15 minutos post ejercicio $p=0,477$).

O'Neill (2017) et al.⁽²⁸⁾ vieron que la FC era menor los 7 primeros minutos en el protocolo de MICE, pero a partir de aquí seguía incrementando hasta el final del tratamiento siendo mayor que en las intervenciones de MIIT y HIIT.

Toennesen (2018) et al.⁽³⁹⁾ observaron que el VO_{2max} aumento en la post intervención en los grupos de ejercicio ($p<0,05$) y ejercicio+dieta ($p<0,001$). Good (2018) et al.⁽⁴⁰⁾ no observaron diferencias significativas en los parámetros ventilatorios ($p>0,05$).

Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ indicaron que a los 3 meses en el grupo de la rehabilitación pulmonar se aumentó significativamente el VO_{2max} ($p=0,029$) y se vio una tendencia a mejorar en el grupo de rehabilitación+automanejo. Esta mejora se mantuvo a los 12 meses. No se observaron diferencias a los 12 meses en el VO_{2max} entre el grupo de rehabilitación pulmonar y rehabilitación+automanejo.

O'Neill y Patlan (2021) et al.⁽⁴⁴⁾ observaron que el VO_{2max} mejoraba tanto en el grupo de los asmáticos como en el grupo control. El grupo control mostro mayor V_E tanto al principio como al final del tratamiento comparando con el grupo del asma. En el grupo control se observaron mejoras en la V_{Emax} , BR y

V_E/V_{CO_2} ($p < 0,001$). En el grupo del asma se observaron mejoras en la $V_{E_{max}}$ ($p < 0,001$), sin embargo, no se observan diferencias en BR ($p = 0,307$) y V_E/V_{CO_2} ($p = 0,666$).

- *Control y calidad de vida relacionado con el asma:*

O'Neill (2017) et al.⁽²⁸⁾ nos indicó que el que menos síntomas de broncoconstricción presento, era el que mejor puntuación tenían en el ACQ.

O'Neill y Dogra (2017) et al.⁽²⁹⁾ observaron que la FS daba una menor puntuación durante el protocolo de MICE que durante el protocolo de HIIT ($p = 0,284$) y MIIT ($p = 0,022$). El último minuto de MICE dio una puntuación significativamente más baja respecto al HIIT ($p = 0,03$), y los últimos 8 respecto al MIIT ($p < 0,05$). En cuanto al cuestionario PACES, los peores resultados se observaron en el protocolo de MICE y los mejores en el protocolo de HIIT, pero no fueron estadísticamente significativos ($p = 0,10$).

Good (2018) et al.⁽³⁷⁾ observaron que no había diferencias entre sus distintos protocolos en el FS ($p > 0,05$). Respecto al cuestionario PACES, se observó que los valores del cuestionario eran mayores con el MICE respecto al SIT pero no significativos, tanto en el grupo control ($p = 0,07$) como en el grupo del asma ($p = 0,33$). No había diferencias entre grupos en el PACES.

Toennesen (2018) et al.⁽³⁹⁾ observaron una mejora después del tratamiento en el cuestionario de control del asma (ACQ) en todos los grupos de intervención. No obstante, si se compara con el grupo control, solo la intervención de dieta+ejercicio tuvo una mejora significativa en el ACQ ($p < 0,05$). El AQLQ mejoró en todos los grupos y el único que mejoró significativamente respecto al grupo control fue la intervención de ejercicio+dieta ($p < 0,01$).

Türk (2020) et al.⁽⁴¹⁾ observaron mejoras significativas (disminución de la puntuación) del ACQ para los grupos de intervención ($p < 0,05$). A los 12 meses

la puntuación del ACQ tenía un valor significativamente más bajo en los grupos de intervención comparado con los grupos del asma ($p < 0,05$).

O'Neill (2021) et al.⁽⁴³⁾ observaron una mejora del ACQ clínicamente significativa en 7 pacientes, y estos eran los que mayor puntuación tenían en el cuestionario. Además de esto aumento el disfrute del ejercicio.

- *Percepción de esfuerzo:*

O'Neill y Dogra (2017) et al.⁽²⁹⁾ observaron que el RPE fue mayor durante el protocolo de MICE comparado con MIIT ($p=0,006$), pero no se observaron diferencias significativas comparado con el HIIT ($p=0,07$). Durante la parte de poca intensidad, se observaron diferencias en el RPE entre el HIIT y el MICE, en cambio no se observaron diferencias entre el HIIT y el MIIT ($p=0,52$). Por otra parte, la media de RPD del protocolo MICE fue significativamente mayor comparado con los otros dos grupos, y significativo en el MIIT (MIIT $p=0,001$ y HIIT $p=0,140$). Aunque no se observaron diferencias en la media de MICE y HIIT, se observa que son parecidos en el periodo de alta intensidad. Se observaban diferencias en el RPD al comparar el MIIT con el HIIT ($p=0,005$).

Good (2018) et al.⁽³⁷⁾ no observaron relación entre el RPD, el momento de medida y la distinta intervención. Tampoco se observaron diferencias entre el grupo control y el grupo de asma en el RPD. En algunos puntos de la intervención sí que se observaron diferencias entre el sprint y el MICE en ambos grupos. En cuanto al RPE, no observaron relación entre el RPE y la bronco constricción. El pico de RPE fue el mismo en los grupos de asma y control para el MICE y sprint.

O'Neill (2021) et al.⁽⁴³⁾ observaron que el RPD disminuyó después de realizar la intervención.

- *Capacidad funcional:*

Türk et al.⁽⁴¹⁾ observaron una mejora en el 6MWT en los grupos de rehabilitación y en el grupo de rehabilitación+automanejo ($p=0,009$).

- *Inflamación de las vías aéreas:*

Toennesen et al.⁽³⁹⁾ observaron que había una ligera disminución de los eosinófilos del esputo en el grupo de dieta más ejercicio, pero no llegó a ser estadísticamente significativo. No se vio ninguna disminución en el grupo de dieta y ejercicio. Türk et al.⁽⁴¹⁾ no observaron diferencias significativas en la inflamación de las vías aéreas (eosinófilos, FeNO) ni a los 3 ni a los 12 meses. O'Neill y Patlan (2021) et al.⁽⁴⁴⁾ vieron que los niveles de la IL-8 disminuyeron significativamente tras la primera sesión ($p=0,012$), pero no tras realizar el tratamiento completo. No se observaron diferencias en el grupo control, y tampoco se observaron diferencias significativas al comparar los grupos control con los del asma ($p>0,05$). No se observaron diferencias significativas en la respuesta aguda de la IL-1ra en ninguno de los grupos ni entre grupos ($p>0,05$). No se observaron respuestas significativas post ejercicio comparando el principio y el final del tratamiento. No obstante, si se ha observado una disminución significativa de IL-10 en reposo tras el tratamiento ($p=0,039$).

- *Saturación de los tejidos:*

Good (2019) et al.⁽⁴⁰⁾ observaron que había una disminución significativa en la saturación de los tejidos durante el protocolo ($p<0,001$). Se observó que en protocolo de SIT había una menor disminución de la saturación de los tejidos comparado con el MICE. No se observaron diferencias significativas entre grupos ($p>0,05$).

- *Composición corporal:*

Toennesen et al.⁽³⁹⁾ vieron que el índice glucémico disminuía significativamente tras la intervención de la dieta+ejercicio ($p<0,01$). En las intervenciones de solo ejercicio y solo dieta el índice disminuyó también ($p<0,01$). Comparando con el grupo control, todos los grupos de intervención disminuyeron su masa corporal y su grasa corporal ($p<0,01$).

Türk et al.⁽⁴¹⁾ vieron que ambos grupos de intervención tuvieron una reducción de grasa corporal considerable a los 3 meses ($p=0,015$). Comparado con el grupo control, ambos grupos de intervención redujeron el porcentaje de grasa, el IMC y el peso corporal a los 3 meses, y mantuvieron estas diferencias a los 12 meses ($p<0,05$).

Tabla 5 Tabla de resultados, elaboración propia

ESTUDIOS	PARTICIPANTES	INTERVENCION	VARIABLES	RESULTADOS
<p>Mickleborough (2007) et al. ⁽³⁶⁾</p>	<ul style="list-style-type: none"> • T: 8 • Edad: 19,5 (±1,2) • Pacientes: Atletas recreacionales activos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de intervención: 3 sesiones de ejercicio intenso, con un grupo que realiza solo calentamiento, uno que solo toma inhalador y uno que realiza ambos. • Control: los propios pacientes antes de realizar el tratamiento. • Parte de ejercicio: Correr en tapiz rodante aumentando un 1% cada minuto hasta alcanzar el 85-90% de la FC estimada, y a partir de este punto se realizan 8 minutos. • Calentamiento: 8 series de sprints de 30 segundos y 45 segundos de descanso entre series, a la V_{max} de la prueba de esfuerzo la parte de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Función pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> ○ FVC. ○ FEV₁. ○ FEF_{25-75%}. ○ FVC/FEV₁. ○ AUC₀₋₁₅. ○ PEF. • Variables ventilatorias: <ul style="list-style-type: none"> ○ VE. ○ VO₂. ○ VCO₂. ○ FC. • Capacidad funcional: <ul style="list-style-type: none"> ○ V_{PICO}. • Composición corporal: <ul style="list-style-type: none"> ○ Altura. ○ Peso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Caída significativa del % del FEV₁ en grupo control respecto a los demás (p<0,05)*. • Caída de 9,1% del FEV₁ en el grupo que solo realizó el calentamiento (positivo >10%) (p<0,05)*. • Aumento del FEV₁ en los grupos de inhalador y calentamiento+inhalador (p<0,05)*. • Resultados similares en FVC (caída) (p<0,05)* excepto en los grupos del inhalador e inhalador+calentamiento, en los que no se observó una caída después del ejercicio. • Caída de AUC₀₋₁₅ significativamente menor en grupo de calentamiento respecto al grupo control (p<0,05)*, y se observó un aumento del AUC₀₋₁₅ significativamente mayor en el grupo de calentamiento+inhalador respecto al grupo de inhalador (p<0,05)*. • No diferencias en la FC y VO₂ (p>0,05). • No se observó relación entre la caída del FEV₁ y el aumento de VE (p>0,05).
<p>O'Neill (2017) et al. ⁽²⁸⁾</p>	<ul style="list-style-type: none"> • T: 16 • Edad: 21,1 (±2,7) 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de intervención: 3 sesiones de ejercicio distintas (HIIT, MIIT y MICE) 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> ○ FEV₁. ○ % caída FEV₁. • Variables ventilatorias: <ul style="list-style-type: none"> ○ FC. 	<ul style="list-style-type: none"> • % caída FEV₁ significativamente mayor en el MICE respecto al HIIT y MIIT (p<0,001*** y p=0,016*). No diferencias significativas en HIIT y MIIT (p=0,37).

	<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes físicamente activos y con diagnóstico de asma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control: los propios sujetos antes de realizar la intervención. • HIIT: 10 series de un minuto al 90% del PPO seguido de 1 minuto al 10% del PPO (tiempo total 20 minutos). • MIIT: 10 series de 1 minuto al 65% del PPO y 1 minuto de descanso al 10% del PPO (tiempo total 20 minutos). • MICE: 20 minutos al 65% del PPO. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ VE. ○ VO₂. ○ VCO₂. ○ VT. • Control y calidad de vida relacionado con el asma: <ul style="list-style-type: none"> ○ ACQ. • Capacidad funcional: <ul style="list-style-type: none"> ○ PPO. • Composición corporal. <ul style="list-style-type: none"> ○ Altura. ○ Peso. ○ IMC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ningún participante del MIIT experimento caída del FEV₁. • 7 participantes del MICE experimentaron caída clínicamente significativa del FEV₁ (>10%) y 3 sujetos de >8%. • Un participante no pudo completar el MICE por fatiga de piernas. • Los primeros 7 minutos del MICE FC menor que en los demás protocolos, a partir de los 7 minutos mayor que en HIIT y MIIT, y continuo. incrementando hasta el final. • El que menor caída de FEV₁ experimento fue el que mejor puntuación tenía en el ACQ.
<p>O'Neill y Dogra (2017) et al. ⁽²⁹⁾</p>	<ul style="list-style-type: none"> • T: 16 • Edad: 21,1 (±2,7) • Pacientes físicamente activos y con diagnóstico de asma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de intervención: 3 sesiones de ejercicio distintas (HIIT, MIIT y MICE) • Control: los propios sujetos antes de realizar la intervención. • HIIT: 10 series de un minuto al 90% del PPO seguido de 1 minuto al 10% del PPO (tiempo total 20 minutos). • MIIT: 10 series de 1 minuto al 65% del PPO y 1 minuto de descanso al 10% del PPO (tiempo total 20 minutos). • MICE: 20 minutos al 65% del PPO. 	<ul style="list-style-type: none"> • Función pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> ○ FEV₁. ○ Caída FEV₁. • Control y calidad de vida relacionado con el asma: <ul style="list-style-type: none"> ○ ACQ. ○ FS. ○ PACES. • Percepción de esfuerzo: <ul style="list-style-type: none"> ○ RPE. ○ RPD. • Capacidad pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> ○ PPO. • Composición corporal: <ul style="list-style-type: none"> ○ Altura. ○ Peso. ○ IMC. 	<ul style="list-style-type: none"> • La FS daba una menor puntuación en el MICE que en el HIIT (p=0,284) y MIIT (p=0,022)*. • El último minuto del MICE la FS dio una menor puntuación que el HIIT (p=0,03)* y los últimos 8 minutos respecto al MIIT (p<0,05)*. • PACES los peores resultados en el MICE y los mejores en HIIT, pero no estadísticamente significativos (p=0,10). • RPE mayor durante MICE que durante MIIT (0,006)*, no diferencias significativas comparando con el HIIT (0,07). • En la parte de poca intensidad se observaron diferencias en el MICE y en el HIIT (menor), en cambio no diferencias entre HIIT y MIIT (p=0,052).

				<ul style="list-style-type: none"> • Media de RPD mayor en MICE que en HIIT ($p=0,140$) y MIIT ($p=0,001$)***. • RPD de MICE y HIIT parecido en periodo de alta intensidad. • Se observan diferencias al comparar el MIIT con el HIIT ($p=0,005$)*.
Good (2018) et al. (37)	<ul style="list-style-type: none"> • T: 16 • Gasma: 8 <ul style="list-style-type: none"> ○ Edad: $22,3 \pm 3$ • GC: 8 <ul style="list-style-type: none"> ○ Edad: $22,3 \pm 3$ • Pacientes activos y con diagnóstico médico de asma o alguna prueba positiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervención: una sesión de MICE y una sesión de SIT en cicloergómetro. • Control: los sujetos sin asma, y los valores que presentan antes de la intervención. • MICE: 20 minutos a 80rpm al 65% del PPO. • SIT: 4 series de 30s pedaleando al máximo sin carga y 4,5 minutos pedaleando a 40-60rpm sin carga (total 20 minutos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Función pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Reserva respiratoria. • Variables ventilatorias: <ul style="list-style-type: none"> ○ VE. • Control y calidad de vida relacionado con el asma: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mini-AQLQ. ○ FS. ○ PACES. ○ Síntomas de asma de fase tardía. • Percepción del esfuerzo: <ul style="list-style-type: none"> ○ RPE. ○ RPD. • Capacidad funcional: <ul style="list-style-type: none"> ○ PPO. • Composición corporal: <ul style="list-style-type: none"> ○ Altura. ○ Peso. ○ IMC. 	<ul style="list-style-type: none"> • No diferencias significativas en BR. • BR mínimo menor en el grupo de sprint comparado con MICE en el grupo control ($p=0,029$)*. • BR mínimo menor en el grupo del asma comparado con el grupo control en el MICE ($p=0,038$)*. • No diferencias en FS ($p>0,05$). • PACES mayor en MICE que en SIE ($p>0,05$). • No diferencia entre grupos en PACES ($p>0,05$). • No diferencias en RPD en grupo de asma y control ($p>0,05$). • En algunos puntos de intervención si se observaron diferencias en el grupo sprint y el MICE ($p<0,05$)*. • No relación entre RPE y grupo bronco constricción ($p>0,05$). • Pico de RPE similar entre grupos para grupos de asma y sanos.
Toennesen (2018) et al. (39)	<ul style="list-style-type: none"> • T: 125 • GI ejercicio: 29 edad: $39,4 \pm 12,5$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervención: 3 intervenciones distintas de 8 semanas. Una de ejercicio interválico, una de dieta y una última de ambas. • Grupo control: seguir con tratamiento habitual (fármacos). 	<ul style="list-style-type: none"> • Función pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> ○ FEV₁. ○ FVC. ○ FEV₁/FVC. ○ % caída del FEV₁. • Variables ventilatorias: <ul style="list-style-type: none"> ○ VO₂. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se observaron cambios significativos en el FEV₁, FVC y % de caída de FEV₁. • VO_{2max} aumento en los grupos de ejercicio ($p<0,05$)* y dieta+ejercicio ($p<0,001$)***. • Mejora del ACQ después del tratamiento en todas las

	<ul style="list-style-type: none"> • GI Dieta: 33 edad: 40,7 +-14,7 • GI dieta+ejercicio: 29 edad: 43,7 +-13,9 • GC: 34 edad: 38,2 +-12,7 • Pacientes: Pacientes con asma no obesos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercicio interválico: sesión de spinning comenzando con 10 minutos de calentamiento y seguido de 2 (semanas 1-2), 3 (semanas 3-5) y 4 (semanas 6-8) de intervalos de 5 minuto. Cada intervalo consta de 5 intervalos de 1 minuto en el que se realizan 30 segundos a menos del 30% de intensidad, 20 segundos a menos del 60% y 10 segundos a más del 90% de la intensidad máxima. • Dieta: dieta antiinflamatoria que contiene vegetales, frutas, frutos secos, carne magra, pescado y marisco. • Dieta+ejercicio: combinación de las dos anteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Control y calidad de vida relacionado con el asma: <ul style="list-style-type: none"> ○ ACQ. ○ AQLQ. • Inflamación de las vías aéreas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Eosinófilos en el esputo. ○ FeNO exhalado. • Composición corporal: <ul style="list-style-type: none"> ○ IMC. 	<p>intervenciones. Solo significativa la intervención de dieta+ejercicio ($p<0,05$)*.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora del AQLQ en todos los grupos de intervención. Solo significativa en grupo de dieta+ejercicio ($p<0,01$)**. • Ligera disminución de los eosinofilos del esputo en grupo de dieta+ejercicio, no estadísticamente significativo ($p>0,05$). No disminución en grupo de solo dieta y solo ejercicio. • Índice glucémico disminuía significativamente tras la intervención de dieta+ejercicio, ejercicio y dieta ($p<0,01$)**. • Todos los grupos disminuyeron la masa corporal y la grasa corporal respecto al grupo control ($p<0,01$)**.
<p>Good (2019) et al. (40)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • T: 16 • GI asma: 8 edad: 22,3 +-3 • GI sano: 8 edad: 22,3 +-3 • Pacientes: Pacientes activos con diagnostico medico de asma o prueba + de bronco constricción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervención: una sesión de MICE y una sesión de SIT en cicloergómetro. • Control: los sujetos sin asma, y los valores que presentan antes de la intervención. • MICE: 20 minutos a 80rpm al 65% del PPO. • SIT: 4 series de 30s pedaleando al máximo sin carga y 4,5 minutos pedaleando a 40-60rpm sin carga (total 20 minutos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Función pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> ○ FEV₁. ○ % caída FEV₁. • Variables ventilatorias: <ul style="list-style-type: none"> ○ VO₂. ○ VE. ○ V_T. ○ RR. • Control y calidad de vida relacionada con el asma: <ul style="list-style-type: none"> ○ ACQ. • Capacidad funcional: <ul style="list-style-type: none"> ○ PPO. • Índice de saturación de los tejidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se observaron diferencias en la caída del FEV₁ en las intervenciones de SIT y MICE entre grupos ni en el grupo del asma ($p=0,81$). • La caída del FEV₁ en el grupo del asma respecto al grupo control casi cobra significancia ($p=0,059$). • No diferencias significativas en VE, VO₂, V_T y RR ($p>0,05$). • Disminución significativa de saturación de los tejidos durante el ejercicio ($p<0,001$***). Menor disminución durante el SIT que durante el MICE. No diferencias significativas entre grupos ($p>0,05$).

			<ul style="list-style-type: none"> Composición corporal: <ul style="list-style-type: none"> Altura. Peso. IMC. Circunferencia de la cintura. 	
Türk (2020) et al. (41)	<ul style="list-style-type: none"> T: 34 Solo rhb pulmonar: 14 Rhb pulmonar en casa: 9 GC: 11 Pacientes: personas con IMC mayor de 30 y control del asma subóptimo. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervención: rehabilitación pulmonar de 12 semanas que incluía ejercicio, intervención nutricional y sesiones psicológicas grupales. Otro grupo con rhb pulmonar+automanejo. Control: Siguieron con su tratamiento habitual. Ejercicio: sesión de ejercicio 3 veces por semana. 3 series de 4 ejercicios realizados con el propio peso corporal, en el que la duración del ejercicio era de 45 segundos y tenían un descanso de 30 segundos entre series. Se iban aumentando las series hasta llegar a un total de 6 series. Dieta: una dieta de 1500kcal/día con un buen balance de macronutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> Función pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> FEV₁. FEV₁/FVC. TLC. RV. FRC. ERV. Variables ventilatorias: <ul style="list-style-type: none"> VO₂. Control y calidad de vida relacionado con el asma: <ul style="list-style-type: none"> AQLQ. ACQ. Capacidad funcional: <ul style="list-style-type: none"> 6MWD. Inflamación de las vías aéreas: <ul style="list-style-type: none"> FeNO. Eosinófilos del esputo. Neutrófilos del esputo. Composición corporal: <ul style="list-style-type: none"> Masa. IMC. % grasa corporal. Circunferencia de la cintura. 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la FRC a los tres meses en el grupo de la rehabilitación pulmonar respecto a los otros grupos y el propio grupo (p=0,017)*. Se observó un aumento del ERV en el grupo de rhb pulmonar comparado con el grupo control (p=0,033)*. No se observaron diferencias del FEV₁ y FVC a los 3 meses (p>0,05). Aumento significativo del VO_{2max} a los 3 meses de rhb pulmonar (p=0,029)* y se observó tendencia a mejorar en el grupo de rhb+automanejo. Las mejoras también se observaron a los 12 meses, además no hubo diferencias en el grupo de automanejo+rhb y el grupo de rhb. Mejora significativa en ACQ para los grupos de intervención (p<0,05)*. A los 12 meses puntuación del ACQ tenía un valor significativamente más bajo en los grupos de intervención (p<0,05)*. Mejora en el 6MWT en los grupos de rehabilitación y en los grupos de rehabilitación+ automanejo (p=0,009)**.

				<ul style="list-style-type: none"> No diferencias en la inflamación de las vías aéreas a los 3 y 12 meses (eosinófilos, FeNO) ($p>0,05$). Ambos grupos de intervención tuvieron una reducción de grasa corporal considerable a los 3 meses ($0,015$)*. Comparado con el grupo control, ambos grupos de intervención redujeron el % de grasa, el IMC y peso corporal a los 3 meses, y se mantuvieron a los 12 meses ($p<0,05$)*.
O'Neill (2021) et al. ⁽⁴³⁾	<ul style="list-style-type: none"> T: 20 Edad: 22,5 \pm 3,2 años Pacientes: activos, jóvenes, no fumadores y diagnosticados de asma. 	<ul style="list-style-type: none"> Intervención: Protocolo de HIIT 3 veces por semana durante 6 semanas. Control: Los propios pacientes antes de comenzar la intervención. HIIT: 10 series de 1 minuto al 10% del PPO y 1 minuto al 90% del PPO (total trabajo 20 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> Función pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> FEV₁. % caída FEV₁. Control y calidad de vida relacionado con el asma: <ul style="list-style-type: none"> ACQ. PACES. Percepción de esfuerzo: <ul style="list-style-type: none"> RPD. 	<ul style="list-style-type: none"> Mismo % de caída del FEV₁ antes y después del tratamiento (entre grupos) ($p=0,5$). Mejora del ACQ clínicamente significativa en 7 pacientes ($p=0,02$)*. Aumento el disfrute del ejercicio ($p=0,03$)*. RPD disminuyó después de realizar la intervención ($p=0,01$)**.
O'Neill y Patlan (2021) et al. ⁽⁴⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> T:32 Gasma: 20 Gsanos: 12 Pacientes: No fumadores, físicamente activos, diagnosticados de 	<ul style="list-style-type: none"> Intervención: Protocolo de HIIT 3 veces por semana durante 6 semanas, tanto grupo de sanos y grupo del asma Control: Los propios pacientes antes de comenzar la intervención, y los sanos respecto a los asmáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Función pulmonar: <ul style="list-style-type: none"> FEV₁. % caída del FEV₁. Variables ventilatorias: <ul style="list-style-type: none"> VO₂. VCO₂. VE. Capacidad funcional: <ul style="list-style-type: none"> PPO. Inflamación de las vías aéreas: <ul style="list-style-type: none"> IL-8. IL-1ra. 	<ul style="list-style-type: none"> VO_{2max} mejoraba en ambos grupos. Grupo control mostro mejor VE respecto al grupo del asma durante todo el tratamiento. En los grupos de asma y sanos se observó mejora de VE_{max} ($p<0,001$***). En grupo de los sanos se observó mejora del BR y del VE/VCO₂ ($p<0,001$***) pero en el grupo del asma no se observaron diferencias

	asma y + en prueba de bronco constricción.	<ul style="list-style-type: none"> • HIIT: 10 series de 1 minuto al 10% del PPO y 1 minuto al 90% del PPO (total trabajo 20 minutos). 	<ul style="list-style-type: none"> ○ IP-10. • Composición corporal: <ul style="list-style-type: none"> ○ Altura. ○ Masa. 	<p>en VE/VCO₂ (p=0,666) y en BR (p=0,307).</p> <ul style="list-style-type: none"> • IL-8 en reposo disminuyo significativamente tras realizar la primera sesión (p=0,012), pero no se observaron más estos cambios. No diferencias en el grupo control ni entre grupos (p>0,05). • No diferencias en respuesta a IL-1ra en ninguno de los grupos ni entre grupos. • Disminución de IL-10 en reposo (p=0,039)*.
<p>Leyenda: *: p-valor<0,05 **: p-valor<0,01 ***: p-valor<0,001 T: total participantes, G: grupo, GI: grupo intervención, GC: grupo control, rhb: rehabilitación, FC: Frecuencia cardiaca, V_{max}: velocidad máxima, HIIT: ejercicio interválico de alta intensidad, MIIT: ejercicio interválico de intensidad moderada, MICE: ejercicio continuo de intensidad moderada, PPO: pico de potencia obtenida, SIT: ejercicio interválico con sprints, FVC: capacidad vital forzada, FEV₁: flujo espiratorio del primer segundo, FEF_{25-75%}: flujo espiratorio al 25-75% del FVC, AUC₀₋₁₅: área debajo de la curva del FEV₁ los primero 15 minutos, PEF: pico flujo espiratorio, VE: ventilación, VO₂: consumo de oxígeno, VCO₂: producción de carbono dióxido, VT: umbral ventilatorio, ACQ: cuestionario de control del asma, AQLQ: cuestionario de calidad de vida relacionado con el asma, IMC: índice de masa corporal, FS: Feeling scale, PACES: escala de disfrute de actividad física, RPE: escala de percepción de esfuerzo, RPD: escala de percepción de disnea, FeNO: Óxido nítrico, RR: ratio respiratorio, TLC: Capacidad pulmonar total, RV: volumen de reserva, FRC: capacidad residual funcional, ERV: volumen espiratorio de reserva, 6MWD: test de distancia en 6 minutos marcha</p>				

5. DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos y analizados en los artículos, en este apartado se discutirá cada uno de los resultados obtenidos en las distintas intervenciones.

5.1. Estudios que observaban respuestas agudas

Si tenemos en cuenta los resultados de Mickleborough et al.⁽³⁶⁾ se observa que los sujetos que realizan la intervención con HIIT antes del ejercicio físico tienen mejores resultados en cuando al cambio del FEV₁, además de esto los sujetos que toman el inhalador no presentan ninguna caída del % del FEV₁ por lo que se observa que el inhalador es una medida efectiva y se puede combinar perfectamente con el ejercicio físico. Por otra parte, los que realizan el calentamiento tienen mejores respuestas agudas que los que no (menor caída de FEV₁). Sugiero que esto se puede deber o porque realmente el protocolo es efectivo o porque se ha dado una pequeña bronco constricción en el calentamiento y luego debido al periodo refractario que se da entre las exacerbaciones disminuye la bronco constricción. De todas formas, si lo segundo fuera cierto, no debería de verse ninguna caída del FEV₁ después del ejercicio y sí que se observa, por lo que se intuye que el calentamiento de este tipo es efectivo.

Si miramos las respuestas que se obtuvieron en los dos estudios de O'Neill de 2017^(28,29) en los que se observaron tanto las respuestas agudas fisiológicas y subjetivas tras distintas intervenciones (HIIT, MIIT y MICE), se vio que había una mayor caída del FEV₁ en el MICE, además de un mayor aumento de la FC. Estos dos fenómenos puede que estén asociados también con el aumento de la ventilación, pero en estos estudios no se midió este parámetro. Estos cambios se podrían dar ya que en un protocolo de MIIT o de HIIT, el paciente tiene tiempo de recuperar la ventilación hasta unos valores relativamente normales, pudiendo evitar así la bronco constricción, inducida muchas veces por este esfuerzo. Además de esto, en el estudio en el que se habla de las respuestas subjetivas, se observa que el RPD y RPE era menor en los protocolos interválicos comparados con el continuo, lo cual puede que esté relacionado con la respuesta bronquial o el aumento de la FC. Se observa que el FS era mayor en el HIIT, como los valores más altos indican una mejor afección, esto también sirve para observar que en este protocolo de HIIT las respuestas subjetivas son mejores que en el MICE, pero el PACES era igual en todos.

En los dos estudios de Good et al.^(37,40) se observan las respuestas agudas que tienen los sujetos en un SIT frente al MICE. Se observó con las escalas subjetivas que, aunque al principio el FS y el RPD eran mayores en el SIT, pero conforme iba avanzando en el tiempo, se vio un cambio y estas dos escalas fueron mayores durante el ejercicio continuo. En cuanto al RPE no se observaron diferencias entre grupos. En cuanto al FEV₁ ambos grupos no mostraron diferencias, además no se observó una caída del FEV₁ en el SIT, en cambio sí que se observó una mayor caída en el MICE, aunque no hay que darle demasiada importancia ya que no cobró significancia. Observando esto parece que el SIT fue mejor tolerado que el MICE (hay que tener en cuenta la intensidad del MICE).

Teniendo en cuenta estos estudios que nos muestran las respuestas agudas o inmediatas a distintos tipos de intervenciones con ejercicio, parece que nos indican que en general los regímenes de ejercicios interválicos (MIIT, HIIT, SIT) parecen ser mejor tolerados y muestran menos efectos adversos en los pacientes asmáticos que el ejercicio continuo. Aun y todo en algunas escalas subjetivas no se observan diferencias que sean muy relevantes.

Si comparamos las respuestas agudas que se observan en el HIIT y MIIT^(28,29) con las respuestas del SIT^(37,40), se podría decir que el HIIT y el MIIT se toleran mejor que el SIT, ya que en este último las respuestas se asemejaban más a las del grupo de control que realizaba el MICE y no llegaron a tener significancia, y en cambio en los otros dos sí se observaron diferencias positivas respecto al MICE.

Por último, se vio que el ejercicio que mejor se toleraba era el MIIT, pero era de esperar porque tiene la misma intensidad que el MICE (65% del PPO) y tiene periodos de poca intensidad. Aunque esto pueda parecer interesante, el estímulo que tendrá el paciente será bastante más bajo que en cualquier otro tipo de ejercicio, por lo que, aunque sea el ejercicio que mejor se tolera, habría que ver si se consiguen generar adaptaciones a largo plazo con estas intensidades. Además de esto, no se vieron estudios con MIIT a medio-corto plazo.

5.2. Estudios en los que se observan respuestas más prolongadas

Toennesen et al.⁽³⁹⁾ vieron que tras 8 semanas de intervención mejoraba el control y calidad de vida relacionado con el asma, pero fueron mínimamente significativos

estadísticamente. Además de esto, el VO_{2max} mejoró en los grupos en los que se realizaba el ejercicio de alta intensidad, mejorando la capacidad aeróbica de los sujetos. Pero a pesar de todo no se observó disminución en la inflamación de las vías aéreas en el esputo que se analizó.

Türk et al.⁽⁴¹⁾ fueron los únicos que realizaron la intervención en personas poco activas y con asma descontrolado, ya que todos los demás lo realizaron en gente que tenía un buen control del asma. A pesar de que con esta muestra podría parecer que no tolerarían bien el ejercicio, se observó que toleraban bien el ejercicio de alta intensidad. En un plazo relativamente corto, de 3 meses, se vio una mejora relevante en el control del asma, capacidad aeróbica, función pulmonar y composición corporal, lo cual resulta muy interesante. Además de esto, se observó que los pacientes que se les concedió una guía de automanejo en casa después de la rehabilitación, obtuvieron mayores mejoras a los 12 meses que solo el grupo de rehabilitación, lo que hace pensar en que además de pautar la correcta dosis de ejercicio, el cambio de hábitos de vida puede jugar un papel clave en el asma y su control.

El estudio de 2021 de O'Neill⁽⁴³⁾ mostro que el HIIT de bajo volumen mejoraba el control del asma en 6 semanas de intervención. Por otra parte, también disminuyo el RPD durante las sesiones conforme avanzaba el tratamiento, esto se puede deber a la desensibilización al estímulo de alta intensidad, lo cual puede ser muy interesante a la hora de prescribir este tipo de entrenamiento a personas que sean físicamente activas y padezcan asma, para que sufran menos exacerbaciones.

Por último, O'Neill y Patlan⁽⁴⁴⁾ en la intervención que realizaron en 6 semanas, observaron que el VO_{2max} mejoraba, esto significa que la capacidad aeróbica de los sujetos mejoro en ambos grupos (asma y sanos). En los dos grupos se mejoró la VE pero en cambio en las relaciones VE/MVV y VE/VCO₂ no se observaron mejoras en el grupo del asma, en el grupo control sí. Por otra parte, y puede que esto sea lo más interesante de este estudio, la IL-10 disminuyo en los asmáticos después del tratamiento, pudiendo ser un factor clave a la hora de controlar el asma y evitar la bronco constricción, aunque hay que tener en cuenta que este es un estudio de casos y controles de 6 semanas, y que es el único en el que se observan estos cambios de

los estudios analizados. En cambio, no se observaron diferencias en otros factores como el IL-8 y el IL-1ra tras realizar las sesiones.

Las intervenciones de estos estudios son de corta duración (entre 6 semanas y 12 meses si tenemos en cuenta los meses de autocuidado, sino 3 meses), pero se observa que hay cambios a corto plazo, aunque muchos no sean muy grandes. Por otra parte, hay que tener en cuenta que las respuestas agudas en general han sido buenas^(43,44) e incluso en el único estudio en el que se realizaba con gente poco activa se toleró bien⁽⁴¹⁾, por lo que esto nos puede servir para que la sesión de ejercicio sea más entretenida y genere mayor adherencia.

En todos los estudios en los que se midió el VO_{2max} se observa que hubo algún tipo de mejora. Por otro lado, en los estudios que se observó el control y calidad de vida relacionado con el asma, también se dieron mejoras en todos, aunque en algunos no llegaron a ser significativos. En el otro extremo tenemos las variables pulmonares, ya que en ninguno de los estudios realizados se observaron cambios significativos en el FEV_1 y el FVC.

Cabe a destacar que todas las intervenciones realizadas son de un volumen de entrenamiento bajo, cosa que parece lógica ya que es más fácil evitar los efectos adversos del asma, pero sería interesante que hubiera duraciones de sesión más largas para observar que pasaría en estos casos.

5.3. Limitaciones de la revisión

La principal limitación que la revisión es la escasez de artículos que hay en los que se realizan intervenciones de HIIT o SIT en personas con asma. Además de esto la mayoría de artículos que se han publicado sobre este tema son de los mismos autores. También aclarar que un artículo interesante de la búsqueda cruzada no se incluyó porque no se obtuvo el texto completo.

Por otra parte, la población es bastante homogénea en la mayoría de estudios, ya que excepto en el estudio de Türk et al.⁽⁴¹⁾, en los demás los sujetos son físicamente activos, con buen control del asma y buena capacidad física, y en la mayoría de estos jóvenes.

Si tenemos en cuenta el tiempo de las intervenciones, también son muy cortas, y no se ven los resultados que podrían tener estas intervenciones. Por lo que, aunque muchos de los resultados obtenidos tengan resultados interesantes sería conveniente que hubiera intervenciones de mayor duración. Además de esto, las muestras de población son muy pequeñas, sesgando bastante los resultados.

Por otra parte, varios autores utilizan test de provocación bronquial como el test de hiperpnea eupnaica voluntaria o el test de la metacolina, que, aunque son muy sensibles, son poco específicos por lo que ha podido haber algún falso positivo en alguno de los estudios que han utilizado este tipo de pruebas.

Estas limitaciones probablemente sean porque se ha comenzado a investigar sobre este tema hace poco (por eso son tan actuales los artículos) y debido a esto aún no se ha podido realizar un estudio grande, probablemente debido a distintos motivos (por ejemplo, el económico).

Por otra parte, los estudios que se analizan realizan distintas intervenciones de HIIT. Por ejemplo, algunos realizan un SIT, otros poco volumen mucha intensidad, otros con mayor volumen... Esta variedad de estudios nos aporta más datos, pero a la vez dificulta la labor a la hora de contrastar la información de distintos estudios.

Teniendo todo esto en cuenta, hay que remarcar que, aunque se pueden concluir cosas, todavía se necesita estudiar más sobre las intervenciones de HIIT y SIT. Sería interesante que en un futuro se pudieran realizar más investigaciones sobre el HIIT y sus efectos a largo plazo que tendrían en una muestra poblacional más amplia.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones de esta revisión son las siguientes (los números son en base a los objetivos establecidos anteriormente):

- No se observan cambios en la capacidad pulmonar tras una intervención con HIIT.
- La bronco constricción es mayor durante un protocolo de MICE que en el de HIIT o MIIT.
- Tras una intervención del HIIT se mejora la calidad de vida y el control del asma a medio-corto plazo.
- Tras una intervención de HIIT se mejora el VO_{2max} y la VE a medio-corto plazo.
- El HIIT es mejor tolerado que el MICE de intensidad bastante alta.
- El SIT se tolera igual que el MICE de intensidad bastante alta.
- Tras una intervención de HIIT no se observan diferencias en la inflamación de las vías aéreas (excepto la IL-10 en un estudio).

Según los resultados obtenidos, podemos confirmar la hipótesis de trabajo y concluir que un entrenamiento de HIIT mejora la capacidad aeróbica y el control del asma, no obstante, no mejora la capacidad pulmonar en pacientes con asma.

7. PROPUESTA DE TRATAMIENTO

7.1. Introducción

Tal y como se ha dicho en la introducción, el asma es una enfermedad con una prevalencia muy alta, que incluso puede llegar a los 400 millones de habitantes en 2025⁽²⁾. Esto supone un gran gasto para la sanidad, ascendiendo a la cifra de 17,7 billones de euros al año en Europa⁽¹¹⁾.

Aunque el uso de fármacos en esta población está extendido y además se observa que es efectivo a la hora de evitar la bronco constricción, muchos de estos tienen efectos adversos, y pueden crear dependencia a estos y unos síntomas respiratorios graves a la hora de retirar estos. Esto último nos hace pensar que otros tratamientos como con el tratamiento con el ejercicio físico y el cambio de hábitos de vida pueden tener numerosos beneficios sin la necesidad de sufrir los efectos secundarios de los fármacos⁽¹⁹⁾.

Pero muchas veces es cierto que en sujetos que son físicamente activos puede aparecer la bronco constricción inducida por el ejercicio, sobre todo a la hora de realizar un ejercicio continuo de intensidad media-alta, debido al aumento continuo de la ventilación^(28,36).

Mediante la revisión bibliográfica que se ha realizado en este trabajo de fin de grado, se ha observado que distintos trabajos aeróbicos de HIIT han mostrado beneficios en la mejora de la capacidad aeróbica (mejora VO_{2max}) y del control y calidad de vida del asma. Por otra parte, si se observan las respuestas agudas comparadas con el ejercicio continuo, se ve que el HIIT se tolera mejor que un protocolo de ejercicio continuo. También se ha observado que los tratamientos de HIIT, aunque tuvieran un volumen bajo (poca duración), se obtuvieron beneficios con este. Por otro lado, la mayoría de estudios que se observaron utilizaron el cicloergómetro como herramienta de trabajo.

Teniendo esto en cuenta, se plantea un protocolo de intervención en el que se realizará un HIIT de bajo volumen y de duración media, en el que la herramienta principal de trabajo será un cicloergómetro.

7.2. Objetivos del tratamiento de fisioterapia

Los objetivos principales del tratamiento de fisioterapia van a ser a medio-largo plazo (a partir de la semana 6):

- Mejorar la capacidad aeróbica del sujeto.
- Mejorar el control y calidad de vida relacionado con el asma.

Los objetivos secundarios van a ser la evitación de exacerbaciones o eventos adversos relacionados con el asma:

- Evitar caída mayor al 10% del FEV₁ que suponga una bronco constricción.
- Evitar un RPD mayor de 8 en la escala modificada de Borg (1-10).
- Evitar un RPE mayor de 17 en la escala de Borg de 6-20.
- Aumentar el disfrute de la actividad física.
- Aumentar capacidad funcional.

Hipótesis: La hipótesis de esta intervención es que el tratamiento de HIIT mejorará la capacidad aeróbica y el control del asma es sujetos con dicha patología.

7.3. Material y métodos

7.3.1. Participantes

La muestra de participantes será equitativa en cuanto al número de pacientes hombres y mujeres, cuya edad estará comprendida entre los 18 y 44 años, y que presenten un diagnóstico médico de asma y una espirometría positiva. Los pacientes serán excluidos si cumplen alguno de estos criterios: que sea menor de 18 años o mayor de 44, que tenga EPOC, que tenga alguna otra patología grave en la que este contraindicado el ejercicio físico, que no tenga diagnosticado asma y tenga una espirometría negativa o la negativa del paciente a la hora de firmar el consentimiento informado.

7.3.2. Variables de estudio

- **Función pulmonar:** Para valorar la función pulmonar se medirán las variables de FEV₁ y FVC mediante una espirometría forzada al inicio y al final de cada sesión con un espirómetro manual.



Figura 4 Material para la espirometría, elaboración propia

- **Capacidad aeróbica:** Se medirán la frecuencia cardiaca mediante un pulsómetro y el VO₂, el VCO₂ y la VE mediante un carro metabólico y con una mascarilla, el pulsómetro se utilizará en todas las sesiones, en cambio el carro metabólico solo en las pruebas de esfuerzo.



Figura 5 Pulsómetro, elaboración propia



Figura 6 Mascarilla para el carro metabólico, elaboración propia

- **Control y calidad de vida relacionado con el asma:** Se utilizarán los cuestionarios de ACQ (Figura 10) y AQLQ (Figura 11) antes de comenzar la intervención, en la semana 6 de tratamiento y en la última semana de tratamiento. Además de esto se pasará el cuestionario de PACES (Figura 13) después de cada sesión.
- **Percepción de esfuerzo:** Se preguntará la RPE en una escala de Borg del 6 al 20 (Figura 15) después del primer minuto, a mitad y en el último minuto del trabajo principal. Por otra parte, también se preguntará por la RPD con la escala de Borg modificada del 1 al 10 (Figura 16) en los mismos minutos que la percepción de esfuerzo.
- **Capacidad funcional:** el primer día se realizará una prueba de esfuerzo máxima para determinar el PPO, para posteriormente saber la carga que tendrán que manejar los usuarios en el cicloergómetro. Se volverá a realizar otra medición de PPO a las 6 semanas y una tercera después de la última sesión, para observar el resultado final.



Figura 7 Cicloergómetro, elaboración propia

Tabla 6 Variables medidas en la intervención, elaboración propia

Variables estudio	Método de valoración
Función pulmonar	Espirometría forzada: FEV ₁ y FVC
Capacidad aeróbica	Carro metabólico: VO ₂ , VCO ₂ y VE Pulsómetro: FC
Control y calidad de vida relacionado con el asma	Cuestionarios ACQ y AQLQ. PACES para disfrute de actividad.
Percepción de esfuerzo	RPE con escala de Borg 6-20 y RPD con escala de Borg modificada 1-10.
Capacidad funcional	Prueba de esfuerzo máxima: PPO

7.4. Intervención

Antes de comenzar el programa todas las personas que participen en el programa deberán firmar un consentimiento informado donde se les informa de los beneficios y riesgos que tienen y que participan voluntariamente. También se les realiza una espirometría sin broncodilatador y con broncodilatador antes de comenzar con la primera sesión para comprobar que realmente son asmáticos, mediante personal cualificado para realizar dicha espirometría.

La intervención consistirá en 12 semanas de un entrenamiento de HIIT 3 veces a la semana. Cada sesión comenzará con un calentamiento también de intensidad alta, una parte de trabajo principal de 20-30 minutos y una vuelta a la calma de 5 minutos sin ninguna carga.

Las sesiones se realizarán en un gimnasio bajo la supervisión de un fisioterapeuta para controlar las intensidades de cada periodo. Todas las sesiones se realizarán en un cicloergómetro.

7.4.1. Prueba de esfuerzo

La prueba de esfuerzo se realizará la primera sesión de la primera semana del tratamiento y la última sesión de la 6ª semana de tratamiento y la última sesión

de la semana 12 de tratamiento. La prueba de esfuerzo consistirá en un calentamiento a 20 W (W) durante 5 minutos. El test comenzará a los 20W e irá incrementando 20W por minuto. El sujeto tendrá que mantener una velocidad de 70-80rpm hasta que se fatigue^(28,29). Después realizarán una vuelta a la calma de 20 minutos o hasta observar que no tiene síntomas relacionados con el asma⁽³⁶⁾.

7.4.2. Calentamiento

El calentamiento consistirá en 5 series de 30 segundos a la máxima velocidad posible que se pueda realizar en el cicloergómetro sin carga, y 45 segundos de descanso entre series⁽³⁶⁾. También se recomendará a los sujetos que se tomen el inhalador justo después de realizar el calentamiento⁽³⁶⁾. Después del calentamiento se pedaleará despacio sin carga durante 15 minutos para prepararse, para el trabajo principal, y para que el inhalador haga efecto y no haya efectos adversos.

7.4.3. Trabajo principal

Se realizará una sesión de HIIT de 20 minutos al principio, y se irá progresando hasta los 30 minutos, si durante las sesiones observamos que no hay efectos adversos y los pacientes lo toleran bien. El trabajo consistirá en 10 series de 1 minuto al 90% del PPO intercalado de 10 series de 1 minuto al 10% del PPO, ambos en una velocidad de 70-80rpm^(28,29,43,44). Se dejarán 48h de descanso entre sesiones, para que los sujetos puedan recuperarse correctamente. La vuelta a la calma serán 5 minutos de pedaleo suave sin ninguna carga. Después de la primera, quinta y última serie de intensidad alta se les preguntará a los sujetos el RPE y el RPD, en caso de que sea mayor de 17 sobre 20 o 8 sobre 10 se parará la sesión y se dará por concluida.

7.4.4. Criterios de progresión

A las 8 semanas se podrá progresar de 10 a 15 series de trabajo si el sujeto cumple al menos uno de los criterios necesarios para la progresión:

- Mejora de valores de FEV₁ o FVC a las 6 semanas.
- Mejora de VO_{2max} o VE a las 6 semanas.
- Mejora de ACQ o AQLQ a las 6 semanas.

- Disminución de RPE y RPD durante las sesiones a las 6 semanas.
- Aumento del PPO en la prueba de esfuerzo a las 6 semanas.
- Que no se haya empeorado en alguno de los criterios anteriores.

En caso de que no se haya observado mejora en ningún aspecto, se seguirá con la misma intensidad y volumen que se habían establecido. Si el sujeto es apto para progresar, comenzará 2 semanas con el mismo volumen, pero con la intensidad nuevamente obtenida en la prueba de esfuerzo y la 8 semana progresará a 15 series. En caso de que se observen eventos adversos como un RPE o RPD altos o una caída muy alta del FEV₁ tras la sesión, se volverá al volumen de entrenamiento anterior.

La progresión va a ser escalonada, es decir, los sujetos que vayan a pasar de hacer 10 series a 15 series no lo harán directamente, sino que en la semana 7 realizarán dos días de 12 series y una tercera de 14, y se observará si experimentan algún efecto adverso.

Tabla 7 Calendario de la intervención, elaboración propia

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Semana 1	Prueba de esfuerzo	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	Descanso
Semana 2	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	Descanso
Semana 3	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	Descanso
Semana 4	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	Descanso
Semana 5	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	Descanso
Semana 6	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	10x90-10% PPO (20 minutos)	Descanso	Prueba de esfuerzo	Descanso	Descanso
Semana 7	12x90-10% PPO (24 minutos)	Descanso	12x90-10% PPO (24 minutos)	Descanso	14x90-10% PPO (28 minutos)	Descanso	Descanso

Semana 8	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	Descanso
Semana 9	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	Descanso
Semana 10	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	Descanso
Semana 11	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	Descanso
Semana 12	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	15x90-10% PPO (30 minutos)	Descanso	Prueba de esfuerzo	Descanso	Descanso

Glosario: **PPO:** pico de potencia obtenida

Si se cumplen los criterios de progresión descritos anteriormente se progresara de las sesiones de color verde a las de color naranja, pero sino se continuara con el verde.

8. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi tutor Mariano Hernández por toda la ayuda y apoyo que me ha dado durante la realización de este trabajo, y por estar disponible siempre que lo he necesitado. A Mitxelko Sánchez por ayudarme a realizar correctamente la parte logística del trabajo.

Por otro lado, me gustaría también agradecer a todos mis compañeros de clase por estos maravillosos 4 años y por estar ahí en cuanto se necesitaban, y por hacer de la carrera una experiencia inolvidable. En especial a mis compañeros de piso por aguantarme estos 4 años, y a Andrea Pérez por ayudarme a tomar las imágenes.

Además, agradecer a mis padres y a mis hermanos por apoyarme en todas las decisiones que he tomado hasta ahora y por permitirme estar donde estoy. Por último, a mi pareja por ayudarme siempre que lo he necesitado y por darme fuerzas en los momentos de bajón.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Manual Washington de Alergia, Asma e Inmunología - 2º Ed. por Joo, S. - 9788415684138 - Journal [Internet]. Ediciones Journal - libros profesionales para la salud. [citado 1 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.edicionesjournal.com/Papel/9788415684138/Manual+Washington+de+Alergia++Asma+e+Inmunología+-+2º+Ed>
2. Masoli M, Fabian D, Holt S, Beasley R, Global Initiative for Asthma (GINA) Program. The global burden of asthma: executive summary of the GINA Dissemination Committee report. *Allergy*. mayo de 2004;59(5):469-78.
3. von Mutius E, Martinez FD, Fritzsche C, Nicolai T, Roell G, Thiemann HH. Prevalence of asthma and atopy in two areas of West and East Germany. *Am J Respir Crit Care Med*. febrero de 1994;149(2 Pt 1):358-64.
4. Jin C, Shelburne CP, Li G, Potts EN, Riebe KJ, Sempowski GD, et al. Particulate allergens potentiate allergic asthma in mice through sustained IgE-mediated mast cell activation. *J Clin Invest*. marzo de 2011;121(3):941-55.
5. Magnussen H, Jörres R, Nowak D. Effect of air pollution on the prevalence of asthma and allergy: lessons from the German reunification. *Thorax*. septiembre de 1993;48(9):879-81.
6. Modig L, Torén K, Janson C, Jarvholm B, Forsberg B. Vehicle exhaust outside the home and onset of asthma among adults. *European Respiratory Journal*. 1 de junio de 2009;33(6):1261-7.
7. Belanger K, Gent JF, Triche EW, Bracken MB, Leaderer BP. Association of indoor nitrogen dioxide exposure with respiratory symptoms in children with asthma. *Am J Respir Crit Care Med*. 1 de febrero de 2006;173(3):297-303.
8. Bleck B, Tse DB, Jaspers I, Curotto de Lafaille MA, Reibman J. Diesel exhaust particle-exposed human bronchial epithelial cells induce dendritic cell maturation. *J Immunol*. 15 de junio de 2006;176(12):7431-7.
9. Moorman JE, Rudd RA, Johnson CA, King M, Minor P, Bailey C, et al. National surveillance for asthma--United States, 1980-2004. *MMWR Surveill Summ*. 19 de octubre de 2007;56(8):1-54.
10. Weiss KB, Gergen PJ, Crain EF. Inner-city asthma. The epidemiology of an emerging US public health concern. *Chest*. junio de 1992;101(6 Suppl):362S-367S.
11. Braman SS. The global burden of asthma. *Chest*. julio de 2006;130(1 Suppl):4S-12S.
12. Adkinson NF, Bochner BS, Burks AW, Busse WW, Holgate ST, Lemanske RF, et al. Middleton's Allergy: Principles and Practice: Eighth Edition [Internet]. Vols. 1-2. Elsevier Inc; 2013 [citado 1 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=84944029983&partnerID=8YFLogxK>
13. Global Initiative for Asthma [Internet]. Global Initiative for Asthma - GINA. [citado 2 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://ginasthma.org/>

14. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 de octubre de 2019;200(8):e70-88.
15. Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur Respir J*. septiembre de 2005;26(3):511-22.
16. ERS technical standard on bronchial challenge testing: pathophysiology and methodology of indirect airway challenge testing | European Respiratory Society [Internet]. [citado 2 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/52/5/1801033>
17. COPD [Internet]. [citado 13 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.dynamed.com/condition/copd>
18. Tovey D. Asthma challenges: The place of inhaled long-acting beta-agonists. *Cochrane Database Syst Rev*. 14 de abril de 2010;2011:ED000002.
19. Carson KV, Chandratilleke MG, Picot J, Brinn MP, Esterman AJ, Smith BJ. Physical training for asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2013 [citado 23 de enero de 2022];(9). Disponible en: <https://www.readcube.com/articles/10.1002%2F14651858.cd001116.pub4>
20. Meyer A, Günther S, Volmer T, Taube K, Baumann HJ. A 12-month, moderate-intensity exercise training program improves fitness and quality of life in adults with asthma: a controlled trial. *BMC Pulm Med*. 7 de mayo de 2015;15:56.
21. Dogra S, Kuk JL, Baker J, Jamnik V. Exercise is associated with improved asthma control in adults. *European Respiratory Journal*. 1 de febrero de 2011;37(2):318-23.
22. Lopez Chicharro, Jose. Fisiología del ejercicio.
23. Martín AV, Estany ER, Aguilar TA, Sifontes LAE. Utilidad de la Ergoespirometría en el diagnóstico y evaluación de las enfermedades cardiovasculares. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*. 2016;22(1):47-53.
24. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol*. 1 de septiembre de 2006;575(Pt 3):901-11.
25. Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol*. 1 de enero de 2008;586(1):151-60.
26. Ross LM, Porter RR, Durstine JL. High-intensity interval training (HIIT) for patients with chronic diseases. *J Sport Health Sci*. junio de 2016;5(2):139-44.

27. Sloth M, Sloth D, Overgaard K, Dalgas U. Effects of sprint interval training on VO₂max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. diciembre de 2013;23(6):e341-352.
28. O'Neill C, Burgomaster K, Sanchez O, Dogra S. The acute response to interval and continuous exercise in adults with confirmed airway hyper-responsiveness. *J Sci Med Sport*. noviembre de 2017;20(11):976-80.
29. O'Neill C, Dogra S. Subjective Responses to Interval and Continuous Exercise in Adults With Exercise-Induced Bronchoconstriction. *J Phys Act Health*. junio de 2017;14(6):486-91.
30. asthma in america [Internet]. [citado 2 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://www.asthmainamerica.com/>
31. Rabe KF, Vermeire PA, Soriano JB, Maier WC. Clinical management of asthma in 1999: the Asthma Insights and Reality in Europe (AIRE) study. *Eur Respir J*. noviembre de 2000;16(5):802-7.
32. Lai CKW, De Guia TS, Kim YY, Kuo SH, Mukhopadhyay A, Soriano JB, et al. Asthma control in the Asia-Pacific region: the Asthma Insights and Reality in Asia-Pacific Study. *J Allergy Clin Immunol*. febrero de 2003;111(2):263-8.
33. Adachi M, Morikawa A, Ishihara K. [Asthma insights & reality in Japan (AIRJ)]. *Arerugi*. 1 de mayo de 2002;51(5):411-20.
34. WHO. Asthma [Internet]. [citado 2 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/asthma>
35. Escala PEDro [Internet]. PEDro. [citado 2 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://staging-pedro.neura.edu.au/spanish/resources/pedro-scale/>
36. Mickleborough TD, Lindley MR, Turner LA. Comparative effects of a high-intensity interval warm-up and salbutamol on the bronchoconstrictor response to exercise in asthmatic athletes. *Int J Sports Med*. junio de 2007;28(6):456-62.
37. Good J, Dogra S. Subjective responses to sprint interval exercise in adults with and without Exercise-induced bronchoconstriction. *J Asthma*. octubre de 2018;55(10):1059-67.
38. L. L. Toennesen, E. D. Soerensen, M. Hostrup, C. Porsbjerg, J. Bangsbo, V. Backer. Feasibility of high-intensity training in asthma. *European Clinical Respiratory Journal* [Internet]. 1 de enero de 2018 [citado 11 de febrero de 2022];5(1). Disponible en: <http://gss.ebscohost.com/tfernandes/CLIENTS/s8433765/proxy/customproxy.php?url=https%3a%2f%2fsearch.ebscohost.com%2flogin.aspx%3fdirect%3dtrue%26db%3dedsoj%26AN%3dedsoj.3665f637f35c4cf2898e8d9d6e2c1ca0%26lang%3des%26scope%3dsite>
39. Toennesen LL, Meteran H, Hostrup M, Wium Geiker NR, Jensen CB, Porsbjerg C, et al. Effects of Exercise and Diet in Nonobese Asthma Patients—A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*. mayo de 2018;6(3):803-11.

40. Good J, Viana E, Burgomaster KA, Dogra S. Acute responses to sprint-interval and continuous exercise in adults with and without exercise-induced bronchoconstriction. *J Sports Sci.* enero de 2019;37(2):212-20.
41. Türk Y, Theel W, van Huisstede A, van de Geijn GJM, Birnie E, Hiemstra PS, et al. Short-term and long-term effect of a high-intensity pulmonary rehabilitation programme in obese patients with asthma: a randomised controlled trial. *Eur Respir J.* julio de 2020;56(1):1901820.
42. Materiales – Redcaspe [Internet]. [citado 4 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://redcaspe.org/materiales/>
43. O'Neill C, Dogra S. Low volume high intensity interval training leads to improved asthma control in adults. *J Asthma.* septiembre de 2021;58(9):1256-60.
44. O'Neill CD, Patlan I, Jeffery M, Lewis D, Jenkins M, Jones-Taggart H, et al. Effects of high intensity interval training on cardiorespiratory fitness and salivary levels of IL-8, IL-1ra, and IP-10 in adults with asthma and non-asthma controls. *J Asthma.* 28 de diciembre de 2021;1-10.
45. Juniper EF, O'Byrne PM, Guyatt GH, Ferrie PJ, King DR. Development and validation of a questionnaire to measure asthma control. *Eur Respir J.* octubre de 1999;14(4):902-7.
46. (6) ASTHMA QUALITY OF LIFE QUESTIONNAIRE (AQLQ-MEDAN) AS ALTERNATIVE ASSESSMENT FOR THE QUALITY OF LIFE IN PATIENTS WITH ASTHMA IN MEDAN CITY, INDONESIA | IJAR Indexing - Academia.edu [Internet]. [citado 4 de mayo de 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/29166214/ASTHMA_QUALITY_OF_LIFE_QUESTIONNAIRE_AQLQ_MEDAN_AS_ALTERNATIVE_ASSESSMENT_FOR_THE_QUALITY_OF_LIFE_IN_PATIENTS_WITH_ASTHMA_IN_MEDAN_CITY_INDONESIA
47. Costa EC, de Sá JCF, Costa IBB, Meireles R da SRV, Lemos TMAM, Elsangedy HM, et al. Affect-regulated exercise: an alternative approach for lifestyle modification in overweight/obese women with polycystic ovary syndrome. *Gynecol Endocrinol.* 2015;31(12):971-5.
48. Kendzierski D, DeCarlo KJ. Physical Activity Enjoyment Scale: Two Validation Studies. *Journal of Sport and Exercise Psychology.* 1 de marzo de 1991;13(1):50-64.
49. Juniper EF, Guyatt GH, Cox FM, Ferrie PJ, King DR. Development and validation of the Mini Asthma Quality of Life Questionnaire. *Eur Respir J.* julio de 1999;14(1):32-8.
50. ¿Qué es la Escala de Borg? Un complemento en la medición del esfuerzo [Internet]. TTBIKE TRIATLÓN - POWER UP YOUR RIDE. 2020 [citado 4 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://ttbiketrialon.com/escala-de-borg-medicion-esfuerzo/>
51. Tirado K, Villena M. DETERMINACIÓN DE DISTANCIA RECORRIDA Y VARIACIÓN DE PARÁMETROS RESPIRATORIOS Y CARDIOVASCULARES, ANTES Y DESPUÉS DE LA PRUEBA DE CAMINATA DE 6 MINUTOS, EN NATIVOS Y RESIDENTES PERMANENTES DE ALTURA CLÍNICAMENTE SANOS. *Revista Médica La Paz.* 2014;20(1):5-11.

10. ANEXOS

1. Escala PEDro

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
9. 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"	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Figura 8 Criterios de la escala PEDro ⁽³⁵⁾

2. Escala CASPe

A/ ¿Son los resultados del estudio válidos?

Preguntas de eliminación

<p>1 ¿El estudio se centra en un tema claramente definido?</p> <p><i>PISTA: Una pregunta se puede definir en términos de</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - La población estudiada. - Los factores de riesgo estudiados. - Si el estudio intentó detectar un efecto beneficioso o perjudicial. 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>2 ¿Los autores han utilizado un método apropiado para responder a la pregunta?</p> <p><i>PISTA: Considerar</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Es el estudio de Casos y Controles una forma adecuada para contestar la pregunta en estas circunstancias? (¿Es el resultado a estudio raro o perjudicial?). - ¿El estudio está dirigido a contestar la pregunta? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

¿Merece la pena continuar?

Preguntas de detalle

<p>3 ¿Los casos se reclutaron/incluyeron de una forma aceptable?</p> <p><i>PISTA: Se trata de buscar sesgo de selección que pueda comprometer la validez de los hallazgos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Los casos se han definido de forma precisa? - ¿Los casos son representativos de una población definida (geográfica y/o temporalmente)? - ¿Se estableció un sistema fiable para la selección de todos los casos? - ¿Son incidencia o prevalencia? - ¿Hay algo "especial" que afecta a los casos? - ¿El marco temporal del estudio es relevante en relación a la enfermedad/exposición? - ¿Se seleccionó un número suficiente de casos? - ¿Tiene potencia estadística? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>4 ¿Los controles se seleccionaron de una manera aceptable?</p> <p><i>PISTA: Se trata de buscar sesgo de selección que pueda comprometer la generalizabilidad de los hallazgos.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Los controles son representativos de una población definida (geográfica y/o temporalmente)? - ¿Hay algo "especial" que afecta a los controles? - ¿Hay muchos no respondedores? ¿Podrían ser los no respondedores de alguna manera diferentes al resto? - ¿Han sido seleccionados de forma aleatorizada, basados en una población? - ¿Se seleccionó un número suficiente de controles? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

<p>5 ¿La exposición se midió de forma precisa con el fin de minimizar posibles sesgos?</p> <p><i>PISTA: Estamos buscando sesgos de medida, retirada o de clasificación:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Se definió la exposición claramente y se midió ésta de forma precisa? - ¿Los autores utilizaron variables objetivas o subjetivas? - ¿Las variables reflejan de forma adecuada aquello que se supone que tiene que medir? (han sido validadas). - ¿Los métodos de medida fueron similares tanto en los casos como en los controles? - ¿Cuando fue posible, se utilizó en el estudio cegamiento? - ¿La relación temporal es correcta (la exposición de interés precede al resultado/variable de medida)? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>6</p> <p>A. ¿Qué factores de confusión han tenido en cuenta los autores?</p> <p><i>Haz una lista de los factores que piensas que son importantes y que los autores han omitido (genéticos, ambientales, socioeconómicos).</i></p> <p>B. ¿Han tenido en cuenta los autores el potencial de los factores de confusión en el diseño y/o análisis?</p> <p><i>PISTA: Busca restricciones en el diseño y técnica, por ejemplo, análisis de modelización, estratificación, regresión o de sensibilidad para corregir, controlar o ajustar los factores de confusión.</i></p>	<p>Lista:</p> <hr/> <p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

B/ ¿Cuáles son los resultados?

7 ¿Cuáles son los resultados de este estudio?

PISTA:

- ¿Cuáles son los resultados netos?
- ¿El análisis es apropiado para su diseño?
- ¿Cuán fuerte es la relación de asociación entre la exposición y el resultado (mira los odds ratio (OR))?
- ¿Los resultados se han ajustado a los posibles factores de confusión y, aun así, podrían estos factores explicar la asociación?
- ¿Los ajustes han modificado de forma sustancial los OR?

8 ¿Cuál es la precisión de los resultados?

¿Cuál es la precisión de la estimación del riesgo?

PISTA:

- Tamaño del valor de P.
- Tamaño de los intervalos de confianza.
- ¿Los autores han considerado todas las variables importantes?
- ¿Cuál fue el efecto de los individuos que rechazaron el participar en la evaluación?

9 ¿Te crees los resultados?

PISTA:

- ¡Un efecto grande es difícil de ignorar!
- ¿Puede deberse al azar, sesgo o confusión?
- ¿El diseño y los métodos de este estudio son lo suficientemente defectuosos para hacer que los resultados sean poco creíbles?
- Considera los criterios de Bradford Hills (por ejemplo, secuencia temporal, gradiente dosis-respuesta, fortaleza de asociación, verosimilitud biológica).

SÍ

NO SÉ

NO

¿Merece la pena continuar?

C/ ¿Son los resultados aplicables a tu medio?

<p>10 ¿Se pueden aplicar los resultados a tu medio?</p> <p><i>PISTA: Considera si</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Los pacientes cubiertos por el estudio pueden ser suficientemente diferentes de los de tu área. - Tu medio parece ser muy diferente al del estudio. - ¿Puedes estimar los beneficios y perjuicios en tu medio? 	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>
<p>11 ¿Los resultados de este estudio coinciden con otra evidencia disponible?</p> <p><i>PISTA:</i></p> <p><i>Considera toda la evidencia disponible: Ensayos Clínicos aleatorizados, Revisiones Sistemáticas, Estudios de Cohorte y Estudios de Casos y Controles, así como su consistencia.</i></p>	<p><input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SÉ <input type="checkbox"/> NO</p>

Figura 9 Criterios de la escala CASPe para casos y controles ⁽⁴²⁾

3. Cuestionario de control del asma (ACQ)

ASTHMA CONTROL QUESTIONNAIRE[®]

Please answer questions 1–6.

Circle the number of the response that best describes how you have been during the past week

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. On average, during the past week, how often were you woken by your asthma during the night? | 0 Never
1 Hardly ever
2 A few minutes
3 Several times
4 Many times
5 A great many times
6 Unable to sleep because of asthma |
| 2. On average, during the past week, how bad were your asthma symptoms when you woke up in the morning? | 0 No symptoms
1 Very mild symptoms
2 Mild symptoms
3 Moderate symptoms
4 Quite severe symptoms
5 Severe symptoms
6 Very severe symptoms |
| 3. In general, during the past week, how limited were you in your activities because of your asthma? | 0 Not limited at all
1 Very slightly limited
2 Slightly limited
3 Moderately limited
4 Very limited
5 Extremely limited
6 Totally limited |
| 4. In general, during the past week, how much shortness of breath did you experience because of you asthma? | 0 None
1 A very little
2 A little
3 A moderate amount
4 Quite a lot
5 A great deal
6 A very great deal |
| 5. In general, during the past week, how much of the time did you wheeze ? | 0 Not at all
1 Hardly any of the time
2 A little of the time
3 A moderate amount of the time
4 A lot of the time
5 Most of the time
6 All the time |
| 6. On average, during the past week, how many puffs of short-acting bronchodilator (eg. Ventolin) have you used each day? | 0 None
1 1–2 puffs most days
2 3–4 puffs most days
3 5–8 puffs most days
4 9–12 puffs most days
5 13–16 puffs most days
6 More than 16 puffs most days |
| To be completed by a member of the clinic staff | |
| 7. FEV ₁ pre-bronchodilator: | 0 >95% predicted
1 95–90%
2 89–80%
3 79–70%
4 69–60%
5 59–50%
6 <50% predicted |
| FEV ₁ predicted | |
| FEV ₁ % predicted | |
| (Record actual values on the dotted lines and score the FEV ₁ % predicted in the next column) | |

Figura 10 Cuestionario de control del asma ⁽⁴⁵⁾

4. Cuestionario de calidad de vida del asma (AQLQ)

No	Variable
	Health
1.	In the last 4 weeks, how often have you coughed?
2.	In the last 4 weeks, how often were you breathless?
3.	In the last 4 weeks, how often did asthma wake you up in the night/early morning?
	Emotion
1.	In the last 4 weeks, how often were you worried about not getting medicine?
2.	In the last 4 weeks, how often were you worried and depressed about your disease?
3.	In the last 4 weeks, did you feel uncomfortable/unhappy?
4.	In the last 4 weeks, how often did asthma disturb your interaction with other?
	Environment
1.	In the last 4 weeks, how often were you disturbed by dust?
2.	In the last 4 weeks, how often were you disturbed by cigarette smoke?
3.	In the last 4 weeks, how often were you disturbed by air pollution?
4.	In the last 4 weeks, how often were you disturbed by the weather (cold/warm)?
5.	In the last 4 weeks, how often did asthma disturb your interaction with animals?
	Activity
1.	In the last 4 weeks, how often did asthma disturb your work (office, household, school activity, etc)?
2.	In the last 4 weeks, how often did asthma disturb your daily activities (eating, bathing, climbing stairs, etc)?
3.	In the last 4 weeks, how often did asthma disturb your sport or heavy physical activities?
4.	In the last 4 weeks, how often did asthma disturb your social activities (organizing, visiting friends, social gathering, etc)?

Figura 11 Cuestionario de calidad de vida del asma ⁽⁴⁶⁾

5. Feeling scale, escala de afectación del ejercicio físico

FEELING SCALE	
+5	Very Good
+4	
+3	Good
+2	
+1	Fairly Good
0	Neutral
-1	Fairly Bad
-2	
-3	Bad
-4	
-5	Very Bad

Figura 12 Feeling scale ⁽⁴⁷⁾

6. Cuestionario de disfrute de la actividad física.

Please rate how you feel <i>at the moment</i> about the physical activity you have been doing.							
*	1	2	3	4	5	6	7
I enjoy it							I hate it
I feel bored							I feel interested
I dislike it							I like it
I find it pleasurable							I find it unpleasurable
I am very absorbed in this activity							I am not at all absorbed in this activity
It's no fun at all							It's a lot of fun
I find it energizing							I find it tiring
It makes me depressed							It makes me happy
It's very pleasant							It's very unpleasant
I feel good physically while doing it							I feel bad physically while doing it
It's very invigorating							It's not at all invigorating
I am very frustrated by it							I am not at all frustrated by it
It's very gratifying							It's not at all gratifying
It's very exhilarating							It's not at all exhilarating
It's not at all stimulating							It's very stimulating
It gives me a strong sense of accomplishment							It does not give me any sense of accomplishment at all
It's very refreshing							It's not at all refreshing
I felt as though I would rather be doing something else							I felt as though there was nothing else I would rather be doing

*Item is reversed scored (i.e., 1=7, 2=6, . . . 6=2, 7=1).

Figura 13 Cuestionario de disfrute de la actividad física (PACES) ⁽⁴⁸⁾

7. Mini-cuestionario de calidad de vida del asma.

Appendix 2: Mini Asthma Quality of Life Questionnaire (MiniAQLQ)©

Please complete *all* questions by circling the number that best describes how you have been during the *last 2 weeks as a result of your asthma.*

In general, how much of the time *during the last 2 weeks* did you:

	All of the time	Most of the Time	A Good Bit of the Time	Some of the Time	A Little of the Time	Hardly Any of the Time	None of the Time
1. Feel SHORT OF BREATH as a result of your asthma? S	1	2	3	4	5	6	7
2. Feel bothered by or have to avoid DUST in the environment? En	1	2	3	4	5	6	7
3. Feel FRUSTRATED as a result of your asthma? Em	1	2	3	4	5	6	7
4. Feel bothered by COUGHING? S	1	2	3	4	5	6	7
5. Feel AFRAID OF NOT HAVING YOUR ASTHMA MEDICATION AVAILABLE? Em	1	2	3	4	5	6	7
6. Experience a feeling of CHEST TIGHTNESS or CHEST HEAVINESS? S	1	2	3	4	5	6	7
7. Feel bothered by or have to avoid CIGARETTE SMOKE in the environment? En	1	2	3	4	5	6	7
8. Have DIFFICULTY GETTING A GOOD NIGHT'S SLEEP as a result of your asthma? S	1	2	3	4	5	6	7
9. Feel CONCERNED ABOUT HAVING ASTHMA? Em	1	2	3	4	5	6	7
10. Experience a WHEEZE in your chest? S	1	2	3	4	5	6	7
11. Feel bothered by or have to avoid going outside because of WEATHER OR AIR POLLUTION? En	1	2	3	4	5	6	7

How limited have you been during the last 2 weeks doing these activities as a result of your asthma?

	Totally Limited	Extremely Limited	Very Limited	Moderate Limitation	Some Limitation	A Little Limitation	Not at all Limited
12. STRENUOUS ACTIVITIES (such as hurrying, exercising, running up stairs, sports) A	1	2	3	4	5	6	7
13. MODERATE ACTIVITIES (such as walking, housework, gardening, shopping, climbing stairs) A	1	2	3	4	5	6	7
14. SOCIAL ACTIVITIES (such as talking, playing with pets/children, visiting friends/relatives) A	1	2	3	4	5	6	7
15. WORK-RELATED ACTIVITIES* (tasks you have to do at work) A	1	2	3	4	5	6	7

*If you are not employed or self-employed, these should be tasks you have to do most days.
S: symptoms; En: environment; Em: emotions; A: activities.

Figura 14 Mini cuestionario de calidad de vida del asma ⁽⁴⁹⁾

8. Escala de Borg para el esfuerzo.

PUNTUACION	VALORACION DEL ESFUERZO
6	Muy, muy ligero
7	
8	
9	Muy ligero
10	
11	Moderado
12	
13	Algo duro
14	
15	Duro
16	
17	Muy duro
18	
19	Muy, muy duro
20	Máximo, extenuante

Figura 15 Escala de Borg ⁽⁵⁰⁾

9. Escala de Borg modificada para la disnea.

CUADRO VI. ESCALA DE DISNEA DE BORG	
0	Sin Disnea
0,5	Muy, muy leve. Apenas se nota
1	Muy leve
2	Leve
3	Moderada
4	Algo severa
5	Severa
6	
7	Muy severa
8	
9	
10	Muy, muy severa (máximo)

Figura 16 Escala de disnea modificada de Borg ⁽⁵¹⁾

10. Consentimiento informado

HOJA DE INFORMACION AL PACIENTE

Título de estudio:

Código:

Promotor principal:

Centro:

Estimado paciente:

Nos dirigimos a usted para informarle sobre el programa de intervención, en el que se le invita a participar.

Nuestra intención es que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda decidir si acepta o no participar en esta intervención. Para ello lea esta hoja informativa con atención, consulte con las personas que considere oportunas y nosotros le aclararemos las dudas que le pueden surgir. Su participación es importante para obtener el conocimiento que necesitamos, pero tómese el tiempo que considere necesario para decidir si desea participar.

Le invitamos a participar en esta intervención porque usted padece de asma. Debe saber que su participación en esta intervención es voluntaria y que puede decidir no participar. **Si decide participar, puede cambiar su decisión y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin dar ninguna explicación, sin que por ello se altere la relación con su médico ni se produzca perjuicio alguno en su atención sanitaria. Entrar en esta intervención NO a modificar el plan de tratamiento farmacológico.**

Si decide participar se le entregará una copia de este documento y del consentimiento firmado. Por favor, consérvelos por si lo necesitara en un futuro.

La realización de la intervención que proponemos puede suponer una mejora de los síntomas y capacidad aeróbica, que a su vez podría verse en una reducción de los fármacos que se toman para el control del asma.

Consideramos que un programa de ejercicio físico de alta intensidad mejorara el control y calidad de vida del asma y la capacidad aeróbica del sujeto, en comparación con los pacientes sedentarios y con una menor probabilidad de sufrir eventos adversos que con una intervención con otro tipo de ejercicios.

En ningún momento los datos obtenidos se utilizarán para otros estudios a posteriori y tras su análisis serán gestionados como muestras clínicas habituales.

Con los datos obtenidos en la intervención, podremos tratar mejor a pacientes en el futuro, y generar protocolos de actuación más adecuados.

Si usted decide participar en la intervención, cumple criterios clínicos y está dispuesto a realizar sesiones de alta intensidad 3 veces a la semana además de recibir el tratamiento farmacológico habitual.

Sera evaluado por profesionales que medirán sus variables pulmonares, sus variables ventilatorias y distintas escalas de control y calidad de vida relacionadas con el asma, además de la percepción de esfuerzo y disnea durante las sesiones.

Para todo ello se ha diseñado un programa de ejercicio supervisado por especialistas fisioterapeutas basado en la mejora de la capacidad aeróbica y control del asma que consistirá resumidamente en:

- **Tres pruebas de esfuerzo incremental** (la primera sesión, la última de la 6ª semana y la última de la 12ª semana) en el que se realizará en un cicloergómetro comenzando a 20W y subiendo 20W cada minuto hasta la extenuación esto servirá para lograr el pico de potencia (PPO) además de otras variables aeróbicas.
- **Entrenamiento de HIIT:** Se realizarán 10 series de 1 minuto al 90% del PPO obtenido en la prueba de esfuerzo intercalados de periodos de 1 minuto al 10% del PPO. En la 7ª semana se ira progresando hasta llegar a 15 series en la 8ª semana, si el paciente cumple con los criterios necesarios para progresar.

Las sesiones siempre se realizarán de manera supervisada, controlada e individualizada. Es importante tener en cuenta que, al ser una actividad física, existe una ligera posibilidad de sufrir algún tipo de lesión por diversas razones, para evitar este tipo de eventos el personal a cargo de las sesiones son profesionales de áreas afines a la actividad física. Sin embargo, en caso de presentarse alguna situación de este tipo, se brindará toda la ayuda necesaria de parte de fisioterapeutas capacitados.

Por último, agradecer al participante por su contribución al estudio, ya que, sin la colaboración de este, no serían posibles estos proyectos. Si el paciente desea obtener los datos tras finalizar el estudio, no tiene más que contactar con el equipo y se le proporcionaran los datos con mucho gusto.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL ESTUDIO:

Título del Proyecto:

Terapeuta Principal:

Yo, _____
(Nombre y apellidos en MAYÚSCULAS)

Declaro que:

- He leído la hoja de información que me han facilitado.
- He podido formular las preguntas que he considerado necesarias acerca de la intervención.
- He recibido información adecuada y suficiente por el promotor abajo indicado sobre:
 - Los objetivos de tratamiento y sus procedimientos.
 - Los beneficios e inconvenientes del proceso.
 - Que mi participación es voluntaria y altruista
 - El procedimiento y la finalidad con que se utilizarán mis datos personales y las garantías de cumplimiento de la legalidad vigente.
 - Que en cualquier momento puedo revocar mi consentimiento (sin necesidad de explicar el motivo y sin que ello afecte a mi atención médica) y solicitar la eliminación de mis datos personales.
 - Que tengo derecho de acceso y rectificación a mis datos personales.

CONSIENTO EN LA PARTICIPACIÓN EN LA PRESENTE INTERVENCIÓN

SÍ NO

(marcar lo que corresponda)

Para dejar constancia de todo ello, firmo a continuación:

Fecha

Firma.....

Nombre promotor

Firma del promotor.....

APARTADO PARA LA REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Yo,

revoco el consentimiento de participación en el proceso, arriba firmado.

Firma y Fecha de la revocación

Figura 17 Consentimiento informado, elaboración propia