

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

## GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSIDAD  
DE ALMERÍA

**Efectos y beneficios del ejercicio aeróbico  
y administración conjunta de heliox y broncodilatadores en el paciente asmático**

Effects and benefits of aerobic exercise  
and co-administration of heliox and bronchodilator in the asthmatic patient

### AUTOR

**D. José Luis Pueyo Gracia**

### DIRECTORA

**Prof.<sup>a</sup> Patricia Rocamora Pérez**



Facultad de  
**Ciencias de la Salud**  
Universidad de Almería

**Curso Académico**

2019/2020

**Convocatoria**

Junio

# ÍNDICE

## LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

## RESUMEN / ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ASMA .....	1
1.1.1 Definición.....	1
1.1.2 Prevalencia .....	1
1.1.3. Etiología y factores de riesgo .....	2
1.1.4. Patogenia.....	3
1.1.5. Clínica .....	3
1.1.5.1. Asma inducido por ejercicio.....	4
1.1.6. Diagnóstico.....	6
1.1.7. Clasificación.....	7
1.1.8. Tratamiento .....	7
1.1.9. Asma y ejercicio aeróbico .....	8
1.2. HELIOX Y EL USO DE BRONCODILATADORES EN EL ASMA.....	10
1.2.1. Descripción e historia en el uso clínico.....	10
1.2.2. Marco teórico de la eficacia del heliox .....	11
1.2.3. Hallazgos de la difusión de broncodilatadores mediante heliox .....	12
2. JUSTIFICACIÓN .....	13
3. OBJETIVOS .....	14
4. METODOLOGÍA .....	14
5. RESULTADOS.....	17
6. DISCUSIÓN .....	26
7. CONCLUSIONES .....	29
8. BIBLIOGRAFÍA.....	31
ANEXOS.....	34

## **LISTADO DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

6MWT: Six Minute Walking Test o Test de Marcha de 6 Minutos

ACQ: Cuestionario de Control del Asma

ACT: Test de Control del Asma

AIE: Asma inducido por el ejercicio

AINES: Antiinflamatorios no esteroideos

AQLQ: Cuestionario de Calidad de Vida en Pacientes con Asma

ARLT: Antagonistas de los receptores de los leucotrienos

AVD: Actividades de la vida diaria

BIE: Broncoconstricción inducida por el ejercicio

c-ACT: Test de Control del Asma Infantil

CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono

EPOC: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

FEF<sub>25%</sub>: Flujo espiratorio forzado al 25% de la capacidad vital forzada

FEF<sub>25-75%</sub>: Flujo espiratorio forzado entre el 25% y el 75% de la capacidad vital forzada

FEF<sub>50%</sub>: Flujo espiratorio forzado al 50% de la capacidad vital forzada

FEF<sub>75%</sub>: Flujo espiratorio forzado al 75% de la capacidad vital forzada

FEF<sub>MÁX</sub>: Flujo espiratorio forzado al máximo de la capacidad vital forzada

FeNO: Óxido nítrico

FEV<sub>1</sub>/FVC: cociente entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada

FiO<sub>2</sub>: Fracción inspirada de oxígeno

FVC: Capacidad vital forzada

GCI: Glucocorticoides inhalados

HRB: Hiperreactividad bronquial

IFN- $\gamma$ : Interferón- $\gamma$

IgE: Inmunoglobulina E

IgG: Inmunoglobulinas G

IL-1: Interleukina-1

IL-13: Interleukina-13

IL-2: Interleukinas-2

IL-4: Interleukina-4

IL-5: Interleukina-5

IL-6: Interleukina-6

IL-9: Interleukina-9

LABA: Agonistas B<sub>2</sub>-adrenérgicos de larga duración

mL: Mililitros

MVV: Ventilación voluntaria máxima

PAQLQ: Cuestionario Pediátrico de Calidad de Vida en Pacientes con Asma

PEF: Flujo espiratorio de punta

RF: frecuencia respiratoria

SABA: Agonistas B<sub>2</sub>-adrenérgicos de corta duración

Th-2: Linfocitos T helper tipo 2

TNF- $\alpha$ : Factor de necrosis tumoral- $\alpha$

FEV1: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo

VO<sub>2máx</sub>: Volumen de oxígeno máximo

## **RESUMEN**

**Introducción:** El asma es una enfermedad respiratoria obstructiva crónica reversible, provocada por diferentes estímulos, y que da como resultado unos síntomas característicos, como son la falta de aire o disnea, opresión en el pecho, tos con o sin esputo y sibilancias.

**Objetivos:** Indagar en los efectos y posibles beneficios del ejercicio aeróbico en pacientes asmáticos, profundizar sobre la administración de heliox junto a broncodilatadores en pacientes asmáticos, sus efectos y posibles beneficios. Valorar la pertinencia de realizar un proyecto de investigación sobre el efecto del ejercicio aeróbico junto con la administración de heliox y broncodilatadores en pacientes asmáticos.

**Metodología:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de Ciencias de la Salud: Medline proQuest, Scopus, Web of Science y Pubmed. Se realizaron dos búsquedas diferentes: Para la primera búsqueda, los descriptores utilizados fueron “ASTHMA”, “AEROBIC EXERCISE” con el operador booleano “AND”. Para la segunda, los parámetros de búsqueda fueron “ASTHMA” AND “HELIOX” AND “(AEROSOL OR NEBULIZER)”.

**Resultados:** Tanto el ejercicio aeróbico como la administración conjunta de heliox y broncodilatadores aportan diferentes beneficios en pacientes asmáticos, entre los que se incluyen la mejora de la sintomatología, la mejora de parámetros espirométricos, disminución de la sensación de disnea y mejora de marcadores de calidad de vida.

**Conclusiones:** El ejercicio aeróbico produce importantes efectos beneficiosos en los pacientes asmáticos, aunque pueden diferir en función de la edad del paciente y la gravedad de su asma. Por su parte, la administración de heliox reduce la resistencia al flujo de las vías respiratorias, lo que favorece la entrada y depósito más profundo de partículas medicinales inhaladas en el pulmón asmático. Además, produce efectos beneficiosos en parámetros respiratorios de estos sujetos. Dados los efectos de ambas terapias por separado, se considera pertinente evaluar los efectos de ambas terapias conjuntas en el asma.

**Palabras clave:** Asma; Heliox; Broncodilatadores; Aerosol; Nebulizador; Ejercicio aeróbico; Ejercicio físico; Actividad física.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Asthma is a reversible chronic obstructive pulmonary disease, which is provoked by different stimulus, and as a result it causes characteristic symptoms, such as breathless or dyspnoea, chest tightness, cough with or without sputum and wheezing.

**Objetives:** To investigate the effects and possible benefits of aerobic exercise in asthmatic patients, going in depth about heliox and bronchodilators administration in asthmatic patients, their effects and possible benefits. To evaluate the pertinence of a research project about the effect of aerobic exercise accompanied by heliox and bronchodilators administration in asthmatic patients.

**Methodology:** A bibliographic research was carried out in the main data bases of Health Sciences: Medline proQuest, Scopus, Web of Science and Pubmed. Two different researches were carried out: In the first one, “ASTHMA”, “AEROBIC EXERCISE” were used as descriptors with the boolean operator “AND”. In the second one, “ASTHMA” AND “HELIOX” AND “(AEROSOL OR NEBULIZER)” were used as a research parameters.

**Results:** Aerobic exercise and heliox and bronchodilators administration provide with different benefits in asthmatic patients, including symptomatology improvement, spirometric values improvement, dyspnoea feeling decrease and quality of life marks improvement.

**Conclusion:** Aerobic exercise generates important beneficial effects in the asthmatic patients, although they can differ depending on the patient age and their asthma severity. For its part, heliox administration reduces the respiratory tract flow resistance, which favours deeper entrance and deposit of medical inhaled particles in the asthmatic lung. Moreover, it produces beneficial effects in respiratory marks in this type of patient. Given this effects of both therapies separately, evaluating the effects of both therapies together in asthma is considered relevant.

**Keywords:** Asthma; Heliox; Bronchodilators; Aerosol; Nebulizer; Aerobic exercise; Physical exercise; Physical activity.

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 ASMA**

### **1.1.1 Definición**

El asma es una enfermedad obstructiva crónica de las vías respiratorias que se caracteriza por la obstrucción variable y total o parcialmente reversible de las mismas y la hiperreactividad bronquial, que puede ser provocada por diferentes células, mediadores inflamatorios o estímulos externos <sup>1-4</sup>.

La condición asmática está conformada por diferentes fenotipos clínicos cuyas manifestaciones clínicas son similares, aunque sean provocadas por causas muy diferentes <sup>1,2</sup>. La patología provoca una dificultad al paso del aire en la respiración a causa de una broncoconstricción de las vías aéreas, el aumento de la mucosidad de las paredes pulmonares y el engrosamiento de las mismas <sup>2,5</sup>.

Las llamadas crisis asmáticas o exacerbaciones pueden ser muy peligrosas si el paciente no tiene su enfermedad controlada, o si se trata de una persona con patología concomitante y, por tanto, de riesgo. A pesar de esto, es posible que un paciente con su asma controlado medicamentosamente también sufra un ataque o exacerbación, por lo que resulta imprescindible que se tenga un plan de acción para el control de una eventual crisis <sup>2</sup>.

### **1.1.2 Prevalencia**

La prevalencia de esta patología difiere según el país o región del mundo en cuestión. Datos obtenidos en Tartu (Estonia), hablan de que un 2% de la población padece asma, mientras que en Melbourne (Australia) los datos ascienden hasta el 11,9%. En el caso de nuestro país, las cifras oscilan desde el 4,7% en Albacete, pasando por el 3,5% en Barcelona, el 1,7% en Oviedo, 1,1% en Galdakao (Vizcaya) y 1% en Huelva, según el Estudio Europeo de Salud Respiratoria de 1996 <sup>1</sup>. En general, se estima que en torno al 4,3 % de toda la población adulta sufre esta enfermedad <sup>6</sup>.

Se calcula que entre 235-300 millones de personas de todo el mundo padecen asma. Es una condición que no hace distinción entre edades y cuya prevalencia aumenta año a año, suponiendo un grave coste y carga para los que la sufren y para sus comunidades<sup>2,6,7</sup>. El precio de asumir el tratamiento de esta enfermedad en diferentes

países occidentales oscila entre los 300 y los 1.300 dólares (265,27 a 1.159,52 euros) por paciente y año <sup>7</sup>.

En 2015, el asma fue la patología pulmonar crónica más prevalente del mundo, duplicando en casos a la EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica), provocando la muerte de 400.000 personas ese mismo año <sup>1</sup>, elevándose la cifra hasta los 420.000 fallecidos en 2016 <sup>5</sup>.

### ***1.1.3. Etiología y factores de riesgo***

Es importante establecer una diferenciación entre los factores de riesgo para el desarrollo del asma y los factores desencadenantes de los síntomas de la enfermedad. Los primeros son aquellos factores que predisponen a padecer la patología, mientras que los segundos son aquellos que, ante la exposición de una persona asmática a los mismos, pueden aumentar su sintomatología <sup>1</sup>.

Dentro de los factores de riesgo para el desarrollo de la enfermedad con mayor asociación, podemos diferenciar varios grupos <sup>1,8</sup>:

- factores propios del huésped, entre los que se encuentran la atopia o característica genética que hace que el sujeto sufra reacciones alérgicas muy frecuentemente, obesidad, hiperrespuesta bronquial, rinitis y rinosinusitis crónica;
- factores perinatales, como por ejemplo prematuridad, ictericia neonatal e ingesta de tabaco durante la gestación por parte de la madre;
- factores ambientales, tales como la exposición a aeroalérgenos, alérgenos laborales, infecciones respiratorias y tabaquismo;
- por último, otro factor puede constituirlo el consumo de ciertos antibióticos.

En cuanto a los factores desencadenantes de los síntomas del asma, podemos destacar primeramente los factores ambientales, entre los que se encuentran la polución, el tabaquismo y la exposición al humo de cigarrillos electrónicos, las partículas vegetales en suspensión, como el polen de ciertos vegetales, los ácaros del polvo, el epitelio de mascotas y la exposición a ciertos hongos, virus o bacterias <sup>1</sup>.

Otro tipo de factor desencadenante es la exposición a ciertas sustancias en el ámbito laboral, provocando el llamado “asma ocupacional” (sustancias de bajo y/o alto peso

molecular, fármacos, maderas, metales, sustancias de origen vegetal, polvo y harinas, ciertos alimentos, gomas vegetales, hongos o esporas) <sup>1</sup>.

Por último, los factores sistémicos, entre los que se hayan los fármacos (antibióticos, sensibilizantes, betabloqueantes no selectivos sistémicos y tópicos, antiinflamatorios no esteroideos (AINES)), los alimentos (leche, huevo, frutos secos, cereales, pescados, mariscos, alimentos con sulfitos como el vino, zumo de limón, cerveza) y ciertos venenos como el de abejas o avispa <sup>1</sup>.

Otros factores que pueden desencadenar los síntomas son el ejercicio físico y el aire frío <sup>1,2,8</sup>.

#### ***1.1.4. Patogenia***

A pesar de que el desarrollo de la sintomatología puede deberse a diferentes causas, la respuesta final en el asma es la inflamación de toda la vía respiratoria, con un patrón inflamatorio característico <sup>1,4</sup>.

También es frecuente que se produzcan cambios dentro de las estructuras del árbol bronquial, con engrosamiento tisular, hipertrofia de la musculatura lisa bronquial, hiperplasia de las glándulas mucosas e hipersecreción de moco, con progresiva disminución de la función pulmonar <sup>1</sup>.

Otra característica fisiopatológica del asma es conocida como hiperreactividad bronquial (HRB), la cual provoca una respuesta exagerada ante un estímulo mínimamente dañino <sup>1</sup>.

Para un desarrollo más completo de este apartado de Patogenia, véase *Anexo 1*.

#### ***1.1.5. Clínica***

Entre la sintomatología del asma se encuentran la opresión en el pecho, la tos con o sin esputo, la falta de aire o disnea (véase *Anexo 2*, que recoge la Escala de Disnea de Borg modificada) y las sibilancias, siendo estas últimas lo más característico de la enfermedad <sup>1,2,7,9</sup>. Estos síntomas llevan al paciente asmático a una reducción del ejercicio físico a causa de la disnea y las sensaciones desagradables que le producen, así como del temor a que la sintomatología se reproduzca <sup>9</sup>. Ésta podrá estar causada por los diferentes agentes externos nombrados anteriormente y, por tanto, la intensidad con

la que se manifieste la clínica asmática estará proporcionalmente ligada al grado inflamatorio de las vías aéreas que estos mismos agentes provoquen <sup>1</sup>.

La duración de los síntomas puede oscilar desde minutos hasta días, pudiendo verse el paciente en peligro importante si hay una gran afectación a nivel de inflamación bronquial, reduciendo la capacidad respiratoria. Así, se manifestarían signos que pueden implicar una grave afectación y necesidad urgente de atención y tratamiento médicos, tales como disminución de la consciencia (confusión o somnolencia intensa) mientras se produce un ataque de asma, labios y cara cianóticos, disnea extrema, pulso acelerado, sudoración o ansiedad elevada por la propia dificultad para respirar <sup>8</sup>.

Esta clínica se produce generalmente en horario nocturno o de madrugada, aunque depende de las variaciones estacionales y de los antecedentes asmáticos o de atopia que tenga el paciente <sup>1</sup>.

El empeoramiento nocturno de los síntomas se produce en dos tercios de los pacientes con asma, los cuales causan sueño fragmentado, cansancio y fatiga, disminuyendo su calidad de vida. Este agravamiento está relacionado con una clínica más severa, mayor HRB, una reducción de la capacidad pulmonar y un mayor uso de medicamentos para el control del asma <sup>7</sup>.

#### ***1.1.5.1. Asma inducido por ejercicio***

Una situación especial dentro de la clínica del asma es el asma inducido por el ejercicio (AIE) o broncoconstricción inducida por el ejercicio (BIE), definido como la obstrucción temporal de las vías aéreas bajas que es provocada durante o posterior a la realización de un ejercicio enérgico <sup>1,10</sup>. Esto provoca sintomatología asmática, como tos, disnea y sibilancias <sup>11</sup>.

Un descenso del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>, por sus siglas en inglés) de al menos el 10-15% de su valor inicial tras media hora de la realización de ejercicio es la prueba diagnóstica para afirmar que estamos ante un caso de AIE, aunque se deberá realizar un diagnóstico diferencial con otros procesos glóticos o laríngeos <sup>1,11</sup>. La prevalencia en niños asmáticos de AIE es del 40-90%, siendo más frecuente en niños que en adultos, en mujeres más que en hombres, y mayor en pacientes con clínica más severa o mal control de su asma <sup>1,12</sup>. La sintomatología a menudo comienza 2-4 minutos tras realizar el ejercicio físico, y desaparece

espontáneamente tras 20-40 minutos; sin embargo, en algunas ocasiones puede durar más tiempo, o incluso los síntomas pueden aparecer varias horas después de realizar la actividad física <sup>11</sup>.

La entrada de aire al aparato respiratorio viene seguida de un calentamiento del mismo hasta los 37 grados y una humidificación, lo cual provoca un enfriamiento de la superficie de la vía aérea, junto con una vasoconstricción de los pequeños vasos circulatorios. Tras esto, se produce una vuelta a la temperatura normal al terminar el ejercicio, una respuesta de vasodilatación creando una hiperemia reactiva en los vasos sanguíneos bronquiales, y un edema en las paredes de las vías aéreas <sup>1,10,11,13</sup>.

Por otro lado, la entrada de aire seco durante el ejercicio provoca una deshidratación de la vía respiratoria y un flujo de líquido desde las células hacia el exterior, aumentando su osmolaridad en su interior y dando paso a una serie de reacciones que se cree provoca la inflamación <sup>1,11</sup>. Además, la hiperventilación provocada durante la actividad física aumenta la deshidratación de la superficie de la vía aérea, lo cual causa un daño en el epitelio de las vías aéreas y conduce a la liberación de sustancias mediadoras de la inflamación <sup>1,14</sup>.

Dicho todo lo anterior, todavía no se conocen en profundidad los mecanismos fisiológicos que provocan el AIE o cuál tiene mayor peso en su desencadenamiento, aunque sí se sabe que ciertos estímulos pueden ocasionarlo. Éstos son la inhalación de aire frío y seco, o de sustancias irritantes como polución o el cloro de la piscina durante la realización de ejercicio, o la realización de ejercicio físico demasiado pronto tras una infección vírica <sup>1,11,13,14</sup>.

Dado que el AIE causa una limitación a la hora de realizar actividades físicas <sup>13,15</sup>, uno de los principales objetivos en el abordaje del asma es precisamente tratar dicho AIE, para que aquellos que lo sufren puedan realizar ejercicio físico de cualquier tipo <sup>10</sup>.

En esta dirección se hayan los B<sub>2</sub>-agonistas, los cuales disminuyen el riesgo de padecer AIE; sin embargo, tomarlos diariamente disminuye su efectividad y se cree que puede aumentar la severidad de los síntomas asmáticos <sup>14,16</sup>. Por otro lado, la realización de sesiones con intervalos cortos de tiempo reduce la magnitud de la respuesta provocada por el AIE. Este fenómeno recibe el nombre de “periodo refractario” y se cree que provoca una reducción de la cantidad de los mediadores inflamatorios durante el mismo, y que luego necesitan un tiempo para volver a resintetizarse, lo que ayuda a evitar el

AIE. Otra opción que ayuda a reducir la sintomatología del AIE son los ejercicios de calentamiento, con tiempo de descanso entre ellos, previos a la actividad física en cuestión <sup>11,13</sup>. Y por otro lado, el propio ejercicio aeróbico, que aunque pueda provocar el AIE, aplicado a pacientes asmáticos de manera controlada y siguiendo una serie de indicaciones, obtiene unos beneficios (que se desarrollan en apartados siguientes de este TFG) que ayudarán a controlar la patología y reducir su sintomatología <sup>13</sup>.

#### ***1.1.6. Diagnóstico***

El diagnóstico no puede basarse únicamente en la sintomatología, debido a la heterogeneidad de la patología, aunque ésta puede ayudar al mismo. Es necesario realizar un examen físico, aunque suele ser normal, o puede presentar obstrucción nasal y eccema, junto con una auscultación pulmonar, en la que se escucharán sibilancias y otros sonidos relacionados con el proceso asmático, sobre todo en espiración forzada. También será de gran ayuda apoyarse en la historia clínica del paciente y la historia familiar de asma o atopia, pruebas de alergias para comprobar si el asma es producido por algún agente externo que provoca los síntomas, radiografías de tórax o pruebas de función pulmonar, como la espirometría <sup>1,2,8</sup>.

En la espirometría encontraremos señales que, junto a los antecedentes de síntomas respiratorios, nos ofrecerán el diagnóstico del asma. Estos signos incluyen la reducción del FEV<sub>1</sub>, que ayuda a determinar la gravedad e indica una mayor probabilidad de padecer exacerbaciones. La reducción del FEV<sub>1</sub>, por tanto, provoca una reducción del cociente entre el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada (FEV<sub>1</sub>/FVC) por debajo de lo normal (este cociente tiene un valor mayor de 0,75-0,80 en adultos y de 0,85 en niños) y una variación de la función pulmonar más acentuada que en personas sanas (si tras la inhalación de un broncodilatador, el valor del FEV<sub>1</sub> aumenta más de 200 mililitros (mL) o en más de un 12% del valor inicial), si la variabilidad producida durante el día del PEF (flujo espiratorio de punta, por sus siglas en inglés) supera el 10% en adultos o el 13% en niños, o si tras un tratamiento antiinflamatorio durante un mes se aprecia en el FEV<sub>1</sub> un aumento de más de 200 mL o más del 12% respecto al valor inicial previo al tratamiento. Sin embargo, en algunos casos puede observarse que una persona asmática presente unos valores respiratorios normales, o incluso un patrón no obstructivo (restrictivo) causado por un atrapamiento aéreo <sup>1,2</sup>.

Así mismo, es necesario un diagnóstico diferencial respecto a otras patologías respiratorias, como por ejemplo la EPOC y otras <sup>1</sup> (véase *Tabla 1*).

*Tabla 1. Diagnóstico diferencial del asma <sup>1</sup>. Adaptación del autor.*

	ASMA	EPOC
<b>Edad inicio</b>	A cualquier edad	Después de los 40 años
<b>Tabaquismo</b>	Indiferente	Siempre
<b>Presencia de atopia</b>	Frecuente	Infrecuente
<b>Antecedentes familiares</b>	Frecuentes	No valorable
<b>Variabilidad síntomas</b>	Sí	No
<b>Reversibilidad obstrucción</b>	Significativa	Suele ser menos significativa
<b>Respuesta a glucocorticoides</b>	Muy buena, casi siempre	Indeterminada o variable
	Otras patologías posibles	Síntomas característicos
<b>Edad entre 15 y 40 años</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disfunción de cuerdas vocales</li> <li>• Hiperventilación</li> <li>• Cuerpo extraño inhalado</li> <li>• Fibrosis quística</li> <li>• Bronquiectasias</li> <li>• Enfermedad cardíaca congénita</li> <li>• Tromboembolismo pulmonar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disnea, estridor inspiratorio</li> <li>• Desvanecimiento, parestesias</li> <li>• Síntomas de aparición brusca</li> <li>• Tos y mocos excesivos</li> <li>• Infecciones recurrentes</li> <li>• Soplos cardíacos</li> <li>• Disnea de instauración brusca, dolor torácico</li> </ul>
<b>Edad mayor de 40 años</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disfunción de cuerdas vocales</li> <li>• Hiperventilación</li> <li>• Bronquiectasias</li> <li>• Enfermedad del parénquima pulmonar</li> <li>• Insuficiencia cardíaca</li> <li>• Tromboembolismo pulmonar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disnea, estridor inspiratorio</li> <li>• Desvanecimiento, parestesias</li> <li>• Infecciones recurrentes</li> <li>• Disnea de esfuerzo, tos no productiva</li> <li>• Disnea de instauración brusca, dolor torácico</li> </ul>

### **1.1.7. Clasificación <sup>1</sup>**

La clasificación del asma generalmente viene dada por la gravedad que presente el paciente, dividiéndose en cuatro categorías: intermitente, persistente leve, persistente moderado y persistente grave.

Para un desarrollo más completo de este apartado de Clasificación, véase *Anexo 3*.

### **1.1.8. Tratamiento**

El tratamiento del asma está dirigido hacia la prevención y la regulación de sus exacerbaciones, complicaciones y síntomas, así como a evitar la pérdida progresiva de función pulmonar y reducir el riesgo de mortalidad <sup>1,2</sup>.

Para un desarrollo más completo de este apartado de Tratamiento, véase *Anexo 4*.

### ***1.1.9. Asma y ejercicio aeróbico***

El ejercicio físico es una parte esencial en la vida saludable de las personas y, más aún si cabe, de los niños, en los que ayuda a mejorar su desarrollo motor y psicosocial, así como a reconocerse a sí mismos <sup>17</sup>. Sin embargo, en la última mitad del siglo XX y durante los últimos 30 años especialmente, se ha producido una globalizada tendencia al sedentarismo en la sociedad, tanto en población adulta como en juvenil e infantil <sup>9,17</sup>. Esto, sumado al miedo que sienten muchos pacientes asmáticos a desencadenar los síntomas típicos de la enfermedad, o por la sensación de ahogo que sienten al realizar actividades físicas de la vida diaria, provoca el que poco a poco entren en una rutina sedentaria, con la consecuente reducción de la actividad física. Estos elementos pueden explicar que las tasas de sedentarismo sean mayores en pacientes asmáticos en comparación con el resto de la población sana <sup>9,18,19</sup>.

Además existe otro problema derivado del asma, y es que en la gran mayoría de los pacientes asmáticos, la realización de ejercicio provoca la sintomatología del asma durante o después de la actividad. Este fenómeno es el llamado AIE o la BIE. En concreto, existe un grupo dentro de los pacientes asmáticos que son más propensos a sufrirlo, y son aquellos cuya patología presenta un mal control <sup>3,5,17</sup> y, por tal circunstancia esto conducía a que se recomendara a los pacientes con asma reducir su actividad física <sup>6</sup>.

Por otro lado, los ataques de asma nocturnos afectan a 2/3 de los pacientes asmáticos, despertándoles en mitad de la noche, impidiéndoles descansar de manera correcta y provocándoles una fatiga mayor a lo largo del día <sup>7</sup>.

Todo lo anterior puede provocar un estado de estrés y ansiedad en pacientes asmáticos que ven reducida su actividad física diaria, viéndose además incapaces de realizar actividades que otras personas sanas si pueden hacer. Este estado de estrés y ansiedad influye además en el control de su patología, así como en la adherencia al tratamiento y en un aumento del riesgo de padecer asma severo <sup>18</sup>. En conclusión, el asma provoca una reducción de la calidad de vida relacionada con la salud, provocando un daño social, psicológico y físico en las personas que lo padecen <sup>7,19</sup>. La calidad de vida de los pacientes asmáticos puede medirse mediante el AQLQ o Mini-AQLQ para adultos o con el PAQLQ <sup>7,19</sup> (véanse *Anexos 5 y 6*).

Sin embargo, en los últimos años se han aportado evidencias de la importancia y de la utilidad del ejercicio físico regular, siguiendo unas pequeñas precauciones, en la ayuda para alcanzar el control clínico del asma, es decir, el ejercicio aeróbico es una herramienta no farmacológica que coopera con el tratamiento medicamentoso para estabilizar la patología tanto en niños como en adultos <sup>9,18,19</sup>.

Tales precauciones resultan de importancia, ya que reducen el riesgo de padecer la sintomatología durante el ejercicio. Entre ellas están tomar la medicación de alivio (broncodilatador de corta duración) 15 minutos antes de realizar el ejercicio en cuestión, así como un calentamiento antes de realizarlo, para acondicionar al paciente al esfuerzo, y una vuelta a la calma, que será importantísima para evitar la sintomatología post-ejercicio <sup>3,4</sup>.

Entre los beneficios que aporta el ejercicio aeróbico a los pacientes asmáticos (niños y adultos) encontramos la mejora del control del asma <sup>6,9</sup>, el aumento del FEV<sub>1</sub>, en la capacidad vital forzada (FVC, por sus siglas en inglés), en el PEF, en el flujo espiratorio forzado entre el 25 y 75% de la capacidad vital forzada (FEF<sub>25-75%</sub>) y en la ventilación voluntaria máxima (MVV, por sus siglas en inglés). Además de una mejora de los valores en el Six Minute Walking Test (6MWT, Test de Marcha de 6 Minutos) y reduce la inflamación pulmonar <sup>3,7,19</sup>.

También se ha observado una mejora en la calidad de vida, medida gracias al AQLQ (véase *Anexo 5*), un descenso de la ansiedad y el estrés, un aumento en el número de días sin síntomas de asma, una mejora de la capacidad aeróbica (aumento del volumen máximo de oxígeno (VO<sub>2máx</sub>)), menores limitaciones físicas y una disminución de la prevalencia y la frecuencia de síntomas de asma durante la noche <sup>7,17-19</sup>. Es importante saber que los pacientes asmáticos bien controlados mediante el tratamiento oportuno y adecuado, pueden realizar ejercicio de manera segura, consiguiendo con ello estos beneficios <sup>15</sup>.

Por tanto, a la vista de los beneficios de la actividad física en el paciente asmático, es razonable la introducción del ejercicio aeróbico en la vida de este colectivo de personas.

## 1.2. HELIOX Y EL USO DE BRONCODILATADORES EN EL ASMA

### 1.2.1. Descripción e historia en el uso clínico

El helio es un gas incoloro, inodoro, descubierto por primera vez en 1868. Es inerte e insoluble en los tejidos humanos, no inflamable, no tóxico y no tiene efectos directos farmacológicos o biológicos, ni propiedades broncodilatadoras ni antiinflamatorias en sí mismo <sup>20-22</sup>. Sin embargo, tiene una densidad muy baja respecto a otros gases. Comparándolo con el aire (78% nitrógeno y 21% oxígeno), es 7 veces más ligero, por lo que en combinación con el oxígeno proporciona una mezcla de gases con una densidad más baja, llamada “heliox”, que puede aportar diferentes beneficios <sup>21</sup>. Por otro lado, la viscosidad del helio es similar a la del oxígeno y el aire <sup>20</sup> (véase la *Tabla 2*). Finalmente, otra característica importante del helio es que tiene una capacidad de difusión del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) 4 veces más rápida que la del aire, es decir, que transporta 4 veces mejor el CO<sub>2</sub>, lo cual ayuda en última instancia a la expulsión de CO<sub>2</sub> durante la espiración <sup>20</sup>.

Tabla 2. Propiedades de distintos gases en condiciones atmosféricas estándar <sup>21,28</sup>. Adaptación del autor.

Gases	Densidad (g/L)	Viscosidad (micropoises)
Oxígeno	1.429	192.6
Nitrógeno	1.251	167.4
Aire	1.293	170.8
Helio	0.179	188.7
Heliox (80% helio : 20% oxígeno)	0.43	198
Heliox (70% helio : 30% oxígeno)	0.52	199

En cuanto al heliox, éste puede estar formado por diferentes proporciones entre ambos gases, sin embargo, las más usadas en diferentes estudios con pacientes asmáticos son 80:20 (80% helio / 20% oxígeno), 70:30 o incluso 65:35 <sup>20,23,24</sup>. La primera vez que se utilizó como terapia para patologías como el asma y obstrucciones de las vías aéreas superiores, data de 1934 y fue realizado por Barach, encontrando un alivio en la disnea de los pacientes <sup>20,25</sup>, y es en los últimos años cuando ha vuelto a ganar interés como tratamiento, evaluando su efectividad en patologías respiratorias, debido al aumento de casos de las mismas <sup>25,26</sup>.

### ***1.2.2. Marco teórico de la eficacia del heliox***

La resistencia al flujo de un líquido o un gas está marcada por la densidad y la viscosidad del mismo, aunque la variable densidad es mucho más importante. A mayor viscosidad, el flujo está más dificultado, y a mayor densidad mayor dificultad de flujo. Aquí entran en juego las propiedades del heliox, tiene una viscosidad similar al aire, sin embargo, su densidad es mucho más baja, lo que hace que aumente el flujo mucho más que el aire <sup>22</sup>.

Cuando el flujo reduce su velocidad hasta ciertos valores o aumenta su resistencia, se produce una transición en el tipo de flujo de laminar a turbulento. El flujo laminar permite una movilidad ligera del flujo; sin embargo, el flujo turbulento crea vórtices y fluctuaciones del flujo, limitando y dificultando su paso por un vaso o vía. Esta zona de transición viene definida por el número de Reynolds:  $Re = 2Vrp/n$ , donde V es la velocidad del gas y p la densidad del gas, r es el radio del vaso o zona por donde pasa el gas y n la viscosidad. Un valor mayor a 4.000 en el número de Reynolds marca el flujo turbulento, y un valor menor de 2.000 marca el flujo laminar. Es en esta zona de transición entre ambos tipos de flujo donde mayor efectividad tiene el heliox y, por tanto, en las vías aéreas que se encuentren en estos parámetros será dónde mayor eficacia tendrá el heliox a causa de su baja densidad, si bien también permitirá mayor flujo aunque se halle en los parámetros de flujo turbulento <sup>20,22</sup>. Por otro lado, la ley de Graham formula que “la tasa de flujo de cualquier gas es inversamente proporcional a la raíz cuadrada de su densidad” <sup>22</sup>, es decir, a menor densidad, mayor tasa de flujo.

Así pues, cuando una vía aérea está estrechada y, por tanto, aumenta el valor del número de Reynolds, la baja densidad del heliox comparada con el aire permitirá un mayor flujo y conducirá más rápidamente el oxígeno por los vasos estrechados que el aire o el oxígeno puro, reduciendo el número de Reynolds y favoreciendo un flujo más laminar. Además de esto, también ayudará al transporte de medicación inhalada, facilitando su entrada en las vías inflamadas. Todo ello, gracias a la facilitación del flujo provocada por el heliox, conducirá a un menor trabajo respiratorio y producirá un mejor intercambio gaseoso, gracias también al mejor coeficiente de dispersión del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en comparación con el aire <sup>21,22</sup>.

### ***1.2.3. Hallazgos de la difusión de broncodilatadores mediante heliox***

La acción de broncodilatadores como los B<sub>2</sub> agonistas en asmáticos es mayor cuanto mayor y más profundo sea el depósito de las partículas nebulizadas en las vías aéreas. Sin embargo, cuando la nebulización se realiza mediante oxígeno o aire ambiente, la gran mayoría se deposita en la orofaringe<sup>20</sup>. Por el contrario, al utilizarse el heliox se ha observado cómo las partículas de broncodilatadores llegan a zonas más profundas del árbol broncopulmonar, produciéndose una difusión más homogénea del medicamento inhalado<sup>20,27,28</sup>.

Diferentes estudios han valorado los beneficios que produce en pacientes asmáticos la administración de broncodilatadores nebulizados mediante heliox. Así, un estudio (Lee et al., 2005) en el que se evalúa a pacientes adultos de distintas edades con exacerbaciones severas de asma, muestra cómo se obtienen mayores mejoras en cuanto a mediciones espirométricas como el PEF en pacientes que reciben la medicación inhalada mediante heliox (80:20) en comparación con los que lo hacen con oxígeno. Por otro lado, se observa que cuanto mayor es el paciente más eficaz resulta el heliox, y cuanto menor es el PEF antes del tratamiento, mayor beneficio de tratamiento y mayor disminución de la disnea<sup>23,29</sup>.

Otro estudio (Sattonnet et al., 2004) muestra una mayor reducción de la tasa de intubación en pacientes asmáticos adultos mediante la inhalación por heliox (65:35) de broncodilatadores, en comparación con el grupo control<sup>23</sup>.

Por otro lado, en un estudio en pacientes clínicamente estables se observa una mejora del FEV<sub>1</sub>, FVC, y el FEF<sub>max</sub> en aquellos que tomaron broncodilatadores nebulizados mediante heliox en comparación con los que lo hicieron con aire<sup>27</sup>. En esta línea, El-Khatib et al.,(2014)<sup>27</sup> divide pacientes asmáticos sin exacerbaciones en la semana previa al estudio en varios grupos, según sus valores iniciales del FEV<sub>1</sub>. Sus hallazgos fueron que los pacientes que mejoraban significativamente con broncodilatadores nebulizados con heliox (80:20) en comparación con aire en todos los parámetros espiratorios medidos (FEV<sub>1</sub>, FEF<sub>max</sub>, FVC, FEF<sub>25-75%</sub>, FEF<sub>25%</sub>, FEF<sub>50%</sub>, y en el FEF<sub>75%</sub>), fueron los pacientes con un FEV<sub>1</sub> inicial menor de 50%.

Para poder observar los efectos del heliox de una manera óptima, se ha de utilizar un aparato con unas características determinadas, para evitar que se diluya el heliox al mezclarse con el aire, aumentando así su densidad y perdiendo parte de sus propiedades.

Es decir, cuanto menor sea la proporción del heliox tanto al principio del tratamiento como durante el mismo, menores serán sus beneficios<sup>20,23</sup>. El nebulizador debe tener un gran volumen, además de un reservorio de gas, debido a que ciertas personas, como es el caso de los adultos, tienen un mayor volumen de aire por minuto durante la respiración que el que puede aportar un nebulizador con un volumen pequeño, por lo que puede entrar aire del exterior, reduciéndose la proporción de helio. Por otro lado, es importante saber que el índice de flujo necesario para nebulizar el broncodilatador en la cantidad correcta es mayor cuando se realiza con heliox que con aire u oxígeno. Si se trata de heliox (80:20), el factor aproximado de conversión es de 1'8, mientras que con heliox (70:30) es de 1'6 cuando la válvula del medidor del nebulizador está calibrada para el tratamiento con oxígeno<sup>23,25</sup>.

Así pues, existen evidencias suficientes que apoyan el empleo del heliox en determinados casos de pacientes asmáticos, por sus características y beneficios<sup>20,25</sup>.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La elección del asma como temática de base para mi TFG se fundamenta en un seminario recibido sobre enfermedades respiratorias, y más concretamente sobre personas mayores con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), en el que se abordaba el beneficio que aporta el ejercicio físico a este colectivo de pacientes. Dicha formación me hizo recapacitar en la posibilidad de que dichos beneficios se pudieran extrapolar a pacientes asmáticos, por tener una persona con esta patología en mi círculo más cercano.

Por otro lado, y a su vez, cada día somos más conscientes de las grandes bondades de la actividad física en personas de todas las edades y género. En este sentido, en una primera indagación encontré información sobre cómo las personas asmáticas presentan una mayor tasa de inactividad debido a su propia enfermedad, sobre todo aquellos pacientes con asma severo o mal controlado, por lo que decidí ahondar más sobre este tema.

Otro aspecto a tener en cuenta es el hecho de que muchas personas asmáticas tienen dificultad para realizar actividad física o deporte debido a que es el propio ejercicio físico el que desencadena su sintomatología. Esta cuestión me llevó a considerar el empleo del heliox que, gracias a sus propiedades, tal vez pudiera facilitar la implementación de ejercicio aeróbico en personas asmáticas, para así mejorar su

capacidad física, aeróbica y pulmonar, favoreciendo la estabilización de su enfermedad y procurando un mejor manejo de la misma.

A las razones anteriores hay que sumar el que la prevalencia del asma no deja de aumentar a nivel mundial, sobre todo entre la población infantil. Además, este aumento en su incidencia trae consigo un considerable incremento en el gasto sanitario, tanto en España como en el resto del mundo.

Este estudio que se desea plantear podría abrir una nueva alternativa de abordaje terapéutico, sencilla y económica, para los pacientes en un estadio moderado-grave.

### **3. OBJETIVOS**

Los objetivos del presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) son:

- Indagar en los efectos y posibles beneficios del ejercicio aeróbico en pacientes asmáticos.
- Indagar sobre la administración de heliox junto a broncodilatadores en pacientes asmáticos, sus efectos y posibles beneficios.
- Valorar la pertinencia de realizar un proyecto de investigación sobre el efecto del ejercicio aeróbico junto con la administración de heliox y broncodilatadores en pacientes asmáticos.

### **4. METODOLOGÍA**

Con el propósito de dar respuesta a los objetivos planteados, se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de Ciencias de la Salud: Medline proQuest, Scopus, Web of Science y Pubmed.

Dadas las características de este TFG, se realizaron 2 búsquedas diferentes e independientes unas de las otras, para poder obtener toda la información necesaria para los distintos objetivos planteados. La primera consistió en la búsqueda de información sobre los efectos del ejercicio aeróbico en pacientes asmáticos; la segunda se centró en los posibles beneficios de la administración de heliox junto con broncodilatadores en pacientes asmáticos.

En ninguna de las búsquedas se acotó la edad de los sujetos. Sin embargo, a la hora de seleccionar los artículos empleados para este TFG se siguieron una serie de criterios de

inclusión y exclusión, a fin de determinar aquellos más relevantes para conseguir dar respuesta a los objetivos planteados.

- Se establecieron los siguientes criterios de inclusión comunes para ambas búsquedas:
  - Los artículos debían incluir todos los descriptores en su título, resumen y/o palabras claves.
  - Los artículos debían estar escritos en inglés o castellano.
  - La información contenida en el artículo debía resultar de interés para los objetivos de nuestro trabajo.
- A su vez, se consideró el siguiente criterio de exclusión común a ambas búsquedas:
  - El acceso libre y gratuito al contenido del artículo no estaba disponible.
- Los criterios específicos de cada búsqueda son:
  - Para la primera búsqueda, los artículos debían aportar en su resumen información específica que hiciera referencia a los efectos del ejercicio aeróbico en sujetos asmáticos.
  - Para la segunda búsqueda, los artículos debían aportar en su resumen información específica que hiciera referencia a los efectos de la administración de heliox junto a broncodilatadores en pacientes asmáticos.

La búsqueda de información en las bases de datos y los artículos incluidos datan hasta el 22 de Febrero de 2020. Para la primera búsqueda, los descriptores utilizados fueron “ASTHMA, “AEROBIC EXERCISE” con el operador booleano “AND” (véase *Tabla 3*). Para la segunda, los parámetros de búsqueda fueron “ASTHMA” AND “HELIOX” AND “(AEROSOL OR NEBULIZER)” (véase *Tabla 4*).

*Tabla 3. Etapas de la búsqueda bibliográfica 1. Elaboración propia.*

DESCRIPTORES	"ASTHMA" AND "AEROBIC EXERCISE"				N° total artículos
BASE DE DATOS	SCOPUS	Medline ProQuest	Pubmed	Web of Science	
RESULTADOS	145	76	65	147	433
ARTÍCULOS INCLUIDOS POR TÍTULO	20	18	16	30	84
ARTÍCULOS INCLUIDOS POR RESUMEN	15	13	13	21	62
ARTÍCULOS EXCLUIDOS POR NO CONSEGUIR ARTÍCULO	10				52
ARTÍCULOS REPETIDOS	31				21
ARTÍCULOS SELECCIONADOS PARA LEER A TEXTO COMPLETO	11				11
ARTÍCULOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gomes et al., 2015<sup>9</sup></li> <li>- Farid et al., 2005<sup>3</sup></li> <li>- Mendes et al., 2010<sup>18</sup></li> <li>- Francisco et al., 2018<sup>7</sup></li> <li>- Abdelbasset et al., 2018<sup>19</sup></li> <li>- Jaakkola et al., 2019<sup>6</sup></li> <li>- Andrade et al., 2014<sup>17</sup></li> </ul>				7

*Tabla 4. Etapas de la búsqueda bibliográfica 2. Elaboración propia.*

DESCRIPTORES	"ASTHMA" AND "HELIOX" AND "(AEROSOL OR NEBULIZER)"				N° total artículos
BASE DE DATOS	SCOPUS	Medline ProQuest	Pubmed	Web of Science	
RESULTADOS	98	32	51	52	233
ARTÍCULOS INCLUIDOS POR TÍTULO	24	14	12	35	85
ARTÍCULOS INCLUIDOS POR RESUMEN	20	12	10	32	74
ARTÍCULOS EXCLUIDOS POR NO CONSEGUIR ARTÍCULO	12				62
ARTÍCULOS REPETIDOS	40				22
ARTÍCULOS SELECCIONADOS PARA LEER A TEXTO COMPLETO	13				13
ARTÍCULOS SELECCIONADOS PARA EL ESTUDIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lee et al., 2005<sup>29</sup></li> <li>- El-Khatib et al., 2014<sup>27</sup></li> <li>- Gupta y Cheifetz., 2005<sup>20</sup></li> <li>- Kim et al., 2006<sup>23</sup></li> </ul>				4

La calidad metodológica de los artículos fue evaluada mediante la escala PEDro<sup>30</sup> (ensayos clínicos; para el resto de estudios, no es aplicable) (véase *Tabla 5*). Esta escala está formada por 11 ítems que valoran la calidad de los ensayos clínicos aleatorizados (véase *Anexo 7*). A mayor puntuación total, mayor calidad del ensayo clínico y menor posibilidad de sesgos en sus resultados. Se aplicó la escala a todos los artículos seleccionados, con excepción de las revisiones.

*Tabla 5. Evaluación de la calidad metodológica de los estudios seleccionados mediante la escala PEDro. Elaboración propia.*

Artículos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Gomes et al. <sup>9</sup>	V	V	V	V	V	X	X	V	V	V	V	9/11
Farid et al. <sup>3</sup>	V	V	X	V	X	X	X	X	V	V	V	6/11
Mendes et al. <sup>18</sup>	V	V	X	V	X	X	X	V	V	V	V	7/11
Abdelbasset et al. <sup>19</sup>	V	V	V	V	X	X	V	V	V	V	V	9/11
Jaakkola et al. <sup>6</sup>	V	V	V	V	X	X	X	V	V	V	V	8/11
Andrade et al. <sup>17</sup>	V	V	V	V	X	X	X	X	V	V	V	7/11
Lee et al. <sup>29</sup>	V	V	X	V	V	V	V	X	V	V	V	9/11
El-Khatib et al. <sup>27</sup>	V	V	V	V	V	V	X	V	V	X	V	9/11

## 5. RESULTADOS

El conjunto de artículos seleccionados se dividen en 8 ensayos clínicos aleatorizados<sup>3,6,9,17-19,27,29</sup> y 3 revisiones bibliográficas<sup>7,20,23</sup>.

En la *Tabla 6* se exponen de manera resumida los datos más relevantes de todos estos artículos seleccionados.

*Tabla 6. Principales resultados de los artículos escogidos.*

AUTORES, AÑO	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVO	TRATAMIENTO	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Gomes et al., 2015 <sup>9</sup> .	Ensayo clínico aleatorizado	Comprobar la mejora que proporciona el ejercicio aeróbico realizado con un sistema de videojuego en el control del asma, la inflamación de las vías aéreas y la capacidad de ejercicio en niños asmáticos (asma moderado-severo).	<p>- 16 niños realizaron un programa de 40 minutos de ejercicio aeróbico en una cinta de correr (grupo TG), 2 veces a la semana, durante 8 semanas.</p> <p>- 20 niños realizaron un programa de 40 minutos de ejercicio aeróbico mediante un sistema de videojuego (grupo VGG), 2 veces a la semana, durante 8 semanas.</p> <p>Además, todos los niños del estudio siguieron con su tratamiento de mantenimiento (budesonida y LABA).</p>	<p>Ambos grupos presentaron mejora significativa en el control del asma (<math>p &lt; 0.05</math>).</p> <p>Sólo el grupo VGG mostró una reducción en FeNO (marcador de inflamación) (<math>p &lt; 0.05</math>), además de mayores gasto metabólico y gasto máximo metabólico, en comparación con el grupo TG.</p> <p>Ambos grupos mostraron una mejora de la capacidad aeróbica máxima (<math>p &lt; 0.05</math>), aunque fue mayor en el grupo TG.</p>	Los hallazgos de este estudio sugieren que el ejercicio aeróbico realizado mediante un sistema de videojuegos tiene un gran beneficio en referencia al control del asma, con mejora de la capacidad de ejercicio y reducción de la inflamación pulmonar.
Farid et al., 2005 <sup>3</sup> .	Ensayo clínico aleatorizado	Evaluar los efectos del ejercicio aeróbico en la función pulmonar y la tolerancia a la actividad en asmáticos.	<p>- 18 asmáticos, con media de edad de 27 años, recibieron un plan de ejercicio aeróbico durante 8 semanas, 20 minutos/día, 3 veces a la semana y 15 minutos de calentamiento previo al ejercicio (grupo CG).</p> <p>- 18 asmáticos, con media de edad de 29 años (grupo control GC), no recibieron ningún plan de ejercicio durante este tiempo.</p>	<p>Mejora significativa dentro del grupo con el programa de ejercicio aeróbico, en el FEV<sub>1</sub>, en la FVC, en el PEF, en el FEF<sub>25-75%</sub>, MVV, frecuencia respiratoria (RF) y en el 6MWT (<math>p &lt; 0.05</math>).</p> <p>Sin embargo, no se encontró diferencia significativa en el FEV<sub>1</sub>/FVC.</p>	Los beneficios que obtiene el ejercicio aeróbico en pacientes asmáticos indican que un programa de ejercicio aeróbico puede ser utilizado como complemento al tratamiento médico para este tipo de pacientes.

Mendes et al., 2010 <sup>18</sup>	Ensayo clínico aleatorizado	Evaluar la efectividad del ejercicio aeróbico en la calidad de vida relacionada con la salud (HRQoL), en la reducción del estrés y la sintomatología del asma en pacientes asmáticos en un grado moderado-severo.	<p>- El grupo control (GC) estaba formado por 51 asmáticos y realizaron un programa de salud educativo y ejercicios respiratorios, durante 3 meses, 2 veces a la semana.</p> <p>- El grupo de tratamiento (GT) contaba con 50 asmáticos que realizaron un programa de salud educativo, ejercicios respiratorios y entrenamiento aeróbico (30 minutos) durante 3 meses, 2 veces a la semana.</p>	<p>El GT obtuvo mejoras en cuanto a las puntuaciones de los dominios de limitaciones físicas, frecuencia de los síntomas y psicosocial del HRQoL (<math>p &lt; 0'001</math>). Sin embargo, el dominio socioeconómico fue similar en ambos grupos. El GT obtuvo una reducción de los niveles de ansiedad (<math>p &lt; 0'001</math>).</p> <p>Al inicio, ambos grupos tenían de media 14 días por mes (días/m) sin síntomas. Al terminar el ensayo, el GC obtuvo 16 días/m de media y el GT obtuvo 23,5 días/m (<math>p &lt; 0'001</math>).</p> <p>El GT mostró un mayor aumento en el <math>VO_{2máx}</math> comparado con el GC (<math>p &lt; 0'001</math>), sin cambios en la función pulmonar. Además, se observó que a peor puntuación o niveles iniciales respecto a los valores medidos, mayor mejora post-ensayo.</p>	<p>Pacientes asmáticos que son sometidos a un entrenamiento aeróbico, obtienen mayores beneficios del ejercicio aeróbico en cuanto a la reducción de niveles de estrés, la reducción del número de días con síntomas asmáticos y la mejora de la HRQoL.</p> <p>Además, aquellos con peores puntuaciones iniciales en los parámetros establecidos, mayores beneficios obtienen.</p>
Francisco et al., 2018 <sup>7</sup>	Revisión sistemática	Realizar una revisión bibliográfica en relación a los efectos del ejercicio físico en los síntomas nocturnos del asma.	Se incluyen 11 estudios, dentro de los cuales, 5 se realizan en niños entre 7 y 15 años de edad, y 6 en adultos.		La revisión recoge datos e información en diferentes artículos que apoyan la idea de que el ejercicio físico aeróbico reduce la frecuencia y prevalencia de los síntomas asmáticos durante la noche, mejorando la calidad de vida de los pacientes asmáticos, aunque todavía no está claro el mecanismo por el cual se produce.

Abdelbasset et al., 2018 <sup>19</sup>	Ensayo clínico aleatorizado	Evaluar los efectos del entrenamiento mediante el ejercicio con intensidad moderada en niños asmáticos con edades comprendidas entre 8 y 12 años, en las funciones pulmonares, capacidad aeróbica y calidad de vida en niños (PQoL).	<p>-19 niños (grupo EA) fueron sometidos a un programa de ejercicio aeróbico de intensidad media, 3 veces a la semana, 40 minutos cada sesión (5 minutos calentamiento, 30 minutos andar en una cinta, con 5° de inclinación hasta alcanzar el 50-60% del ritmo cardíaco máximo durante las 5 primeras semanas y el 60-70% las últimas 5 semanas aumentando la inclinación a 10°, y otros 5 minutos de vuelta a la calma), durante 10 semanas. Además siguieron tomando su medicación de mantenimiento (LABA y corticoesteroides).</p> <p>-Por otro lado, el grupo II, compuesto por 19 niños, únicamente recibió el tratamiento medicamentoso, sin ningún programa de ejercicio.</p>	<p>Los resultados respecto a las funciones pulmonares (FEV<sub>1</sub> y FVC) pre y post-entrenamiento mejoraron significativamente tanto intra como intergrupos, a favor del grupo EA (p&lt;0'05), es decir, los resultados mejoraron en el grupo EA significativamente tras el ensayo respecto a los resultados iniciales, y también mejoraron en mayor medida comparado con el grupo II.</p> <p>En cuanto a la capacidad aeróbica medida mediante el VO<sub>2máx</sub>, el 6MWT y el índice de fatiga, también se observa una mejora significativa del grupo EA respecto al grupo II, comparando el pre y post tratamiento en el grupo EA (p&lt;0'05).</p> <p>La calidad de vida se evalúa mediante el cuestionario de calidad de vida pediátrico (PAQLQ), en el cual se mide la calidad de vida global, la actividad, los síntomas y las emociones. El grupo EA mejoró significativamente, tanto intragrupo, comparando sus valores iniciales y finales, como intergrupo, comparando los resultados finales de ambos grupos (p&lt;0'05).</p>	Estos resultados evidencian cómo mejorar la capacidad y la actividad física a su vez mejora las funciones pulmonares, la capacidad aeróbica y la calidad de vida en niños asmáticos.
Andrade et al., 2014 <sup>17</sup>	Ensayo clínico aleatorizado	Evaluar la eficacia de aplicar un programa de 6 semanas de ejercicio aeróbico, en niños asmáticos (edad entre 6-17 años) en un grado moderado, en el componente inflamatorio de la enfermedad, la capacidad	-14 niños (grupo ejercicio o GE) realizaron un entrenamiento aeróbico supervisado, 3 veces a la semana, durante 6 semanas en una cinta eléctrica, en el que cada sesión consiste en 5 minutos de estiramiento, 10 de calentamiento, 20 minutos de entrenamiento durante las 2 primeras semanas, y 30 minutos desde la tercera a la última semana, y por último 5	<p>No se encontraron cambios significativos en cuanto al componente inflamatorio en este estudio.</p> <p>La fuerza de la musculatura respiratoria aumentó significativamente al terminar el estudio en el GE, respecto al GC (p&lt;0'05), así como se produjo un aumento</p>	6 semanas de ejercicio aeróbico no obtienen cambios en los componentes inflamatorios del asma, pero sí se obtienen mejoras en la capacidad pulmonar, máxima presión pulmonar

		funcional, la fuerza de la musculatura respiratoria y la calidad de vida (medida por el PAQLQ) y síntomas asmáticos.	<p>minutos de vuelta a la calma para acabar cada sesión. El porcentaje de ritmo cardíaco máximo que se mantendrá durante los minutos de ejercicio aeróbico será del 70-80%.</p> <p>-Por otra parte, 19 niños (grupo control o GC) no realizaron ejercicio aeróbico.</p> <p>No hubo cambios en su medicación durante la duración del estudio.</p>	<p>significativo en la distancia recorrida en el 6MWT, en el GE respecto a sus valores iniciales (<math>p&lt;0'01</math>), aunque no hubo diferencia significativa comparado con el GC (<math>p=0'064</math>).</p> <p>Respecto al resultado en el PAQLQ, mejoraron significativamente en el GE tanto intragrupo (comparando resultados iniciales y finales de este grupo), como intergrupo (comparando resultados finales de ambos grupos), con un valor de <math>p&lt;0'05</math>.</p>	<p>por el aumento de la musculatura respiratoria, en la calidad de vida y en la sintomatología de la enfermedad.</p> <p>A pesar de no obtener en este estudio beneficio en los marcadores inflamatorios, otros estudios deben ser llevados a cabo con la metodología apropiada.</p>
Jaakkola et al., 2019 <sup>6</sup>	Ensayo clínico aleatorizado	Valorar si la aplicación de un programa de ejercicio de 24 semanas mejora el control del asma en adultos asmáticos en un grado medio o moderado. Se evalúa el control del asma mediante el ACT, los síntomas asmáticos, y la variabilidad del PEF.	<p>- 67 pacientes asmáticos con una media de edad de 39'7 años (grupo intervención o IG) realizaron un programa de ejercicio individualizado en el que se realizaba al menos 30 minutos de ejercicio aeróbico 3 veces a la semana, entrenamiento muscular 2 veces a la semana y estiramiento antes y después del entrenamiento.</p> <p>- 64 pacientes asmáticos con una media de edad de 32'9 años (grupo control o GC) no realizaron el programa de ejercicio.</p>	<p>El entrenamiento ha provocado una mejora significativa en el control del asma, medido por el ACT, en el IG comparado con el GC con un <math>p=0'032</math>. El IG también mostró una disminución del uso de la medicación de rescate (<math>p=0'001</math>). Además, los efectos fueron mayores en las personas más jóvenes del estudio, en mujeres, en no fumadores y en sujetos con menor cantidad de ejercicio regular al inicio.</p> <p>En cuanto a la sintomatología del asma (tos, sibilancias, sensación de ahogo y flemas), sólo la aparición de sensación de ahogo mostró una mejora significativa en el IG comparado con el GC (<math>p=0'003</math>).</p> <p>En cuanto a la variación del PEF por la mañana y por la noche, se observa un pequeño efecto con un valor en el coeficiente de variación del 0'5% y el 1'3% respectivamente, pero no es significativo.</p>	<p>24 semanas de ejercicio aeróbico junto a potenciación muscular y estiramiento proporcionan una reducción de la necesidad del uso de la medicación de rescate, un mejor control del asma, y un pequeño aumento en la variabilidad del PEF. Además, el estudio sugiere que estos efectos se ven en mayor medida en pacientes asmáticos jóvenes, mujeres y no fumadores.</p>

AUTORES, AÑO	TIPO DE ESTUDIO	OBJETIVO	TRATAMIENTO	RESULTADOS	CONCLUSIONES
El-Khatib et al., 2014 <sup>27</sup>	Ensayo clínico aleatorizado	Comprobar la eficacia del uso del heliox como conductor en la terapia broncodilatadora (b2-agonista), comparado con el uso del aire como conductor, en diferentes grados de severidad del asma.	<p>Se divide al conjunto de pacientes (132) según su severidad en FEV<sub>1</sub> inicial &gt; o igual a 80% (44 sujetos), en FEV<sub>1</sub> inicial entre el 80% y el 50% (44 sujetos), y en FEV<sub>1</sub> inicial &lt; 50% (44 sujetos).</p> <p>Todos los participantes son sometidos antes y después de la terapia a un test de función pulmonar. La terapia consiste en que aleatoriamente son asignados a la administración de 2'5 mg de albuterol sulfato, difundidos por heliox (80:20) para la mitad de los pacientes, o difundido por aire para la otra mitad. El siguiente día, ambos grupos reciben el tratamiento que no habían recibido el día anterior.</p> <p>Se observará en el test de función pulmonar qué cantidad de sujetos asmáticos han obtenido una mejoría del FEV<sub>1</sub> mayor del 12% del valor inicial o de 200 mL.</p> <p>Por último, se calcula la cantidad de sujetos que obtienen este incremento en cada subgrupo de severidad de la enfermedad con cada gas (heliox o aire).</p>	<p>En el subgrupo con un FEV<sub>1</sub> inicial &gt; o igual a 80%, la diferencia de pacientes que obtuvieron una mejora de más del 12% o de 200 mL, con heliox o con aire, no fue significativa (18% con heliox y 20% con aire, p = 1'00). En este subgrupo no hay una mejora significativa. Por otro lado, en este subgrupo se vio una mejora significativa en los valores FEF<sub>máx</sub> y FEF<sub>25%</sub> en los pacientes que recibieron heliox (p&lt;0'05).</p> <p>En el subgrupo con un FEV<sub>1</sub> inicial entre 80% y 50%, la diferencia de pacientes que obtuvieron una mejora de más del 12% o de 200 mL, con heliox o con aire, no fue significativa (43% con heliox y 36% con aire, p = 0'66). Por otro lado, en este subgrupo se vio una mejora significativa en los valores del FEV<sub>1</sub> y el FVC en los pacientes que recibieron heliox (p&lt;0'05).</p> <p>En el subgrupo con un FEV<sub>1</sub> inicial menor del 50%, la diferencia de pacientes que obtuvieron una mejora de más del 12% o de 200 mL, con heliox o con aire, si fue significativa (73% con heliox y 43% con aire, p=0'01). Además, en este subgrupo se observa una mejora significativa en los valores FEV<sub>1</sub>, FVC, FEV<sub>1</sub>/FVC, FEF<sub>25-75%</sub>, FEF<sub>máx</sub>, FEF<sub>25%</sub>, FEF<sub>50%</sub> y FEF<sub>75%</sub> (p&lt;0'05).</p>	Los pacientes asmáticos con una severidad mayor (FEV <sub>1</sub> inicial < 50%), cuando se les suministra albuterol nebulizado por heliox (80:20), obtienen un mayor aumento en los parámetros espirométricos en comparación a la nebulización con aire.

<p>Lee et al., 2005<sup>29</sup></p>	<p>Ensayo clínico aleatorizado</p>	<p>Conocer los posibles efectos beneficiosos de suministrar albuterol nebulizado por heliox (80:20) y los factores clínicos que aportan mayores efectos en pacientes con exacerbaciones severas de asma.</p>	<p>Se realizan 2 ensayos clínicos dentro del mismo estudio:</p> <p>-En el primer ensayo, 80 sujetos asmáticos entre 18 y 50 años, colocados en dos grupos (40 en grupo de heliox y 40 en grupo de oxígeno) son sometidos a 3 tratamientos consecutivos de albuterol nebulizado con heliox (80:20) o con oxígeno, intercalados con 15 minutos de enjuague entre cada tratamiento. Antes y después del ensayo se realizó la medición del PEF en cada sujeto.</p> <p>-En el segundo ensayo, se escogieron al prototipo de personas asmáticas más susceptibles de mejoría en el primer ensayo, las cuales eran las de mayor edad (entre 40-50 años y de un de PEF inicial &lt; 40%). Se les administraron 2 tratamientos de albuterol. Al inicio y al finalizar, se les midió el PEF, además del grado de disnea mediante la escala Borg.</p>	<p>En el primer ensayo se obtuvo una mejora significativa del PEF en los pacientes asmáticos a los que se les administró el tratamiento con heliox, y también con oxígeno (<math>p &lt; 0'001</math>). Sin embargo, tras recibir la primera dosis en el grupo del heliox, el PEF aumento un 35'7% y en el grupo del oxígeno un 17'5% (<math>p &lt; 0'005</math>), y tras la tercera dosis, el PEF en el grupo del heliox aumento un 71'4% y un 39'7% en el grupo del oxígeno.</p> <p>Se observó que a mayor edad del sujeto analizado en el primer ensayo, mejoraba en mayor medida, así como los sujetos con un menor PEF inicial (es decir, una exacerbación más severa), obtenían un mayor beneficio en el PEF. Además los pacientes en el grupo del heliox precisaban un menor tiempo de estancia en el servicio de urgencias, comparado con el grupo del oxígeno (una media de 76 minutos en el grupo del heliox y 86 minutos en el grupo del oxígeno, <math>p &lt; 0'007</math>).</p> <p>En cuanto al segundo ensayo clínico, los pacientes asmáticos con un PEF previo menor, obtenían un mayor aumento del PEF y una mayor disminución de la disnea, en la terapia con heliox.</p>	<p>El tratamiento con albuterol nebulizado con heliox aporta un mayor y más rápido aumento del PEF en pacientes asmáticos con una exacerbación severa. Además, aquellos pacientes con una exacerbación más severa y una mayor edad obtenían mayores beneficios.</p>
--------------------------------------	------------------------------------	--	---	--	---

<p>Gupta y Cheifetz, 2005<sup>20</sup></p>	<p>Revisión sistemática</p>	<p>Realizar una revisión basada en la evidencia del uso del heliox en enfermedades respiratorias pediátricas.</p>	<p>Recoge 8 estudios que evalúan la efectividad del heliox en pacientes asmáticos, dentro de los cuales en 2 (1 estudio con 11 niños asmáticos y otro con 33 pacientes adultos) se usaban una proporción de heliox de 70:30. En 4 estudios, con un total de 95 sujetos asmáticos (77 adultos y 18 niños) se utilizó heliox 80:20. En otro de los estudios, se utilizó heliox con una variación de la proporción de helio entre el 32 y el 74%, en un total de 28 niños asmáticos. Por otro lado, un estudio con 7 sujetos adultos utilizó heliox al 60:40.</p> <p>En cuanto a la utilización del heliox como medio de transporte o nebulización de aerosoles en pacientes asmáticos, recoge 5 estudios, en los cuales 1 utiliza heliox al 80:20 en 45 sujetos adultos. Otro estudio utiliza heliox 70:30 en 205 adultos asmáticos. Por otro lado, 2 estudios teóricos analizan la tasa de flujo necesaria para alcanzar la nebulización mediante heliox de partículas de albuterol y su transporte. Por último, 1 estudio analiza en 10 sujetos asmáticos un depósito más profundo de aerosoles mediante heliox comparado con oxígeno.</p>	<p>En cuanto al uso aislado del heliox en asmáticos encontramos el estudio de Kass y Terregino (1999), se observa una disminución del grado de disnea, además de un aumento del porcentaje del PEF, tras 20 minutos de la aplicación de heliox (70:30) en comparación con el suministro de oxígeno. En el estudio de Manthous et al., (1995) se observa un descenso del pulso paradójico (PP) mayor en el grupo en el que se les suministra heliox (80:20) a pacientes asmáticos, comparado con el grupo de asmáticos al que se le suministra aire. Además, los primeros sintieron menor sensación de ahogo, y un mayor aumento del PEF.</p> <p>En cuanto al uso del heliox como medio de transporte en la nebulización de broncodilatadores, el estudio de Kress et al. (2002), muestra una mejora significativa en los valores espirométricos de pacientes asmáticos que tienen síntomas recurrentes y severos, tras la utilización de heliox para nebulizar albuterol, en comparación con el uso de oxígeno. Por otra parte, Anderson et al. (1993), realizaron un ensayo clínico en el que demostraba un depósito más profundo de partículas medicamentosas con su nebulización mediante heliox en comparación con su administración mediante aire, siendo la mejora mayor en sujetos asmáticos comparados con sujetos sanos.</p>	<p>Aunque el uso en exclusiva de heliox no es útil en todos los pacientes asmáticos, en ciertos casos, como exacerbaciones severas, ayuda a reducir la obstrucción en las vías aéreas y, por tanto, ayuda en el intercambio gaseoso.</p> <p>Por otro lado, en combinación con broncodilatadores, los beneficios del heliox incluyen la llegada a zonas más profundas de las vías respiratorias por parte del medicamento utilizado, así como un mayor intercambio gaseoso a nivel alveolar de una persona asmática. Para esto, es necesario tomar una serie de medidas para evitar la mezcla de aire del exterior con el heliox, de modo que sus beneficios no se vean reducidos.</p>
--	-----------------------------	---	--	---	---

<p>Kim et al., 2006<sup>23</sup></p>	<p>Revisión sistemática</p>	<p>Realizar una revisión basada en la evidencia del uso del heliox como medio de transporte en nebulizaciones de albuterol en exacerbaciones asmáticas.</p>	<p>Recoge un total de 10 estudios, de los cuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 estudios aportan datos de un total de 501 sujetos asmáticos de más de 18 años y menores de 65 años.</li> <li>- 2 estudios aportan datos de un total de 71 sujetos asmáticos de entre 2 y 18 años.</li> <li>- 1 estudio aporta datos de un total de 205 sujetos asmáticos sin especificar la edad.</li> <li>- 1 estudio aporta datos de un total de 39 sujetos asmáticos de entre 8 y 55 años.</li> </ul>	<p>En el estudio de Darquenne y Prisk (2004) se observó que el heliox (80:20) reduce el depósito del fármaco nebulizado en el tracto respiratorio superior y, por tanto, aumenta el depósito más profundo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Piva et al. (2002), que además concluyen que el heliox (80:20) tiene un mayor efecto en personas asmáticas con una broncoconstricción severa, resolviéndolo de manera más rápida.</p> <p>Por otra parte, Sattonnet et al. (2004) observaron en su estudio una reducción significativa de la cantidad de personas asmáticas que necesitaban ser intubados al recibir albuterol nebulizado con heliox (65:35), comparado con el grupo control. Por tanto, incluso esta proporción de heliox aporta beneficios a este tipo de pacientes.</p> <p>Hess et al. (1999) concluyeron que para obtener un tamaño respirable de partículas con heliox, es necesaria una tasa de flujo concreta. En esta línea, Corcoran y Gamard (2004) encontraron los diferentes factores de conversión que requería el heliox en sus diferentes proporciones terapéuticas cuando se mide con el medidor de flujo calibrado con el oxígeno. Además, concluyeron que es necesario un gran reservorio de heliox para que la terapia no pierda los efectos.</p>	<p>Una gran cantidad de estudios tanto en adultos como en pacientes pediátricos han encontrado beneficios del heliox en asmáticos con exacerbaciones severas. Sin embargo, son necesarios más estudios.</p>
--------------------------------------	-----------------------------	---	---	--	---

## 6. DISCUSIÓN

Los diferentes objetivos planteados para el presente TFG fueron indagar en los efectos y los posibles beneficios del ejercicio aeróbico, así como los de la administración de heliox junto a broncodilatadores en pacientes asmáticos. Esto permitirá justificar una posible propuesta de proyecto de investigación que permita evaluar los beneficios aportados por el ejercicio aeróbico en pacientes asmáticos, facilitado por el suministro de heliox y broncodilatadores.

Los pacientes asmáticos presentan una sintomatología que, por sus características, reduce en gran medida la actividad física e incluso en algunos casos es esta última lo que provoca los síntomas<sup>3</sup>. A pesar de lo anterior, el ejercicio físico podría aportar a los pacientes asmáticos una serie de beneficios (mejora del FEV<sub>1</sub>, PEF, FVC, FEF<sub>25-75%</sub>, MVV) que ayudarían a controlar la enfermedad y su sintomatología, como demuestra el estudio de Farid et al. (2005)<sup>3</sup>. Siguiendo esta línea de resultados, encontramos otro estudio (Hancox y Rasmussen, 2018)<sup>31</sup>, en el que se observó una mejora del FEV<sub>1</sub> y FVC en personas asmáticas de entre 15 y 38 años tras la aplicación de un protocolo de ejercicio aeróbico. En este estudio, se vio una tendencia de mejora mayor en pacientes hombres que en mujeres. Por otro lado, Gomes et al. (2015)<sup>9</sup>, no encontró diferencia en el valor del FEV<sub>1</sub> tras aplicar un programa de ejercicio aeróbico de 8 semanas a niños asmáticos utilizando un sistema basado en videojuegos, aunque sí observó una mejora del control del asma medido con el Cuestionario de Control del Asma (ACQ, por sus siglas en inglés) (véase *Anexo 8*) y una disminución de la inflamación (disminución del óxido nítrico (FeNO)). Esta mejora del control del asma también se puso de manifiesto en los respectivos estudios de Dogra et al. (2011)<sup>32</sup> y Jaakkola et al. (2019)<sup>6</sup>, en asmáticos adultos tras un protocolo de 24 semanas de ejercicio aeróbico.

Por tanto, y aunque no haya una clara unanimidad en cuanto a qué parámetros respiratorios mejora el ejercicio aeróbico en pacientes asmáticos, lo cual puede ser debido a diferencias en la edad de los sujetos, o en el grado del asma de éstos en los distintos estudios, sí que se observa una mejora de los mismos, además de un evidente beneficio para el control de asma en la gran mayoría de los estudios.

El asma también provoca en los que lo padecen un aumento de su estrés y ansiedad, debido a la dificultad de realizar ciertas actividades que otras personas sanas pueden desarrollar sin problemas, reduciendo su calidad de vida. En esta línea, Mendes et al.

(2010) <sup>18</sup> desarrollaron un ensayo para comprobar los efectos de un protocolo de ejercicio aeróbico de 3 meses de duración, en los aspectos psicosociales de la enfermedad y sus síntomas. En él, se observó una mejoría tanto de los niveles de ansiedad como de estrés, así como una reducción de los días sin asma al mes, y mejora de la calidad de vida medida por el mini-AQLQ. Estas mejoras en la calidad de vida también se encontraron en el estudio de Dogra et al. (2011) <sup>32</sup>. En línea con estos resultados, Abdelbasset et al. (2018) <sup>19</sup> y Andrade et al. (2014) <sup>17</sup>, concluyeron que un protocolo de ejercicio aeróbico en niños de entre 8 y 12, y entre 6 y 17 años, respectivamente, mejoraba su calidad de vida medida con el PAQLQ. Por tanto, se observa concordancia entre los estudios con pacientes asmáticos a los que se les aplica ejercicio aeróbico, en cuanto a obtener una mejora en su calidad de vida. Además de ello, diversos estudios (Gomes et al., 2015 <sup>9</sup>; Abdelbasset et al., 2018 <sup>17</sup>; Andrade et al., 2014 <sup>19</sup>) han alcanzado resultados similares en relación a que el ejercicio aeróbico también mejora la capacidad aeróbica de las personas asmáticas, aumentando la cantidad de metros recorridos en el 6MWT.

Todas estas evidencias muestran los importantes beneficios que el ejercicio aeróbico puede aportar a pacientes asmáticos.

Por otra parte, es importante recordar que el asma produce un estrechamiento de las vías aéreas, lo cual provoca una disminución del flujo aéreo por las mismas, produciendo así una dificultad de respirar, sensación de ahogo o disnea en los pacientes que la padecen<sup>1</sup>. Aquí es donde entran en juego las propiedades del heliox, el cual reduce la resistencia al flujo en las vías y facilita la entrada de aire en los pulmones <sup>20,21</sup>, lo cual también ayuda a la entrada y al depósito más profundo de partículas medicinales inhaladas en el pulmón asmático, como muestran el estudio analítico de Katz et al. (2014) <sup>28</sup> y el de Piva et al. (2002) <sup>33</sup>.

En esta línea, y para comprobar los beneficios del heliox junto a la administración de broncodilatadores, El-Khatib et al. (2014) <sup>27</sup> realizaron un ensayo con pacientes asmáticos con diferente grado de severidad de la enfermedad, administrando heliox (80:20) junto con un broncodilatador, y encontraron una mejora de todos los valores espirométricos medidos (FEV<sub>1</sub>, FVC, FEV<sub>1</sub>/FVC, FEF<sub>25-75%</sub>, FEF<sub>máx</sub>, FEF<sub>25%</sub>, FEF<sub>50%</sub> y FEF<sub>75%</sub>) en pacientes con un FEV<sub>1</sub> inicial menor al 50%. Es decir, aquellos con una severidad inicial mayor, obtenían mayores beneficios de esta aplicación. Sin embargo,

también se obtuvieron mejoras en ciertos parámetros en el grupo con un FEV<sub>1</sub> inicial mayor al 80% (mejora del FEF<sub>máx</sub> y FEF<sub>25%</sub>), y en el grupo con un FEV<sub>1</sub> inicial entre un 80 y 50% (aumento significativo del FEV<sub>1</sub> y el FVC).

En concordancia con estos resultados, Lee et al. (2005)<sup>29</sup>, observaron en su estudio en pacientes asmáticos con exacerbaciones, que aquellos que obtenían mayores y rápidos beneficios (un mayor aumento del PEF y una disminución significativa del grado de disnea, medido por la escala de Borg) de la aplicación de heliox (80:20) y broncodilatadores eran los pacientes de mayor edad y con un mayor grado de severidad de sus exacerbaciones. Apoyando estos resultados, Kress et al. (2002)<sup>34</sup>, también obtuvieron esta mejora significativa en el FEV<sub>1</sub> tras aplicar heliox (80:20) con broncodilatadores en pacientes asmáticos con exacerbaciones agudas en el servicio de urgencias. A diferencia de estos resultados, Rose et al. 2002<sup>26</sup>, no encontraron una mejora significativa al realizar una aplicación continuada de broncodilatadores nebulizados conducidos por heliox (70:30), en el PEF ni en el FEV<sub>1</sub>; sin embargo, sí que advirtieron una mejora significativa en el grado de sensación de disnea de los pacientes.

Respecto a la eficacia del tratamiento con heliox, las revisiones de Kim et al. (2005)<sup>23</sup> y Kim y Corcoran (2009)<sup>25</sup>, encontraron que aquellas aplicaciones de heliox como nebulizador de broncodilatadores en pacientes asmáticos, realizadas con un circuito que contenga un reservorio de heliox, así como un nebulizador de gran volumen, obtienen resultados positivos. Esto puede ser debido a que durante todo el tratamiento no hay pérdidas del porcentaje de la mezcla de heliox. Otro factor importante para conseguir una efectividad máxima del heliox, es la necesidad de adaptar la tasa de flujo del medidor del nebulizador, el cual está adaptado para el oxígeno.

La principal limitación de este trabajo ha sido, para los datos obtenidos en cuanto a la aplicación de heliox, que no todos los pacientes asmáticos reaccionan de igual manera ante él, dependiendo de la severidad de su patología y de la importante heterogeneidad de la propia entidad patológica. Además, y a causa de que el ejercicio físico provoca la sintomatología en un importante porcentaje de este tipo de pacientes, muchos asmáticos han desarrollado un hábito sedentario, que puede dificultar la adherencia al ejercicio aeróbico, a pesar de sus beneficios. Por otro lado, es posible que ciertos pacientes asmáticos necesiten una mayor fracción inspirada de oxígeno (FiO<sub>2</sub>) que la que aporta la

mezcla de heliox 80:20 o 70:30 <sup>20,23</sup>. Sin embargo, es igualmente posible que la unión de ambas terapias (ejercicio aeróbico y heliox junto con broncodilatadores) proporcione una estabilidad de la enfermedad en aquellos casos que necesiten una gran cantidad de O<sub>2</sub>, gracias al ejercicio aeróbico, así como la facilidad de realizar el ejercicio físico tras reducir la sensación de disnea del paciente gracias al heliox y broncodilatadores.

Por todo lo anterior, se cree necesaria la realización de futuras investigaciones en torno a esta hipótesis, de la cual podrían beneficiarse en gran medida los pacientes asmáticos, pudiendo suponer a su vez una reducción del importante coste sanitario producido por el asma. Por otro lado, y dadas las acaecidas circunstancias provocadas por la pandemia del COVID-19 en las que nos encontramos actualmente, y las posibles secuelas en los pacientes que lo sufran, una intervención como la que propone el presente TFG podría resultar beneficiosa en la rehabilitación post-infección, por lo que también se abre un amplio campo de investigación en este sentido.

## **7. CONCLUSIONES**

-El ejercicio aeróbico puede producir importantes efectos beneficiosos en los pacientes asmáticos, como son: (PEF, FEV<sub>1</sub>, FVC, FEF<sub>25-75%</sub>, MVV), mejora del control del asma, mejora de la capacidad aeróbica, mejora de los aspectos psicosociales del asma (niveles de ansiedad y estrés, calidad de vida). Dichos efectos y beneficios pueden diferir en función de la edad del paciente y la gravedad de su asma.

-Por su parte, la administración de heliox reduce la resistencia al flujo de las vías respiratorias, facilitando la entrada de aire en los pulmones, lo que a su vez consigue favorecer la entrada y depósito más profundo de partículas medicinales inhaladas en el pulmón asmático.

-La administración conjunta de heliox y broncodilatadores en pacientes asmáticos también consigue mejorar los parámetros espirométricos (PEF, FEV<sub>1</sub>, FVC, FEV<sub>1</sub>/FVC, FEF<sub>25-75%</sub>, FEF<sub>máx</sub>, FEF<sub>25%</sub>, FEF<sub>50%</sub> y FEF<sub>75%</sub>) y disminuir la disnea, particularmente en pacientes con un grado más severo de asma.

-A su vez, dicha administración de heliox junto con broncodilatadores en pacientes asmáticos, puede resultar de ayuda a aquellos que tengan dificultad para realizar ejercicio, ya que el heliox disminuye la disnea y, por tanto, puede facilitar la realización de ejercicio físico en sujetos asmáticos. Así, les puede permitir el beneficiarse de los

efectos potenciales del ejercicio aeróbico, minimizando las dificultades para la realización del mismo.

-Dados los beneficios potenciales de ambas terapias, tanto por separado como, especialmente, de manera conjunta, se considera pertinente y de especial interés proponer un futuro estudio de investigación que permita evaluar los efectos de la implementación de ambas terapias conjuntas, es decir, los efectos y beneficios del ejercicio aeróbico junto con la administración de heliox y broncodilatadores en pacientes asmáticos, con particular interés en el asma de grado moderado-severo.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Guía Española para el Manejo del Asma GEMA 4.4. [Internet]. [citado 7 de marzo de 2020]. Disponible en: [https://www.semg.es/images/documentos/GEMA\\_4\\_4.pdf](https://www.semg.es/images/documentos/GEMA_4_4.pdf)
2. Global Initiative for Asthma. Guía de Bolsillo para el Manejo y la Prevención del Asma GINA 2019. [Internet]. [citado 7 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2019/07/GINA-Spanish-2019-wms.pdf>
3. Farid R, Azad FJ, Atri AE, Rahimi MB, Khaledan A, Talaei-Khoei M, et al. Effect of aerobic exercise training on pulmonary function and tolerance of activity in asthmatic patients. *Iran J Allergy Asthma Immunol*. 2005;4(3):133-8.
4. Bacon SL, Lavoie KL, Bourbeau J, Ernst P, Maghni K, Gautrin D, et al. The effects of a multisite aerobic exercise intervention on asthma morbidity in sedentary adults with asthma: the Ex-asthma study randomised controlled trial protocol. *BMJ Open* [Internet]. 2013;3(6). [citado 1 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://search.proquest.com/medline/docview/1371268012/abstract/7B8F4D92A51B4EA8PQ/1>
5. Osadnik CR, McDonald VM, Holland AE. Pulmonary rehabilitation for adults with asthma. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2019;(11) [citado 1 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD013485/full/es>
6. Jaakkola JJK, Aalto SAM, Hernberg S, Kiihamäki S-P, Jaakkola MS. Regular exercise improves asthma control in adults: A randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2019;9(1):12088. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48484-8>
7. Francisco CdO, Bhatwadekar SA, Babineau J, Reid WD, Yadollahi A. Effects of physical exercise training on nocturnal symptoms in asthma: Systematic review. *PLoS ONE*. 2018;13(10): e0204953. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204953>
8. MedlinePlus enciclopedia médica. Asma [Internet]. [citado 8 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000141.htm>
9. Gomes ELFD, Carvalho CRF, Peixoto-Souza FS, Teixeira-Carvalho EF, Mendonça JFB, Stirbulov R, et al. Active Video Game Exercise Training Improves the Clinical Control of Asthma in Children: Randomized Controlled Trial. *PloS One*. 2015;10(8):e0135433.
10. Carlsen K-H, Hem E, Stensrud T. Asthma in adolescent athletes. *Br J Sports Med*. 2011;45(16):1266-71.
11. Laitano O, Meyer F. Exercise-induced asthma: Current aspects and recommendations. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(1):58e-61e.
12. Tancredi G, Quattrucci S, Scalercio F, De Castro G, Zicari AM, Bonci E, et al. 3-min step test and treadmill exercise for evaluating exercise-induced asthma. *Eur Respir J*. 2004;23(4):569-74.
13. Del Giacco SR, Firinu D, Bjermer L, Carlsen K-H. Exercise and asthma: an overview. *Eur Clin Respir J*. 2015;2:27984.
14. Wuestenfeld JC, Wolfarth B. Special considerations for adolescent athletic and asthmatic patients. *Open Access J Sports Med*. 2013;4:1-7.

15. Williams B, Powell A, Hoskins G, Neville R. Exploring and explaining low participation in physical activity among children and young people with asthma: a review. *BMC Fam Pract* 2008;9(40). <https://doi.org/10.1186/1471-2296-9-40>
16. Anderson SD, Caillaud C, Brannan JD. Beta2-agonists and exercise-induced asthma. *Clin Rev Allergy Immunol*. 2006;31(2-3):163-80.
17. de Andrade LB, Britto MCA, Lucena-Silva N, Gomes RG, Figueroa JN. The efficacy of aerobic training in improving the inflammatory component of asthmatic children. Randomized trial. *Respir Med*. 2014;108(10):1438-45.
18. Mendes FAR, Gonçalves RC, Nunes MPT, Saraiva-Romanholo BM, Cukier A, Stelmach R, et al. Effects of aerobic training on psychosocial morbidity and symptoms in patients with asthma: a randomized clinical trial. *Chest*. 2010;138(2):331-7.
19. Abdelbasset WK, Alsubaie SF, Tantawy SA, Abo Elyazed TI, Kamel DM. Evaluating pulmonary function, aerobic capacity, and pediatric quality of life following a 10-week aerobic exercise training in school-aged asthmatics: a randomized controlled trial. *Patient Prefer Adherence*. 2018;12:1015-23.
20. Gupta VK, Cheifetz IM. Heliox administration in the pediatric intensive care unit: An evidence-based review. *Pediatr Crit Care Med*. 2005;6(2):204-11.
21. Rodrigo GJ. Advances in acute asthma. *Curr Opin Pulm Med*. Enero de 2015;21(1):22-6.
22. Frazier MD, Cheifetz IM. The Role of Heliox in Paediatric Respiratory Disease. *Paediatr Respir Rev*. Marzo de 2010;11(1):46-53.
23. Kim IK, Saville AL, Sikes KL, Corcoran TE. Heliox-driven albuterol nebulization for asthma exacerbations: An overview. *Respir Care*. Junio de 2006;51(6):613-8.
24. Levy SD, Alladina JW, Hibbert KA, Harris RS, Bajwa EK, Hess DR. High-flow oxygen therapy and other inhaled therapies in intensive care units. *Lancet*. Abril de 2016;387(10030):1867-78.
25. Kim IK, Corcoran T. Recent Developments in Heliox Therapy for Asthma and Bronchiolitis. *Clin Pediatr Emerg Med*. Junio de 2009;10(2):68-74.
26. Rose JS, Panacek EA, Miller P. Prospective randomized trial of heliox-driven continuous nebulizers in the treatment of asthma in the Emergency Department. *J Emerg Med*. Febrero de 2002;22(2):133-7.
27. El-Khatib MF, Jamaledine G, Kanj N, Zeineddine S, Chami H, Bou-Akl I, et al. Effect of Heliox- and Air-Driven Nebulized Bronchodilator Therapy on Lung Function in Patients with Asthma. *Lung*. Junio de 2014;192(3):377-83.
28. Katz I, Pichelin M, Montesantos S, Majoral C, Martin A, Conway J, et al. Using Helium-Oxygen to Improve Regional Deposition of Inhaled Particles: Mechanical Principles. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv*. Abril de 2014;27(2):71-80.
29. Lee DL, Hsu CW, Lee H, Chang HW, Huang YCT. Beneficial effects of albuterol therapy driven by heliox versus by oxygen in severe asthma exacerbation. *Acad Emerg Med*. Septiembre de 2005;12(9):820-7.
30. Escala PEDro (Español) [Internet]. PEDro. [citado 5 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.pedro.org.au/spanish/downloads/pedro-scale/>

31. Hancox RJ, Rasmussen F. Does physical fitness enhance lung function in children and young adults? *Eur Respir J* [Internet]. Febrero de 2018 [citado 29 de febrero de 2020];51(2). Disponible en: <https://erj.ersjournals.com/content/51/2/1701374>
32. Dogra S, Kuk JL, Baker J, Jamnik V. Exercise is associated with improved asthma control in adults. *Eur Respir J*. Febrero de 2011;37(2):318-23.
33. Piva JP, Menna Barreto SS, Zelmanovitz F, Amantéa S, Cox P. Heliox versus oxygen for nebulized aerosol therapy in children with lower airway obstruction. *Pediatr Crit Care Med*. 2002;3(1):6-10.
34. Kress JP, Noth I, Gehlbach BK, Barman N, Pohlman AS, Miller A, et al. The utility of albuterol nebulized with heliox during acute asthma exacerbations. *Am J Respir Crit Care Med*. Mayo de 2002;165(9):1317-21.
35. Sáez Roca G. Valoración del paciente con disnea. Escalas de medición [Internet]. [citado 6 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.neumosur.net/files/EB03-23%20disnea.pdf>
36. Sánchez Núñez JP. La Calidad de Vida en Pacientes con Rinoconjuntivitis y/o Asma Alérgico en Tratamiento con Inmunoterapia y sin ella [Trabajo Fin de Grado]. Universitat Jaume I. Curso 2017-18 [Internet]. [citado 22 de marzo de 2020]. Disponible en: [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/176736/TFG\\_2018\\_SanchezNunez\\_JuanPablo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/176736/TFG_2018_SanchezNunez_JuanPablo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
37. Juniper EF, Guyatt GH, Feeny DH, Ferrie PJ, Griffith LE, Townsend M. Measuring quality of life in children with asthma. *Qual Life Res*. Febrero de 1996;5(1):35-46.
38. Ramírez Narváez C, González Moro P, del Castillo Gómez L, García Cos JL, Lahoz Rallo B, Barros Rubio C. Calidad de vida en una población de niños asmáticos. *Aten Primaria*. Junio de 2006;38(2):96-101.
39. Cuestionario de control de asma (ACQ) [Internet]. [citado 9 de marzo de 2020]. Disponible en: [http://www.seicap.es/documentos/archivos/Z4D\\_wseicapacquestionario.pdf](http://www.seicap.es/documentos/archivos/Z4D_wseicapacquestionario.pdf)
40. Test de Control del Asma (ACT) [Internet]. [citado 9 de marzo de 2020]. Disponible en: [http://www.seicap.es/documentos/archivos/2A1\\_ACTasmacontroltest.pdf](http://www.seicap.es/documentos/archivos/2A1_ACTasmacontroltest.pdf)
41. Pérez-Yarza EG, Castro-Rodríguez JA, Villa Asensi JR, Garde Garde J, Hidalgo Bermejo FJ, Grupo VESCAI. [Validation of a Spanish version of the Childhood Asthma Control Test (Sc-ACT) for use in Spain]. *An Pediatr Barc Spain*. Agosto de 2015;83(2):94-103.

## ANEXOS

### *Anexo 1. Patogenia*

A pesar de que el desarrollo de la sintomatología puede deberse a diferentes causas, la respuesta final en el asma es la inflamación de toda la vía respiratoria. En muchos asmáticos se aprecia un patrón inflamatorio característico, en el que se da una elevación del recuento de células inmunitarias, como las células killer, los linfocitos T helper tipo 2 (Th-2), los mastocitos y los eosinófilos activados. Éstos producen mediadores inflamatorios que desencadenan los síntomas asmáticos. A ello se le suma que, dentro del propio sistema respiratorio, ciertas células también producen sustancias inflamatorias que provocan que la sintomatología se genere, persevere y aumente su gravedad <sup>1,4</sup>. Por el contrario, se ha observado cómo la estimulación de linfocitos T helper tipo 1 (Th1) que producen interleukinas-2 (IL-2) e interferón- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ) puede mitigar los Th2 y, por tanto, la inflamación alérgica <sup>4</sup>.

La cantidad o relación entre los Th1 y Th2 actuará de manera que un desequilibrio entre ambos, con predominio de Th2, pueda provocar el asma alérgico, permitiendo predecir tanto la severidad como la cronicidad de la patología. Por tanto, el equilibrio entre ambos linfocitos será importante en la inmunorregulación de los pacientes asmáticos <sup>4</sup>.

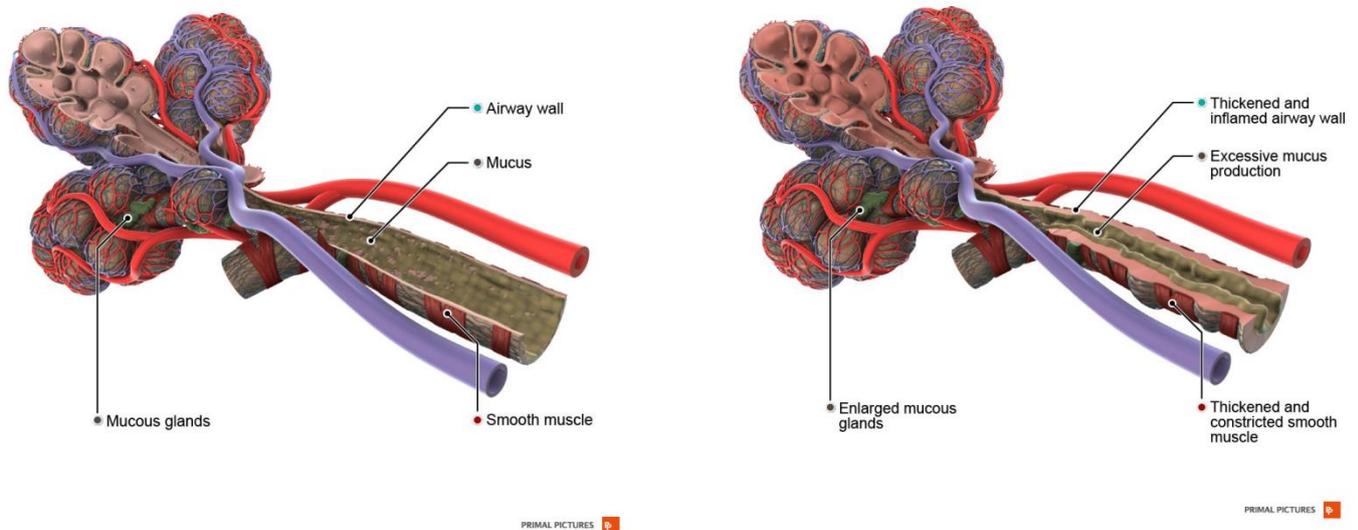
Entre las sustancias inflamatorias, encontramos el factor de necrosis tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) y citoquinas como la interleukina-1 (IL-1) y la interleukina-6 (IL-6), que se observan en patologías pulmonares crónicas e incrementan la respuesta inflamatoria. Por otro lado, encontramos interleukinas producidas por los Th-2, que median sobre todo en la inflamación alérgica, como son la interleukina-4 (IL-4), interleukina-5 (IL-5), interleukina-9 (IL-9) y la interleukina-13 (IL-13) <sup>1,4</sup>.

Tanto la IL-4 como la IL-13 median en la conversión de las inmunoglobulinas G (IgG) desarrolladas por los linfocitos B en inmunoglobulinas E (IgE), provocando la inflamación. A diferencia de la IL-13, la IL-4 también promueve la diferenciación de los linfocitos T a Th2. La IL-5 está relacionada específicamente con la inflamación eosinofílica, es decir, con la activación de los eosinófilos de las vías respiratorias, los cuales se encuentran elevados, activados y su mecanismo de apoptosis inhibido en pacientes asmáticos <sup>4</sup>.

Los eosinófilos son células inflamatorias cuya proporción es un marcador de la gravedad del asma. Liberan sustancias enzimáticas que provocan inflamación, dañando las células epiteliales de las vías aéreas, así como mediadores de la inflamación, aumentando la intensidad del fenómeno inflamatorio <sup>4</sup>.

También es frecuente que se produzcan cambios dentro de las estructuras del árbol bronquial, una remodelación de las vías respiratorias que consta de un engrosamiento de la capa reticular de la membrana basal, fibrosis subepitelial, hipertrofia e hiperplasia de la musculatura lisa bronquial, proliferación y dilatación de los vasos, hiperplasia de las glándulas mucosas e hipersecreción de moco, lo cual provoca a la larga una progresiva disminución de la función pulmonar <sup>1</sup>.

En la *Figura 1* se muestra la comparativa entre un alveolo y un bronquio sano, y un alveolo y un bronquio asmático.



*Figura 1. Bronquio y alveolo sanos (izquierda) frente a bronquio y alveolo asmáticos (derecha) <sup>9</sup>.*

Otra característica fisiopatológica del asma es conocida como hiperreactividad bronquial (HRB), la cual provoca una respuesta exagerada ante un estímulo mínimamente dañino. Esto lleva a la respuesta sintomática y a la reducción del flujo respiratorio <sup>1</sup>.

La HRB está relacionada con los cambios producidos en la vía respiratoria por la inflamación y por el desarrollo de la propia enfermedad. Sin embargo, es posible controlarla parcialmente mediante el tratamiento antiinflamatorio y el control de la patología, aunque no erradicarla completamente. Además, el grado de intensidad de la sintomatología del asma dependerá en parte del nivel de HRB, así como de los marcadores de la inflamación <sup>1</sup>.

Otra peculiaridad del asma es la variabilidad con la que se presentan los síntomas, el grado de los mismos y la función pulmonar, pudiendo también diferir en una misma persona a lo largo del día <sup>1</sup>.

Los mecanismos que en conjunto pueden estar detrás de la HRB son la contracción excesiva del músculo liso de la vía respiratoria, el desacoplamiento de la contracción de las vías respiratorias, la hipersensibilización de los nervios sensitivos y el propio engrosamiento de las paredes de las vías respiratorias <sup>1</sup>.

*Anexo 2. Escala de Disnea de Borg modificada* <sup>35</sup>.

**ESCALA DE BORG  
(modificada)**

- 0:** Nada de nada
- 0,5:** Muy, muy ligera  
(apenas apreciable)
- 1:** Muy ligera
- 2:** Ligera
- 3:** Moderada
- 4:** Algo intensa
- 5:** Intensa
- 6:** Entre 5 y 7
- 7:** Muy intensa
- 8:** Entre 7 y 9
- 9:** Muy, muy intensa  
(casi máxima)
- 10:** Máxima

### **Anexo 3. Clasificación <sup>1</sup>.**

La clasificación del asma generalmente viene dada por la gravedad que presente el paciente, dividiéndose en cuatro categorías: intermitente, persistente leve, persistente moderado y persistente grave (véase *Tabla 6*). Es importante tener en cuenta que la gravedad viene determinada por la intensidad de la clínica, así como la respuesta al tratamiento.

Sin embargo, la gravedad no puede ser fijada de una manera exacta, ya que puede variar durante el recorrido de la enfermedad. Así pues, es necesario volver a evaluarla en controles periódicos. Se fijará la severidad a posteriori, una vez el paciente haya controlado su asma y en función de la cantidad de medicación necesaria para estabilizar su enfermedad.

Hay casos en los que no se pueden aplicar pruebas para valorar la función pulmonar, como por ejemplo en niños asmáticos muy pequeños, por lo que su clasificación irá en función de su clínica y dependerá también de si es episódica o si por el contrario es persistente, esta última de mayor gravedad.

También se puede clasificar según el control de la enfermedad, aunque conseguir el control de la misma depende de cada persona y de la propia sintomatología y fisiopatología del asma de cada paciente. Esto es debido a que no todos responden de la misma manera o con la misma rapidez al tratamiento, por lo que no consiguen estabilizar la enfermedad homogéneamente. En función de dicho control, el asma se clasifica en asma bien controlado, asma parcialmente controlado y asma mal controlado (véase *Tabla 7*).

Se debe tener en cuenta que, debido a la heterogeneidad de la patología, un paciente puede contar con un buen control de la enfermedad, pero presentar exacerbaciones con frecuencia, y en cambio una persona asmática con mal control de la enfermedad puede tener pocas o ninguna exacerbación.

Para una mejor evaluación del control y su estandarización existen diversos y sencillos cuestionarios para rellenar por el paciente, los cuales han sido validados y adaptados al castellano: Cuestionario de Control del Asma (ACQ) y el Test de Control del Asma (ACT) (véanse los *Anexos 8 y 9*). Ambos tienen una fiabilidad baja en cuanto a la detección del asma mal controlado, por lo que es necesaria la utilización de otras

herramientas complementarias, como la espirometría, para valorar también el control de la enfermedad. También se dispone de una adaptación al castellano del Test de Control del Asma Infantil (c-ACT) (véase *Anexo 10*).

Igualmente interesantes resultan los instrumentos que permiten medir la calidad de vida en estos pacientes, como son la versión reducida del Cuestionario de Calidad de Vida en Pacientes con Asma (mini-AQLQ), y su versión pediátrica (PAQLQ) (véanse *Anexos 5 y 6*).

*Tabla 6. Clasificación de la gravedad del asma en adultos (antes de recibir tratamiento) <sup>1</sup>. Adaptación del autor.*

	<b>Intermitente</b>	<b>Persistente leve</b>	<b>Persistente moderado</b>	<b>Persistente grave</b>
<b>Síntomas diurnos</b>	No (2 veces o menos a la semana)	Más de 2 veces/semana	Síntomas a diario	Síntomas continuos (varias veces/día)
<b>Medicación de alivio</b> (agonista B2-adrenérgico de acción corta)	No (2 veces o menos/semana)	Más de 2 veces/semana, pero no a diario	Todos los días	Varias veces/día
<b>Síntomas nocturnos</b>	No más de 2 veces/mes	Más de 2 veces/mes	Más de 1 vez/semana	Frecuentes
<b>Limitación de la actividad</b>	Ninguna	Algo	Bastante	Mucha
<b>Función pulmonar (FEV<sub>1</sub> o PEF) % teórico</b>	> 80%	> 80%	> 60% - < 80%	< o igual a 60%
<b>Exacerbaciones</b>	Ninguna	Una o ninguna/año	Dos o más/año	Dos o más/año

Tabla7. Clasificación del control del asma en adultos <sup>1</sup>. Adaptación del autor.

	<b>BIEN controlado (Todos los siguientes)</b>	<b>PARCIALMENTE controlado (Cualquier medida en cualquier semana)</b>	<b>MAL controlado</b>
<b>Síntomas diurnos</b>	Ninguno o 2 o menos/semana	Más de 2 veces/semana	Si hay 3 o más de las características de asma parcialmente controlado
<b>Necesidad medicación de alivio (rescate) (SABA)</b>	Ninguna o 2 o menos/semana	Más de 2 veces/semana	
<b>Síntomas nocturnos/despertares</b>	Ninguno	Cualquiera	
<b>Limitación de la actividad</b>	Ninguna	Cualquiera	
<b>Función pulmonar -FEV<sub>1</sub> -PEF</b>	> 80% del valor teórico > 80% del mejor valor personal	< 80% del valor teórico < 80% del mejor valor personal	
<b>Exacerbaciones</b>	Ninguna	Una o más/año	Una o más en cualquier semana

#### ***Anexo 4. Tratamiento***

El tratamiento del asma está dirigido hacia la prevención y la regulación de sus exacerbaciones, complicaciones y síntomas, así como a evitar la pérdida progresiva de función pulmonar y reducir el riesgo de mortalidad <sup>1,2</sup>.

Es importante también tener en cuenta los efectos secundarios del tratamiento farmacológico (del que hablaremos a continuación), para reducirlos al mínimo <sup>1,2</sup>.

Será igualmente preciso tener en cuenta los objetivos y necesidades del paciente respecto al manejo de su patología <sup>1,2</sup>.

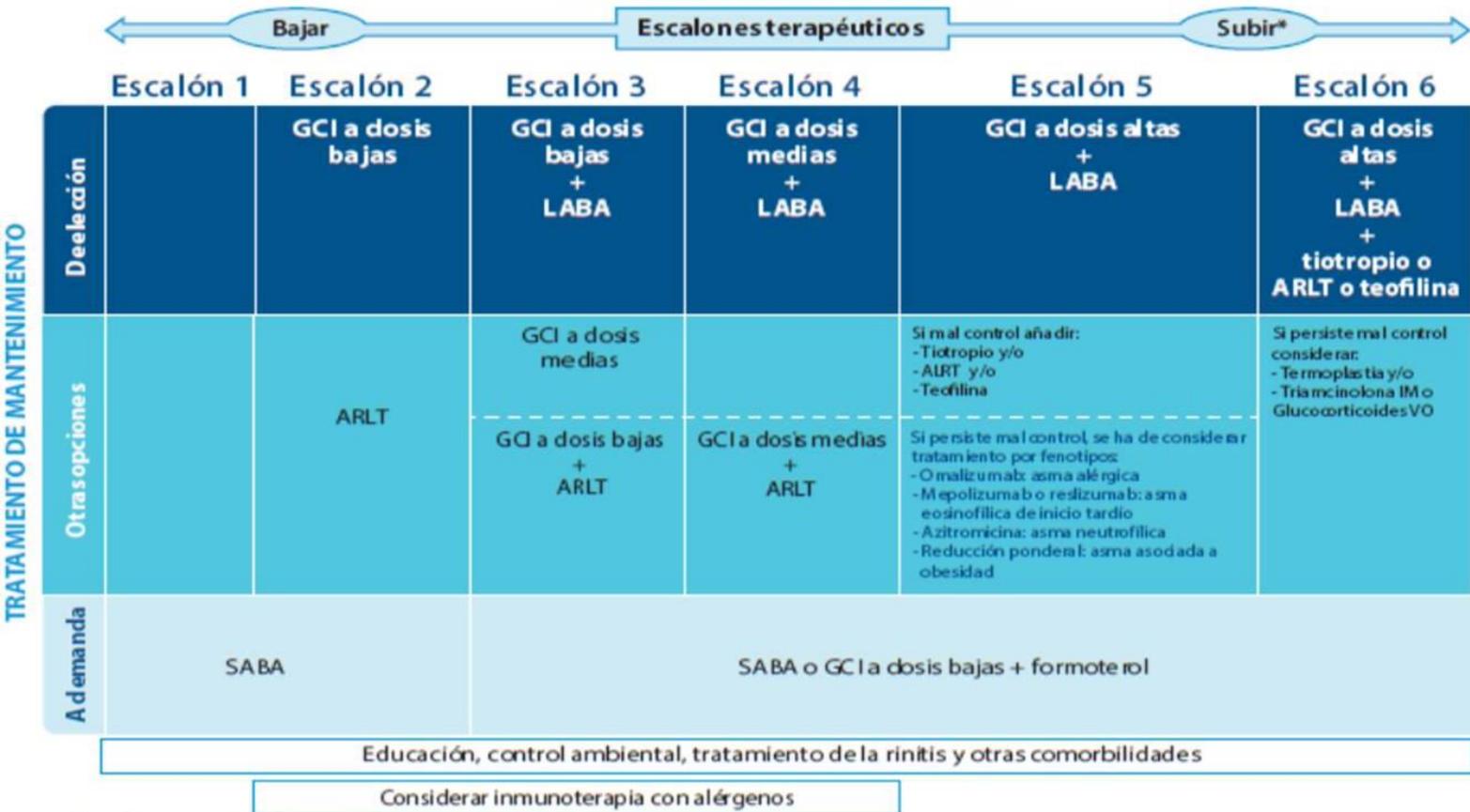
El tratamiento debe ser reevaluado constantemente, para evitar caer en la inercia terapéutica, y adaptarlo al control del manejo del asma en cada momento de la vida del paciente, así como a sus factores de riesgo y patologías asociadas <sup>1,2</sup>. Los objetivos prioritarios del tratamiento farmacológico, tanto a largo como a corto plazo, son reducir las exacerbaciones, prevenir la sintomatología, conseguir el mantenimiento de la función pulmonar y permitirle al paciente la realización de las actividades de la vida diaria (AVD) y de ejercicio, es decir, permitirle llevar una vida sin limitaciones <sup>1</sup>.

En cuanto a dicho tratamiento farmacológico, se distinguen dos tipos: el de mantenimiento o de control, y el de alivio o de rescate. El primero será el que ayude al paciente a controlar su patología a lo largo de su vida, y se utilizará diariamente durante largos periodos de tiempo. Dentro de este tipo de medicamentos encontramos los glucocorticoides inhalados (GCI), antagonistas de los receptores de los leucotrienos (ARLT), agonistas B<sub>2</sub>-adrenérgicos de larga duración o LABA (formoterol, salmeterol, vilanterol), tiotropio y anticuerpos monoclonales anti-IgE como el omalizumab <sup>1,2</sup>.

Los medicamentos de rescate permitirán al paciente un alivio de la sintomatología en momentos puntuales a demanda, como por ejemplo, antes de realizar ejercicio, para evitar la broncoconstricción inducida por éste, o cuando note un brote en cualquier situación. De este tipo serían los agonistas B<sub>2</sub>-adrenérgicos de corta duración o SABA (salbutamol, terbutalina) <sup>1,2</sup>.

Debe seguirse una actuación escalonada de tratamiento, es decir, si la patología está bien controlada, se debe buscar la dosis mínima efectiva que permita el control de la misma. En cambio, si no está controlada se deberán subir las dosis según los llamados

“escalones terapéuticos”, para estabilizar la enfermedad dependiendo del nivel de control de la patología en ese momento <sup>1,2</sup> (véase la *Figura 2*).



*Figura 2. Escalones terapéuticos del tratamiento de mantenimiento del asma del adulto* <sup>1</sup>. El escalón 1 corresponde al asma intermitente, el escalón 2 al asma persistente leve, los escalones 3 y 4 al asma persistente moderado y los escalones 5 y 6 al asma persistente grave <sup>2</sup>.

Aunque en el escalón terapéutico 1 se aconseja tomar sólo SABA a demanda, se ha demostrado que el tratamiento con SABA en monoterapia puede aumentar el riesgo de exacerbaciones hasta en pacientes con asma controlado, y reducir considerablemente la función pulmonar a largo plazo. Por esto, es recomendable que los pacientes también tomen GCI en dosis bajas como tratamiento de mantenimiento en el escalón 1 <sup>2</sup>.

Resulta imprescindible y muy valiosa la educación del paciente respecto al conocimiento de su enfermedad, cómo controlarla, cómo vigilarla (mediante un medidor del PEF), cómo administrar el tratamiento correctamente, es decir, el adecuado uso del

inhalador, en tiempo y forma, y sobre todo cómo reaccionar en diversos momentos, como por ejemplo ante una exacerbación de los síntomas. Además, se deberá concienciar al paciente de la importancia del tratamiento para conseguir la adherencia al mismo, y explicarle cómo ciertos elementos ambientales pueden empeorar su patología y deben evitarse, en concreto el tabaco y la contaminación. Esta concienciación ayudará al paciente, reduciendo considerablemente las descompensaciones de la enfermedad, y supondrá a su vez un descenso del gasto público, ya que la necesidad del paciente en cuanto a atención médica disminuirá <sup>1,2</sup>.

**Anexo 5. Mini-AQLQ: Versión reducida del Cuestionario de Calidad de Vida en el Asma <sup>36</sup>.**

<b>EN GENERAL, ¿CON QUÉ FRECUENCIA DURANTE LAS 2 ÚLTIMAS SEMANAS:</b>								
Dominio		Siempre 1	Casi siempre 2	Gran parte del tiempo 3	Parte del tiempo 4	Poco tiempo 5	Casi nunca 6	Nunca 7
Sint.	1. NOTÓ QUE LE FALBA EL AIRE debido al asma?	1	2	3	4	5	6	7
Amb.	2. Sintió que le molestaba el POLVO, o tuvo que evitar un lugar debido al POLVO?	1	2	3	4	5	6	7
Emo.	3. Se sintió FRUSTRADO O IRRITADO debido al asma?	1	2	3	4	5	6	7
Sint.	4. Sintió molestias debido a la TOS?	1	2	3	4	5	6	7
Emo.	5. TUVO MIEDO DE NO TENER A MANO SU MEDICACIÓN PARA EL ASMA?	1	2	3	4	5	6	7
Sint.	6. Notó una sensación de AHOGO U OPRESIÓN EN EL PECHO?	1	2	3	4	5	6	7
Amb.	7. Sintió que le molestaba el HUMO DEL TABACO, o tuvo que evitar un lugar debido al HUMO DEL TABACO?	1	2	3	4	5	6	7
Sint.	8. Tuvo DIFICULTADES PARA DORMIR BIEN POR LA NOCHE debido al asma?	1	2	3	4	5	6	7

		Siempre 1	Casi siempre 2	Gran parte del tiempo 3	Parte del tiempo 4	Poco tiempo 5	Casi nunca 6	Nunca 7
Emo.	9. Se sintió PREOCUPADO POR TENER ASMA?	1	2	3	4	5	6	7
Sint.	10. Sintió SILBIDOS O PITOS en el pecho?	1	2	3	4	5	6	7
Amb.	11. Sintió que le molestaba o tuvo que evitar salir de casa DEBIDO AL TIEMPO O A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA?	1	2	3	4	5	6	7

**¿HASTA QUÉ PUNTO EL ASMA LE HA LIMITADO PARA HACER ESTAS ACTIVIDADES DURANTE LAS 2 ÚLTIMAS SEMANAS?**

		Totalmente limitado 1	Extrema- mente limitado 2	Muy limitado 3	Modera- damente limitado 4	Algo limitado 5	Poco limitado 6	Nada limitado 7
Activ	12. ESFUERZOS INTENSOS (como darse prisa, hacer ejercicio, subir escaleras corriendo, hacer deporte)	1	2	3	4	5	6	7
Activ	13. ESFUERZOS MODERADOS (como caminar, hacer las tareas del hogar, trabajar en el jardín o en el huerto, hacer la compra, subir escaleras sin correr)	1	2	3	4	5	6	7
Activ	14. ACTIVIDADES SOCIALES (como hablar, jugar con niños/animales domésticos, visitar a amigos/familiares)	1	2	3	4	5	6	7
Activ	15. ACTIVIDADES REALCIONADAS CON SU TRABAJO (tareas que tiene que hacer en su trabajo*)	1	2	3	4	5	6	7

*\* Si no está trabajando, responda a esta pregunta pensando en las tareas que tiene que hacer la mayoría de los días*

Dominio	Global	Síntomas	Ambiente	Actividades	Emociones
Puntuación					
Promedio					

**Resultados:**

Se realiza la media de las preguntas de cada ítem (síntomas actividades de la diaria, función emocional). A mayor puntuación en cada bloque, mejor calidad de vida global <sup>37</sup>.

**Anexo 6. PAQLQ: Cuestionario de calidad de vida pediátrico en el asma <sup>38</sup>. Este cuestionario evalúa de forma global la calidad de vida del niño mediante 23 preguntas relacionadas con los síntomas, la función emocional y las actividades de la vida diaria, mediante una valoración del 1 al 7 en cada pregunta, donde 1 es la máxima afectación y 7 la mínima <sup>37</sup>.**

**ANEXO  
1**

**Cuestionario de calidad de vida  
en niños con asma**

Actividades

Por culpa del asma puedes haber encontrado algunas dificultades para hacer algunas de las cosas que te gusta hacer o las puedes haber encontrado poco divertidas. Me gustaría que pensaras en todas las cosas que haces en las cuales has tenido molestias a causa de tu asma.

Algunas personas sienten molestias a causa del asma cuando hacen alguna de las cosas siguientes. Por favor, lee la lista. Piensa en cómo tu asma te ha molestado durante los últimos 7 días.

En la página siguiente, escribe las 3 cosas en las que el asma te haya molestado más durante los últimos 7 días. Han de ser actividades que realices con regularidad durante este estudio. Las 3 actividades que escojas pueden estar en la lista, o puedes pensar en otras que hagas habitualmente.

1. Reír
2. Correr
3. Subir una cuesta
4. Subir una escalera
5. Caminar
6. Estar en un sitio cerrado
7. Jugar en el recreo
8. Jugar con los amigos
9. Salir con los amigos
10. Jugar con los animales domésticos
11. Bailar
12. Dormir
13. Levantarse por la mañana
14. Hacer trabajos domésticos
15. Hablar
16. Cantar
17. Gritar
18. Hacer manualidades o hobbies
19. Estudiar
20. Fútbol
21. Montar en bicicleta
22. Baloncesto
23. Natación
24. Judo, karate, taekwondo
25. Tenis
26. Frontón
27. Atletismo
28. Ir en monopatín
29. Ir de excursión
30. Rugby
31. Voleibol
32. Patinar
33. Gimnasia
34. Esquiar
35. Jockey
36. Escalar
37. Saltar

(Continúa en la página siguiente)

**ANEXO  
1**

**Cuestionario de calidad de vida  
en niños con asma (continuación)**

En las líneas siguientes escribe las 3 actividades en las que el asma te haya molestado más. Queremos saber cuánto te ha molestado el asma para hacer estas cosas durante los últimos 7 días. Marca con una X la casilla que describa mejor hasta qué punto te has sentido molesto.

¿Cuánto te ha molestado el asma para hacer las siguientes actividades durante los últimos 7 días?

	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	Me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada	No he hecho la actividad
1.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿Cuánto te ha molestado durante los últimos 7 días...

	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	Me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada
4. la tos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En general, ¿con qué frecuencia durante los últimos 7 días te has sentido...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi siempre	Nunca
5. desilusionado o triste por no haber podido hacer lo que querías debido al asma?	<input type="checkbox"/>						

En general, ¿con qué frecuencia durante los últimos 7 días te has sentido...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi siempre	Nunca
6. cansado debido al asma?	<input type="checkbox"/>						
7. preocupado o inquieto debido al asma?	<input type="checkbox"/>						

¿Cuánto te ha molestado durante los últimos 7 días...

	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	Me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada
8. los ataques de asma?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En general, ¿con qué frecuencia durante los últimos 7 días te has sentido...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi siempre	Nunca
9. enfadado debido al asma?	<input type="checkbox"/>						

¿Cuánto te han molestado durante los últimos 7 días...

	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	Me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada
10. los pitos o silbidos en el pecho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En general, ¿con qué frecuencia durante los últimos 7 días te has sentido...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi siempre	Nunca
11. irritable o de mal humor a causa del asma?	<input type="checkbox"/>						

¿Cuánto te ha molestado durante los últimos 7 días...

	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	Me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada
12. la dificultad para respirar opresión en el pecho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En general, ¿con qué frecuencia durante los últimos 7 días te has sentido...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi siempre	Nunca
13. diferente o que te han dejado de lado debido al asma?	<input type="checkbox"/>						

(Continúa en la página siguiente)

**ANEXO  
1**

**Cuestionario de calidad de vida  
en niños con asma (continuación)**

¿Cuánto te ha molestado durante los últimos 7 días...

	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	Me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada
14. la falta de aire?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En general, ¿con qué frecuencia durante los últimos 7 días te has sentido...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi siempre	Nunca
15. desilusionado o triste porque no podías seguir el ritmo de los demás?	<input type="checkbox"/>						
16. te has despertado por la noche debido al asma?	<input type="checkbox"/>						
17. te has sentido nervioso o molesto debido al asma?	<input type="checkbox"/>						
18. has notado que te quedabas sin aire?	<input type="checkbox"/>						
19. has notado que no podías seguir el ritmo de los demás debido al asma?	<input type="checkbox"/>						
20. dormiste mal por la noche debido al asma?	<input type="checkbox"/>						
21. has tenido miedo durante un ataque de asma?	<input type="checkbox"/>						

Piensa en todas las actividades o cosas que hiciste durante los últimos 7 días...

	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	Me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada
22. ¿Cuánto te molestó el asma mientras hacías?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

En general, ¿con qué frecuencia durante los últimos 7 días...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi siempre	Nunca
23. te ha costado respirar hondo?	<input type="checkbox"/>						

**Resultados:** Se realiza la media de las preguntas de cada ítem (síntomas actividades de la diaria, función emocional). A mayor puntuación en cada bloque, mejor calidad de vida global <sup>37</sup>.

*Anexo 7. Escala PEDro (castellano)* <sup>30</sup>.

### **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: |

*Anexo 8. ACQ: Cuestionario de Control del Asma*<sup>39</sup>.

**ACQ: Cuestionario de control de asma**

Este cuestionario consta de 5 preguntas que se puntúan de 0 a 6.

Se suman los puntos y se divide entre 5. Según el resultado:

Menos o igual a 0,75 : Control adecuado del asma

De 0,75 a 1,50 : Asma parcialmente controlada

Más de 1,50 : Control inadecuado del asma

1. En promedio, durante la última semana, ¿con qué frecuencia se despertó por la noche debido al asma?

- 0: Nunca
- 1: Casi nunca
- 2: Unas pocas veces
- 3: Varias veces
- 4: Muchas veces
- 5: Muchísimas veces
- 6: Incapaz de dormir, debido al asma

2. En promedio, durante la última semana, ¿cómo fueron de graves los síntomas de asma que tuvo al despertarse por la mañana?

- 0: No tuvo síntomas
- 1: Síntomas muy ligeros
- 2: Síntomas ligeros
- 3: Síntomas moderados
- 4: Síntomas bastante graves
- 5: Síntomas graves
- 6: Síntomas muy graves

3. En promedio, durante la última semana, ¿hasta qué punto el asma le limitó en sus actividades?

- 0: Nada limitado
- 1: Muy poco limitado
- 2: Poco limitado
- 3: Moderadamente limitado
- 4: Muy limitado
- 5: Extremadamente limitado
- 6: Totalmente limitado

4. En promedio, durante la última semana, ¿hasta qué punto notó que le faltaba el aire debido al asma?

- 0: Nada en absoluto
- 1: Muy poco
- 2: Un poco
- 3: Moderadamente
- 4: Bastante
- 5: Mucho
- 6: Muchísimo

5. En promedio, durante la última semana, ¿cuánto tiempo tuvo silbidos o pitidos en el pecho?

- 0: Nunca
- 1: Casi nunca
- 2: Poco tiempo
- 3: Parte del tiempo
- 4: Mucho tiempo
- 5: Casi siempre
- 6: Siempre

A pesar de estas puntuaciones, recientemente se validaron nuevos límites<sup>1</sup>:

- Asma bien controlado: < 0,5.
- Asma parcialmente controlado: entre 0,5 y 0,99.
- Asma no controlado: > o igual a 1.

*Anexo 9. ACT: Test de Control del Asma* <sup>40</sup>.

---

**TEST ACT:** Test de control del asma (para mayores de 12 años)

Este test sirve para valorar el control del asma. Marque con un círculo el valor de cada respuesta. Sume los cinco valores.

A. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia le impidió el asma llevar a cabo sus actividades en el trabajo, la escuela o el hogar?

1. Siempre
2. Casi siempre
3. Algunas veces
4. Pocas veces
5. Nunca

B. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia ha sentido que le faltaba el aire?

1. Más de una al día
2. Una vez al día
3. De tres a seis veces por semana
4. Una o dos veces por semana
5. Nunca

C. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia le despertaron por la noche o más temprano de lo habitual por la mañana los síntomas de asma (sibilancias/pitos, tos, falta de aire, opresión o dolor en el pecho)?

1. cuatro noches o más por semana
2. De dos a tres noches por semana
3. Una vez por semana
4. Una o dos veces
5. Nunca

D. Durante las últimas 4 semanas, ¿con qué frecuencia ha utilizado su inhalador de rescate (por ejemplo, salbutamol, Ventolín, Terbasmin,...)?

1. Tres veces o más al día
2. Una o dos veces al día
3. dos o tres veces por semana
4. Una vez por semana o menos
5. Nunca

E. ¿Cómo calificaría el control de su asma durante las últimas 4 semanas?

1. Nada controlada
2. Mal controlada
3. Algo controlada
4. Bien controlada
5. Totalmente controlada

**Resultado:** Total de 25: Control total del asma  
De 20 a 24 : Buen control del asma  
23 o menos: Asma no controlada

**Anexo 10. C-ACT: Test de Control del Asma Infantil (niños entre 4 y 11 años) <sup>41</sup>.**

Deje que su hijo/a responda a estas preguntas.

1. ¿Cómo está tu asma hoy?

Puntuación

 <b>0</b> Muy mal	 <b>1</b> Mal	 <b>2</b> Bien	 <b>3</b> Muy bien	<input type="checkbox"/>
-------------------------	---------------------	----------------------	--------------------------	--------------------------

2. ¿En qué medida tu asma es un problema cuando corres, haces gimnasia o practicas deporte?

 <b>0</b> Es un gran problema, no puedo hacer lo que quiero.	 <b>1</b> Es un problema y no me gusta.	 <b>2</b> Es un pequeño problema pero no importa.	 <b>3</b> No es ningún problema.	<input type="checkbox"/>
--	---	---	--	--------------------------

3. ¿Toses a causa de tu asma?

 <b>0</b> Sí, siempre.	 <b>1</b> Sí, casi siempre.	 <b>2</b> Sí, algunas veces.	 <b>3</b> No, nunca.	<input type="checkbox"/>
------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	----------------------------	--------------------------

4. ¿Te despiertas por la noche a causa de tu asma?

 <b>0</b> Sí, siempre.	 <b>1</b> Sí, casi siempre.	 <b>2</b> Sí, algunas veces.	 <b>3</b> No, nunca.	<input type="checkbox"/>
------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	----------------------------	--------------------------

**Responda a las siguientes preguntas usted solo/a.**

5. En las últimas 4 semanas, ¿cuántos días tuvo su hijo/a síntomas del asma durante el día?

<b>5</b> Ninguno	<b>4</b> 1-3 días	<b>3</b> 4-10 días	<b>2</b> 11-18 días	<b>1</b> 19-24 días	<b>0</b> Cada día	<input type="checkbox"/>
---------------------	----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	----------------------	--------------------------

6. En las últimas 4 semanas, ¿cuántos días tuvo su hijo/a silbidos en el pecho durante el día a causa del asma?

<b>5</b> Ninguno	<b>4</b> 1-3 días	<b>3</b> 4-10 días	<b>2</b> 11-18 días	<b>1</b> 19-24 días	<b>0</b> Cada día	<input type="checkbox"/>
---------------------	----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	----------------------	--------------------------

7. En las últimas 4 semanas, ¿cuántos días se despertó su hijo/a durante la noche, a causa del asma?

<b>5</b> Ninguno	<b>4</b> 1-3 días	<b>3</b> 4-10 días	<b>2</b> 11-18 días	<b>1</b> 19-24 días	<b>0</b> Cada día	<input type="checkbox"/>
---------------------	----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	----------------------	--------------------------

Total

**Resultados:**

- Igual o inferior a 19: Posible asma no controlado
- Igual o mayor a 20: Posible asma controlado