



**UGR** Universidad  
del Gran Rosario

## **TESINA**

Presentada para solicitar su inscripción  
en el marco normativo vigente de la carrera de

### **LICENCIATURA EN KINESIOLOGIA Y FISIATRIA**

TÍTULO:

**“ASMA INDUCIDO POR EJERCICIO. ANALISIS DEL  
TRATAMIENTO MEDIANTE EJERCICIO”**

Autor:

Díaz, Daniel Ángel. IUGR 1586

Director:

Lic. Meritano, Luciano

Fecha de Presentación:

27/11/2020

Firma del Autor

## RESUMEN

**Introducción:** El asma es un proceso inflamatorio crónico de la vía aérea que condiciona una obstrucción reversible de la misma. Si este estrechamiento ocurre cuando se realiza un ejercicio moderado o vigoroso se lo denomina asma inducido por ejercicio, siendo este último un facilitador de la misma al mismo tiempo que es una de las recomendaciones principales del tratamiento.

**Objetivo:** Realizar un análisis crítico de la literatura sobre el tratamiento mediante ejercicio en pacientes con Asma Inducido por Ejercicio.

**Métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica incluyendo estudios con texto completo publicados a partir del año 2005 en las bases de datos Pubmed, LiLacs, IBECs, el sistema SciELO, la Biblioteca de la Colaboración Cochrane, y la Biblioteca Electrónica SeCyT; además se consultó la revista digital efdeportes.com; el Boletín de la Red Nacional de Actividad Física y Desarrollo Humano (REDAF); y el British Journal of Sports Medicine; así como libros en la biblioteca de la universidad. Se utilizaron los términos y palabras claves "Asma" AND "Ejercicio"; "Asma Inducido por Ejercicio" AND "Tratamiento"; "Asma" AND "Tratamiento"; "Asma" AND "Tratamiento" OR "Ejercicio" ; "Asma Inducido por Ejercicio" OR "Broncoespasmo por Ejercicio"; "Asthma" AND "Exercise"; "Asthma Exercise- Induced" AND "Treatment"; "Asthma" AND "Treatment"; "Asthma" AND "Treatment" OR "Exercise"; "Asthma Exercise- Induced" OR "Bronchospasm Exercise-Induced"; "Asthma Exercise- Induced" OR "Exercise-Induced Bronchospasm".

**Resultados:** Se incluyeron en el análisis 7 artículos que estudiaron el tratamiento mediante Ejercicio del Asma Inducido por Ejercicio. Dentro de los cuales se encontraron 2 ensayos clínicos aleatorizados, 1 Estudio de Asociación, 1 Estudio Experimental de Intervención, 1 Estudio de Cohorte Prospectivo, 1 Revisión Sistemática con un Metaanálisis; y 1 Revisión Sistemática.

**Conclusión:** se encontró que el ejercicio produjo beneficios a corto plazo en la función pulmonar en pacientes asmáticos que presentaron síntomas inducidos por el ejercicio, mejorando su sintomatología y disminuyendo el uso de medicamentos. Sin embargo, son necesarias nuevas investigaciones de mayor calidad metodológica para poder afirmar lo dicho anteriormente.

## INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
<b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
III. a. Sistema Respiratorio.....	4
III.a.1 Vías Respiratorias.....	5
III.a.2 Los Pulmones.....	6
III.b Fisiología Pulmonar.....	8
III. b. 1. Mecánica Respiratoria.....	8
III. b. 2. Intercambio gaseoso.....	9
III. c. Asma .....	10
III. c. 1. Incidencia y epidemiología.....	11
III. c. 2. Factores de riesgo.....	11
III. c. 3. Fisiopatología del Asma.....	12
III. c. 4. Clínica.....	14
III. c. 5. Diagnóstico.....	14
III. c. 6. Estudios complementarios.....	15
III. c. 7. Tratamiento.....	16
III. d. Asma Inducido por Ejercicio .....	18
III. d.1. Incidencia y epidemiología del Asma Inducido por Ejercicio.....	19
III. d.2. Factores de riesgo de Asma Inducido por Ejercicio.....	20
III. d. 3. Fisiopatología del Asma Inducido por Ejercicio.....	20
III. d. 4. Clínica del Asma Inducida por Ejercicio.....	21
III. d. 5. Diagnóstico del Asma Inducida por Ejercicio.....	22
III. d. 6. Estudios Complementarios en el Asma Inducida por Ejercicio.....	22
III. d. 7. Tratamiento del Asma Inducida por Ejercicio.....	23
III. d. 8. Prevención del Asma Inducida por Ejercicio.....	24
III. d. 9. Ejercicios Recomendados para el Asma Inducida por Ejercicio.....	25
III. e. Manejo kinésico.....	27
<b>IV. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>30</b>
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>31</b>
<b>VI. RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
VI. a. Análisis de la bibliografía.....	35
<b>VII. DISCUSIÓN</b> .....	<b>57</b>
<b>VIII. CONCLUSIÓN</b> .....	<b>61</b>
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>63</b>
<b>X. ANEXOS</b> .....	<b>67</b>



## I- INTRODUCCION

El asma es un problema de salud pública a nivel mundial, se lo define como *“un proceso inflamatorio crónico de la vía aérea, que se caracteriza por hiperreactividad traqueobronquial, que condiciona una obstrucción reversible de la vía aérea”*<sup>1</sup>. Siendo el síntoma mas conocido del asma, el broncoespasmo, que va a generar las crisis asmáticas, es decir una restricción del calibre bronquial con dificultad para la expulsión del aire alveolar. Entre los factores desencadenantes se encuentran el esfuerzo, los alérgenos, los cambios de temperatura (frio), las infecciones, el estrés, y los conservantes.

Dentro de los tratamientos de los pacientes asmáticos se encuentran el medico y el kinésico; el primero consiste en el suministro de broncodilatadores, que son muy útiles para superar la crisis, pero no para resolver la causa, además de tener consecuencias como aumentar el trabajo cardíaco generando palpitaciones y arritmias. Por otro lado el tratamiento kinésico consiste en la búsqueda de recuperación de la función respiratoria del paciente, intentando reducir al mínimo la dificultad espiratoria y posterior hiperinsuflación pulmonar reversible<sup>2</sup>; mediante la educación del paciente, un adecuado fortalecimiento físico, la prevención, y fundamentalmente proporcionarle a la persona un alivio y posibilidad de desarrollar sus actividades de la vida diaria lo mas cercano posible a la normalidad.

Al hablar de fortalecimiento físico, se hace referencia a un programa adecuado de ejercicios, adaptado a la edad, características e intereses del paciente, cubriendo sus deficiencias y previniendo riesgos, para así obtener un mejor desempeño del paciente en su vida cotidiana; ya que existe una disminución de la fuerza muscular y la resistencia en pacientes que presentan enfermedades pulmonares crónicas<sup>3</sup>. El inconveniente que se presenta generalmente es la familia<sup>3</sup>, ya que se encuentra muy instalado en la sociedad la sobreprotección al paciente asmático, muchas veces impidiéndole lograr un desarrollo armónico. Esta es una de las causas que generalmente inciden en que la capacidad física se encuentre disminuida, ya que el mismo se auto censura en la realización de la actividad física para así evitar inconvenientes, pero a sus vez esto le genera un detrimento de su enfermedad en cuanto al agravamiento de sus síntomas.<sup>4-5</sup> Es por todo esto que se presenta una paradoja en la relación existente entre el asma y la realización de actividad física; ya que tenemos al esfuerzo como principal disparador capaz de desencadenar el asma, y a su vez vemos que la deporterapia es la recomendación mas realizada como parte

de los programas de rehabilitación a largo plazo para evitar el asma <sup>3,6</sup>, esto sumado a la existencia de diversos estudios en los que se ha demostrado que se producen mejorías en la capacidad cardiopulmonar, los síntomas del asma y la calidad de vida de pacientes asmáticos mediante el entrenamiento físico<sup>7</sup>.

El asma inducido por ejercicio es una de las causas desencadenantes, esta *“ocurre cuando el estrechamiento de la vía aérea acompaña a un ejercicio moderado o vigoroso”*<sup>8</sup>. El ejercicio, se convierte así, en un facilitador de la crisis y a la vez en parte fundamental del tratamiento rehabilitador para poder desarrollar un estilo de vida lo más cercano posible a la normalidad.

Es común que al paciente asmático se le indique realizar ejercicio, y sobre todo natación, pero muchas veces no se encuentran fundamentos de estas indicaciones y porque; además de no tomarse en cuenta los efectos ambientales que podrían desencadenar una crisis, como son el clima frío, la contaminación ambiental y hasta el cloro utilizado en una pileta de natación<sup>9</sup>. La indicación mas sustentada es la de realizar ejercicios de resistencia, tanto intervalados como continuos, y también ejercicios de fuerza<sup>4-6</sup>, pero no se encuentran especificaciones de cómo empezarlos ni de que tipo de estos ejercicios; siendo la intensidad uno de los puntos de controversia, ya que la misma varía en función de los diversos estudios realizados<sup>7</sup>, trabajando además muchas veces con lo que se supone y con conocimiento empírico, pero no con una base científica racional.

Al observar estas controversias que se presentan en cuanto al ejercicio y el tratamiento mediante este en pacientes con asma inducido por ejercicio, el presente trabajo intentara identificar a través de una revisión bibliográfica cuales son aquellos estímulos físicos más adecuados para el tratamiento de pacientes con Asma Inducido por Ejercicio.

## **II- OBJETIVOS**

### **II.a- OBJETIVO GENERAL**

- Realizar un análisis crítico de la literatura sobre el tratamiento mediante ejercicio en pacientes con Asma Inducido por Ejercicio.

### **II.b- OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Diferenciar los ejercicios físicos más adecuados para el tratamiento de pacientes con Asma Inducido por Ejercicio.
- Describir las precauciones a tener en cuenta en la realización de ejercicios en pacientes con Asma Inducido por Ejercicio.
- Desarrollar una propuesta de manejo kinésico para pacientes con Asma Inducido por Ejercicio en base a la revisión bibliográfica.

### **III- Marco Teórico**

Considerándose el asma como un problema de salud pública a nivel mundial, y basándose en su definición como *“un proceso inflamatorio crónico de la vía aérea, que se caracteriza por hiperreactividad traqueobronquial, que condiciona una obstrucción reversible de la vía aérea”*<sup>1</sup>, es evidente que las estructuras que componen el sistema respiratorio humano cumplen una función primordial y deben ser comprendidas para abordar la temática en su totalidad. Debido a esto a continuación se expondrá la anatomía y fisiología del sistema respiratorio, para poder comprender la participación de dichas estructuras en la mecánica respiratoria ya que tales conceptos serán fundamentales posteriormente para poder comprender la patología del asma y del asma inducido por ejercicio.

#### **III. a. Sistema Respiratorio**

El sistema respiratorio se divide en una zona respiratoria donde se realiza el intercambio de gases entre el aire y la sangre y una zona de conducción<sup>10</sup>.

La función del aparato respiratorio es asegurar el intercambio gaseoso entre el aire atmosférico y la sangre. Dicho intercambio se realizan a través de la membrana alveolar de los pulmones donde la sangre y el aire se encuentran separados por una delgada barrera celular; siendo los pulmones los órganos respiratorios esenciales. El aire llega hasta ellos a través de las vías aéreas y los vasos pulmonares por medio de la ventilación (respiración) que es el proceso mecánico que moviliza el aire desde el exterior hacia el interior de los pulmones y viceversa<sup>10-11</sup>. La ventilación y el intercambio de gases entre el aire y la sangre se denominan conjuntamente como respiración externa<sup>10</sup>. Se puede observar a simple vista que el Sistema Respiratorio se encuentra compuesto por las vías respiratorias y los pulmones con todos sus componentes internos.

### III. a.1. Vías Respiratorias

Por las mismas efectúa su recorrido el aire inspirado distribuyéndose a los pulmones y el espirado hacia el exterior.

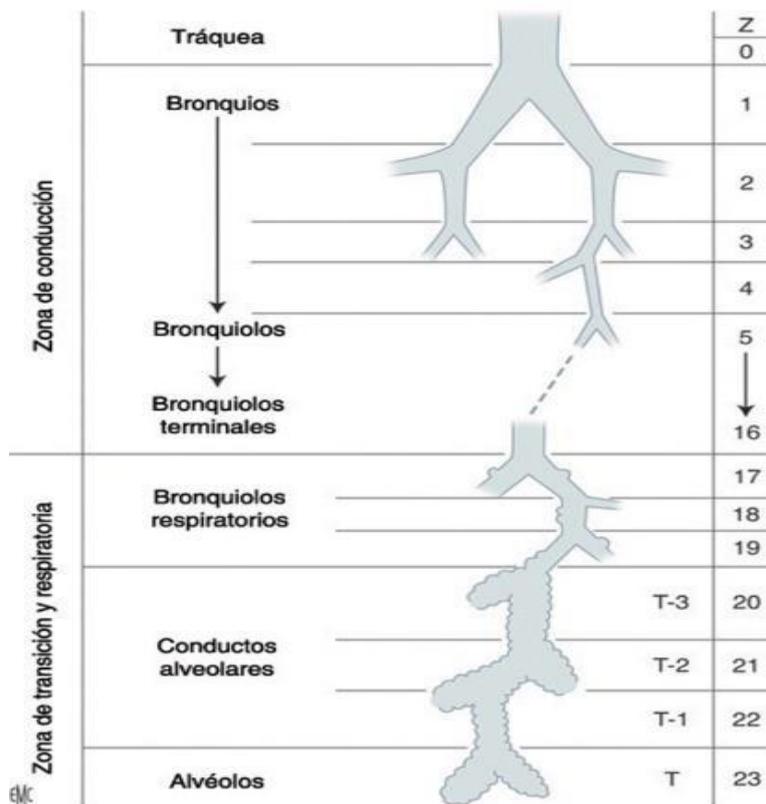
Se inician en la nariz, la cual asegura la función respiratoria y la olfatoria. Siendo la encargada del calentado, humedecido y purificado del aire inspirado<sup>11</sup>, lo cual es un evento de suma importancia en el proceso de intercambio gaseoso.

Se continúan con la laringe que va a dar paso al aire inspirado y espirado, la cual va a ser continuada por la tráquea.

La tráquea es un conducto semirrígido y que por debajo se va a bifurcar en dos bronquios principales, el derecho y el izquierdo, los cuales a su vez se van a dividir en lobulares y en segmentarios posteriormente. Estos conductos se encuentran formados por placas cartilaginosas, y donde no están estas principalmente hay músculo liso, siendo esta la composición casi total de las paredes de los bronquiolos, a excepción del bronquiolo respiratorio<sup>12</sup>.

Las vías aéreas se encuentran todas tapizadas internamente por una capa mucosa lisa y regular que recubre toda la superficie; este moco sirve para mantener la humedad de las superficies, pero también cumple una función de filtración atrapando las pequeñas partículas inspiradas e impidiendo que lleguen hasta los alveolos.<sup>10-12</sup>

Las vías aéreas se volverán cada vez más cortas, estrechas y numerosas a medida que vayan penetrando en la profundidad del pulmón<sup>13</sup>. Siendo de suma importancia que las vías respiratorias se mantengan abiertas y que puedan permitir el paso del aire hacia los alveolos y desde los mismos<sup>12</sup>.



**Figura 1:** Representación ideal de las vías aéreas en el ser humano de acuerdo con Weibel. Obtenida de Fisiología Respiratoria<sup>13</sup> Pág. 6

### III. a. 2. Los Pulmones

El pulmón se encuentra diseñado para el intercambio gaseoso; permitiendo que el oxígeno se desplace desde el aire hacia la sangre venosa y que en sentido opuesto lo haga el dióxido de carbono; siendo esta su función principal. En el cuerpo humano encontramos dos pulmones, derecho e izquierdo, que se encuentran en el tórax a ambos lados del mediastino.<sup>10-14</sup>

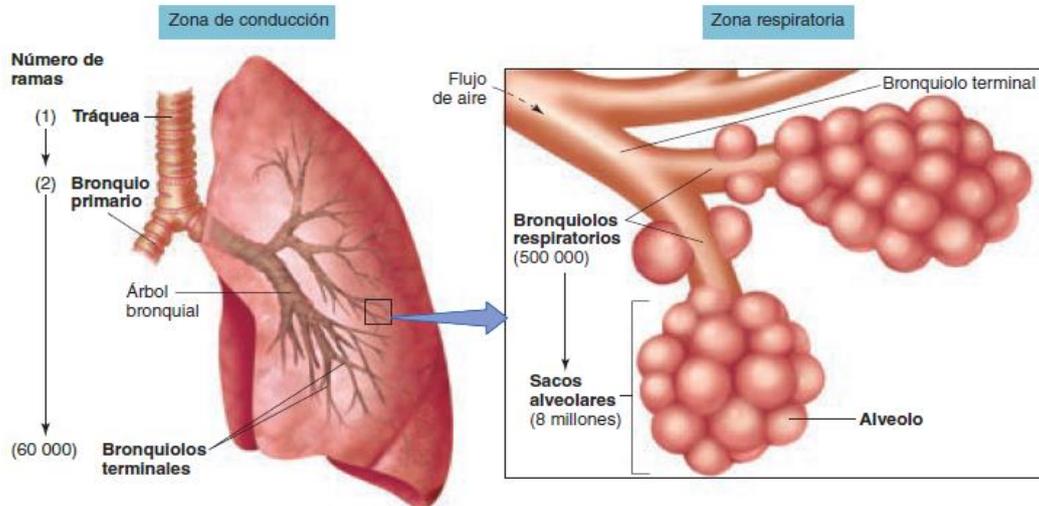
El pulmón derecho es un poco más grande que el izquierdo, ya que el corazón está más a la izquierda que a la derecha. Además se encuentra formado por tres lóbulos, el superior, medio e inferior. Por su parte el pulmón izquierdo posee dos lóbulos, uno superior y otro inferior.<sup>11, 14, 15</sup>

Los pulmones se encuentran constituidos por la porción intrapulmonar del árbol bronquial, a la vez que por vasos, ramas nerviosas y tejido conectivo elástico.<sup>15</sup>

El árbol bronquial, como parte de las vías aéreas y al igual que estas, se encuentra constituido histológicamente por una capa externa (fibromusculocartilaginosa) y una capa interna o mucosa. La capa externa está constituida por una lámina superficial fibrosa y por una capa profunda muscular. La capa interna posee un aparato muscular liso, regular, que a medida que disminuye el diámetro de los bronquios se va haciendo más delgada <sup>10-12, 14-15</sup>.

La porción intrapulmonar del árbol bronquial está formada por cada uno de los bronquios principales (derecho e izquierdo) que ingresan en los pulmones, y sus ramificaciones. El bronquio principal derecho es más ancho y realiza un trayecto más vertical que el bronquio principal izquierdo. Cada uno de ellos se expande en el pulmón correspondiente y a su vez se dividen en bronquios lobulares (secundarios) y luego en segmentarios (terciarios); continuando así hasta llegar a los bronquiolos terminales, los cuales constituyen las vías aéreas de conducción. <sup>10-15</sup>

Los bronquiolos terminales a su vez se dividen en bronquiolos respiratorios, estos se dilatan y transforman en conductos en forma de saco, el saco alveolar, del cual van a generarse divisiones denominadas alveolos; todos estos conforman la zona respiratoria <sup>10, 13, 15</sup>.



**Figura 2:** zonas de conducción y respiratorias. Obtenido de Fisiología Humana<sup>10</sup> Pág. 527

A su vez encontramos que cada pulmón no se encuentra directamente en contacto con las paredes de la caja torácica, sino que se halla rodeado por sacos membranosos que constituyen una serosa denominada pleura a través de la cual se halla en contacto con la pared torácica y los órganos del mediastino. Estos contienen

una fina capa de líquido pleural que va a reducir la fricción durante los movimientos respiratorios. Cada pleura se compone de una pleura visceral que tapiza la superficie pulmonar y una pleura parietal que tapiza el interior de la cavidad torácica <sup>11, 12, 14-16</sup>.

### **III. b Fisiología Pulmonar**

#### **III. b.1. Mecánica Respiratoria**

La inspiración normal se produce por contracción muscular, mientras que la espiración normal por relajación muscular y el retroceso elástico. Todos los diámetros de la caja torácica aumentan durante la inspiración y disminuyen durante la espiración <sup>10-12,15</sup>.

Al realizarse la inspiración aumenta el volumen de la cavidad torácica, y de esta manera el aire ingresa hacia el interior de los pulmones, siendo este aumento por acción de los músculos inspiratorios <sup>12, 13, 15</sup>.

Los músculos inspiradores pueden ser clasificados en dos grupos, por un lado aquellos músculos que movilizan el esternón y algunas costillas; y por otro lado el diafragma, considerado este último como el músculo principal de la respiración, ya que al contraerse y generar su descenso ensancha por sí mismo los tres diámetros del volumen torácico <sup>13, 15, 17</sup>.

“El diafragma forma una cúpula músculo-aponeurótica que cierra el orificio inferior del tórax y separa el tórax del abdomen”<sup>17</sup>, como se señaló este cumple una función primordial en la mecánica respiratoria, ya que su contracción genera el aumento de los tres diámetros del tórax: ensancha el diámetro vertical por el descenso del centro frénico; al elevarse las costillas inferiores se produce el ensanchamiento del diámetro transversal; y ensanchamiento del diámetro anteroposterior por la elevación de las costillas superiores mediante el esternón <sup>15, 17</sup>.

Este incremento del volumen torácico generado por estas contracciones musculares va a producir que haya más espacio dentro de los pulmones para ser llenado por aire, debido a lo cual se reduce la presión dentro de los pulmones. Esto va a tener como consecuencia una disminución de la presión intrapulmonar (intraalveolar) con respecto a la presión del aire fuera del cuerpo, generando que el aire inspirado ingrese hacia adentro de los pulmones, llegando de esta manera hasta las zonas cercanas a los bronquiolos terminales, ya que el aire ingresa para reducir dicha diferencia de presiones <sup>10, 13, 16</sup>.

La espiración tranquila es considerada como un proceso pasivo, ya que la misma se produce por la relajación de los músculos respiratorios que generan el retroceso pulmonar como resultado de la tensión elástica<sup>10-12</sup>.

Los mecanismos descritos anteriormente corresponden a la respiración tranquila realizada en un estado de calma. En cambio si aumentamos el metabolismo corporal, por ejemplo, mediante ejercicio el organismo va a requerir de procesos más activos y va a tener la implicación de otros grupos musculares.

En la inspiración forzada, a los músculos inspiratorios ya nombrados se le suman la acción de otros como los escalenos (anterior, medio y posterior), el esternocleidomastoideo en la zona del cuello, y en el pecho el pectoral menor. Estos van a ayudar a levantar aún más las costillas que lo que se produce durante la respiración regular, y a estabilizar la parte superior de la caja torácica logrando una acción más eficaz de los músculos intercostales<sup>10, 12, 16</sup>.

Por su parte la espiración forzada se convierte en un proceso activo. Durante esta los músculos intercostales internos se contraen y deprimen la caja torácica (es decir que tiran de las costillas hacia abajo), lo que también es facilitado por el cuadrado lumbar y el dorsal ancho. Los músculos abdominales también participan, ya que al contraerse elevan los órganos abdominales contra el diafragma, al aumentar la presión intraabdominal, generando su regreso a la posición abovedada y disminuyendo así el volumen de la caja torácica. A su vez, estos, también tiran de la caja torácica hacia abajo y adentro<sup>10, 12, 16</sup>.

### **III. b.2. Intercambio gaseoso**

La ventilación va a generar que el oxígeno sea llevado hacia la barrera hematogaseosa; este y el dióxido de carbono se movilizan entre el aire y la sangre por medio de la difusión simple, de esta forma van desde un área de alta presión parcial hacia otra de baja presión. Es así como hacen para atravesar la barrera hematogaseosa, siendo los gases transportados hacia un lado de la interface hematogaseosa por medio de las vías aéreas y la sangre transportada hacia el otro lado por los vasos sanguíneos<sup>13</sup>.

Como se señaló anteriormente el movimiento del aire hacia adentro y afuera de los pulmones se producen por cambios en los volúmenes pulmonares que inducen diferencias de presión<sup>10, 12, 13, 16</sup>, como el aire está conformado por una mezcla de

gases, estos ejercen cada uno una presión distinta que es proporcional a su concentración en dicha mezcla. Estas consideradas individualmente se denominan presiones parciales de cada gas en cuestión<sup>12, 16</sup>.

Esta diferencia de presiones parciales que se va a dar entre los gases que se encuentran los alveolos y entre los gases que se encuentran en la sangre va a generar un gradiente (diferencia) de presión a través de la barrera hematogaseosa o membrana respiratoria; siendo esta la base sobre la que se sustenta el intercambio gaseoso durante la difusión pulmonar. Si las presiones se encontrarían en equilibrio de cada lado de la barrera; es decir que fueran iguales; no existiría movimiento ya que los gases estarían en equilibrio. Pero afortunadamente no son iguales<sup>10, 12, 13, 16</sup>.

Teniendo en cuenta lo anterior es evidente que cuanto mayor sea el gradiente de presión a través de la barrera hematogaseosa, la difusión de oxígeno a través de la misma se realizara con mayor rapidez<sup>10, 16</sup>.

De esta manera el oxígeno llega la sangre, por la cual es transportado en su mayoría (98%) combinado con la hemoglobina de los glóbulos rojos hacia los diferentes sistemas y tejidos corporales para su funcionamiento<sup>10, 12, 16</sup>.

### **III. c. Asma**

El asma es una enfermedad inflamatoria crónica frecuente, que genera deterioro en la calidad de vida de quienes la padecen y es potencialmente grave, siendo un problema de salud pública importante a nivel mundial, y generando una carga importante para los pacientes, sus familias y la comunidad<sup>18-20</sup>. Esta ha sido definida como *“un proceso inflamatorio crónico de la vía aérea, que se caracteriza por hiperreactividad traqueobronquial, que condiciona una obstrucción reversible de la vía aérea”*<sup>1</sup>; condicionada en parte por factores genéticos; siendo la obstrucción reversible, total o parcialmente por acción espontanea o medicamentosa<sup>20</sup>.

Según sean los síntomas presentes en el paciente, el asma puede dividirse en asma controlado, no controlado y con o sin factores de riesgo, y de esta clasificación dependerá el abordaje del mismo<sup>18</sup>.

### **III. c. 1. Incidencia y epidemiología**

El asma es una enfermedad que afecta a más de 300 millones de personas en el mundo, con estimaciones de un aumento de esa cantidad en 100 millones más para el año 2024; lo que significa un 33,33 % de aumento<sup>21-22</sup>.

En el año 2014 en Argentina se estimó que 6 de cada 100 personas habían tenido algún ataque de asma en los últimos 12 meses; siendo la prevalencia de asma en adultos jóvenes similar a la de Europa<sup>23</sup>.

Según estudios epidemiológicos el asma generalmente se da por alguna condición predisponente del organismo, siendo en la mayoría de los casos el inicio del mismo más frecuente durante la infancia, aunque también puede aparecer a cualquier edad; siendo la relación aproximada en la infancia de 1,5 varón/mujer, la cual disminuye a 1 durante la edad adulta <sup>21, 24</sup>.

Es considerada como la enfermedad crónica que tiene más prevalencia a nivel mundial en la infancia, siendo una importante causal de discapacidad al generar limitaciones en el desarrollo normal de las actividades que realizan los niños. En aproximadamente el 50% de los casos el inicio se da antes de los 10 años de edad, siendo la aparición de los síntomas antes de cumplir los dos años en la mayoría de los niños. El diagnóstico en la edad adulta se da después de los 40 años solo en un 25 % de individuos, muchos de ellos con síntomas respiratorios pero catalogados con otra patología<sup>7, 9, 21-22</sup>.

Es una enfermedad frecuente que produce deterioro en la calidad de vida de los pacientes, siendo considerada un importante problema de salud pública mundial<sup>20</sup>.

### **III. c. 2. Factores de riesgo**

En este apartado se hace referencia a aquellas cuestiones o circunstancias que puedan aumentar la probabilidad de desarrollar asma. Aunque sus causas siguen siendo desconocidas, lo que se conoce es que para su aparición existen diversos condicionantes que causan su desarrollo o que los que provocan los síntomas que incrementan el riesgo de asma; siendo los primeros factores hereditarios propios del huésped; o factores ambientales procedentes del medio ambiente los segundos<sup>20, 25</sup>.

El factor hereditario es el más importante para desarrollar asma, ya que este predomina en aquellas personas que presentan reacciones alérgicas con una

frecuencia anormalmente elevada, es decir en pacientes que sugieran atopia, pudiendo reaccionar a un alérgeno específico provocándole una crisis de asma, como puede ser al polen, polvo, alimentos o medicamentos<sup>1, 21, 24, 25</sup>.

Los factores ambientales y el estilo de vida influyen en el desarrollo del asma, ya que la reacción inflamatoria de la vía aérea se caracteriza por responder a incitaciones externas como son la exposición a factores climáticos en los que pueden influir la temperatura del aire y el grado de humedad; la calidad del aire respirado; el humo del tabaco; la exposición a animales de granja; el estrés emocional, la práctica deportiva y la intensidad a la que se practica<sup>1, 18, 20, 21, 25- 27</sup>.

También se encontraron asociaciones de la aparición del asma con la proliferación de diversas patologías como las vasculares, la obstrucción arteriosclerótica, patología coronaria, o aparición de diferentes enfermedades mentales<sup>27</sup>.

### **III. c. 3. Fisiopatología del Asma**

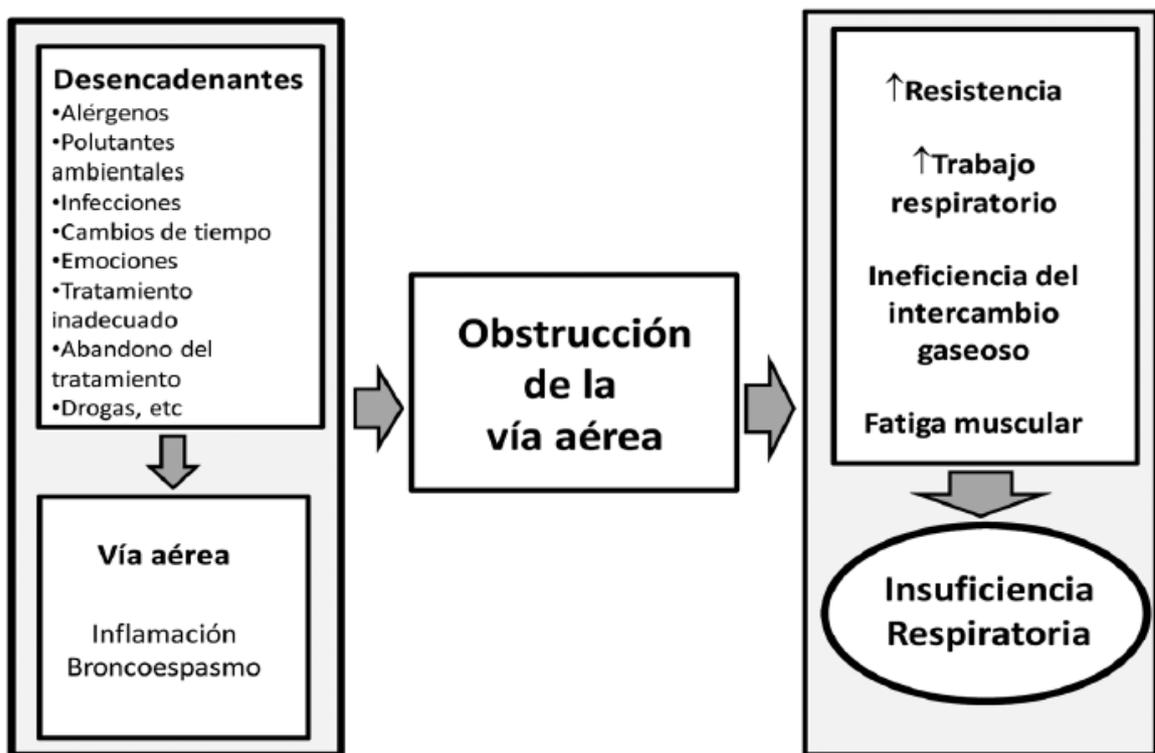
El asma tiene una fisiopatología compleja, siendo el estrechamiento de la vía aérea y la consiguiente obstrucción al flujo aéreo el hecho principal de la exacerbación asmática. Este estrechamiento de la vía aérea se produce por varios factores como son la broncoconstricción de la musculatura lisa bronquial; el edema de las vías aéreas; el engrosamiento de las paredes bronquiales; y la hipersecreción mucosa, con la consiguiente formación de tapones mucosos<sup>19, 20, 22, 24- 25, 28</sup>.

En el asma encontramos que las vías respiratorias presentan hipertrofia de los músculos lisos los cuales en respuesta a múltiples mediadores se van a contraer durante una crisis generando así la broncoconstricción que desencadenara la obstrucción de la vía aérea. Como respuesta a dichos mediadores se va a producir un aumento de la extravasación microvascular lo que va generar el edema de las vías áreas, el cual puede ser importante durante una crisis aguda. El engrosamiento de las paredes bronquiales ocurre por una fibrosis subepitelial que genera cambios estructurales denominados remodelado, el cual es frecuente en los pacientes que padecen asma crónica. Otra cuestión que se observa es la hipertrofia de las glándulas mucosas que va a derivar en una hipersecreción mucosa que al formar tapones mucosos va a ocasionar la obstrucción de la luz bronquial ya que el moco va a ser más abundante, espeso y persistente; pudiendo expulsarse algunos de estos tapones

mediante la expectoración, la cual puede ser de color blanco, aunque a veces es escasa<sup>19-20, 24, 28</sup>.

Esta reducción del calibre de las vías respiratorias que se produce como consecuencia de la inflamación del árbol traqueobronquial asociado con la contracción del musculo liso mas el edema y la presencia de secreciones espesas va a generar un aumento de las resistencias al flujo aéreo, debido a que los bronquiolos van a colapsar por el esfuerzo espiratorio, ya que a la obstrucción generada por la presión externa se le va a sumar la oclusión que ya tienen por la patología misma. Es por esto que el asmático suele inspirar bastante bien, pero presenta dificultades en la fase espiratoria<sup>13, 28-29</sup>.

Las consecuencias de estos mecanismos serán que se produzca un aumento en cuanto a la resistencia y trabajo respiratorio, que generara un ineficiente intercambio gaseoso con su consecuente fatiga muscular; que a su vez podrá derivar finalmente en insuficiencia respiratoria<sup>28-29</sup>.



**Figura 3** Recomendaciones prácticas para el manejo de la crisis asmática en pacientes adultos<sup>28</sup>.

### **III. c. 4. Clínica**

El asma es una enfermedad crónica frecuente y potencialmente grave de las vías respiratorias que puede cursar con períodos asintomáticos o con períodos agudos en los cuales los síntomas mas característicos son la aparición de tos, disnea, sibilancias, sensación de rigidez en el pecho y broncoconstricción con un predominio nocturno o durante las primeras horas de la mañana; estos revierten de forma espontánea habitualmente, o sino mediante tratamiento<sup>1, 7, 19-20, 22, 26, 28-29</sup>. La aparición de estos síntomas se debe a un incremento de la reactividad de la vía aérea producido por la inflamación crónica, pueden variar en el tiempo de aparición, frecuencia e intensidad; es decir que pueden ser puntuales, intermitentes, estacionales, persistentes; manifestándose durante toda la vida del paciente con distintos niveles de intensidad<sup>19-20, 26, 28</sup>.

La aparición de los síntomas también puede estar relacionada en una importante cantidad de casos con la realización de ejercicio físico de elevada intensidad<sup>1, 7-8, 20-22, 25-29</sup>.

### **III. c. 5. Diagnóstico**

Para poder realizar un diagnóstico lo más preciso posible, se requiere como todo proceso, una buena anamnesis, que, junto al razonamiento clínico del profesional, va a permitir acercarse lo más posible al diagnóstico correcto, lo cual es fundamental para establecer un programa eficaz de tratamiento.

Además de evaluar la historia clínica del paciente, de realizar una exploración física completa y también un interrogatorio sobre los síntomas; se deberá interrogar sobre el entorno social del paciente y sus antecedentes familiares<sup>20, 21, 25</sup>.

El diagnóstico se basa en reconocer las características particulares de los síntomas que provocan los episodios respiratorios sin la posibilidad de una explicación alternativa a los mismos, siendo su detección fundamental a edades tempranas ya que es la principal causa de ausentismo escolar y también tiene relevante influencia en la autopercepción del paciente y su relación con su entorno<sup>20, 27</sup>.

Es muy probable la presencia de asma si los síntomas se repiten frecuentemente y si ocurren por la mañana o por la noche en respuesta a algún desencadenante, estas exacerbaciones son denominadas comúnmente ataque o crisis

de asma<sup>20, 24</sup>. Una crisis puede desencadenarse debido a modificaciones en la calidad del aire, infecciones, o ejercicio en climas fríos; aunque también puede pasar que el paciente no tenga una historia alérgica y no se pueda identificar ningún alérgeno específico, en este último caso se lo denominara asma no alérgico<sup>24</sup>.

En caso de que un paciente de cualquier edad presente tres o más crisis de broncoespasmo debe ser evaluado con sospecha de asma. Esta evaluación también debe considerarse si presentó una crisis con características graves o dos crisis con necesidad de hospitalización<sup>18, 20</sup>.

Para poder confirmar el diagnóstico los estudios de función pulmonar sirven de apoyo del mismo, y además se cuenta con otros estudios complementarios de utilidad.

### **III. c. 6. Estudios complementarios**

Los estudios complementarios y las pruebas de función pulmonar se utilizan normalmente como un apoyo a la evaluación clínica.

Las pruebas de función pulmonar se realizan en pacientes mayores de 5 años y tienen la capacidad de brindar una medición objetiva, ya que con ellas se puede observar la existencia de una alteración anatómica o funcional. Entre estas encontramos la espirometría y la flujometría<sup>20, 25</sup>.

La flujometría permitirá evaluar la fluctuación de la función pulmonar en el tiempo, y podrá observarse con la realización de la medición diaria del flujo espiratorio máximo, el cual se considera como el flujo máximo durante una espiración forzada que se inicia desde la capacidad pulmonar total. Con el medidor de PEF (o peak flow meter) el paciente puede realizar con facilidad mediciones repetidas en su domicilio o donde se encuentre e ir registrando estas mediciones. En el medidor se observan tres zonas, siendo la verde el estado de control del asma, la amarilla significa precaución y la roja indica la necesidad de concurrir al médico.<sup>20-22, 24-25</sup>. (ANEXO 1)



**Figura 4:** Peak Flow Meter. Disponible en <http://www.southbayallergy.com/peak-flow-meter.html>

La espirometría es un estudio completo que mide los volúmenes y las capacidades pulmonares. Estas mediciones dan un reflejo reproducible de la función pulmonar que posee el paciente. En las enfermedades obstructivas una de las pruebas más utilizadas es el VEF<sub>1</sub> (Volumen espiratorio forzado), el cual es el volumen de aire expulsado en 1 (un) segundo por una espiración forzada a partir de una inspiración completa <sup>10,20-22, 24-25</sup>.

Entre los estudios complementarios encontramos la radiografía de tórax pero la misma variara según el estado en el que se encuentre el paciente, ya que si se encuentra asintomático se observara una radiografía normal, mientras que si presenta una crisis en la misma se podrá observar la existencia de hiperinsuflación <sup>7, 20, 25</sup>.

El hemograma completo también es solicitado como otra prueba para evaluar la eosinofilia, la cual es un hallazgo habitual en niños alérgicos, pero también puede presentarse elevada ante la presencia de parásitos, acusada por fármacos o causas autoinmunes <sup>20, 25</sup>.

### **III. c. 7. Tratamiento**

En la actualidad el tratamiento del asma se encuentra dirigido al control de la enfermedad; este se divide en el tratamiento médico y el kinésico, los cuales deben estar íntimamente interrelacionados para lograr una mejora en la calidad de vida de los pacientes.

Se plantean como objetivos del tratamiento la mejoría en la calidad de vida del paciente mediante la reducción y control de los síntomas crónicos y de la frecuencia de las exacerbaciones; con una mínima necesidad del tratamiento de rescate, logrando de esta forma un estilo de vida normal sin limitaciones en el ejercicio; y lograr una función pulmonar normal reduciendo o minimizando los efectos adversos del tratamiento<sup>18, 25,30</sup>.

Es de especial importancia que el tratamiento sea individualizado y modificado según las necesidades y evolución del paciente, para de esta manera poder obtener y mantener el adecuado control de los síntomas<sup>25</sup>.

El tratamiento médico se basa principalmente en el tratamiento farmacológico, el cual se agrupa en dos grandes categorías que son los fármacos de mantenimiento y los fármacos de rescate, siendo los primeros para el tratamiento a largo plazo de la enfermedad y los segundos aquellos que se utilizan ante una crisis asmática<sup>6,15, 21</sup>.

Los fármacos de mantenimiento se utilizan de forma pautada con el objetivo de estabilizar la enfermedad en el tiempo, se utilizan generalmente corticosteroides inhalados y agonistas adrenérgicos  $\beta_2$  de acción prolongada. Por su parte en el tratamiento de rescate se busca aliviar rápidamente la crisis y revertir la obstrucción bronquial, para ello se utilizan corticosteroides inhalados mas formeterol, o agonistas adrenérgicos  $\beta_2$  de acción corta inhalados; estos son usados a demanda<sup>15, 21</sup>.

El tratamiento kinésico se basa en la recuperación de la función respiratoria del paciente, buscando que disminuya lo máximo posible la dificultad espiratoria característica de la enfermedad con la hiperinsuflación pulmonar reversible posterior; mediante la educación del paciente y un programa de rehabilitación respiratoria entre otros<sup>2</sup>.

La rehabilitación respiratoria debe ser parte fundamental para el tratamiento integral del asma ya que va a permitir potenciar el nivel de control de los pacientes; mejorando estos en resistencia, consumo de medicamentos, reducción de exacerbaciones, lo cual va a llevar a una mejor percepción de sí mismos. La rehabilitación respiratoria incorpora distintas modalidades terapéuticas entre las que se destacan el entrenamiento muscular y la kinesioterapia respiratoria<sup>30-31</sup>.

La kinesioterapia respiratoria se realiza mediante técnicas que se hallan relacionadas al control del tiempo respiratorio, al uso de la musculatura diafragmática y abdominal; y a la dosificación del ejercicio cardiorrespiratorio<sup>31</sup>.

Los programas de ejercicio físico se diseñaron con el objetivo de generar efectos positivos en la calidad de vida de los pacientes asmáticos mediante la mejora de la capacidad aeróbica, la coordinación neuromuscular y la autoconfianza en ellos<sup>7-15</sup>. Estos deben utilizarse en los períodos intercrisis buscando lograr la adaptación biológica del organismo para disminuir la frecuencia de aparición de las crisis asmáticas<sup>32</sup>.

Por medio del ejercicio se buscará mantener un intercambio gaseoso adecuado y restituir el diafragma a su función normal como principal musculo espiratorio mediante el aumento de la ventilación pulmonar; y mediante las técnicas de kinesioterapia respiratoria se buscara restablecer un tipo de respiración diafragmática bien coordinada y eficiente para disminuir el esfuerzo respiratorio especialmente en los episodios de broncoespasmo<sup>31-32</sup>.

El tratamiento kinésico combinado con una terapia farmacológica adecuada va a generar un incremento de la tolerancia al esfuerzo y permitir una mejor calidad de vida en los pacientes asmáticos<sup>6-7, 31</sup>. Esto además va a generar un retorno más rápido a las actividades cotidianas en los episodios de broncoespasmo<sup>31</sup>.

Es fundamental la colaboración del paciente en todo el proceso del tratamiento, ya que este es parte fundamental de la intervención terapéutica, ya que va a tener que saber como y cuando utilizar los fármacos, que estrategias va a seguir para evitar las exacerbaciones y que hacer en aquellos casos que aparezcan. Además deberá saber cuándo es necesario buscar ayuda médica<sup>21,25</sup>.

### **III. d. Asma Inducido por Ejercicio**

El ejercicio es recomendado para el tratamiento del asma, aunque se sabe que en algunas personas tiene un efecto adverso siendo uno de los desencadenantes principales de la crisis<sup>7, 16</sup>. Esta situación puede conducir al asma inducido por ejercicio que *“ocurre cuando el estrechamiento de la vía aérea acompaña a un ejercicio moderado o vigoroso”*<sup>8</sup>.

El Asma Inducido por Ejercicio generalmente se produce durante el ejercicio, o a los pocos minutos después de este, y queda expresado en un estrechamiento reversible de las vías aéreas<sup>5, 7</sup>.

Encontramos que muchas veces el termino asma inducido por ejercicio se usa indistintamente y hasta como sinónimo con el de broncoconstricción inducida por ejercicio (BIE)<sup>33-36</sup>, y por otro lado en otras ocasiones se los toma como patologías diferentes; llegando a dividirse las definiciones en cuanto a si el estrechamiento de la vía aérea se produce en pacientes con asma, considerándolo en estos casos Asma Inducida por ejercicio, y si se da en pacientes sin asma sería considerado BIE<sup>34-37</sup>, llegando algunos autores a definirla como BIE con asma y BIE sin asma<sup>36-37</sup>.

Debido a esto diversas sociedades científicas han acordado que el Asma Inducido por ejercicio se considerara como los síntomas de asma que aparecen en el individuo luego de un ejercicio intenso; mientras que el de broncoconstricción inducida por ejercicio será considerada como la reducción en la función pulmonar existente después de un ejercicio intenso<sup>9, 35-36</sup>.

### **III. d.1. Incidencia y epidemiología del Asma Inducido por Ejercicio**

Es posible observar la presencia del asma Inducido por ejercicio en niños, adolescentes y adultos con diferentes niveles de condición física, desde los que no practican ningún tipo de actividad deportiva hasta los que se dedican a deportes competitivos<sup>5,29</sup>.

El asma Inducida por ejercicio ocurre en el 70 al 80 % de los pacientes asmáticos, alcanza un 12 % en niños en edad escolar, y en los deportistas de elite ocurre entre el 3 al 10 %, encontrándose una mayor prevalencia entre los que compiten en climas fríos<sup>5, 33-35</sup>.

Se observa que no todos los pacientes asmáticos manifiestan la sintomatología de esta patología ante la práctica de actividad física; lo cual puede depender de que no todos los pacientes asmáticos realizan actividad física; lo cual lleva a generar un mayor tiempo para actividades que pueden generar otras patologías que van a incidir negativamente en el asma subyacente, como por ejemplo la obesidad que va a generar mayores complicaciones en un paciente asmático<sup>27</sup>.

A lo largo de un gran período de tiempo ha surgido la creencia de que los pacientes asmáticos no deberían realizar actividad física debido al riesgo de padecer una crisis. Esta creencia que se ha ido generando en los pacientes, profesores en las escuelas y padres ha generado un efecto negativo en el desarrollo saludable de

muchos pacientes, generando un efecto sobreprotector en ellos que a largo plazo derivó en un déficit de condición física lo que lleva a agravar su estado de salud <sup>3-5,27</sup>

### **III. d.2. Factores de riesgo de Asma Inducido por Ejercicio**

La práctica deportiva es el principal factor que puede desencadenar asma inducida por ejercicio y puede aparecer durante esta, dicha aparición va a depender del tipo, tiempo, control y planificación del ejercicio, de los factores ambientales; como son la temperatura, la humedad, los alérgenos, entre otros; y de la hiperreactividad bronquial<sup>38-40</sup>.

Dentro de los deportes que pueden generar mayor riesgo se encuentran los deportes de resistencia, como el correr trayectos largos o el ciclismo, ya que requieren hacer un desgaste energético durante un tiempo prolongado y también una mayor ventilación minuto. En condiciones de frío el respirar el aire frío y seco provoca una mayor prevalencia del asma inducida por ejercicio, sobre todo en deportes como el hockey sobre hielo, el patinaje sobre hielo o el esquí <sup>21, 34-35, 40-41</sup>.

Por su parte los atletas altamente entrenados suelen estar durante sus entrenamientos expuestos al aire frío en el invierno, a los alérgenos del polen, a sustancias químicas como los desinfectantes de piscinas, y todo ello durante un largo período de tiempo. Esto pareciera explicar porque se presenta frecuentemente el asma inducido por ejercicio en los atletas de elite <sup>35, 40</sup>.

### **III. d. 3. Fisiopatología del Asma Inducido por Ejercicio**

Se ha establecido que los mecanismos que explican como se desencadena el Asma Inducida por ejercicio son diferentes al asma clásica, sustentándose los mismos en dos hipótesis diferentes, la hipótesis osmótica y la hipótesis térmica<sup>5, 29, 33-35, 38, 41</sup>.

La hipótesis osmótica postula que cuando la persona comienza a hiperventilar se produce una pérdida insensible de agua en el tracto respiratorio estimulada por la inhalación rápida de aire seco durante el ejercicio que va a generar la deshidratación de las vías respiratorias lo que a su vez va a producir un aumento de la osmolaridad de los líquidos periciliarios y cambios locales en el pH. Todo este proceso va a generar que se produzca la liberación de mediadores inflamatorios los cuales van a aumentar

la contracción de la musculatura bronquial causando de esta forma una obstrucción de los mismos<sup>5, 34-35, 39, 41</sup>.

Por su parte la hipótesis térmica considera que el ejercicio causa un efecto térmico en las vías respiratorias, este sería producido luego de que en el enfriamiento prolongado de las vías respiratorias se produzca un recalentamiento rápido durante o posterior al ejercicio causando vasoconstricción e hiperemia reactiva de la vasculatura bronquial así como edema en la pared de dichas vías. Esta teoría sugiere que el enfriamiento de las vías respiratorias sería un estímulo importante para desencadenar el asma inducida por el ejercicio<sup>5, 34-35, 39, 41</sup>.

Estas hipótesis plantean una posibilidad del mecanismo productor del asma inducida por ejercicio, aunque dicho mecanismo aun no este claramente dilucidado, por lo cual dichas hipótesis no son concluyentes. Lo que si se sugiere es que estos factores no actúan aisladamente, sino que interactúan de forma crucial para inducir esta patología<sup>5, 33</sup>.

#### **III. d. 4. Clínica del Asma Inducida por Ejercicio**

La presentación clínica del asma Inducida por ejercicio no es muy diferente a la sintomatología que presenta una crisis de asma por otros motivos. Se produce después de iniciar una actividad física vigorosa o luego de finalizar la misma, siendo esta ultima la forma más común de aparición; y puede variar desde una ligera disminución del rendimiento hasta un broncoespasmo grave, aunque esto es mas infrecuente. Generalmente se manifiesta como un cuadro con presencia de tos, disnea, sibilancias, dolor en el pecho, jadeos o agotamiento durante o después del ejercicio. Puede aparecer además la fatiga muscular de forma enmascarada, sin tener relación con el nivel de entrenamiento<sup>5-7, 21, 29, 33-36, 38-39, 41</sup>.

Generalmente alcanza su pico máximo entre los 5 y 10 minutos de detener la actividad; resolviendo los síntomas espontáneamente después de otros 20 o 30 minutos, aunque en casos graves puede llegar hasta los 90 minutos en recuperar la función pulmonar normal<sup>21, 29, 33, 39</sup>. Es posible que en algunos pacientes con una recuperación inicial más lenta pueda aparecer una fase de respuesta tardía a las 2-6 horas después de finalizado el ejercicio<sup>33, 39, 41</sup>. Esta fase en la que resuelve espontáneamente se denomina período refractario que se presenta una variabilidad intra sujeto por lo que se presenta en algunos casos y no en todos; el cual se

manifiesta porque la broncoconstricción que aparece después de un segundo ejercicio es la mitad de la que sucede en el primero, o durante las horas que dura nuevos ejercicios no desencadenan una respuesta broncoespástica<sup>5, 29, 36, 38-39, 41</sup>.

La presencia de síntomas respiratorios con el ejercicio es considerada a menudo un reflejo de asma mal controlado<sup>7, 21</sup>. En ciertas investigaciones se ha demostrado que la gravedad del asma inducida por ejercicio aumenta proporcionalmente a la intensidad y duración de la carga de ejercicio<sup>41</sup>.

### **III. d. 5. Diagnóstico del Asma Inducida por Ejercicio**

Para el diagnóstico del Asma Inducido por ejercicio se debe tener en cuenta como primera medida los parámetros evaluados en el diagnóstico del asma clásico, realizando una correcta anamnesis y evaluación de la historia clínica.

En la historia clínica es importante recolectar algunos datos importantes de la clínica entre los que se deberán incluir tipos y niveles de ejercicio que desencadenan el problema, cual es el momento de comienzo de la obstrucción, la duración de la misma y los síntomas que se presentan; también se debe registrar el uso de medicamentos. Esto permitirá evaluar la sensibilidad del paciente al ejercicio y brindar herramientas para orientar sobre la intensidad necesaria a utilizar en la prueba de provocación para reproducir el problema<sup>29, 41</sup>.

Debe sospecharse su presencia en aquellos pacientes asmáticos que presenten tos, disnea u opresión torácica luego de realizar ejercicio<sup>35</sup>.

En lo que respecta a los atletas, si bien los que padecen asma clásico tienen una respuesta bastante predecible al ejercicio, es común que aquellos con Asma Inducida por ejercicio solo muestren síntomas de manera intermitente. En estos atletas los síntomas se presentaran con circunstancias ambientales extremas y ejercicios que impliquen un volumen respiratorio alto<sup>33</sup>.

### **III. d. 6. Estudios Complementarios en el Asma Inducida por Ejercicio**

Es evidente que aquellos estudios utilizados en el diagnóstico del asma clásico, como la radiografía de tórax entre otros, deberán realizarse si es que no se han hecho con anterioridad.

En cuanto a los estudios complementarios para consolidar el diagnóstico de Asma Inducido por Ejercicio lo que se propone es una prueba de ejercicio seguida de una espirometría en la cual mediante un protocolo de ejercicio se induce la broncoconstricción. Esta consiste en una carrera o prueba en cicloergometro durante 6 a 8 minutos a una intensidad de la frecuencia cardíaca de reserva de entre el 50 al 60 % en sujetos en forma y superior al 80 al 90 % en sujetos entrenados. Aunque es recomendable en niños y adolescentes que practiquen deportes que la prueba sea lo mas similar posible al gesto deportivo que realizan habitualmente. La espirometría se realiza antes del ejercicio y después de 5 minutos de la prueba y se repite cada 5 minutos durante 20 minutos<sup>5, 9, 29, 35</sup>.

El  $VEF_1$  es el parámetro espirométrico mas utilizado para el diagnóstico de Asma Inducida por Ejercicio, una caída del 10 al 15 % respecto a los valores basales es indicativa de Asma Inducida por ejercicio<sup>5, 9, 21, 33</sup>.

Otras pruebas utilizadas son la broncoconstricción inducida por medicamentos como la metacolina y la histamina, pero no presentan la efectividad del parámetro espirométrico, ya que también son utilizadas en el diagnóstico de hiperreactividad bronquial y pueden inducir a un diagnóstico erróneo de Asma Inducida por ejercicio<sup>5</sup>.

### **III. d. 7. Tratamiento del Asma Inducida por Ejercicio**

El tratamiento para el asma inducido por ejercicio seguirá las pautas generales del tratamiento del asma, y se tendrá en cuenta que aunque la actividad física es un desencadenante de esta, también será parte del tratamiento de los pacientes con asma inducido por el ejercicio<sup>3, 6, 21, 42</sup>.

El movimiento y el ejercicio son fundamentales en la optimización del desarrollo de todos los sistemas y órganos del cuerpo humano; por lo cual su práctica mediante el juego y el deporte en todas las etapas de la vida es indispensable<sup>36</sup>, aunque esto generalmente se encuentra limitado en los pacientes asmáticos por la sobreprotección de la familia<sup>3,42</sup>, o por el temor mismo que se presenta en el paciente de poder desencadenar una crisis, autocensurándose para no tenerla y generando así una disminución de su capacidad física lo que puede desencadenar en el agravamiento de sus síntomas<sup>4-5,21</sup>. Esta negación a realizar ejercicio va a generar que los síntomas de asma empeoren provocando un mayor desacondicionamiento de las vías respiratorias

desencadenando efectos negativos en la salud de estos pacientes, afectando así su calidad de vida<sup>21</sup>.

En los niños sucede esto claramente, tendiendo los mismos a un estilo de vida sedentario debido a este temor, lo que tiende a la obesidad y a la realización de menor actividad física. Esto sucede generalmente, aunque las recomendaciones promueven la actividad física en niños con asma ya que la misma presenta efectos beneficiosos sobre el control de la enfermedad, siendo de capital importancia en este período de la vida ya que va a ser muy importante en el desarrollo armónico de estos<sup>42</sup>.

A pesar de este temor a desencadenar la crisis existen evidencias que la práctica continuada de ejercicio regular puede mejorar las condiciones y los síntomas del asma inducida por ejercicio en los pacientes al generar una mejora significativa en la absorción máxima de oxígeno lo que va a lograr un aumento de la capacidad de resistencia y la función pulmonar, produciendo así mejorías en la capacidad cardiopulmonar; lo cual va a desencadenar de esta forma mejoras en la calidad de vida de dichos pacientes<sup>5,7, 21, 31, 36</sup>.

Es muy importante no evitar la práctica de ningún deporte, ya que junto a un control y tratamiento adecuado serán beneficiosos en su evolución generando una mejora en su autoestima y en la condición física general, lo cual a su vez va a desarrollar una mayor tolerancia al ejercicio, y en caso de que aparezca una crisis esta se va a producir con trabajos mucho más intensos permitiendo un mayor control de estas<sup>43-44</sup>.

Si bien el tratamiento mediante el ejercicio es importante, en el asma inducido por ejercicio encontramos que la prevención es un aspecto fundamental de este y de la vida diaria de estos pacientes. Tampoco se deberá dejar de lado el tratamiento farmacológico mediante beta agonistas y corticoides inhalados, y otros medicamentos utilizados por vía oral como la teofilina, antihistamínicos o antileucotrienos<sup>36, 38-40, 44</sup>.

### **III. d. 8. Prevención del Asma Inducida por Ejercicio**

La prevención es una parte muy importante del tratamiento en el asma inducido por ejercicio, la cual puede desarrollarse mediante un tratamiento farmacológico y otro no farmacológico, en el que uno no inhabilita al otro, sino que ambos son parte indispensable y se complementan<sup>38</sup>.

En la prevención sin medicamentos se encuentran varias recomendaciones a implementar como son el realizar ejercicios en un ambiente cálido y húmedo en lugar de un ambiente frío y seco, a la vez de evitar ambientes contaminados o con una alta cantidad de humo presente<sup>39-41</sup>.

Otras recomendaciones se refieren a la respiración, la cual se indica que sea mayor por la nariz que por la boca y que se efectúe en forma suave, lenta y profunda, para de esta forma brindarle una ayuda al control del aparato respiratorio mediante la acción de la mucosa nasal que va a calentar y humidificar el aire inspirado<sup>38-39, 41</sup>. En algunos casos se recomienda la utilización de máscaras para humidificar el aire inspirado, ya que en ellas se deposita la humedad del espirado, evitando así el rápido enfriamiento del árbol bronquial<sup>38-40</sup>.

En cuanto a los ejercicios se recomienda realizar un buen calentamiento antes de realizar la actividad, entrenamiento o competencia; así como también se recomienda la suspensión gradual de la misma para de esta forma permitir de forma progresiva la recuperación de la temperatura inicial de las vías respiratorias<sup>38-39, 41, 44</sup>.

Se debe evitar la práctica de actividades físicas o deportivas cuando se esté padeciendo alguna infección respiratoria, o cuando el asma basal no se encuentre controlado<sup>39-40</sup>.

En lo que respecta a la prevención mediante el tratamiento farmacológico se recomienda la administración de la medicación en forma inhalatoria al menos 15 minutos antes de realizar el ejercicio<sup>21, 38-40, 44</sup>.

También es muy importante el auto cuidado personal por parte del paciente, no cometiendo imprudencias cuando se encuentre solo o en situaciones de riesgo, como llevar siempre consigo la medicación broncodilatadora que usa regularmente y si lo utiliza el medidor de PEF, el cual es importante usar también antes de iniciar el ejercicio<sup>39-40</sup>.

Con la atención y el cumplimiento de estas recomendaciones es posible realizar una prevención adecuada del asma inducida por ejercicio por parte de los pacientes evitando o demorando la aparición de una crisis.

### **III. d. 9. Ejercicios Recomendados para el Asma Inducida por Ejercicio**

Teniendo en cuenta que al ser la actividad física parte importante del tratamiento de los pacientes con asma inducido por el ejercicio<sup>3, 6, 21, 42</sup>, se deberá

instar a estos a la elección de aquel deporte o actividad que le guste o que le haga feliz; ya que una elección voluntaria va a permitir una mejor adherencia y cumplimiento del mismo <sup>36</sup>.

Dentro de los ejercicios recomendados para estos pacientes se encuentran los aeróbicos, de fuerza, de reeducación respiratoria, de movilidad articular y de relajación<sup>4, 6-7, 32, 42</sup>.

Los ejercicios de relajación se consideran muy importantes ya que son de gran ayuda para prevenir y superar las crisis en estos pacientes. Con la práctica de yoga se han reconocido mejorías de la función pulmonar y una mayor capacidad de ejercicio, ya que su práctica frecuente ayuda a conseguir el control de la respiración, mejorando la flexibilidad y manteniendo la relajación muscular<sup>39, 42</sup>.

Se ha observado mejoras en los test de provocación bronquial en aquellos pacientes con asma inducida por ejercicio luego de realizar un período de entrenamiento aeróbico, por lo que este tipo de ejercicios se encuentra recomendado en estos pacientes, debiendo ser personalizado en función de las necesidades de cada paciente y con una intensidad ajustada a sus capacidades. Para observar resultados y adaptaciones fisiológicas la duración debe ser de tres meses como mínimo, con una frecuencia semanal de dos a tres veces y un volumen total de 120 minutos <sup>7, 21, 32, 44</sup>.

La natación siempre ha sido recomendada en pacientes asmáticos, y en pacientes con asma inducido por ejercicio parece lo más indicado ya que si se realiza en un ambiente cálido y húmedo puede mejorar la condición física aumentando la capacidad pulmonar, y permitir el desarrollo de buenas técnicas de ventilación así como elevar la autoestima en estos pacientes <sup>7, 36, 45-46</sup>. Aunque existen estudios que sostienen que el cloro presente en las piscinas sería negativo para este tipo de población, ya que podría actuar como un alérgeno y desencadenar una crisis asmática <sup>9, 46</sup>, otros estudios en este sentido señalan que los beneficios obtenidos por la práctica de la natación se sobreponen al factor ambiental negativo, y existe aún un amplio acuerdo en la comunidad científica que la práctica de natación es beneficiosa en los pacientes asmáticos<sup>45-47</sup>.

Otro aspecto fundamental es la entrada en calor, se recomienda que aquel paciente con episodios de asma inducida por ejercicio deberá realizarlo en forma prolongada y progresiva, comprobando a que intensidad de ejercicio es que los síntomas se presentan<sup>21, 35-36, 39- 42</sup>.

Se recomienda para evitar la crisis producida por el asma inducida por ejercicio, se realice el mismo en intervalos (menos de 6 minutos), siempre con una intensidad submáxima (por debajo del 90% del trabajo máximo posible), con acciones motrices rápidas y reposo activo (es decir con movimiento), evitando siempre los ambientes fríos y secos<sup>36, 39-40</sup>.

También se ha utilizado el período refractario como un dispositivo para reducir los efectos de las crisis de Asma Inducido por ejercicio, buscando inducir un ataque de asma previamente antes de los entrenamientos o partidos en aquellos sujetos en los que se produce este período refractario, para así encontrar un nivel de ejercicio que no induzca un ataque de asma, pero si permita la participación completa del deportista en el mismo<sup>5, 29, 39</sup>.

En lo que respecta a deportistas de elite que forman parte de esta población, el entrenamiento de alto rendimiento debe adaptarse a las condiciones ideales para de esta forma prevenir la lesión de la vía aérea<sup>7</sup>.

En los niños aunque presenten síntomas de asma inducida por ejercicio, con un buen control y tratamiento de la enfermedad, estos pueden participar exitosamente de actividades físicas regulares. Es importante que el ejercicio se realice a través de actividades lúdicas y cotidianas, es decir que pueda elegir una actividad divertida a la que pueda acceder regularmente y a la vez le permita relacionarse con sus pares y cumplir con sus actividades de la vida diaria<sup>31, 42</sup>.

### **III. e. Manejo kinésico**

El Kinesiólogo es parte imprescindible en el manejo de los pacientes asmáticos y con asma inducida por el ejercicio, y la kinesiterapia respiratoria debe ocupar un lugar importante dentro de un programa integral de intervención en estos pacientes. Esto lo realiza mediante técnicas relacionadas con el control del tiempo respiratorio, el uso de la musculatura diafragmática y abdominal, y el ejercicio cardiorrespiratorio con una correcta dosificación<sup>31, 44, 48</sup>.

Generalmente en estos pacientes es necesario generar una modificación del patrón respiratorio en virtud de una concientización del tiempo espiratorio, de la frecuencia respiratoria y de una pausa inspiratoria, lo cual deberá ser transmitido e indicado en forma correcta por el kinesiólogo, es decir que este buscara mediante la reeducación de la respiración en el paciente una mejora en la percepción y control de

la hiperventilación generadas durante las exacerbaciones de los pacientes asmáticos. Además se pretenderá mediante estas técnicas reducir la hiperventilación, el uso de la musculatura accesoria y los bloqueos respiratorios<sup>31, 48</sup>.

El aprendizaje de estas técnicas deberá ser realizado en los períodos estables e intercrisis, ya que las mismas favorecerán en la reducción de estas en cuanto a duración y cantidad; y también para que puedan ser utilizados por el paciente en caso de desencadenarse el asma inducida por ejercicio, para que este pueda recuperarse de la misma adecuadamente<sup>30, 48</sup>.

Es importante que los pacientes, sobre todo si son niños, puedan aprender o mejorar su mecánica respiratoria, siendo fundamental el manejo de la respiración diafragmática y sepan que tipo de ejercicio realizar para optimizar este proceso<sup>30, 42, 48</sup>.

Las técnicas de kinesioterapia respiratoria que incluyen la reducción de la frecuencia respiratoria, la respiración dirigida, el fortalecimiento de la musculatura abdominal y los ejercicios de respiración diafragmática van a ayudar a disminuir la hiperventilación y la inestabilidad emocional, por lo que van a generar una reducción de la reactividad pulmonar, brindando un alto potencial de recuperación en los episodios de asma inducida por ejercicio, así como van a llevar a un menor uso de broncodilatadores, logrando así una mejoría en la calidad de vida de estos pacientes<sup>31, 42</sup>.

Existen ejercicios respiratorios beneficiosos para los pacientes que sufren enfermedades respiratorias, que además son muy útiles para prevenir y para afrontar un episodio de asma inducido por ejercicio, por lo que deben realizarse diariamente como prevención y en un principio y hasta que el paciente domine correctamente la técnica deben ser supervisados por un kinesiólogo<sup>30, 44</sup>.

Un ejemplo práctico de estos ejercicios es:

- El paciente de pie con las manos debajo del ombligo y las puntas de los dedos en contacto entre sí. Deberá inspirar profundamente a través de los labios semicerrados, como si fuera a silbar, posteriormente a cada inspiración comprimir el abdomen hacia arriba, para expulsar el máximo de aire.
- El paciente sentado en una silla con las manos ubicadas en el tórax con los meñiques apoyados en las últimas costillas; deberá inspirar

profundamente, y luego expirar despacio, ejerciendo presión sobre las costillas para expulsar el aire de las bases de los pulmones.

- El paciente en decúbito supino, con la mano izquierda sobre el tórax y la derecha sobre el abdomen; deberá inspirar (se observará que la mano derecha se levanta visiblemente por la expansión del abdomen, a diferencia de la izquierda que se eleva solamente un poco); y luego expirar apretando el abdomen hacia arriba.
- El paciente en decúbito supino, con la mano izquierda sobre el tórax y la derecha sobre el abdomen; con las rodillas flexionadas y los pies apoyados en el suelo. Apretar lo más posible los muslos contra el tórax, acercando los talones a los glúteos, sin levantarlos. Inspirar profundamente, expirar apretando el abdomen hacia arriba.

La aplicación e incorporación de estos ejercicios respiratorios se recomiendan para mejorar la calidad de vida y disminuir las crisis de los pacientes con asma inducida por ejercicio <sup>30, 44, 48</sup>.

El kinesiólogo es parte fundamental en el tratamiento de los pacientes con asma inducida por ejercicio, y deberá indicarle al paciente la manera de proceder en caso de que desate un episodio en la práctica de la actividad física. En ese caso el ejercicio debe suspenderse, el paciente deberá tranquilizarse e intentar respirar bien utilizando alguna técnica específica y además deberá utilizar su medicación broncodilatadora habitual, y si dispone de un medidor de PEF realizarse una medición cuando se encuentre recuperado. Es por ello que es importante que los pacientes con asma inducido por ejercicio siempre se encuentren acompañados en la práctica deportiva <sup>39-40, 44</sup>.

#### **IV- JUSTIFICACION**

El asma es una patología que afecta a más de 300 millones de personas en el mundo, con estimaciones de un aumento de esa cantidad en 100 millones más para el año 2024, considerado como un problema de salud pública a nivel mundial. Su fisiopatología es conocida, al igual que su tratamiento farmacológico. El tratamiento Kinésico busca la recuperación de la función respiratoria sostenido en varios pilares, uno de ellos es el fortalecimiento físico a través del ejercicio.

La actividad física es actualmente una de las recomendaciones absolutas en la sociedad en general, la cual tampoco escapa a los pacientes con asma; pero a su vez el ejercicio es un desencadenante de las crisis asmáticas, produciendo Asma inducido por Ejercicio, el cual ocurre en un 70 a 80 % de los pacientes asmáticos. Esto genera controversias en cuanto a la aplicación de ejercicio físico en pacientes con asma inducido por ejercicio.

Siendo el Kinesiólogo uno de los principales responsables en la Rehabilitación Respiratoria, el conocer cuáles son los estímulos físicos más adecuados para el tratamiento de pacientes con Asma Inducido por Ejercicio le sería de utilidad para poder planificar su práctica, y poder adecuar estrategias para así ejecutar una adecuada terapéutica.

## V- MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se basa en una revisión bibliográfica acerca del tratamiento mediante ejercicio en pacientes con asma inducida por ejercicio.

Para llevar adelante la misma se realizó una búsqueda de artículos científicos en las bases de datos Pubmed, LiLacs, IBECS, el sistema SciELO, la Biblioteca de la Colaboración Cochrane, y la Biblioteca Electrónica SeCyT; además se consultó la revista digital efdeportes.com; el Boletín de la Red Nacional de Actividad Física y Desarrollo Humano (REDAF); y el British Journal of Sports Medicine; así como libros en la biblioteca de la universidad; incluyéndose estudios en idioma español, inglés o portugués, que se encontraran dentro del período de enero del 2005 hasta diciembre del 2019.

A continuación, se detallan los descriptores utilizados en dicha búsqueda con sus respectivos conectores:

	<b>DeCS</b>	<b>MeSH</b>
1	Asma	Asthma
2	Asma Inducido por Ejercicio	Astma Exercise- Induced
3	Broncoespasmo por Ejercicio	BIE (Bronchospasm Exercise-Induced / Exercise-Induced Bronchospasm)

	<b>Términos Libres</b>	
4	Ejercicio	Exercise
5	Tratamiento	Treatment
6	Actividad Física	Physical Activity
7	Deporte	Sport

### Descriptores con conectores:

- “Asma” AND “Ejercicio” (DeCS);
- “Asma” AND “Actividad Física” (DeCS);
- “Asma” AND “Deporte” (DeCS);
- “Asma Inducido por Ejercicio” AND “Tratamiento” (DeCS);
- “Asma Inducido por Ejercicio” AND “Actividad Física” (DeCS);
- “Asma Inducido por Ejercicio” AND “Deporte” (DeCS);
- “Asma” AND “Tratamiento” (DeCS); “Asma” AND “Tratamiento” OR “Ejercicio” (DeCS);
- “Asma” AND “Tratamiento” OR “Actividad Física” (DeCS); “Asma” AND “Tratamiento” OR “Deporte” (DeCS);
- “Asma Inducido por Ejercicio” OR “Broncoespasmo por Ejercicio” (DeCS).
- “Asthma” AND “Exercise” (MeSH);
- “Asthma” AND “Physical Activity” (MeSH);
- “Asthma” AND “Sport” (MeSH);
- “Asthma Exercise- Induced” AND “Treatment” (MeSH);
- “Asthma Exercise- Induced” AND “Physical Activity” (MeSH);
- “Asthma Exercise- Induced” AND “Sport” (MeSH);
- “Asthma” AND “Treatment” (MeSH); “Asthma” AND “Treatment” OR “Exercise” (MeSH);
- “Asthma” AND “Treatment” OR “Physical Activity” (MeSH); “Asthma” AND “Treatment” OR “Deporte” (MeSH);
- “Asthma Exercise- Induced” OR “Bronchospasm Exercise-Induced” (MeSH);
- “Asthma Exercise- Induced” OR “Exercise-Induced Bronchospasm” (MeSH).

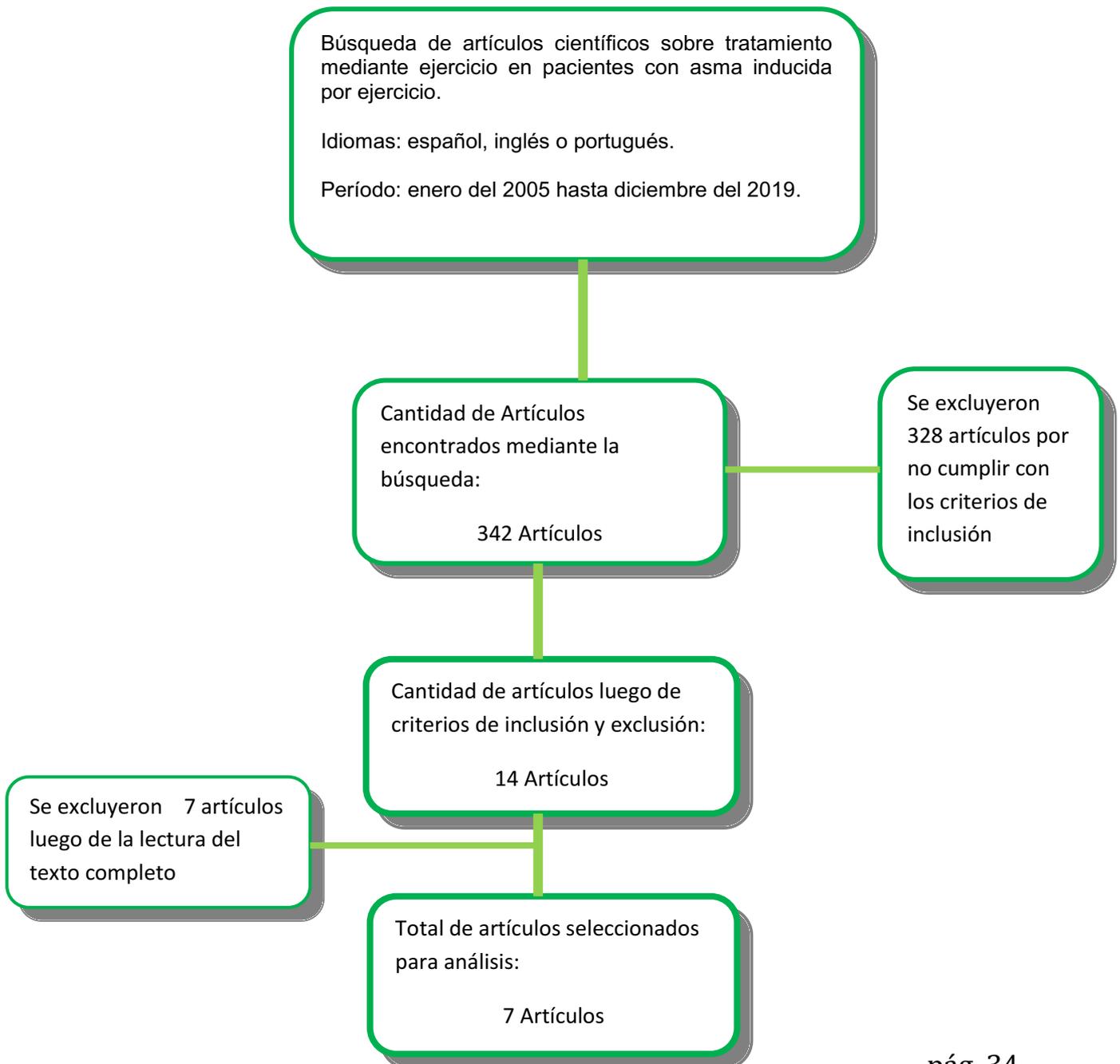
Luego de realizar la búsqueda bibliográfica, con la combinación de descriptores anteriormente descrita, se aplicaron los criterios de inclusión: estudios en idioma

español, inglés o portugués; ensayos con texto completo disponible; se incluyeron estudios clínicos aleatorizados, estudios de asociación, revisiones sistemáticas, estudios experimentales, y estudio de cohorte. Además, los estudios incluidos debían presentar pacientes con diagnóstico de asma o de asma inducido por ejercicio.

Por otro lado, los criterios de exclusión para dichos estudios encontrados fueron: artículos publicados antes del año 2005; que se encontraran en idiomas diferentes a los mencionados; ensayos con pacientes con broncoespasmo inducido por ejercicio sin asma o que combinaran pacientes con y sin asma en los mismos; estudios que solamente evaluaran el efecto del ejercicio en pacientes asmáticos en general y no trataran el asma inducido por ejercicio; estudios con pacientes con enfermedades neurológicas; ensayos con un solo paciente de muestra; estudios sin intervenciones o con una única intervención realizada; revisiones de literatura o artículos de revisión; artículos de baja calidad metodológica en los que no se especificaron criterios de inclusión o exclusión; estudios repetidos.

## VI. RESULTADOS

Como consecuencia de la revisión bibliográfica llevada a cabo, se obtuvieron 342 estudios, de los cuales, al aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 14 artículos. Posterior a su lectura, fueron considerados para la realización de este trabajo 7 estudios. Entre los mismos se obtuvieron 2 ECA, 1 Estudio de Asociación, 1 Estudio Experimental de Intervención, 1 Estudio de Cohorte Prospectivo, 1 Revisión Sistemática con un Metaanálisis; y 1 Revisión Sistemática. A continuación, se presenta el diagrama de flujo:



## **VI. a. Análisis de la bibliografía**

Luego del análisis exhaustivo se seleccionaron finalmente 7 artículos, los cuales fueron publicados en el período que va de enero del año 2005 a diciembre del año 2019. Estos se exponen a continuación;

En el año 2007 Sidiropoulou et al.<sup>49</sup>, se propusieron evaluar el efecto del entrenamiento en intervalos sobre la función respiratoria y la duración en niños con asma inducida por ejercicio que practicaban fútbol. Para ello realizaron un ECA en el que participaron 29 niños entre 10 a 14 años que desarrollaron Asma inducida por ejercicio luego de realizar una prueba de carrera libre de 6 minutos (medida como disminución del VEF<sub>1</sub> de un 10%). Los pacientes fueron divididos en dos grupos, un grupo control con 11 niños (edad media: 11,50 1,43 años), y un grupo intervención con 18 niños (edad media: 11,16 1,38 años). El estudio se realizó durante los meses de abril y mayo y los niños practicaban fútbol en clubes del norte de Grecia.

Ambos grupos cumplieron los mismos criterios, misma edad, altura y peso sin diferencias estadísticamente significativas; ausencia de enfermedad orgánica, ningún medicamento tomado antes, durante o después de la prueba de carrera libre, VEF<sub>1</sub> normal en reposo; y distribución equitativa de los sujetos en ambos grupos con respecto a la disminución del valor del VEF<sub>1</sub> luego de la prueba de carrera libre. Todos los participantes realizaron un registro de su historial médico, un examen clínico, radiografía de tórax y una evaluación cardiológica completa. Los niños con problemas cardíacos o de obesidad fueron excluidos del estudio.

Se registró el valor en reposo del VEF<sub>1</sub> antes de realizar la prueba de carrera de 6 minutos con una intensidad submáxima entre el 80 al 90 % de la frecuencia cardíaca máxima (FCM), la cual fue medida con un dispositivo inalámbrico portátil tipo Polar. Se registraron los síntomas manifestados y la distancia recorrida en metros. No se realizó entrada en calor ni se administraron fármacos antiasmáticos antes de la prueba. Finalizada la misma se realizó nuevamente una espirometría para medir el VEF<sub>1</sub> a los 2, 5, 10, 15, 20 y 30 minutos.

El grupo de intervención participo en un programa de entrenamiento de intervalos de fútbol de 8 semanas de duración. El grupo control siguió el programa estándar de entrenamiento de fútbol durante el mismo período. Cada grupo siguió únicamente su propio programa.

El programa estándar (común) no estaba controlado, comprendía ejercicios continuos de entrada en calor de baja intensidad (50 a 70 % FCM); una carga submáxima en la parte principal (80 a 90 % FCM) o máxima (100 % FCM) sin ninguna medida objetiva de intensidad o duración. Por su parte el programa de intervención se aplicó durante 8 semanas, con una frecuencia semanal de 3 estímulos con 45 minutos en cada unidad de entrenamiento. Se comenzó con ejercicios de entrada en calor de 10 minutos e incluyo técnica de manejo de la pelota, con alternancia de las cargas de intensidad baja y submáxima. El estímulo de baja intensidad (50 a 60 % FCM) duró 100 segundos, mientras que el de intensidad submáxima (80 a 90 % FCM) no excedió los 20 segundos. En la parte principal se realizaron ejercicios con o sin balón. Se prestó especial atención a la duración e intensidad del estímulo de entrenamiento, calculándose individualmente para cada sujeto del grupo.

La alternancia entre las intensidades altas y bajas en la parte principal del juego fueron las mismas que las utilizadas en la entrada en calor; y su duración se definió continuamente mediante dispositivos portátiles de frecuencia cardíaca. Cada 3 a 5 minutos los sujetos realizaron ejercicios de respiración y otros ejercicios basado en técnicas de relajación. La vuelta a la calma duro 10 minutos e incluyo relajación, elongación y ejercicios respiratorios especiales.

Luego del período de 8 semanas ambos grupos realizaron nuevamente la prueba de carrera libre y las comparaciones intra e intergrupales del  $VEF_1$  y de la distancia recorrida antes y después de la implementación del estudio.

Durante el período de entrenamiento ningún jugador del grupo de intervención presento síntomas de asma, a diferencia de 4-5 jugadores del grupo control que si los presentaron durante la parte principal del entrenamiento estándar. Posterior a la prueba de carrera libre 5 jugadores del grupo control registraron síntomas y solo 1 del grupo intervención. No se necesitó medicación antes, durante o después de las unidades de entrenamiento.

La evaluación final luego del período de 8 semanas evaluó el  $VEF_1$  y la distancia recorrida. Esta medición demostró que en el grupo intervención hubo una reducción significativa en la media de la tasa de reducción en el  $VEF_1$  en cuanto a la medición final ( $M= 10,47$ ) respecto a la inicial ( $M= 16,7$ ). Estas diferencias también se manifestaron en el grupo control pero en sentido opuesto ya que hubo un aumento del  $VEF_1$  entre la medición inicial ( $M= 15,48$ ) y la final ( $17,3$ ). En cuanto a la prueba de carrera libre de 6 minutos se demostró que si bien no hubo diferencias entre ambos

grupos en la medición inicial; en la final se observó que el grupo de intervención logro distancias más largas que el grupo de control. Los autores concluyeron que el entrenamiento de resistencia intervalado puede ser bastante beneficioso en términos de mejora en la función respiratoria como en la distancia recorrida, por lo cual consideraron que este programa puede ser utilizado por entrenadores de niños con asma que juegan al fútbol para prevenir episodios de asma inducido por ejercicio.

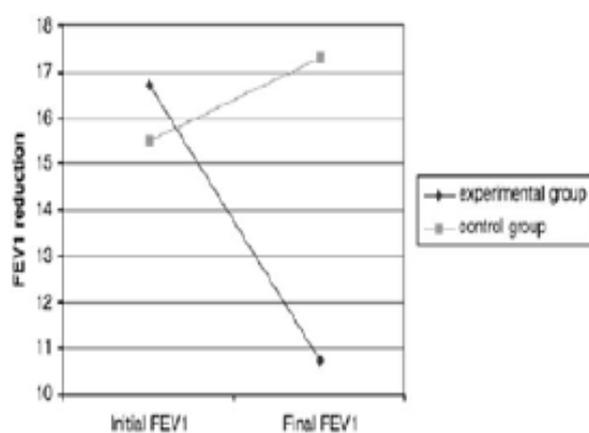


FIGURE 1) Interacción entre la medición inicial y la final en los 2 grupos para la tasa de reducción del volumen de espiración forzada en 1 segundo (FEV<sub>1</sub> variable).

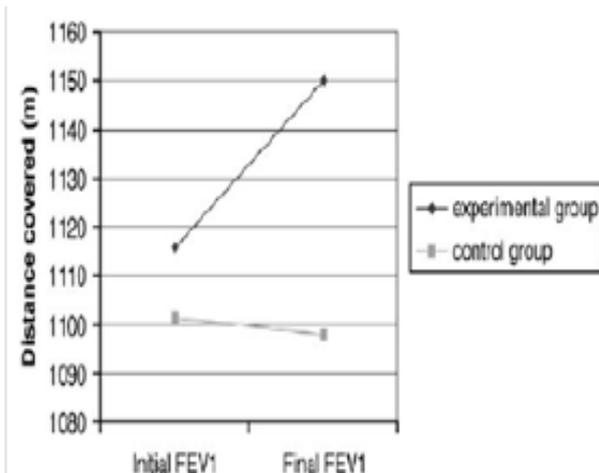


FIGURE 2) Interacción entre la medición inicial y la final en los 2 grupos para la distancia recorrida durante la prueba de carrera. FEV<sub>1</sub>.

Medición del VEF<sub>1</sub> y de la distancia recorrida en ambos grupos (figuras 1 y 2— pág. 3 (49))

En el año 2012 la misma autora<sup>50</sup> en conjunto con otros autores diferentes al estudio anterior se propusieron evaluar si existían diferencias en la incidencia del asma inducida por ejercicio en deportistas adolescentes de diferentes deportes, los que se desarrollan en distintas condiciones ambientales con similar intensidad de ejercicio. Para ello realizaron un Estudio de Asociación que incluyó a 90 adolescentes (3 grupos de 30) de entre 14 y 18 años, los cuales fueron reclutados de clubes en el Norte de Grecia, en los que realizaban fútbol, basquetbol y waterpolo. Todos los atletas tenían antecedentes formativos de al menos 2 años en el deporte practicado.

Los atletas de todos los grupos cumplieron con los mismos criterios de inclusión para el estudio: edad entre 14 y 18 años (p= 0,263), altura (p=0,097) y peso (p=0,282) sin diferencias estadísticamente significativas presentes; desarrollo normal y maduración sexual cronológica; un mínimo de 2 años de entrenamiento según deporte; ausencia de cualquier tipo conocido de enfermedad orgánica; sin ingesta previa de medicación para el asma, durante o después de los procedimientos de

prueba. Todos los participantes y sus padres recibieron información del propósito del estudio y los procedimientos a utilizar en el mismo y firmaron el consentimiento informado. Además todos fueron sometidos a un examen clínico, una evaluación cardiorrespiratoria por parte de un médico, y una prueba de carrera libre de 6 minutos.

Se procedió a medir el valor de descanso de FEV<sub>1</sub> de cada individuo antes de la prueba de carrera libre y ninguno demostró variaciones en los valores fisiológicos normales. A continuación se sometieron a una prueba de carrera libre de 6 minutos de duración a una intensidad igual a 80 - 90 % de su FCM (170-180 ppm) registrada mediante un dispositivo inalámbrico (Polar). Durante la prueba los atletas corrieron dentro de un ritmo de carrera predeterminado. Luego de la prueba se volvió a medir el FEV<sub>1</sub> de cada individuo a los 2, 5, 10, 15 y 30 minutos de finalizada la misma. A continuación se realizó una comparación entre el valor de reposo y final del FEV<sub>1</sub>, y también se controlaron los síntomas de disnea, dificultad para respirar y opresión en el pecho. Luego de esta prueba se encontró que 22 atletas tuvieron una disminución del 10 % del FEV<sub>1</sub>, de los cuales 9 eran de fútbol, 8 de basquetbol y 5 de waterpolo; todos ellos fueron reevaluados durante una sesión de entrenamiento de sus deportes respectivos.

Durante la reevaluación se tomó el FEV<sub>1</sub> antes de iniciar la sesión, la intensidad del ejercicio durante el entrenamiento se realizó con un dispositivo inalámbrico equipado con alarma audible cada vez que el atleta alcanzaba los 170-180 pulsaciones: El FEV<sub>1</sub> también fue evaluado durante el ejercicio y al finalizar el mismo. Esta reevaluación durante el entrenamiento demostró que los atletas de waterpolo no presentaron caída del 10 % del FEV<sub>1</sub> en condiciones de entrenamiento; mientras 5 de 9 (55%) jugadores de futbol y 4 de 8 (50%) de basquetbol si lo hicieron. El análisis muestra una menor incidencia de Asma Inducido por el ejercicio en los atletas de waterpolo, lo que según para los autores refuerza la influencia de las condiciones ambientales en los entornos deportivos, ya que estas y la calidad del aire provocaron una menor incidencia de esta en cuanto a los resultados de carrera al aire libre. En cuanto a la diferencia de los resultados del fútbol y el basquetbol en cuanto a la prueba de carrera libre, sostienen que se debe a que en estos existen muchas interrupciones durante el entrenamiento lo que conduciría al no aumento de la intensidad durante largos períodos de tiempo. Los autores concluyen que es necesaria la reorientación deportiva de los jóvenes con tendencia asmática hacia los deportes acuáticos; y en caso de no ser esto posible proponen la adaptación del entrenamiento en fútbol y basquetbol mediante ejercicios de relajación, actividades respiratorias y entrenamiento

a intervalos para hacer más llevadero un aumento adicional de la carga de entrenamiento en estos deportes. Al mismo tiempo sostienen que es necesario realizar más estudios para evaluar la respuesta de los atletas jóvenes a diferentes tratamientos y programas de entrenamiento alternativo que puedan prevenir la aparición de Asma Inducido por el Ejercicio.

**TABLE 4.** Mean  $\pm$  SD of the decrease of FEV<sub>1</sub> of athletes with EIA during the free running test and the sports training.\*

Groups	<i>n</i>	Free running test	<i>n</i>	Sports training
Football	9	15.02 $\pm$ 3.00	5	12.31 $\pm$ 1.28
Basketball	8	13.65 $\pm$ 1.78	4	11.53 $\pm$ 0.98
Water polo	5	13.02 $\pm$ 2.48	0	5.46 $\pm$ 1.23

\*FEV<sub>1</sub> = forced expiratory volume in 1 second.

Comparación de la disminución del FEV<sub>1</sub> durante la prueba de carrera libre y el entrenamiento específico (Tabla 4 – pág. 4(50))

En el año 2007 Fanelli et al.<sup>51</sup>, presentaron un estudio realizado en Brasil en el que buscaban evaluar si el entrenamiento físico mejoraría la calidad de vida y reduciría la incidencia del asma inducida por ejercicio en niños con asma persistente moderada o grave. Así mismo evaluaron los efectos del entrenamiento sobre la aptitud aeróbica y el uso diario de esteroides inhalados. Para ello realizaron un ECA en el que participaron 38 niños entre 7 a 15 años de edad con asma persistente de moderada a grave, y fueron reclutados de un centro especializado en asma pediátrica durante un período de 12 meses.

Se invitó a participar del estudio a aquellos niños que presentaban los criterios de inclusión, que consistían en diagnóstico de asma, que se encontraran bajo tratamiento médico durante al menos 6 meses anteriores al estudio en una fase

estable de la enfermedad, es decir sin exacerbaciones; y el uso de medicamentos. Ningún niño (es decir padre) rechazó la invitación a participar y todos culminaron el estudio. Además ningún niño asistía a un programa regular de entrenamiento físico. Se excluyeron pacientes con otras enfermedades cardiopulmonares o musculoesqueléticas.

Previamente al estudio los niños se sometieron a un período de preinclusión de 2 semanas para confirmar la estabilidad de la enfermedad. Primero se sometieron a un programa educativo del control del asma y posteriormente fueron asignados aleatoriamente a un grupo de entrenamiento físico supervisado (N= 21; 12 varones) y a un grupo de control (N=17; 11 varones). Antes del control y después del período de intervención los niños respondieron un cuestionario de calidad de vida del asma pediátrico (PAQLQ), y fueron sometidos a pruebas de función pulmonar, de ejercicio cardiopulmonar incremental, y desafíos de ejercicio con mediciones de dificultad respiratoria posteriores al esfuerzo. Durante todo el tiempo que duró el estudio un único médico neumonólogo fue el encargado de tratar a todos los pacientes.

El programa educativo consistía en dos clases semanales de 2 horas de duración cada una y en el mismo se presentó un video educativo sobre el ABC del asma con una clase interactiva para aclarar las dudas. Todos los participantes del estudio realizaron este programa.

El grupo de intervención realizó el programa de entrenamiento físico que se llevó a cabo con dos sesiones por semana durante 90 minutos en un período de 16 semanas. El mismo estuvo dividido en cuatro partes: la primera consistió en 15 minutos de ejercicios de calentamiento y estiramiento; la segunda en 30 minutos de ejercicio aeróbico en bicicleta y/o cinta de correr; la tercera parte fueron 30 minutos de ejercicios de fuerza resistencia para extremidades superiores e inferiores y abdomen; y la cuarta y última parte fueron 15 minutos de vuelta a la calma con elongación y relajación. El entrenamiento aeróbico se realizó a una frecuencia cardíaca correspondiente a cada individuo evaluado mediante un ergómetro de ciclo limitado con sistema digital por computadora. Esta intensidad fue seleccionada para proporcionar un alto estrés cardiovascular pero sostenible en un período de 30 minutos. En el programa existió un período de desarrollo inicial de ocho sesiones en el que la intensidad del entrenamiento se incrementó gradualmente para posibilitar que los niños alcanzaran la intensidad de ejercicio propuesta, la cual se incrementó en un 5 % cuando el niño pudo realizar continuamente por dos días consecutivos la actividad propuesta. Durante la fase de entrenamiento aeróbico se midieron cada 10

minutos las molestias respiratorias (mediante escala de Borg modificada) y la Frecuencia Cardíaca (mediante un monitor de frecuencia cardíaca). Los ejercicios de fuerza resistencia de la parte superior e inferior del cuerpo se realizaron con pesas libres al 70 % de una prueba de repetición máxima (RM) calculada sobre 10 repeticiones. Los participantes realizaron tres series de 15 repeticiones en dos ejercicios de miembros superiores y dos ejercicios de miembros inferiores.

Para la prueba de desafío por ejercicio los niños recibieron instrucciones de abstenerse de usar broncodilatadores de larga o corta duración. La misma se realizó sobre una cinta de correr en la que la velocidad de la misma aumento rápidamente (menos de 4 minutos) para provocar un alto estrés cardiovascular, es decir el 80 % de la frecuencia cardíaca máxima (evaluada por el ergometro de ciclo limitado) y posteriormente se mantuvo durante 6 minutos. La espirometría se realizó antes y 5, 10 y 20 minutos después del ejercicio. Una disminución del VEF<sub>1</sub> igual o superior al 10% se consideró como indicativo de Asma Inducido por Ejercicio.

Todos los integrantes del grupo de entrenamiento completaron con éxito el programa de ejercicio propuesto, es decir que asistieron al menos al 80 % de las sesiones del estudio. Estos pacientes presentaron mejoras significativas en parámetros de aptitud aeróbica (VO<sub>2</sub>; frecuencia de trabajo y pulso de oxígeno) durante las intensidades submáximas y máximas de ejercicio en comparación con el grupo control.

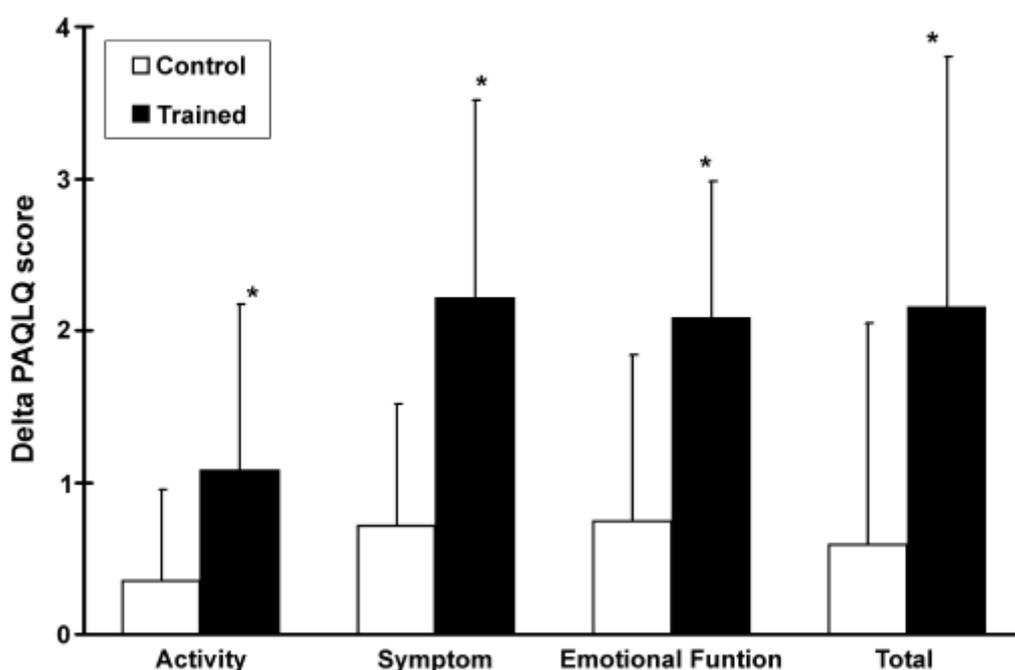
Del grupo de intervención 11 niños mejoraron su nivel de capacidad aeróbica, mientras que 10 niños del grupo control no modificaron sus puntajes y 4 de ellos empeoraron en la segunda prueba. Existieron cambios significativos en la reducción del asma inducida por ejercicio en los niños entrenados, pero no así en los del grupo control, evaluado con una menor disminución del VEF<sub>1</sub> después de la prueba (siendo la diferencia promedio en la disminución 5,4 % en el grupo experimental, mientras disminuyo hasta un 9,7% en el grupo control). Los niños entrenados, pero no los controles, presentaron molestias respiratorias inferiores luego de la prueba de desafío por ejercicio.

El acondicionamiento físico se relacionó con una mejora significativa en la calidad de vida relacionada con la salud, en comparación con el grupo control que no realizó entrenamiento. Los niños asmáticos que participaron del grupo de intervención mejoraron significativamente su capacidad aeróbica después de un programa de entrenamiento físico de 16 semanas; estos cambios se asociaron con una menor

necesidad de esteroides inhalados después del entrenamiento en comparación a un grupo no entrenado y una mejor respuesta a un desafío de ejercicio.

Solo los niños entrenados presentaron una reducción significativa en la incidencia de asma inducida por ejercicio. Teniendo en cuenta que existieron mejoras en el umbral anaeróbico es probable que el estrés ventilatorio disminuya después del entrenamiento con intensidades de ejercicio submáximas.

Los autores concluyeron que los programas estructurados de entrenamiento físico podrían desempeñar un papel importante dentro de una estrategia terapéutica complementaria para el control del asma inducido por ejercicio, ya que puede mejorar la calidad de vida relacionada con la salud y los síntomas de esta con consecuencias positivas sobre la necesidad diaria de terapia antiinflamatoria en esta población de pacientes



Los niños entrenados tuvieron mejoras significativamente mayores en la calidad de vida relacionada con la salud, en comparación con los controles. (Figura 2 – pág. 4(51))

En el año 2007 Mickleborough et al.<sup>52</sup>, realizaron en Gales un estudio experimental de intervención con el objetivo de investigar la eficacia de un protocolo de entrada en calor de intervalos de alta intensidad en comparación con el uso de salbutamol, un  $\beta_2$

agonista de uso común para la prevención y reversión del asma inducido por ejercicio; y si un protocolo de entrada en calor puede ser utilizado para bloquear la respuesta broncoconstrictora producida luego del ejercicio.

Fueron reclutados para el estudio 8 atletas recreativos moderadamente entrenados a partir de una población de estudiantes universitarios (edad [media + DE]  $19,5 \pm 1,2$  años; altura  $170 \pm 7$  cm; masa corporal  $65,8 \pm 8,7$  kg) con asma diagnosticado por un médico. Todos los sujetos habían sido tratados clínicamente por asma leve a persistente y tenían antecedentes de dificultad para respirar durante el ejercicio y sibilancias intermitentes, que se aliviaban con el uso de broncodilatadores inhalados. Además no tenían antecedentes de tabaquismo como tampoco anomalías adicionales de la función pulmonar. No fueron motivos de exclusión el estar embarazada, tener antecedentes de hiperlipidemia, hipertensión, diabetes o trastornos hemorrágicos. Todos los sujetos continuaron tomando su medicación de mantenimiento, según dosis recomendada, durante la realización del estudio ( $n=5$  dipropionato de beclometasona;  $n= 3$  budesonida). El uso de  $\beta_2$  agonistas de acción corta se suspendió 12 horas antes de cada sesión de prueba; y también se solicitó a los sujetos que se abstuvieran de tomar café o alcohol 8 horas antes y que no realizaran ejercicio físico al menos 24 horas antes de las pruebas.

Se realizó una prueba de detección inicial para detectar la presencia del asma inducido por ejercicio en cada sujeto, evidenciado con la disminución del 10 % o más del  $VEF_1$  post ejercicio en comparación con los valores previos al mismo. Además cada participante completó un cuestionario de salud y dio su consentimiento informado para participar en el estudio. Esta prueba sirvió como condición de control, se determinó la velocidad máxima de la cinta de correr de cada sujeto y la intensidad de sprints para el protocolo de calentamiento.

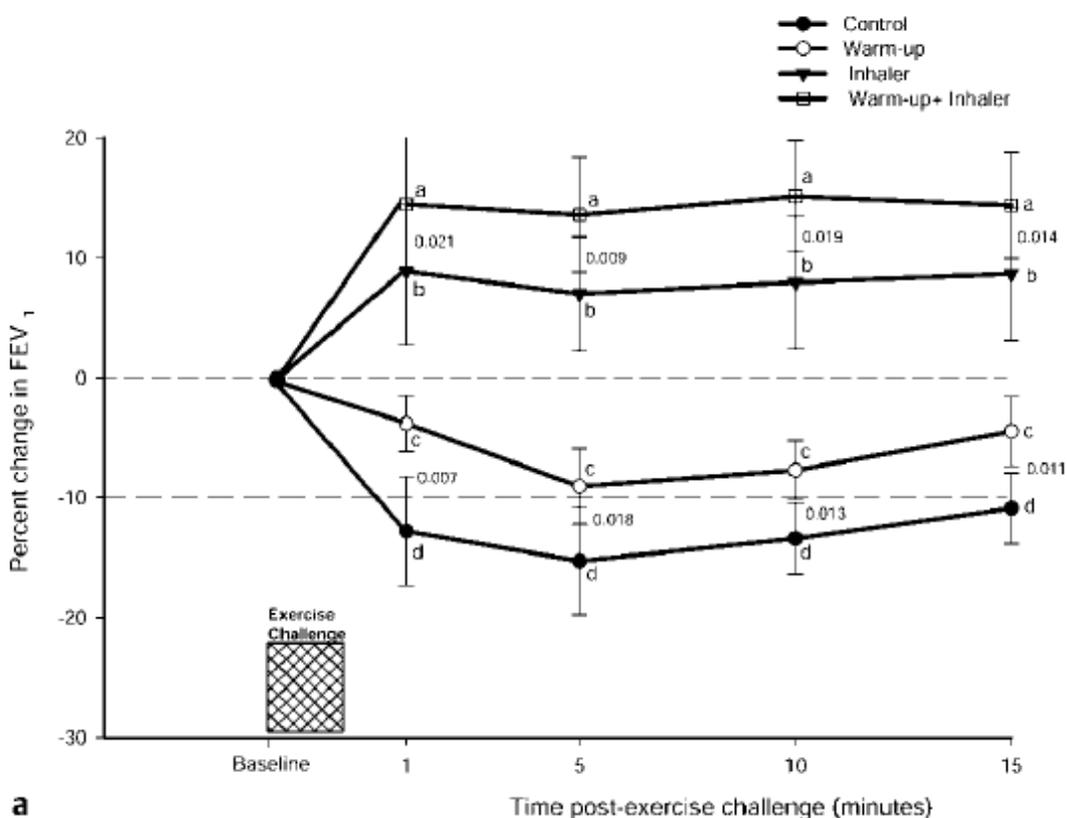
Cada sujeto realizó 3 sesiones experimentales con al menos 96 horas entre cada sesión. El orden en que las realizaron fue aleatorio. Cada sesión incluyó una intervención de tratamiento, seguida de un período de descanso de 15 minutos, un desafío de ejercicio y un período de recuperación de 20 minutos durante el cual se realizaron mediciones de la función pulmonar. La primera sesión fue de entrada en calor consistió en 8 carreras de 30 segundos en una cinta con 45 segundos de recuperación entre cada sprint, calculada para sujeto durante la evaluación inicial. La segunda sesión fue la de inhalador y consistió en que cada sujeto inhalara la dosis recomendada de salbutamol (200  $\mu$ g) 15 minutos antes del desafío de ejercicio. La tercera sesión combinó la sesión de entrada en calor seguida inmediatamente por la

de inhalador. En la prueba de detección de asma inducida por ejercicio y en cada sesión experimental se realizaron mediciones de la función pulmonar mediante espirometría antes de cada intervención del ejercicio y 1, 5, 10 y 15 minutos después del ejercicio.

Para el desafío de ejercicio se le pidió a cada sujeto que corriera en una cinta que se elevó 1% por minuto hasta alcanzar el 85-90 % de la frecuencia cardíaca máxima prevista, una vez alcanzada esta se aplicó el protocolo de carga constante que requería que el sujeto hiciera ejercicio en un estado estable durante 8 minutos mas a la frecuencia cardíaca objetivo. La velocidad e inclinación de la cinta difería para cada sujeto con el fin de lograr los criterios de frecuencia cardíaca para cada uno; pero cada sujeto realizó la misma carga de trabajo durante el mismo período de tiempo en cada día del estudio. Durante las pruebas de desafío de ejercicio las condiciones ambientales permanecieron constantes en el laboratorio con 50 % de humedad relativa y 23° centígrados. Durante el desafío la frecuencia cardíaca se monitoreo con un monitor de frecuencia cardíaca (Polar), también se monitorearon continuamente la ventilación expirada, el consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono mediante calorimetría de circuito abierto.

No se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en los valores de función pulmonar antes del ejercicio entre las diferentes condiciones experimentales. Los sujetos demostraron obstrucción de las vías respiratorias en la prueba de detección inicial con un promedio de disminución porcentual máxima del  $VEF_1$  de  $-18,25 \pm 4$  % evaluado post ejercicio. Sin embargo la disminución porcentual media post ejercicio después de la intervención de entrada en calor por intervalos fue de  $-9,01 \pm 0,6$  % del  $VEF_1$  lo que está por debajo del umbral de diagnóstico de asma inducida por ejercicio. La intervenciones de inhalador e inhalador mas entrada en calor intervalada resultaron en una broncodilatación post ejercicio con una medición del  $VEF_1$  de  $+8,9 \pm 6,1$  % con el uso del inhalador; y de  $+15,2 \pm 4,6$  % con la intervención combinada. La ventilación, el  $VO_2$  y la frecuencia cardíaca no fueron significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) entre las condiciones iniciales y las de experimentación con la carga constante durante la prueba de desafío con ejercicio. Los autores concluyeron que en los atletas recreativos con síntomas de asma inducida por ejercicio una entrada en calor con ejercicios repetidos de alta intensidad puede permitir que aprovechen el período refractario e inducir así un efecto protector significativo sobre el desarrollo de la broncoconstricción posterior en la sesión de ejercicio. También que la combinación de la entrada en calor de alta intensidad y salbutamol antes del ejercicio proporciona un mayor efecto

protector ante la aparición de síntomas de asma inducida por ejercicio que cualquier intervención sola.



Cambios porcentuales del VEF<sub>1</sub> de pre a post ejercicio en cada una de las condiciones experimentales (FIGURA 1a – pág. 4 (52))

En el año 2014 Tahan et al.<sup>53</sup>, realizaron en Turquía un Estudio de Cohorte prospectivo con el objetivo de evaluar los efectos del yoga en los niños con asma inducida por ejercicio. Para el estudio fueron reclutados inicialmente 24 niños de 6 a 17 años con asma moderada en la Unidad de Alergia Pediátrica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Erciyes en Turquía; los cuales fueron elegidos al azar entre los nuevos pacientes. Todos los participantes y sus padres firmaron el consentimiento informado. Se excluyeron 4 pacientes después del reclutamiento ya que declinaron someterse a un entrenamiento de yoga.

Los niños fueron evaluados previamente con una medición espirométrica antes y después de realizar una prueba de ejercicio que consistió en una prueba de carrera

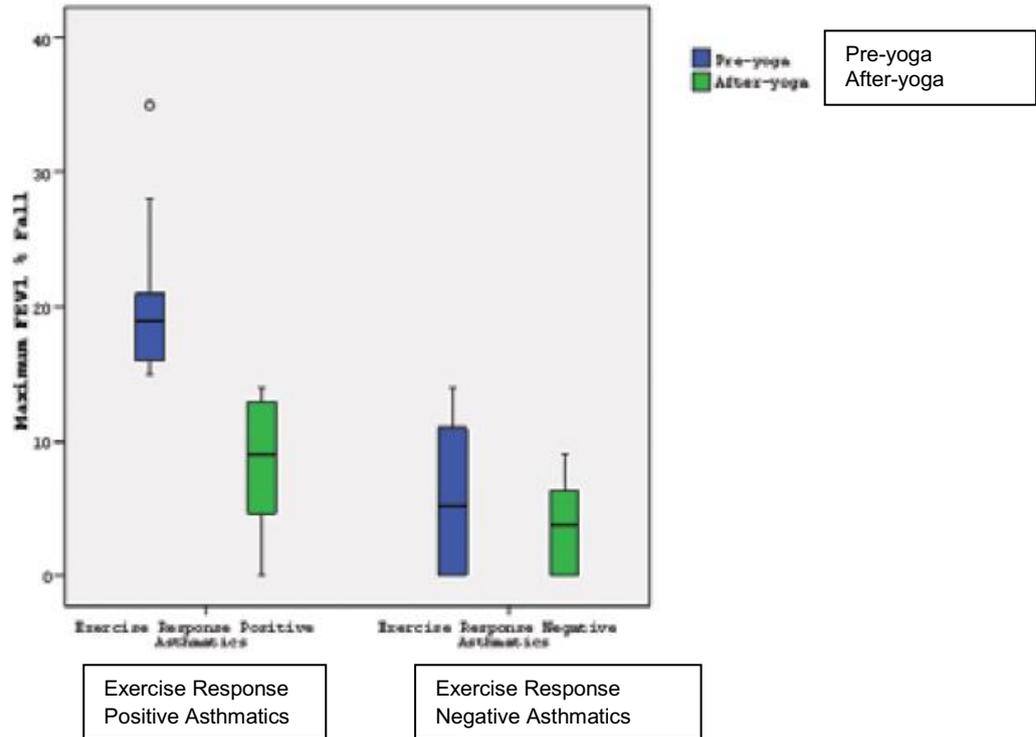
de 6 minutos en una cinta de correr con una carga submáxima. Para el estudio debieron discontinuar los broncodilatadores de acción corta al menos 12 horas antes de la prueba, y los de acción prolongada al menos 48 horas antes.

En la prueba de ejercicio los niños aumentaron su esfuerzo hasta que su frecuencia cardíaca alcanzó el 90 % del máximo previsto para su grupo de edad dentro de un minuto de comenzar el desafío y mantuvieron esa frecuencia durante los 6 minutos que duró el ejercicio. El  $VEF_1$  se evaluó con una espirometría previamente al ejercicio e inmediatamente terminado (0 minutos) y luego a los 5, 10, 15 y 20 minutos de haber detenido el mismo.

De los 24 niños evaluados 13 manifestaron una respuesta positiva al ejercicio (síntomas de asma inducido) y 11 evidenciaron una respuesta negativa. Declinaron de participar del estudio 3 niños del grupo de respuesta positiva y 1 niño del grupo de respuesta negativa.

Todos los niños (20) participaron de un programa de entrenamiento de yoga, realizando dos sesiones semanales de 1 hora durante un período de 12 semanas; siendo la técnica hatha la utilizada. Cada sesión consistió en una combinación de ejercicios respiratorios (pranayamas, durante 10 minutos); posturas físicas (asanas por 40 minutos) y finalizaban con 10 minutos de relajación. Todas las sesiones fueron dictadas por la misma instructora

Al inicio del estudio no existieron diferencias significativas en los grupos en cuanto a edad, sexo, y  $VEF_1$ . Finalizadas las 12 semanas se observó una mejora significativa en la caída del  $VEF_1$  de los participantes después de la prueba de ejercicio. Luego del estudio todos los asmáticos con respuesta positiva al ejercicio se convirtieron en asmáticos con respuesta negativa después de la prueba de ejercicio. No hubo diferencias en el grupo de respuesta negativa al ejercicio. Los autores concluyeron que la práctica de yoga tiene efectos beneficiosos sobre el asma inducido por ejercicio; y cuando se utiliza junto con medicamentos, el entrenamiento de yoga puede considerarse útil para lograr un mejor control del asma.



Disminución del VEF<sub>1</sub> antes y después del entrenamiento de yoga (figura 2– pág. 4 (54))

En el año 2012 Stickland et al.<sup>54</sup>, publicaron en Canadá una revisión sistemática con el objetivo de evaluar la efectividad de las rutinas de entrada en calor utilizadas previamente al ejercicio para atenuar la broncoconstricción que induce el asma por ejercicio, buscando la evidencia sobre la efectividad de cada protocolo para causar un período refractario que limite esta broncoconstricción. Para ello se realizó una búsqueda en el Registro Cochrane de Vías Respiratorias, en MEDLINE, Embase, CINAHL, AMED y PsycINFO, y también se realizaron búsquedas manuales en las principales 20 revistas respiratorias. La búsqueda original se realizó en noviembre del año 2008 y se actualizó en agosto del año 2009

Para esta revisión se seleccionaron ensayos controlados aleatorios (ECA) que incluyeran adultos y niños con asma y broncoconstricción inducida confirmada. Los atletas recreativos como los de elite fueron elegibles para ser incluidos en el estudio. Se seleccionaron un total de siete ensayos que incluyeron a 128 participantes. La intervención fue un período de entrada en calor previa al ejercicio en comparación con ningún tratamiento o placebo; siendo los resultados de interés la caída máxima porcentual en VEF<sub>1</sub> desde la línea de base previa al ejercicio, síntomas, presencia o

ausencia de broncoconstricción inducida (definida como una caída en el VEF<sub>1</sub> de al menos 10 % o el 15 %), protección clínica y efectos adversos.

De los estudios seleccionados cinco investigaron dos o más protocolos de calentamiento. Los protocolos fueron clasificados en cuatro subgrupos según la intensidad de la rutina. Cuatro rutinas se denominaron calentamientos de intervalo e implicaron varios sprints cortos; dos estudios involucraron dos desafíos de ejercicio estandarizados con 45 minutos de diferencia al 80-90 % de la carga de trabajo máxima y se denominaron entrada en calor de alta intensidad continua. Tres estudios involucraron carreras en cinta rodante con intensidades de trabajo del 60 % y se denominaron como entrada en calor de baja intensidad continua.

En todos los estudios el porcentaje medio de caída del VEF<sub>1</sub> medido después de una prueba de desafío con ejercicio de control de 5 a 10 minutos sin entrada en calor se comparó con el porcentaje de caída en un desafío idéntico después de una rutina de entrada en calor designada. Esta entrada en calor cumplió con el criterio de la American Thoracic Society de una tasa de trabajo igual al 80 – 90 % de un cálculo individual del ritmo cardíaco.

Esta revisión sistemática identificó todas las pruebas disponibles que compararon diversos tipos de entrada en calor con ninguna existencia de entrada en calor previamente al ejercicio, en el tratamiento de la broncoconstricción inducida por el ejercicio en pacientes asmáticos. La evidencia encontrada sugirió que si se compara con la ausencia de una entrada en calor, la realización de ejercicio de intervalo de alta intensidad o de intensidad variable utilizado previamente como entrada en calor antes de un ejercicio vigoroso ofrece una disminución estadísticamente significativa en el porcentaje de caída del VEF<sub>1</sub> hasta 80 minutos después, con una respuesta consistente en todos los estudios. El ejercicio intervalado mostro una atenuación media del VEF<sub>1</sub> del 10,61% (en un rango que oscila desde 4,80 % hasta 16,10 %).

El ejercicio de entrada en calor podría considerarse un estrés fisiológico y, debido a ello, las variaciones ambientales en el protocolo de entrada en calor pueden afectar el estrés en las vías respiratorias y, como consecuencia, el efecto protector de la entrada en calor previa al ejercicio. El ejercicio de entrada en calor generaría de esta manera un efecto refractario protector en los pacientes asmáticos, y aunque se han propuesto posibles mecanismos fisiológicos para el mismo, la causa de este aún no se comprende completamente.

Los autores de esta revisión concluyeron que según la evidencia disponible la disminución en la caída del VEF<sub>1</sub> fue similar si el ejercicio de entrada en calor utilizado fue con intervalos de alta intensidad o de intensidad variable. Además que la atenuación del VEF<sub>1</sub> pareció ser consistente con cualquiera de las estrategias de entrada en calor, pero el ejercicio de intervalos parece ser superior, ya que es más fácil su estandarización por parte del atleta y entrenador; y a que hay más evidencia para esta estrategia. Por ende basados en lo que estos hallazgos indican sugieren que una estrategia de entrada en calor adecuada, con ejercicio cercano al consumo máximo de oxígeno o de la Frecuencia Cardíaca máxima, podría ser una alternativa no farmacológica a corto plazo para reducir la broncoconstricción inducida por el ejercicio en los pacientes asmáticos.

En el año 2013 Eichenberger et al.<sup>55</sup>, publicaron en Suiza una revisión sistemática y un metaanálisis realizados hasta noviembre del año 2012, con el objetivo de determinar el efecto del entrenamiento físico sobre la calidad de vida, la hiperreactividad bronquial y la broncoconstricción inducida por el ejercicio en pacientes asmáticos; además de los factores que afectan los cambios en la Capacidad Vital y capacidad de ejercicio en asmáticos tras un período de entrenamiento físico. Para ello se realizó una búsqueda en MEDLINE, EMBASE y CINAHL, sin restricciones de idioma ni de edad de los participantes; y se excluyeron estudios en animales, estudios sin sujetos asmáticos, guías, cartas y aquellos que no incluían entrenamiento físico.

Se tomaron un total de 17 estudios que incluyeron un total de 599 sujetos; los metaanálisis mostraron la existencia de una mejora significativa en días sin síntomas de asma; en el VEF<sub>1</sub> y en la capacidad de ejercicio; mientras que la hiperreactividad bronquial solo tendió a mejorar. Sin embargo, los cambios intragrupal después del entrenamiento físico mostraron mejoras significativas en la Calidad de Vida (17%); la hiperreactividad bronquial (53%), la Broncoconstricción inducida por el ejercicio (9%); y el VEF<sub>1</sub> (3%), en comparación con las condiciones de control. Se utilizaron modelos de regresión lineal que revelaron que los cambios en la hiperreactividad de las vías respiratorias y la función pulmonar contribuyeron significativamente al cambio en la calidad de vida, mientras que principalmente los cambios en la hiperreactividad de las vías respiratorias contribuyeron al cambio en la capacidad de ejercicio.

Los autores concluyeron que fue la primer revisión sistemática que mostro un efecto positivo de la actividad física regular en la Calidad de Vida en asmáticos, con

mejoras en la hiperreactividad bronquial y en el  $VEF_1$  demostrando influir positivamente en este cambio. También se demostró que las mejoras en la capacidad de ejercicio se ven afectadas por cambios en la hiperreactividad de las vías respiratorias. Por ello sugieren que la actividad física debe recomendarse como terapia complementaria a la medicación. También sostienen que el volumen de entrenamiento óptimo necesita más investigación, ya que, según manifiestan, debe tenerse en cuenta que un mayor volumen o frecuencia de entrenamiento también tiene un impacto negativo en la calidad de vida a pesar de mejorar la capacidad de ejercicio. Sostienen que se deben realizar más estudios bien controlados que evalúen las relaciones entre la actividad física, la calidad de vida, la hiperreactividad de las vías respiratorias, la función pulmonar y especialmente la inflamación de las vías respiratorias, así como la ingesta de medicamentos.

Los estudios mencionados se resumen en las siguientes tablas:

Autor	Tipo de estudio	Sujetos (muestra)	Tratamiento	Evaluación	Resultados	Conclusión
Sidiropoulou et al. <sup>49</sup> 2007 Grecia	ECA	<p>n = 29 niños entre 10 a 14 años que desarrollaron Asma inducida por ejercicio luego de realizar una prueba de carrera libre de 6 minutos</p> <p><u>Grupo Control:</u> 11 niños (edad media: 11,50 1,43 años)</p> <p><u>Grupo Intervención:</u> 18 niños (edad media: 11,16 1.38 años)</p>	<p><u>Grupo Control:</u> programa estándar (común) no controlado, sin ninguna medida objetiva de intensidad o duración.</p> <p><u>Grupo Intervención:</u> 3 estímulos de 45 minutos durante 8 semanas. Se trabajó con alternancia de las cargas de intensidad baja (50 a 60 % FCM x 100") y submáxima (80 a 90 % FCM x no más de 20"). Se calculó individualmente para cada sujeto la intensidad y duración del estímulo. Realizaron ejercicios de respiración y otros ejercicios basado en técnicas de relajación.</p>	<p>VEF<sub>1</sub> mediante espirometría</p> <p>Distancia Recorrida Mediante Prueba de carrera de 6 minutos</p> <p>Frecuencia Cardíaca mediante dispositivo Polar para determinar intensidades de trabajo</p>	<p>Grupo Intervención: VEF<sub>1</sub></p> <p>Medición inicial (M= 16,7) Medición final (M= 10,47).</p> <p>Grupo control VEF<sub>1</sub> Medición inicial (M= 15,48) Medición final (17,3).</p> <p>Prueba de carrera libre de 6 minutos:</p> <p>Medición Inicial: no hubo diferencias entre ambos grupos</p> <p>Medición Final el grupo de intervención logro distancias más largas que el grupo de control.</p>	<p>El entrenamiento de resistencia intervalado puede ser bastante beneficioso en términos de mejora en la función respiratoria como en la distancia recorrida.</p> <p>Este programa puede ser utilizado por entrenadores de niños con asma que juegan al fútbol para prevenir episodios de asma inducido por ejercicio.</p>

Autor	Tipo de estudio	Sujetos (muestra)	Tratamiento	Evaluación	Resultados	Conclusión
Sidiropoulou et al. <sup>50</sup> 2012 Grecia	Estudio de Asociación	<p>n = 90 adolescentes deportistas de fútbol, basquetbol y waterpolo con un mínimo de 2 años de práctica del deporte.</p> <p><u>Grupo estudio:</u></p> <p>22 deportistas adolescentes con disminución del 10 % del FEV<sub>1</sub></p> <p>9 de Futbol 8 de Basquetbol 5 de Waterpolo</p>	<p><u>Grupo Estudio:</u></p> <p>Los 22 atletas que tuvieron una disminución del 10 % del FEV<sub>1</sub>, fueron reevaluados durante una sesión de entrenamiento de sus deportes respectivos.</p>	<p>VEF<sub>1</sub> mediante espirometría</p> <p>Distancia Recorrida Mediante Prueba de carrera libre de 6 minutos a 80-90% de su FCM</p> <p>Frecuencia Cardíaca mediante dispositivo Polar para determinar intensidades de trabajo.</p> <p>Durante la reevaluación se tomó el FEV<sub>1</sub> antes de iniciar la sesión, y la intensidad del ejercicio durante el entrenamiento. El FEV<sub>1</sub> también fue evaluado durante el ejercicio y al finalizar el mismo.</p>	<p>La reevaluación durante el entrenamiento demostró que los atletas de waterpolo no presentaron caída del 10 % del FEV<sub>1</sub> en condiciones de entrenamiento; mientras 5 de 9 (55%) jugadores de fútbol y 4 de 8 (50%) de basquetbol si lo hicieron. El análisis muestra una menor incidencia de Asma Inducido por el ejercicio en los atletas de waterpolo</p>	<p>Es necesaria la reorientación deportiva de los jóvenes con tendencia asmática hacia los deportes acuáticos; y en caso de no ser esto posible los autores proponen la adaptación del entrenamiento en fútbol y basquetbol mediante ejercicios de relajación, actividades respiratorias y entrenamiento a intervalos para hacer más llevadero un aumento adicional de la carga de entrenamiento en estos deportes. Sostienen que es necesario realizar más estudios para evaluar la respuesta de los atletas jóvenes a diferentes tratamientos y programas de entrenamiento alternativo que puedan prevenir la aparición de Asma Inducido por el Ejercicio.</p>

Autor	Tipo de estudio	Sujetos (muestra)	Tratamiento	Evaluación	Resultados	Conclusión
Fanelli et al. <sup>51</sup>  2007 Brasil	ECA	<p>n= 38 niños entre 7 a 15 años de edad con asma persistente de moderada a grave.</p> <p><u>Grupo de Intervención:</u> 21 niños (12 varones)</p> <p><u>Grupo de control:</u> 17 niños (11 varones)</p>	<p><u>Grupo control:</u> Programa educativo del control del asma.</p> <p><u>Grupo de intervención:</u> Programa educativo del control del asma + Programa de entrenamiento físico de 2 sesiones por semana durante 90' x 16 semanas. Dividido en cuatro partes: 1° - 15' de ejercicios de calentamiento y estiramiento 2° - 30' de ejercicio aeróbico en bicicleta y/o cinta de correr. 3° - 30' de ejercicios de fuerza resistencia para extremidades superiores e inferiores y abdomen. 4° - 15' de vuelta a la calma con elongación y relajación.</p>	<p>Cuestionario de calidad de vida del asma pediátrico (PAQLQ),</p> <p>Prueba de ejercicio cardiopulmonar incremental en cinta de correr.</p> <p>VEF<sub>1</sub> mediante espirometría antes y 5, 10 y 20 minutos después del ejercicio.</p>	<p>El grupo de intervención completó con éxito el programa de ejercicio.</p> <p>Presentaron mejoras significativas en parámetros de aptitud aeróbica (VO<sub>2</sub>; frecuencia de trabajo y pulso de oxígeno) durante las intensidades submáximas y máximas de ejercicio en comparación con el grupo control.</p> <p>Existió una menor disminución del VEF<sub>1</sub> después de la prueba de ejercicio en el grupo experimental (5,4 %), en comparación con el grupo control (9,7 %).</p>	<p>Los programas estructurados de entrenamiento físico podrían desempeñar un papel importante dentro de una estrategia terapéutica complementaria para el control del asma inducido por ejercicio, ya que puede mejorar la calidad de vida relacionada con la salud y los síntomas de esta con consecuencias positivas sobre la necesidad diaria de terapia antiinflamatoria en esta población de pacientes.</p>

Autor	Tipo de estudio	Sujetos (muestra)	Tratamiento	Evaluación	Resultados	Conclusión
Mickleborough et al. <sup>52</sup>  2007, Gales	Estudio Experimental de Intervención	<p>n= 8 atletas recreativos moderadamente entrenados con asma diagnosticado por un médico.</p> <p>Edad: (edad [media + DE]) 19,5 ± 1,2 años;</p> <p>Altura 170 ± 7 cm;</p> <p>Masa corporal 65,8 ± 8,7 kg)</p>	<p>Cada sujeto realizo 3 sesiones experimentales. Cada sesión incluyó una intervención de tratamiento, seguida de un período de descanso de 15', un desafío de ejercicio y un período de recuperación de 20'. La primera sesión fue de entrada en calor consistió en 8 carreras de 30" en una cinta con 45" de recuperación entre cada sprint, calculada para sujeto durante la evaluación inicial.</p> <p>La segunda sesión fue la de inhalador y consistió en que cada sujeto inhalara la dosis recomendada de salbutamol (200 µg) 15' antes del desafío de ejercicio.</p> <p>La tercera sesión combino la de entrada en calor seguida inmediatamente por la de inhalador.</p>	<p><u>Espirometría:</u></p> <p>En todas las sesiones, antes de cada intervención de ejercicio y 1, 5, 10 y 15' después del mismo.</p> <p><u>Desafío de ejercicio</u></p> <p>Carrera en una cinta hasta alcanzar el 85-90 % de la FCM prevista.</p> <p>Monitoreada con un monitor de frecuencia cardíaca (Polar),</p> <p>También se monitorearon continuamente la ventilación espirada, el consumo de oxígeno y la producción de dióxido de carbono mediante calorimetría de circuito abierto.</p>	<p>En la Intervención de Entrada en calor por intervalos hubo un promedio de disminución porcentual de - 9,01 ± 0,6 % del VEF<sub>1</sub> evaluado post ejercicio.</p> <p>La intervención de inhalador resulto en una broncodilatación post ejercicio con medición del VEF<sub>1</sub> de + 8,9 ± 6,1 %</p> <p>La Intervención de inhalador mas entrada en calor intervalada fue de + 15,2 ± 4,6 %.</p> <p>La ventilación, el VO<sub>2</sub> y la FC no fueron significativamente diferentes (p&gt; 0.05) entre las condiciones iniciales y las de experimentación con la carga constante durante la prueba de desafío con ejercicio.</p>	<p>. Los autores concluyeron que en los atletas recreativos con síntomas de asma inducida por ejercicio una entrada en calor con ejercicios repetidos de alta intensidad puede permitir que aprovechen el período refractario e inducir así un efecto protector significativo sobre el desarrollo de la broncoconstricción posterior en la sesión de ejercicio. También que la combinación de la entrada en calor de alta intensidad y salbutamol antes del ejercicio proporciona un mayor efecto protector ante la aparición de síntomas de asma inducida por ejercicio que cualquier intervención sola.</p>

Autor	Tipo de estudio	Sujetos (muestra)	Tratamiento	Evaluación	Resultados	Conclusión
Tahan et al. <sup>53</sup>  2014, Turquía	Estudio de Cohorte Prospectivo	<p>n= 24 niños de 6 a 17 años con asma moderada en la Unidad de Alergia Pediátrica de la Facultad de Medicina de la Universidad de Erciyas en Turquía; los cuales fueron elegidos al azar entre los nuevos pacientes.</p> <p>Con respuesta positiva al ejercicio (síntomas de asma inducido) 13 niños.</p> <p>Con respuesta negativa 11 niños</p> <p>Declinaron de participar del estudio 3 niños del grupo de respuesta positiva y 1 niño del grupo de respuesta negativa.</p>	<p>Todos los niños (20) participaron de un programa de entrenamiento de yoga, realizando dos sesiones semanales de 1 hora durante un período de 12 semanas; siendo la técnica hatha la utilizada.</p> <p>Cada sesión consistió en una combinación de ejercicios respiratorios (pranayamas, durante 10 minutos); posturas físicas (asanas por 40 minutos) y finalizaban con 10 minutos de relajación.</p> <p>Todas las sesiones fueron dictadas por la misma instructora</p>	<p>Los niños fueron evaluados previamente con una medición espirométrica antes y después de realizar una prueba de ejercicio que consistió en una prueba de carrera de 6 minutos en cinta de correr con una carga submáxima.</p> <p>El VEF<sub>1</sub> se evaluó con una espirometría previamente al ejercicio e inmediatamente terminado (0 minutos) y luego a los 5, 10, 15 y 20 minutos de haber detenido el mismo.</p>	<p>Al inicio del estudio no existieron diferencias significativas en los grupos en cuanto a edad, sexo, y VEF<sub>1</sub>. Finalizadas las 12 semanas se observó una mejora significativa en la caída del VEF<sub>1</sub> de los participantes después de la prueba de ejercicio.</p> <p>Luego del estudio todos los asmáticos con respuesta positiva al ejercicio se convirtieron en asmáticos con respuesta negativa después de la prueba de ejercicio. No hubo diferencias en el grupo de respuesta negativa al ejercicio</p>	<p>. Los autores concluyeron que la práctica de yoga tiene efectos beneficiosos sobre el asma inducido por ejercicio; y cuando se utiliza junto con medicamentos, el entrenamiento de yoga puede considerarse útil para lograr un mejor control del asma.</p>

**Tabla 1:** Resumen de los artículos analizados <sup>49-53</sup>

Autor	Tipo de estudio	Resultados y Conclusiones
Stickland et al. <sup>54</sup>  2012, Canada	Revisión  Sistemática	<p>Realizaron una revisión con el objetivo de evaluar la efectividad de las rutinas de entrada en calor utilizadas previamente al ejercicio para atenuar la broncoconstricción que induce el asma por ejercicio, buscando la evidencia sobre la efectividad de cada protocolo para causar un período refractario que limite esta broncoconstricción.</p> <p>Esta revisión identificó todas las pruebas disponibles que compararon diversos tipos de entrada en calor con ninguna existencia de entrada en calor previamente al ejercicio, en el tratamiento de la broncoconstricción inducida por el ejercicio en pacientes asmáticos.</p> <p>Los autores de esta revisión concluyeron que según la evidencia disponible la disminución en la caída del VEF<sub>1</sub> fue similar si el ejercicio de entrada en calor utilizado fue con intervalos de alta intensidad o de intensidad variable.</p> <p>Por ende basados en lo que estos hallazgos sugieren que una estrategia de entrada en calor adecuada, con ejercicio cercano al consumo máximo de oxígeno o de la Frecuencia Cardíaca máxima, podría ser una alternativa no farmacológica a corto plazo para reducir la broncoconstricción inducida por el ejercicio en los pacientes asmáticos.</p>
Eichenberger et al. <sup>55</sup>  2013, Suiza	Revisión  Sistemática y  Metaanálisis	<p>Realizaron una revisión con el objetivo de determinar el efecto del entrenamiento físico sobre la calidad de vida, la hiperreactividad bronquial y la broncoconstricción inducida por el ejercicio en pacientes asmáticos; además de los factores que afectan los cambios en la Capacidad Vital y capacidad de ejercicio en asmáticos tras un período de entrenamiento físico.</p> <p>Los autores concluyeron que fue la primer revisión sistemática que mostro un efecto positivo de la actividad física regular en la Calidad de Vida en asmáticos, con mejoras en la hiperreactividad bronquial y en el VEF<sub>1</sub> demostrando influir positivamente en este cambio. También se demostró que las mejoras en la capacidad de ejercicio se ven afectadas por cambios en la hiperreactividad de las vías respiratorias. Por ello sugieren que la actividad física debe recomendarse como terapia complementaria a la medicación</p>

**Tabla 2:** Resumen de las revisiones sistemáticas analizadas <sup>54-55</sup>

## VII- DISCUSION

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, se encontró que todos los pacientes diagnosticados con asma inducido por ejercicio que fueron tratados con ejercicio; solo o combinado con otras terapias; tuvieron mejoras significativas en lo que refiere a la función pulmonar. Respecto a esto y a otras cuestiones, se toman en cuenta algunos aspectos considerados importantes para rescatar a la hora de analizar los artículos, entre ellos que la población de los ensayos incluidos en el análisis es mayormente de niños, adolescentes y adultos jóvenes, con y sin experiencia previa deportiva, lo que da un mayor grado de fiabilidad en los resultados, en búsqueda de encontrar que estímulos físicos son más adecuados en el tratamiento de pacientes con Asma Inducido por Ejercicio.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, es decir, como el tratamiento mediante ejercicio mejora la función pulmonar en pacientes diagnosticados con asma inducido por ejercicio, y el análisis de los artículos seleccionados en la revisión bibliográfica, en los mismos se tomó como principal denominador en la evaluación la reducción del  $VEF_1$ . La valoración de dicha variable se realizó con espirometría comparatoria entre pre y pos ejercicio, aunque no en todos los estudios se tomaron las mismas cantidades de medidas y se utilizaron los mismos parámetros temporales, siendo en su mayoría realizadas en promedio de 10 minutos post ejercicio. En todos los estudios se desarrolló una prueba de desafío de ejercicio de 6 minutos o modificada; aunque cabe aclarar que en las revisiones sistemáticas consultadas<sup>54-55</sup> no se encontró mención a la utilización de esta prueba.

En la presente revisión bibliográfica se buscó determinar que estímulos físicos son los más adecuados para aquellos pacientes que presentan asma inducido por ejercicio, en cuanto a esto se presentan varios puntos a tener en cuenta, tomando en principio el método de entrenamiento utilizado; siendo el primer estudio considerado que aborda este tema el de Sidiropoulou et al.<sup>49</sup>, en el cual propusieron el entrenamiento intervalado de resistencia durante 8 semanas, obteniendo muy buenos resultados en la reducción del  $VEF_1$  y en la distancia recorrida en el test de 6 minutos, el cual fue ampliamente utilizado en todos los estudios para evaluar la capacidad funcional de los participantes. Por su parte en el estudio de Fanelli et al.<sup>51</sup> utilizaron el entrenamiento continuo como método de trabajo, el cual también les dio buenos resultados, cuantificaron la frecuencia cardíaca individual de cada sujeto participante y

los mismos realizaron ejercicio aeróbico continuo. Este tuvo una duración de 16 semanas.

Observando la discrepancia entre los estudios en cuanto a la utilización de distintos métodos de entrenamiento es difícil llegar a una conclusión sobre los mismos, a pesar de que en dos de ellos (49 y 51) se produjo una reducción del VEF<sub>1</sub> medido post ejercicio y considerado como una mejoría en la función pulmonar de estos pacientes.

Siguiendo la línea de tipos de estímulo Mickleborough et al.<sup>52</sup> propusieron un protocolo de entrada en calor con intervalos de alta intensidad para la prevención y reversión del asma inducida por ejercicio; y Stickland et al.<sup>54</sup> realizaron una revisión sistemática con el objetivo de evaluar la efectividad de las rutinas de entrada en calor utilizadas previamente al ejercicio para atenuar la broncoconstricción que induce el asma por ejercicio; ambos encontraron resultados muy favorables en cuanto al descenso del VEF<sub>1</sub> pos ejercicio y que podría ser una alternativa para inducir un período refractario. Sin embargo, los resultados deben tomarse con precaución ya que la muestra utilizada por los primeros es muy pequeña, al igual que la cantidad de artículos relevados en la revisión sistemática, y que además las metodologías difieren, incorporando el primero comparaciones con el uso de broncodilatadores, y en el segundo la ausencia de entrada en calor de cualquier tipo en los grupos de control.

Uno de los estudios encontrados, el de Tahan et al.<sup>53</sup>, buscó evaluar los efectos del yoga en niños con asma inducida por ejercicio; finalizado el mismo se observaron interesantes resultados ya que todos los participantes que presentaban síntomas con el ejercicio dejaron de presentarlos ante la prueba de desafío, aunque si es importante considerar que la muestra no es relevante ya que se consideraron un total de 20 pacientes, de los cuales solo 10 presentaban síntomas de asma inducido por ejercicio. Por otro lado y con respecto a la utilización de yoga hay que destacar que Sidiropoulou et al.<sup>49</sup> utilizaron una vuelta a la calma de 10 minutos que incluyó relajación, elongación y ejercicios respiratorios especiales; y a su vez Fanelli et al.<sup>51</sup> en la última parte de las intervenciones realizaron 15 minutos de vuelta a la calma con elongación y relajación. Aunque en estos estudios no se utilizaron ejercicios específicos de yoga si se pueden considerar como de relajación, y podrían haber influido en la medición final. Si bien, todos los pacientes en estos estudios reportaron mejorías, es difícil unificar los criterios de estos tres estudios y extrapolarlos, no pudiendo realizar una inferencia a partir de ellos, lo que sugiere que se necesitan más investigaciones futuras al respecto.

Uno de los artículos encontrados, realizado por Sidiropoulou et al.<sup>50</sup>, investigó la incidencia del asma inducida por ejercicio en deportistas adolescentes de diferentes deportes con similar intensidad de ejercicio pero desarrollados en distintas condiciones ambientales. Entre los deportes evaluados se encontraban fútbol, basquetbol y waterpolo; encontrando una menor incidencia del asma inducido por ejercicio en los atletas que practicaban waterpolo, dando valor los autores a este hallazgo para la recomendación de realizar actividades acuáticas. Dicha recomendación debe ser considerada atentamente, ya que la muestra utilizada es muy reducida (5 atletas de waterpolo) y no sería estadísticamente representativa. Por su parte Mickleborough et al.<sup>52</sup>, realizaron las pruebas de ejercicio con condiciones ambientales constantes en el laboratorio con 50 % de humedad relativa y 23° centígrados. Teniendo en cuenta estos parámetros se podría decir que el ambiente y el clima tienen influencia en el desarrollo de las crisis, siendo un ambiente cálido y húmedo el indicado para la práctica deportiva en estos pacientes, aunque seguramente sean necesarias nuevas investigaciones referidas a este tema.

En cuanto al volumen y frecuencia de las intervenciones no se encuentra un factor determinante, ya que Sidiropoulou et al.<sup>49</sup> realizaron 8 semanas de intervención, con una frecuencia semanal de 3 estímulos con 45 minutos en cada unidad de entrenamiento, mientras que Fanelli et al.<sup>51</sup> realizaron un programa de entrenamiento físico que se llevó a cabo con dos sesiones por semana durante 90 minutos en un período de 16 semanas; y en el estudio de Tahan et al.<sup>53</sup> el programa de entrenamiento de yoga fue realizado en dos sesiones semanales de 1 hora durante un período de 12 semanas. Por otro lado encontramos que en el estudio de Mickleborough et al.<sup>52</sup> cada sujeto realizó 3 sesiones experimentales con al menos 96 horas entre cada sesión incluyendo cada sesión una intervención de tratamiento, seguida de un período de descanso de 15 minutos, un desafío de ejercicio y un período de recuperación de 20 minutos. Es muy difícil realizar una comparación entre las mismas teniendo en cuenta que se trabajó con diferentes grupos etarios y con niveles disímiles de actividad física entendemos que en cada caso se ajustó a la realidad y posibilidades de los sujetos participantes.

Por otro lado encontramos que Eichenberger et al.<sup>55</sup> en su revisión sistemática sostienen que el volumen de entrenamiento óptimo necesita más investigación; lo cual parece muy acertado teniendo en cuenta las diferencias enunciadas anteriormente, así como la diversidad de prácticas realizadas, lo cual no

permite sistematizar ni realizar una aproximación a cuál sería el ideal de trabajo físico a realizar.

En lo que se refiere al uso de medicamentos en el estudio de Sidiropoulou et al.<sup>49</sup> los participantes no necesitaron medicación antes, durante o después de las unidades de entrenamiento, y en el de Fanelli et al.<sup>51</sup> los cambios producidos con el entrenamiento se asociaron con una menor necesidad de esteroides inhalados posterior al mismo en comparación con el grupo que control. Por otro lado encontramos que Mickleborough et al.<sup>52</sup> compararon el uso de inhalador en dos de las intervenciones realizadas obteniendo buenos resultados en la disminución del VEF<sub>1</sub>.

Es importante destacar que el uso de medicamentos broncodilatadores es algo que no debe considerarse a la ligera, su uso va a ser determinado por un médico y este será quien dictamine la reducción o aumento de los mismos; en referencia a ello encontramos que Tahan et al.<sup>53</sup> concluyeron que el entrenamiento de yoga utilizado junto con medicamentos puede considerarse útil para lograr un mejor control del asma. Por último Eichenberger et al.<sup>55</sup> sostienen que se deben realizar más estudios bien controlados que evalúen la ingesta de medicamentos, pero también sugieren que la actividad física debe recomendarse como terapia complementaria a la medicación. En base a todo esto considero que es conveniente que se realicen más investigaciones sobre el tema.

Por último, como debilidades del presente trabajo, que estimo necesario destacar se encuentran que solo se incluyeron estudios en idioma español, inglés y portugués. Además, vale aclarar que la falta de estandarización de protocolos presenta dificultades a la hora de analizar los artículos encontrados. Otro aspecto es el pequeño tamaño muestral utilizado en los estudios, ya que se dificulta extrapolar estos datos a una población más amplia.

Si bien en todos los artículos analizados se hallaron resultados positivos en cuanto a la utilización de estímulos de ejercicio en pacientes asmáticos para reducir la incidencia de asma inducida por ejercicio, y no se encontraron efectos adversos en los pacientes, se necesitan más estudios de mejor calidad metodológica que puedan confirmar estos resultados en una población mucho más amplia y con un seguimiento mayor de la misma, ya que el máximo seguimiento fue el realizado por Fanelli et al.<sup>51</sup> durante 16 semanas.

## VIII- CONCLUSION

Como resultado de la revisión bibliográfica realizada y el posterior análisis de los estudios seleccionados, se encontró que el ejercicio produjo beneficios a corto plazo en la función pulmonar en pacientes asmáticos que presentaron síntomas inducidos por el ejercicio, mejorando su sintomatología y disminuyendo el uso de medicamentos. Sin embargo, se considera que se necesitan nuevas investigaciones de mayor calidad metodológica para poder afirmar lo dicho anteriormente.

Con respecto a los estímulos más adecuados siempre se recomendó la natación para pacientes asmáticos, y si bien las actividades acuáticas pueden presentar un beneficio por el efecto de las presiones del agua sobre el cuerpo humano, el ambiente en que se desarrollan, y el desarrollo de la respiración en las mismas; también existen gran discrepancia por lo que el ambiente puede provocar y por la presencia o ausencia de cloro en las piscinas lo que podría inducir a crisis asmáticas al actuar como un alérgeno; por lo cual se observa necesario realizar más investigaciones ya que la bibliografía existente es contradictoria, aunque se entiende que puede presentar más beneficios que complicaciones.

Es evidente que el entrenamiento físico es importante para mejorar el desarrollo y la calidad de vida en los pacientes asmáticos, así como también que puede inducir una crisis en estos, pero no debería desaconsejarse ya que sus beneficios son mayores. A pesar de no encontrarse acuerdo en cuanto al volumen, frecuencia e intensidades del mismo, parecería ser que el ejercicio intervalado o la realización de entradas en calor con este tipo de ejercicio serían superiores en comparación a los otros métodos. Sin embargo se necesitan más estudios para probarlo o compararlo con otras modalidades de entrenamiento físico utilizado, así como establecer un protocolo adecuado y determinar los parámetros adecuados de las variables antes mencionadas; pero el ejercicio intervalado debería ser tenido en cuenta en futuras investigaciones.

También es importante tener en cuenta las precauciones antes y después del ejercicio, como tener siempre a mano la medicación de rescate, realizar una buena entrada en calor y una vuelta a la calma que además de ejercicios de elongación incluya ejercicios de respiración y relajación, los cuales parecen brindar resultados más que favorables en estos pacientes; pero de los cuales se necesitan más estudios.

Es evidente que el ejercicio controlado y adecuado a cada sujeto será más que beneficioso en los pacientes asmáticos, y este control va a prevenir la aparición de crisis inducidas por el ejercicio, sobre todo si se aborda al paciente en forma interdisciplinaria, ya que el ejercicio puede ser una herramienta más del tratamiento, pero no hay que descuidar los demás aspectos del mismo, cumpliendo el kinesiólogo un rol de gran importancia dentro de este grupo interdisciplinar.

Futuras investigaciones deberían unificar criterios en cuanto a protocolo, volumen, intensidad y frecuencia del ejercicio, así como también las variables de realización del mismo. Además, se debería considerar incluir muestras con mayor cantidad de pacientes para obtener resultados más fiables.

## IX- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Manual AMIR NM. Neumología y Cirugía Torácica. 4<sup>a</sup> ed. Madrid: Marban 2010; 35-40.
- 2- Tribastone, F. Asma. Compendio de Gimnasia Correctiva. España: Paidotribo, 2001. p.145-150.
- 3- González-Díaz SN, Partida-Ortega AB, Macías-Weinmann A, Arias-Cruz A, Galindo-Rodríguez G, Hernández-Robles M, et al. Evaluación de la capacidad funcional mediante prueba de marcha de 6 minutos en niños con asma. RAM. 6 de diciembre de 2017; 64(4):415.
- 4- Impact von Bewegung, Sport und Rehabilitation bei Asthma und COPD | Therapeutische Umschau | Vol 71, No 5 [Internet]. [citado 19 de agosto de 2015]. Disponible en: <https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/0040-5930/a000516>
- 5- Laitano O, Meyer F. Asma induzida pelo exercício: aspectos atuais e recomendações. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Febrero de 2007; 13(1):67-70.
- 6- Airasca, D. Asma y Actividad Física. Boletín Electrónico REDAF. 2012
- 7- Núñez C M, Mackenney P J. Asma y ejercicio: Revisión bibliográfica. Rev chil enferm respir. marzo de 2015;31(1):27-36
- 8- Fraser, R.; Colman, N.; Müller, N.; Paré, P. Fundamentos de las enfermedades del tórax. Barcelona: Masson, 2006; 643-660.
- 9- Carlsen K-H, Hem E, Stensrud T. Asthma in adolescent athletes. British Journal of Sports Medicine. 1 de diciembre de 2011; 45(16):1266-71.
- 10- Fox, S. I. Fisiología Humana. México: McGRAW-HILL, 2011. p. 525-538
- 11- Latarjet M, Liard AR. Anatomía humana. Vol. 2. Ed. Médica Panamericana; 2004.
- 12- Guyton A, Hall, J. Tratado de fisiología Medica. España: Elsevier, 2011.
- 13- West J. Fisiología Respiratoria. Editorial Medica Panamericana. 2005.
- 14- Drake, R., Vogl W., Mitchell, A. Gray Anatomia para estudiantes. España: Elsevier, 2010. p. 164-166
- 15- Rouvière, H y Delmas, A. Anatomía Humana. Descriptiva, topográfica y funcional. Tomo II. 11<sup>a</sup> edición. Editorial Masson S.A; 2005.
- 16- Wilmore, J., Costill, D. Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. España: Paidotribo, 2014. p. 192-207
- 17- Kapandji AI. Fisiología articular tronco y raquis 5<sup>o</sup> edición. Editor Panamericana.

- 18- Global Initiative For Asthma, 2019. [Internet]. [citado 18 de abril de 2020]. Disponible en: <https://ginasthma.org/wp-content/uploads/2016/10/WMS-Spanish-Pocket-Guide-GINA-2016-v1.1.pdf>
- 19- Forte GC, Hennemann ML, Dalcin P de TR. Asthma control, lung function, nutritional status, and health-related quality of life: differences between adult males and females with asthma. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. agosto de 2018;44(4):273-8.
- 20- Asma: concepto, fisiopatología, diagnóstico y clasificación [Internet]. [citado 26 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.pediatriaintegral.es/numeros-antteriores/publicacion-2012-03/asma-concepto-fisiopatologia-diagnostico-y-clasificacion/>
- 21- González AM, Fraga EH. Asma bronquial y ejercicio físico. Manifestaciones en el adulto mayor. *Anatomía Digital*. 4 de abril de 2019;2(2):18-42.
- 22- Jayasinghe H, Kopsaftis Z, Carson K. Asthma Bronchiale and Exercise-Induced Bronchoconstriction. *Respiration*. 2015;89(6):505-12.
- 23- Arias SJ, Neffen H, Bossio JC, Calabrese CA, Videla AJ, Armando GA, et al. Prevalencia y características clínicas del asma en adultos jóvenes en zonas urbanas de Argentina. *Archivos de Bronconeumología*. 1 de marzo de 2018;54(3):134-9.
- 24- West J. Fisiopatología Pulmonar. Editorial Medica Panamericana. 2005.
- 25- Río-Navarro BE del, Hidalgo-Castro EM, Sienna-Monge J JL. Asma. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*. febrero de 2009;66(1):3-33.
- 26- Rebolledo-Cobos RC, Teixeira B, Correa C. Asma, estrés oxidativo y ejercicio físico: revisión de la literatura. *Fisioterapia*. 1 de enero de 2014;36(1):40-8.
- 27- Corbi F, Baiget i Vidal E, Bofill A. Asma y actividad física. Revisión. 2014 [citado 25 de abril de 2020]; Disponible en: <http://dspace.uvic.cat/xmlui/handle/10854/3979>
- 28- Menga G, Lombardi D, Saez Scherbovsky P, Wustten CS, Uribe Echavarría L, Raimondi GA, et al. Recomendaciones prácticas para el manejo de la crisis asmática en pacientes adultos. *Revista americana de medicina respiratoria*. diciembre de 2015;15(4):325-35.
- 29- Córdova Martínez A, del Villar Sordo V. Protocolo diagnóstico del asma inducida por ejercicio. *Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*. 1 de enero de 2002;8(85):4603-5
- 30- González IB, González GM, Sánchez MR, Pargas AR. Rehabilitación respiratoria en pacientes asmáticos. *Archivo Médico Camagüey* [Internet]. 5 de marzo de 2015

- [citado 2 de mayo de 2020];4(3). Disponible en:  
<http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc/article/view/3549>
- 31- Garcia R, Pavez G, Espinoza A. Kinesiología respiratoria en pacientes asmáticos en edad escolar Octubre 2017; 12(4): 169-174
  - 32- Tratamiento de asma bronquial mediante ejercicios físicos [Internet]. [citado 28 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd158/tratamiento-de-asma-bronquial.htm>
  - 33- Butcher JD. Exercise-induced Asthma in the Competitive Cold Weather Athlete: Current Sports Medicine Reports. diciembre de 2006;5(6):284-8.
  - 34- Brennan FH, Alent J, Ross MJ. Evaluating the Athlete with Suspected Exercise-Induced Asthma or Bronchospasm: Current Sports Medicine Reports. marzo de 2018; 17(3):85-9.
  - 35- Xavier C, Bocca X, Salvado A. Asma inducida por ejercicio. 16 de agosto de 2019; 14:147-50.
  - 36- Drobnic F. Asma inducida por el esfuerzo y deporte. Una puesta al día práctica. Revista de asma [Internet]. 10 de febrero de 2016 [citado 26 de abril de 2020];1(1). Disponible en: <https://separcontenidos.es/revista3/index.php/revista/article/view/90>
  - 37- Couto M, Jacinto T. Avaliação objetiva no diagnóstico de broncoconstrição induzida pelo exercício. Revista Portuguesa de Imunoalergologia. diciembre de 2019;27(4):304-25
  - 38- Tuneu i Valls L, Guerrero J. El asma inducida por esfuerzo. 2004; 6(4): 197-201
  - 39- González MAP, Rodríguez NS. Asma inducido por ejercicio. :5.
  - 40- Drobnic, F. Asma y actividad deportiva. Apuntes Educación Física y Deportes, 1994; 38, 100-103.
  - 41- Ortiz VL. Asma inducida por ejercicio. 2004; 4:9.
  - 42- Núñez MEM, Barrios C, Machado L, Sánchez CM. Tratamiento No Farmacologico del asma Bronquial. Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría. 73:7.
  - 43- Belinchón JP, Méndez S de A. El asma en el adolescente. 2013; 21.
  - 44- Cómo trabajar la actividad física siendo asmático [Internet]. [citado 29 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd165/como-trabajar-la-actividad-fisica-siendo-asmatico.htm>
  - 45- Morales PAR, González ESG, Obando EAA, Casa LEN, Raquel E, Mejía B, et al. Beneficios de la natación en el asma. :9.
  - 46- Torres ÁAS, Torres MS, Garcés JE, Quisintuña VAM, Pérez MB, García MRV. Efectos negativos de los deportes acuáticos en el asma. :9.

- 47-Aguado Ivorra P, Romero Rodriguez IM, Vera Ortuño F, Gil Escolano G, Llorca Gómez A, Botella Montoya J. Efectos de las diferentes actividades en medio acuático sobre la población con problemas respiratorios. RIAA. 2018;2(4):98-105.
- 48-Vilaró J, Gimeno-Santos E. Eficacia de la fisioterapia respiratoria en el asma: técnicas respiratorias. Revista de asma [Internet]. 25 de julio de 2016 [citado 12 de julio de 2020];1(2). Disponible en: <http://separcontenidos.es/revista3/index.php/revista/article/view/105>
- 49-Sidiropoulou MP, Fotiadou EG, Tsimaras VK, Zakas AP, Angelopoulou NA. The effect of interval training in children with exercise-induced asthma competing in soccer. J Strength Cond Res. mayo de 2007; 21(2):446-50.
- 50-Sidiropoulou MP, Kokaridas DG, Giagazoglou PF, Karadonas MI, Fotiadou EG. Incidence of exercise-induced asthma in adolescent athletes under different training and environmental conditions. J Strength Cond Res. junio de 2012; 26(6):1644-50.
- 51-Fanelli A, Cabral ALB, Neder JA, Martins MA, Carvalho CRF. Exercise Training on Disease Control and Quality of Life in Asthmatic Children: Medicine & Science in Sports & Exercise. septiembre de 2007; 39(9):1474-80.
- 52-Mickleborough TD, Lindley MR, Turner LA. Comparative effects of a high-intensity interval warm-up and salbutamol on the bronchoconstrictor response to exercise in asthmatic athletes. Int J Sports Med. junio de 2007;28(6):456-62.
- 53-Tahan F, Eke Gungor H, Bici E. Is yoga training beneficial for exercise-induced bronchoconstriction? Altern Ther Health Med. abril de 2014; 20(2):18-23.
- 54-Stickland MK, Rowe BH, Spooner CH, Vandermeer B, Dryden DM. Effect of Warm-Up Exercise on Exercise-Induced Bronchoconstriction: Medicine & Science in Sports & Exercise. marzo de 2012; 44(3):383-91.
- 55-Eichenberger PA, Diener SN, Kofmehl R, Spengler CM. Effects of Exercise Training on Airway Hyperreactivity in Asthma: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med. noviembre de 2013; 43(11):1157-70.

## X- ANEXO 1

### Protocolo para la utilización del Peak Flow Meter

Se debe hacer la medición siempre antes de iniciar una actividad física para controlar el estado de las vías aéreas. Es necesario marcar los resultados en una tabla para evaluar el tratamiento y la evolución de la enfermedad. Para que se haga correctamente debe **seguir los siguientes pasos:**

1. Ponga el marcador en el cero o en el número más bajo de la escala.
2. De pie inhale profundamente. Coloque la boca en la boquilla del medidor.
3. Sople fuerte y lo más aprisa posible.
4. Retire el medidor de la boca.
5. Recuerde el número y ponga el marcador nuevamente en cero.
6. Repita la prueba dos veces más y anote el número más alto en su diario.

Las zonas del asma, en el medidor se marca de tres maneras, el verde indica que el nivel de flujo máximo está controlado, el amarillo indica que entramos en zona de peligro y el rojo significa ataque. En caso de que se halle en el nivel de la zona amarilla debe repetirse la medida después de tomar el inhalador y hacer el calentamiento. Si sigue en la misma zona es preferible no hacer los ejercicios y tomar los medicamentos recomendados. Es conveniente consultar con su médico cuando permanezca en esta zona durante dos o tres días.

Cómo trabajar la actividad física siendo asmático [Internet]. [citado 29 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd165/como-trabajar-la-actividad-fisica-siendo-asmatico.htm> (44)