LOS EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO FÍSICO EN NIÑOS ASMATICOS

EFFECTS OF EXERCISE TRAINING IN CHILDREN WITH ASTHMA

Daniele Schiwe PT¹, Fernanda Maria Vendrusculo PT, PhD¹, Márcio Vinícius Fagundes Donadio PT, PhD¹.

¹ Laboratorio de Actividad Física Pediátrica, Centro Infantil, Pontificia Universidad Católica del Río Grande del Sur (PUCRS), Porto Alegre, Brasil.

ABSTRACT

Asthma is a chronic obstructive respiratory disease with high prevalence in children. Several factors may trigger asthma symptoms, including exercise, which can lead to exercise-induced bronchoconstriction (EIB). Although physical exercise may represent a risk factor for triggering bronchial obstruction in asthmatics, studies have also indicated several positive effects. Thus, this article aimed to summarize current evidence on the effects of exercise training in children with asthma. There is substantial available evidence on the topic. Most of the findings show that exercise induce positive effects, including the increase of aerobic fitness, decrease of EIB levels, as well as an increase in both disease control and quality of life levels in asthmatic children. As for possible influencing factors in order to obtain exercise-induced positive effects, an adequate prescription of exercise intensity highlights and should be personalized, as well as established close to the anaerobic threshold. Thus, considering the evidence showing beneficial effects and the fact that the practice of physical exercise consists of a low cost and safe non-pharmacological therapy, supervised, personalized and individual recommendation of exercise training by health professionals are indicated to asthmatic children.

Key words: asthma; exercise training; exercise-induced bronchoconstriction; quality of life; pediatrics.

RESUMEN

El asma es una enfermedad respiratoria obstructiva crónica con alta prevalencia en niños. Varios factores pueden desencadenar síntomas de asma, incluido el ejercicio, que puede conducir a la broncoconstricción inducida por el ejercicio (BIE). Aunque el ejercicio físico puede representar un factor de riesgo para desencadenar la obstrucción bronquial en los asmáticos, estudios también han indicado varios efectos positivos. Este artículo tiene como objetivo resumir la evidencia actual sobre los efectos del entrenamiento físico en niños con asma. Hay evidencia sustancial disponible sobre el tema. La mayoría de los hallazgos muestran que el ejercicio induce efectos positivos, incluido el aumento de la aptitud aeróbica, la disminución de los niveles de la BEI, así como un aumento tanto en el control de la enfermedad como en los niveles de calidad de vida en niños asmáticos. Se destaca la importancia de una prescripción de la intensidad del ejercicio adecuada y personalizada, cerca del umbral anaeróbico, para obtener los efectos positivos inducidos por el ejercicio. Por lo tanto, considerando la evidencia que muestra efectos beneficiosos y el hecho de que la práctica del ejercicio físico consiste en una terapia no farmacológica, segura y de bajo costo, el entrenamiento físico supervisado, personalizado e individualizado por parte de profesionales de la salud es recomendado para niños asmáticos.

Palabras clave: asma; entrenamiento de ejercicio; broncoconstricción inducida por el ejercicio; calidad de vida; pediatría.

INTRODUCCIÓN

El asma es una enfermedad respiratoria crónica caracterizada por obstrucción, parcial o totalmente reversible de la vía aérea, con alta prevalencia (11,6%) en la población pediátrica. Clínicamente, los signos y síntomas de la enfermedad son sibilancias, disnea, opresión en el pecho y tos seca. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 300 millones de personas en todo el mundo son asmáticas, con una tasa de mortalidad de 25.000 personas por año (1, 2).

Correspondencia:

Profesor Márcio Donadio.
Laboratorio de Actividad Física Pediátrica, Centro Infantil.
AV. Ipiranga, 6690, 2º andar, Porto Alegre,
Rio Grande do Sul, CEP 90610-000, Brasil.
55 51 3320 3000 (Ext. 2313).
mdonadio@pucrs.br

Varios factores pueden desencadenar síntomas de asma, incluido el ejercicio, que puede conducir a la broncoconstricción inducida por el ejercicio (BIE) (3). La BIE se define como una obstrucción transitoria de la vía aérea durante o después del ejercicio y puede evidenciarse objetivamente por una caída en el volumen espiratorio forzado en un segundo (VEF1), asociado con la presencia de signos o síntomas de la enfermedad (3). Normalmente, la menor tolerancia al ejercicio informada por los asmáticos se asocia con el grado de obstrucción de las vías respiratorias en reposo, disminución de la capacidad ventilatoria, mayor sensación de disnea y BIE. Tales factores determinan la interrupción temprana del ejercicio y contribuyen a un estilo de vida más sedentario (4). Además, varios otros aspectos pueden afectar la participación de niños asmáticos en el ejercicio, incluida la creencia del paciente de que la enfermedad limita su nivel de actividad física, así como la frecuente interpretación errónea por parte de los familiares y profesores sobre la relación entre

el asma y el ejercicio. Cada vez hay más pruebas de que la baja aptitud física puede desempeñar un papel en el aumento de la gravedad del asma, mientras que la alta aptitud física se ha relacionado con una menor aparición de síntomas (4). Un estudio en Grecia (5) demostró que una disminución de los niveles de actividad física en niños de 10 a 12 años se asociaba con la presencia de BIE. En contraste, otros estudios (6, 7) no encontraron diferencias en los niveles de actividad física y la condición física general entre niños con y sin asma. Aunque el ejercicio físico puede representar un factor de riesgo para desencadenar la obstrucción bronquial en los asmáticos, estudios indican que el ejercicio genera efectos positivos en la salud cardiovascular y musculoesquelética, lo que afecta la calidad de vida de estos pacientes (8,9). La Iniciativa Global para el Asma (GINA; por sus siglas en inglés) (1) recomienda la prescripción de ejercicio regular como parte del tratamiento no farmacológico para el asma en función de los beneficios generales para la salud, incluido el manejo y el tratamiento de la BIE cuando se asocia con el tratamiento farmacológico apropiado. Por lo tanto, a pesar de que el ejercicio físico puede representar un factor de riesgo para desencadenar los síntomas de asma, estudios han demostrado que el entrenamiento con ejercicios puede inducir varios beneficios, que incluyen una reducción de la BIE y la hiperreactividad bronquial, así como una mejora en la calidad de vida, la capacidad de ejercicio y el control clínico de la enfermedad. (8)

Este artículo presenta una revisión sobre los efectos del entrenamiento físico en niños con asma, con el objetivo de resumir la evidencia actual y discutir los principales resultados clínicamente relevantes para un seguimiento y tratamiento adecuado de la enfermedad. Los principales efectos del entrenamiento físico en niños asmáticos en la capacidad física, la BIE, la función pulmonar, la inflamación de las vías respiratorias, el control de la enfermedad y la calidad de vida, se describen a continuación y se resumen en la Tabla 1.

CAPACIDAD FÍSICA

El estado físico es considerado como un aspecto importante para los pacientes asmáticos, ya que se asocia con una mejor calidad de vida, rendimiento aeróbico, menor número de síntomas y uso de medicamentos de alivio. Estudios han demostrado que una mala condición física en niños asmáticos se asocia con un empeoramiento clínico de la enfermedad (4, 10). Por lo tanto, la evaluación de la capacidad de ejercicio es una herramienta importante para medir objetivamente la intolerancia al ejercicio, permitiendo una prescripción individualizada y segura para el entrenamiento físico.

El entrenamiento físico induce efectos positivos sobre los parámetros de aptitud cardiorrespiratoria en niños con asma (4, 10-13). Los estudios que evalúan los efectos del entrenamiento físico sobre la capacidad de ejercicio en niños asmáticos, han encontrado una mejora significativa en varios parámetros de estado aeróbico después de un programa de entrenamiento físico, incluido el consumo máximo de oxígeno (VO₂max) (11), la ventilación minuto (VE) (12), pulso de oxígeno (cantidad de oxígeno consumido por latido) (11) y frecuencia cardíaca máxima (FCmax) (4). Sin embargo, es digno de mención que estos estudios han utilizado una intensidad de entrenamiento personalizada, establecida en valores cercanos al umbral anaeróbico. Entre los principales factores que parecen contribuir a una mayor efectividad de los protocolos de entrenamiento físico en pacientes asmáticos están la prescripción de intensidad adecuada (establecida en el umbral anaeróbico), así como la frecuencia y duración, que es hacer ejercicio durante al menos 120 minutos a la semana, dividido en dos o tres sesiones, durante al menos 3 meses. Aunque no existe una única estandarización ideal con respecto al tipo de ejercicio, frecuencia y duración, una prescripción individualizada de la intensidad del entrenamiento es un factor clave para cada paciente. Además, la intensidad, más que el tipo de entrenamiento, parece ser uno de los factores

Tabla 1. Principales efectos del entrenamiento físico en niños con asma.

Resultado principal	Efectos	Referencia
Capacidad física	↑ VO ₂ peak, ↑ V _E , ↑ Pulso de oxígeno, ↑ FCmax	4, 10, 11, 12, 13
Broncoconstricción inducida por ejercicio	↑ VEF1, ↓ BIE	9, 16, 17
Función pulmonar	Sin cambios en VEF1, CVF y FEM	4, 9, 16, 21
Inflamación de la vía aérea	↓ o sin cambios en inflamación de la vía aérea	23, 24, 27, 28, 29
Control del asma	↓ Síntomas, ↓ Hospitalización, ↓ Ausentismo escolar	23, 25, 30, 31
Calidad de vida	↑ Actividades grupales, ↑ Ejercicio físico, ↓ Síntomas	9, 21, 33, 34

↑: aumento; ↓: disminución; VO₂: consumo máximo de oxígeno; VE: ventilación minuto; BIE: broncoconstricción inducida por el ejercicio; VEF1: volumen espiratorio forzado en un segundo; CVF: capacidad vital forzada; FEM: flujo espiratorio máximo; FCmax: frecuencia cardíaca máxima.

más importantes para determinar el éxito de una intervención con entrenamiento físico.

Por otro lado, hay algunos estudios en la literatura que no muestran una mejora significativa en la capacidad de ejercicio (14,15) en respuesta a un programa de entrenamiento. Sin embargo, cuando se realiza un análisis individual de estos estudios, vale la pena señalar que los protocolos de entrenamiento físico utilizados presentan intensidades consideradas como bajas, en el umbral anaeróbico pero por una duración reducida, o con una descripción metodológica muy pobre (14,15).

Por lo tanto, considerando la evidencia disponible en la literatura, es posible afirmar que la práctica del ejercicio físico produce efectos beneficiosos sobre el acondicionamiento aeróbico de los niños asmáticos. Sin embargo, es importante destacar que el programa de entrenamiento físico debe seguir las principales recomendaciones con respecto a la prescripción de intensidad, frecuencia y duración de la actividad.

BRONCOCONSTRICCIÓN INDUCIDA POR EJERCICIO

La BIE es una característica clínica importante de la hiperreactividad bronquial en el asma. Se define como una obstrucción transitoria de las vías respiratorias durante o después del ejercicio y puede evidenciarse objetivamente por una caída en el VEF1, asociada a signos y síntomas clásicos de la enfermedad (3). La práctica del ejercicio físico puede representar un factor de riesgo para desencadenar obstrucción bronquial en los asmáticos. Por lo general, los síntomas clínicos comienzan de dos a cuatro minutos después de que comienza el ejercicio, con un pico de cinco a diez minutos, y comúnmente desaparecen alrededor de 20 a 40 minutos después. En cuanto a la prevalencia, existe una gran variabilidad en la literatura, ya que datos indican que del 40 al 90% de los niños con asma pueden desarrollar la BIE (3). El mecanismo fisiopatológico aún no se comprende completamente, aunque parece estar asociado a un aumento rápido en la ventilación por minuto, que requiere una mayor tasa de transferencia de calor y vapor de agua desde las paredes de las vías respiratorias (3).

Existe evidencia de que el entrenamiento físico podría prevenir o disminuir la gravedad de la BIE (9). Estudios han evaluado los efectos del entrenamiento físico sobre la BIE en niños asmáticos y han mostrado mejoras en la caída del VEF1 después del entrenamiento físico. El mecanismo preciso por el cual ocurre este efecto aún no está claro, pero se especula que la intensidad del ejercicio es un factor importante, ya que se observan mejores resultados con un entrenamiento de intensidad cerca del umbral anaeróbico (9, 16, 17). Por otro lado, un manejo clínico adecuado de la BIE es esencial en estos casos, y las guías recomiendan el uso de agonistas de β_2 de acción corta (SABA) 15 minutos antes del ejercicio (1). Sin embargo, uno de los principales factores limitantes en estos casos es la comprensión del paciente sobre el manejo de la BIE, que a menudo es inadecuada, teniendo en cuenta que solo el 22.2% de las personas con síntomas relacionados con el ejercicio informan que usan medicamentos de alivio rápido antes del ejercicio (3).

Por lo tanto, considerando los estudios disponibles hasta la fecha, es posible afirmar que el ejercicio físico, cuando se ajusta a una intensidad cercana al umbral anaeróbico, puede contribuir a la reducción de la gravedad de la BIE en niños asmáticos. Además, el uso adecuado de medicamentos antes de hacer ejercicio es un factor adicional de gran impacto clínico.

FUNCIÓN PULMONAR

Las mediciones de la función pulmonar proporcionan una evaluación de la gravedad de la limitación del flujo de aire, su reversibilidad y variabilidad, y también contribuyen a confirmar el diagnóstico de asma. El uso de la espirometría permite documentar la gravedad de la obstrucción del flujo de aire y controlar la progresión de la enfermedad. Según las directrices internacionales, el VEF1 es uno de los parámetros clínicos más comúnmente utilizados para el diagnóstico y el seguimiento de la enfermedad (1). Los datos en la literatura (18) indican que valores más bajos de VEF1 están asociados con empeoramiento clínico, exacerbación de la enfermedad y presencia de BIE. Por otro lado, hay evidencia de que los valores de la función pulmonar en niños asmáticos están dentro o cerca de los rangos normales (19). Además, la medición del flujo espiratorio máximo (FEM) es una forma simple, pero menos precisa, de diagnosticar la limitación del flujo de aire y a menudo se usa en pacientes asmáticos. Se ha demostrado una correlación positiva entre VEF1 y FEM, lo que indica que la medición de FEM también puede ser importante en el seguimiento de estos pacientes (20).

En cuanto a los efectos del ejercicio, la mayoría de los estudios disponibles han demostrado que el entrenamiento físico no tiene un impacto relevante en la función pulmonar en niños asmáticos (4, 9, 16, 21). Estos hallazgos también están de acuerdo con un estudio en adultos, lo que sugiere que los volúmenes pulmonares y la función pulmonar no parecen mejorar con la práctica regular de ejercicio (22). Sin embargo, existe evidencia de que el ejercicio puede mejorar varios otros aspectos, incluido el control de la enfermedad (23), la calidad de vida (21), la capacidad de ejercicio (4) y la BIE (9), lo que demuestra que, aunque no hay cambios significativos en la función pulmonar, el ejercicio físico todavía se recomienda como terapia adyuvante en el tratamiento de pacientes asmáticos. Esta recomendación también se ve reforzada por un estudio (24) que demuestra que el tratamiento farmacológico asociado con un programa de entrenamiento físico mejoró significativamente la función pulmonar en niños asmáticos.

Teniendo en cuenta los estudios que evalúan los efectos del entrenamiento físico sobre la función pulmonar de los niños asmáticos, solo unos pocos mostraron una mejoría en VEF1 y FEM (24, 25). Los datos disponibles muestran que solo el FEM parece mejorar ligeramente después del entrenamiento físico, probablemente debido a un aumento en la fuerza muscular respiratoria (8). Esto también se ve reforzado por los hallazgos de que los cambios en FEM después del entrenamiento físico no están acompañados por cambios en VEF1.

Teniendo en cuenta que muchos pacientes en el

grupo de edad pediátrica presentan una función pulmonar normal y que el ejercicio físico tiene efectos beneficiosos sobre varios otros parámetros, la recomendación del entrenamiento físico como terapia complementaria para pacientes asmáticos permanece, independientemente de la ausencia de cambios significativos en la función pulmonar.

INFLAMACIÓN DE LA VÍA AÉREA

El asma es una enfermedad caracterizada por inflamación crónica de las vías respiratorias. El estado inflamatorio crónico se asocia con hiperreactividad de las vías respiratorias que conduce a episodios recurrentes de sibilancias, dificultad para respirar, opresión en el pecho y tos. La inflamación puede ser provocada por alérgenos (asma atópica) o irritantes no alérgicos (asma no atópica), aunque en la mayoría de los pacientes una combinación de factores alérgicos y no alérgicos contribuye a la presentación clínica de la enfermedad. Además de la inflamación, el estrés oxidativo también es un componente importante de la fisiopatología del asma (24). El estrés oxidativo se asocia con la inflamación crónica a través de la activación de las células inflamatorias, incluidos los neutrófilos y los eosinófilos, que generan especies reactivas de oxígeno (ERO). Se han informado niveles elevados de ERO en varias enfermedades inflamatorias, además de ejercer varios efectos tóxicos. Es probable que las ERO desempeñen un papel vital en la patogénesis del asma, ya que se ha demostrado que están asociadas con muchos cambios fisiopatológicos, como aumento de la peroxidación lipídica, aumento de la reactividad y secreción de las vías respiratorias, aumento de la producción de factores quimiotácticos y aumento de la permeabilidad vascular (24).

Ya se sabe que el ejercicio físico regular tiene un efecto antiinflamatorio en personas con enfermedades crónicas y parece reducir la susceptibilidad a las infecciones. Por otro lado, las sesiones de ejercicio individuales pueden inducir la activación de las células inmunes (26). Estudios han demostrado que el entrenamiento físico disminuye la inflamación pulmonar en niños asmáticos (23, 24, 27). Sin embargo, también hay evidencias que indican que los marcadores inflamatorios no responden significativamente después de los programas de entrenamiento físico en pacientes asmáticos (28, 29). Así, considerando la evidencia presente, los efectos de los programas de ejercicio sobre los niveles de inflamación de las vías respiratorias en el asma parecen no ser concluyentes.

CONTROL DEL ASMA

Teniendo en cuenta que el asma es una enfermedad crónica, su tratamiento tiene como objetivo lograr el máximo control de los síntomas como sea posible. Por definición, según GINA, el control de la enfermedad se define mediante un manejo efectivo de las características clínicas y los síntomas del asma. En este caso, efectivo significa la dosis más baja posible de medicamento para lograr el control de la enfermedad, reduciendo o evitando posibles efectos adversos para el paciente. La falta de control de la enfermedad, además

de afectar la calidad de vida de los pacientes, aumenta los costos de la enfermedad debido a la mayor demanda de visitas de emergencia y hospitalizaciones, así como los costos indirectos debido al ausentismo escolar y laboral (1).

Existe evidencia de que el ejercicio puede ser un componente no farmacológico importante del control clínico del asma en niños (23, 30). Los estudios que evalúan los efectos del ejercicio sobre el control clínico del asma han mostrado mejoras significativas después de un programa de entrenamiento físico (23, 25, 30, 31). El ejercicio reduce los síntomas del asma (número de ataques de asma y días de sibilancias) (25) y el número de exacerbaciones (número de hospitalizaciones) (30). Un estudio mostró que dos meses de entrenamiento físico con natación mejoraron significativamente las variables clínicas, incluidos los síntomas, las hospitalizaciones, las visitas a la sala de emergencias y el ausentismo escolar, en comparación con el historial médico anterior. Además, los beneficios para la salud obtenidos parecen observarse continuamente incluso 12 meses después de finalizado el programa, lo que demuestra que los efectos beneficiosos del entrenamiento físico pueden durar más de lo esperado (30).

CALIDAD DE VIDA

El asma es una de las principales enfermedades crónicas de la infancia y sus repercusiones afectan no solo al paciente, sino a toda la familia, lo que provoca problemas a largo plazo que pueden afectar la calidad de vida. Se informa que los niños asmáticos tienen una calidad de vida significativamente peor que otros niños (32). Este efecto negativo en la calidad de vida parece estar relacionado con un perfil de ansiedad normalmente presente en pacientes con asma, considerando la expectativa de experimentar síntomas y la imposibilidad de participar en ciertas actividades grupales. Además, la reducción de los niveles de actividad física contribuye al aumento de la obesidad y la aparición de baja autoestima, empeorando aún más la calidad de los niveles de vida en estos pacientes.

La mayoría de los estudios que tienen como objetivo investigar los efectos inducidos por el ejercicio sobre la calidad de vida de los niños asmáticos han demostrado que el entrenamiento físico generalmente mejora la calidad de vida, lo que se evidencia tanto en los puntajes generales del Cuestionario de Calidad de Vida del Asma Pediátrico (PAQLQ) como en los puntajes específicos relacionados con la limitación de actividad, síntomas y estado emocional (9, 21, 33, 34). En el estudio de Cambach et al. (35) se demostró que el ejercicio regular es responsable de mejorar la calidad de vida de los pacientes con enfermedades respiratorias. Una mejor forma física se asocia con una mejor calidad de vida, ya que los sujetos entrenados tienen una menor frecuencia de síntomas y limitaciones psicosociales. En conjunto, la literatura actual sugiere que el ejercicio físico induce impactos positivos en la calidad de vida de los niños asmáticos, contribuyendo al manejo clínico apropiado de la enfermedad.

CONCLUSIÓN

El asma es una enfermedad de gran impacto individual y social, no solo para adultos, sino también para niños, adolescentes y sus familias. Por lo tanto, las acciones terapéuticas que contribuyen a un manejo clínico adecuado y a aumentar la adherencia al tratamiento son de gran relevancia para aumentar el control de los síntomas y los niveles de calidad de vida. Hasta la fecha, existe evidencia sustancial sobre el impacto del entrenamiento físico en diferentes aspectos clínicos del asma en los niños. En general, el ejercicio físico puede tener efectos positivos sobre la capacidad física, los niveles de la BIE, el control de enfermedades y la calidad de vida de los niños asmáticos. Sin embargo, varios factores pueden interferir en la obtención de estos efectos, incluida una prescripción adecuada de la intensidad del ejercicio, que debe personalizarse y establecerse cerca del umbral anaeróbico. Es de destacar que para una prescripción de intensidad adecuada es esencial evaluar cuidadosamente la capacidad de ejercicio antes del inicio de un programa de entrenamiento físico. Si el estándar de oro para esta evaluación, la prueba de ejercicio cardiopulmonar, no está disponible, otras pruebas como el test de caminata progresivo y la prueba de caminata de seis minutos pueden usarse como una alternativa. Por lo tanto, considerando los diversos beneficios ya demostrados para el ejercicio y el hecho de que la práctica del ejercicio físico consiste en una terapia no farmacológica segura y de bajo costo, es importante resaltar la importancia de mejorar la conciencia del paciente y la familia sobre los beneficios y las recomendaciones para el ejercicio cuando se padece de asma, así como la necesidad de una prescripción adecuada de entrenamiento físico realizado por profesionales de la salud.

REFERENCIAS

- Bateman ED, Hurd S, Barnes P, Bousquet J, Drazen J, FitzGerald M, et al. Global strategy for asthma management and prevention: GINA executive summary. *European Respiratory Journal*. 2008;31(1):143-78.
- Committee IS. Worldwide variations in the prevalence of asthma symptoms: ISAAC. *Eur Respir J*. 1998;12:315-35.
- Aggarwal B, Mulgirigama A, Berend N. Exercise-induced bronchoconstriction: prevalence, pathophysiology, patient impact, diagnosis and management. *NPJ primary care respiratory medicine*. 2018;28.
- Counil F-P, Varray A, Matecki S, Beurey A, Marchal P, Voisin M, et al. Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma. *The Journal of pediatrics*. 2003;142(2):179-84.
- Anthracopoulos MB, Fouzas S, Papadopoulos M, Antonogeorgos G, Papadimitriou A, Panagiotakos DB, et al. Physical activity and exercise-induced bronchoconstriction in Greek schoolchildren. *Pediatric pulmonology*. 2012;47(11):1080-7.
- Jones SE, Merkle SL, Fulton JE, Wheeler LS, Mannino DM. Relationship between asthma, overweight, and physical activity among US high school students. *Journal of community health*. 2006;31(6):469-78.
- Welsh L, Roberts RG, Kemp JG. Fitness and physical activity in children with asthma. *Sports medicine*. 2004;34(13):861-70.
- Wanrooij VH, Willeboordse M, Dompeling E, van de Kant KD. Exercise training in children with asthma: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2014;48(13):1024-31.
- Fanelli A, Cabral A, Neder JA, Martins MA, Carvalho C. Exercise training on disease control and quality of life in asthmatic children. *Medicine and science in sports and exercise*. 2007;39(9):1474-80.
- van Veldhoven NH, Vermeer A, Bogaard J, Hessels MG, Wijnroks L, Colland V, et al. Children with asthma and physical exercise: effects of an exercise programme. *Clinical Rehabilitation*. 2001;15(4):360-70.
- Ahmaidi SB, Varray AL, Savy-Pacaux AM, Prefaut CG. Cardiorespiratory fitness evaluation by the shuttle test in asthmatic subjects during aerobic training. *Chest*. 1993;103(4):1135-41.
- Varray AL, Mercier JG, Terral CM, Prefaut CG. Individualized Aerobic and High Intensity Training for Asthmatic Children in an Exercise Readaptation Program*: Is Training Always Helpful for Better Adaptation to Exercise? *Chest*. 1991;99(3):579-86.
- Varray A, Mercier J, Prefaut C. Individualized training reduces excessive exercise hyperventilation in asthmatics. *International Journal of Rehabilitation Research*. 1995;18(4):297-312.
- Fitch K, Blitvich J, Morton A. The effect of running training on exercise-induced asthma. *Annals of allergy*. 1986;57(2):90-4.
- Neder JA, Nery LE, Silva AC, Cabral AL, Fernandes AL. Short term effects of aerobic training in the clinical management of moderate to severe asthma in children. *Thorax*. 1999;54(3):202-6.
- Henriksen J, NIELSEN TT. Effect of physical training on exercise-induced bronchoconstriction. *Acta Pædiatrica*. 1983;72(1):31-6.
- Svenonius E, Kautto R, Arborelius Jr M. Improvement after training of children with exercise-induced asthma. *Acta Pædiatrica*. 1983;72(1):23-30.
- Fuhlbrigge AL, Kitch BT, Paltiel AD, Kuntz KM, Neumann PJ, Dockery DW, et al. FEV1 is associated with risk of asthma attacks in a pediatric population. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2001;107(1):61-7.
- Jenkins HA, Cherniack R, Szeffler SJ, Covar R, Gelfand EW, Spahn JD. A comparison of the clinical characteristics of children and adults with severe asthma. *Chest*. 2003;124(4):1318-24.
- Fonseca ACC, Fonseca MTM, Rodrigues MES, Lasmar LML, Camargos PA. Pico do fluxo expiratório no acompanhamento de crianças asmáticas. *Jornal de Pediatria*. 2006;82(6):465-9.
- Basaran S, Guler-Uysal F, Ergen N, Seydaoglu G, Bingol-Karakoc G, Ufuk Altintas D. Effects of physical exercise on quality of life, exercise capacity and pulmonary

- function in children with asthma. *Journal of rehabilitation medicine*. 2006;38(2):130-5.
22. Satta A. Exercise training in asthma. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2000;40(4):277.
23. Gomes EL, Carvalho CR, Peixoto-Souza FS, Teixeira-Carvalho EF, Mendonça JFB, Stirbulov R, et al. Active video game exercise training improves the clinical control of asthma in children: randomized controlled trial. *PLoS One*. 2015;10(8):e0135433.
24. Onur E, Kabaroglu C, Günay Ö, Var A, Yilmaz Ö, Dündar P, et al. The beneficial effects of physical exercise on antioxidant status in asthmatic children. *Allergologia et immunopathologia*. 2011;39(2):90-5.
25. Chang Y, Yang Y, Chen C, Chiang B. Tai Chi Chuan training improves the pulmonary function of asthmatic children. *JOURNAL OF MICROBIOLOGY IMMUNOLOGY AND INFECTION*. 2008;41(1):88.
26. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop N, et al. Position statement part one: immune function and exercise. 2011.
27. Mendes F, Almeida FM, Cukier A, Stelmach R, Jacob-Filho W, Martins MA, et al. Effects of aerobic training on airway inflammation in asthmatic patients. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(2):197-203.
28. de Andrade LB, Britto MC, Lucena-Silva N, Gomes RG, Figueroa JN. The efficacy of aerobic training in improving the inflammatory component of asthmatic children. Randomized trial. *Respiratory medicine*. 2014;108(10):1438-45.
29. Moreira A, Delgado L, Haahtela T, Fonseca J, Moreira P, Lopes C, et al. Physical training does not increase allergic inflammation in asthmatic children. *European respiratory journal*. 2008;32(6):1570-5.
30. Huang S-W, Veiga R, Sila U, Reed E, Hines S. The effect of swimming in asthmatic children—participants in a swimming program in the city of Baltimore. *Journal of Asthma*. 1989;26(2):117-21.
31. Sly R, Harper R, Rosselot I. The effect of physical conditioning upon asthmatic children. *Annals of allergy*. 1972;30(2):86.
32. Juniper EF. How important is quality of life in pediatric asthma? *Pediatric Pulmonology*. 1997;24(S15):17-21.
33. Latorre-Román PÁ, Navarro-Martínez AV, García-Pinillos F. The effectiveness of an indoor intermittent training program for improving lung function, physical capacity, body composition and quality of life in children with asthma. *Journal of Asthma*. 2014;51(5):544-51.
34. Abdelbasset WK, Alsubaie SF, Tantawy SA, Elyazed TIA, Kamel DM. evaluating pulmonary function, aerobic capacity, and pediatric quality of life following a 10-week aerobic exercise training in school-aged asthmatics: a randomized controlled trial. *Patient preference and adherence*. 2018;12:1015.
35. Cambach W, Chadwick-Straver R, Wagenaar R, Van Keimpema A, Kemper H. The effects of a community-based pulmonary rehabilitation programme on exercise tolerance and quality of life: a randomized controlled trial. *European Respiratory Journal*. 1997;10(1):104-13.