

Asma y ejercicio. Revisión bibliográfica

MARIETTA NÚÑEZ C.* y JORGE MACKENNEY P.**

Asthma and exercise. A literature review

Patients with asthma may show lower exercise tolerance due to asthma symptoms during exercise and/or exercise-induced asthma and other reasons, such as lack of fitness due to inactivity. Some may also restrict physical activities misconceptions about exercise and asthma in education centers, family and environment which may limit the development of the child. The evidence indicates that aerobic exercise improves aerobic capacity in asthmatic children and adolescents and can provide normal, similar to healthy patients, levels of aerobic capacity in this population. Advances in cardio-respiratory fitness are beneficial for the prevention of several concomitant diseases of childhood asthma, as obesity and mental disorders. As to the effects of physical training on pulmonary function in asthmatic children and adolescents, despite the existence of evidence of improvement in some reviews, most studies have not shown a significant change in spirometric markers of obstructive lung diseases. The major benefit of the exercise in asthmatic patients is in the quality of life, as associated with a significant improvement in quality of life (scores Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire, PAQLQ) in all areas evaluated (activity, symptoms and emotional function), according to various reviews. The aim of this review is to evaluate the effects of exercise in asthmatic patients and to give recommendations based on this evidence.

Key words: Asthma, exercise, aerobic exercise, exercise-induced asthma, quality of life, aerobic capacity.

Resumen

Los pacientes con asma pueden mostrar menor tolerancia al ejercicio, debido a síntomas de asma durante el ejercicio y/o asma inducida por ejercicio y por otras razones, tales como falta de condición física, como consecuencia de la inactividad. Algunos también pueden restringir las actividades físicas por ideas erróneas con respecto al ejercicio y asma en los centros de educación, familia y entorno lo que podría limitar el desarrollo integral del niño. La evidencia indica que el ejercicio aeróbico mejora la condición aeróbica en niños y adolescentes asmáticos y puede proporcionar niveles normales, similares a pacientes sanos, de capacidad aeróbica en esta población. Los avances en el estado cardiorrespiratorio son beneficiosos para la prevención de varias enfermedades concomitantes de asma infantil, como la obesidad y desórdenes mentales. En cuanto a los efectos del entrenamiento físico en la función pulmonar de niños y adolescentes asmáticos, pese a la existencia de evidencia de mejoría en algunas revisiones, la mayoría de los estudios no han demostrado un cambio significativo en los marcadores espirométricos de enfermedades pulmonares obstructivas. Los mayores beneficios que se obtienen del ejercicio en pacientes asmáticos son en la calidad de vida, ya que se asocia a una mejoría significativa en la calidad de vida (puntuaciones Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire, PAQLQ), en todas las esferas evaluadas (actividad, síntomas y función emocional), según diversas revisiones. El objetivo de esta revisión bibliográfica es evaluar los efectos del ejercicio físico en pacientes asmáticos y las recomendaciones de este basadas en la evidencia.

Palabras clave: Asma, ejercicio, ejercicio aeróbico, asma inducida por ejercicio, calidad de vida, capacidad aeróbica.

* Pediatra. Hospital Carlos Van Buren. Valparaíso.

** Pediatra Broncopulmonar. Departamento de Pediatría Norte, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Hospital Roberto del Río.

Introducción

La niñez es un período de juego y aprendizaje, el ejercicio físico es clave para este proceso de desarrollo. El asma es la enfermedad crónica más prevalente de la infancia a nivel mundial¹ y una importante causa de discapacidad, es decir, limitación al desarrollo normal de actividades propias de la niñez por enfermedad crónica, siendo la principal causa de discapacidad en la niñez como condición aislada². El asma no controlada afecta al paciente y su entorno, a los padres, los sistemas escolares, comunidades y proveedores de atención en salud y se asocia con muchos problemas en la infancia, entre ellos la falta de participación en ejercicio físico, tanto por temor de los pacientes, sus padres o cuidadores, como de los sistemas educacionales que tienden a restringir la actividad física en estos niños, todo ello conduce a una disminución en la calidad de vida².

La falta de participación en actividad física sistemática en niños y adolescentes asmáticos se relaciona también a un aumento de la obesidad en esta población, lo cual está asociada a mayor riesgo de no control de la enfermedad^{3,4}.

El tratamiento actual del asma está dirigido al control de la enfermedad, con un enfoque multidimensional, evaluándose diversas esferas como frecuencia de los síntomas, síntomas nocturnos, necesidad de tratamiento de rescate, función pulmonar y si existe limitación en la actividad física por asma o síntomas con ejercicio^{1,5}. Un mal control del asma está directamente relacionado con ausentismo escolar y disminución en la actividad física. En muchos casos nos encontramos con pacientes que pese a recibir un tratamiento adecuado, no alcanzan el control del asma. Los tests de calidad de vida son indicadores útiles para comprender el impacto del asma en el estado funcional y el bienestar del paciente, evaluando los síntomas del asma y a su vez el impacto en su condición física, social y emocional, para ello existe evidencia que indica que el asma no controlada se correlaciona con puntajes más bajos en los tests de calidad de vida⁵⁻⁷.

Ya en la década de los '60 se consideraba al ejercicio físico como parte del manejo integral del paciente asmático⁸⁻¹⁰. Programas de entrenamiento físico en pacientes asmáticos han sido diseñados para mejorar la capacidad aeróbica, la coordinación neuromuscular y la autoconfianza, con efectos positivos en la calidad de vida¹¹.

En las estrategias para el manejo y control del asma a nivel mundial, GINA, se recomienda el ejercicio físico en los pacientes asmáticos; sin embargo, no se define el nivel de actividad física

y las condiciones en relación a esta como recomendación¹. El objetivo de esta revisión bibliográfica es evaluar los efectos del ejercicio físico en pacientes asmáticos y las recomendaciones de este basadas en la evidencia.

Nivel de actividad física y asma

Diversos estudios han tenido por objeto evaluar el nivel de actividad física en escolares y adolescentes asmáticos¹²⁻¹⁴.

En un estudio de cohorte en Baltimore (2004), Maryland, se evaluó el grado de actividad física en niños asmáticos. Con un total de 137 niños asmáticos y 106 niños sanos, de 6 a 12 años de edad. Mediante una encuesta se evaluó la actividad diaria total y el número de días de actividad física por semana. El promedio de actividad física semanal era menor en niños asmáticos, 116 minutos en niños asmáticos *versus* 146 minutos en niños sanos. Al comparar la actividad física menor a 30 minutos al día, 21% de los niños asmáticos realiza menos que media hora de actividad física en contraste con los niños sanos, que de ellos sólo el 9% cae en esta condición. En cuanto a la carga de actividad física semanal, el 23% de los niños asmáticos realiza menos de 3 días de actividad física semanal *versus* el 11% de los niños sin asma que tienen similar carga de actividad física. Se concluye que los niños asmáticos eran menos activos que sus pares [OR: 3.0, IC 1,2-7,5]¹².

En otro estudio realizado en Grecia en 2013, con 50 escolares asmáticos y 50 controles sanos, se concluyó que los niños asmáticos no difieren significativamente en el nivel de actividad física leve y moderado, en comparación a niños sin asma, pero su participación es considerablemente menor en el ejercicio intenso y sistemático¹³.

Recientemente (2011) se realizó un estudio en Corea que investigó la asociación entre asma y actividad física²¹. Se analizaron los datos obtenidos de la Tercera Encuesta Coreana del Youth Risk Behavior 2007 (KYRBWS-III), una encuesta transversal de los comportamientos de riesgo para la salud de adolescentes coreanos de 13 a 18 años, participando 72.943 sujetos. La asociación entre asma y actividad física se evaluó mediante la realización de múltiples análisis de regresión logística. En comparación con adolescentes sin asma, un número significativamente menor de adolescentes con asma tenía un tiempo de sedentarismo de 3 horas o menos por día (OR: 0,86, IC_{95%}, 0,75-0,97). Tiempo sedentario se definió como el tiempo dedicado a ver televisión, navegar por Internet o practicar juegos de computa-

dora; excluidos el tiempo haciendo los deberes o estudiar durante el tiempo libre. Estos resultados muestran que la cantidad de tiempo sedentario es mayor en los adolescentes asmáticos¹⁴.

Varias son las hipótesis al respecto de por qué los pacientes con asma tienen niveles más bajos de actividad física, como el miedo a los síntomas asmáticos desencadenados por ejercicio, enfermedad no controlada, falta de educación o ideas erróneas en el hogar o colegio respecto al efecto del ejercicio sobre el asma¹⁵.

Diversos estudios han demostrado que el entrenamiento físico mejora la capacidad cardiopulmonar, los síntomas del asma y la calidad de vida en sujetos asmáticos¹⁵⁻¹⁷.

Asma inducida por ejercicio, AIE

Paradójicamente uno de los principales desencadenantes de los síntomas del asma es el ejercicio, lo que puede conducir a Asma Inducida por el Ejercicio (AIE). El AIE es una condición que por lo general se produce durante, o unos pocos minutos después del ejercicio, expresando un estrechamiento reversible de la vía aérea¹⁸.

Según la ATS (*American Thoracic Society*), AIE se define por una caída $\geq 10\%$ del VEF₁ después de un test de ejercicio. La prevalencia de AIE se estima entre el 40% a 90% de niños asmáticos^{18,19}. En Estados Unidos por medio de la encuesta nacional de pacientes con asma, en el estudio Landmark para AIE con un total de 11.665 pacientes participantes, las tasas de notificación de AIE variaron de 16,3% en niños de 4 a 12 años, 33,9% en adolescentes de 13 a 17 años y 22,8% de los adultos. Sin embargo, los síntomas respiratorios con el ejercicio fueron reportados más frecuentemente que una real historia de AIE⁴.

Existen dos teorías sobre la patogenia del AIE. La teoría osmótica del AIE propone que por un aumento del volumen de aire seco inhalado, que requiere humidificación, existe una pérdida de agua de la mucosa respiratoria, provocando un aumento de la osmolaridad en la superficie de la vía aérea, que conduce a la liberación de células inflamatorias, mastocitos y eosinófilos y a la consiguiente liberación de mediadores inflamatorios, histamina, prostaglandinas y leucotrienos, interactuando con el músculo liso bronquial y produciendo broncoconstricción transitoria^{20,21}. Por otra parte la teoría térmica señala que existe inicialmente una vasoconstricción en respuesta al aire frío y seco, seguidamente el recalentamiento rápido posterior al ejercicio produce una vasodilatación de rebote, resultando en una hiperemia

de la microvasculatura bronquial y edema de la pared de la vía aérea, lo que provoca su obstrucción²².

Los síntomas respiratorios con el ejercicio a menudo se consideran un reflejo de mal control del asma; sin embargo, la información sobre la relación entre el AIE, los síntomas respiratorios relacionados con el ejercicio y el control del asma es limitada. Los resultados del estudio Landmark mostraron una frecuencia estadísticamente significativa mayor de AIE en niños con asma parcialmente controlada o no controlada y en el caso de adolescentes y adultos no se pudo mostrar esta relación⁴. Además este mismo estudio mostró que los pacientes con AIE y/o múltiples síntomas respiratorios relacionados con el ejercicio tienen mayor riesgo de obesidad⁴.

Entrenamiento físico efectivo

Diversos meta-análisis han demostrado que el entrenamiento físico mejora la capacidad cardiopulmonar, los síntomas del asma y la calidad de vida en sujetos asmáticos; sin embargo, la intensidad en el entrenamiento físico es variable según los estudios, siendo necesario definir la medida de acondicionamiento efectiva en cuanto a duración y temporalidad para evaluar una respuesta apropiada, es decir, una mejora en la capacidad aeróbica para el niño asmático¹⁵⁻¹⁷.

Existen diferentes estudios²³⁻³⁰ que han evaluado el nivel de acondicionamiento para indicar la presencia de un efecto resultante de un régimen de entrenamiento prescrito. Numerosos estudios^{26,27,31-35} buscan evaluar los cambios en la capacidad aeróbica (pruebas de potencia máxima aeróbica, VO₂max o el VO₂ peak). Otros estudios^{17,30,32,33} han reportado disminuciones significativas en las respuestas de frecuencia cardíaca o niveles plasmáticos de lactato, como indicativos de una mejora en la capacidad aeróbica. Para evaluar un entrenamiento físico aeróbico apreciable, es imperativo que el estímulo de entrenamiento sea de intensidad suficiente, como lo establece *The American College of Sports Medicine* "a mayor intensidad de entrenamiento, mayor es el efecto"^{17,36-38}. En el reciente meta-análisis publicado en *British Journal of Sports Medicine*¹⁶ en relación al entrenamiento físico en niños y adolescentes asmáticos, se estima al VO₂max como el *gold standard* para evaluar la capacidad aeróbica. El VO₂max corresponde al consumo máximo de oxígeno, es decir, el oxígeno que se encuentra a disposición para absorción, metabolismo y consumo por unidad de tiempo; a mayor

VO₂max mayor es la condición aeróbica. Los estudios que mostraban mejoras en el VO₂max después del entrenamiento, tenían una intensidad de entrenamiento en el umbral ventilatorio durante al menos 60 minutos. Además los estudios que mejoraron VO₂max con el entrenamiento físico, tenían al menos 120 minutos de ejercicio por semana, divididos en dos a tres sesiones por semana y un programa de duración de 3 meses.

Según esta revisión al parecer la intensidad, más que el tipo de ejercicio aeróbico (correr, nadar, ciclismo) es la base para una intervención exitosa. Es importante además individualizar la intensidad del entrenamiento para cada individuo. Para mejorar el consumo de oxígeno, la intensidad del entrenamiento debe fijarse en el umbral ventilatorio. Para entrenar a esta intensidad, se recomienda que los niños tengan un control adecuado del asma, lo cual puede lograrse a través de una terapia farmacológica adecuada¹⁶.

En una reciente revisión Cochrane de entrenamiento físico para asmáticos³⁹, se analizaron 19 estudios, con un total de 695 participantes incluidos en la revisión. El entrenamiento físico fue bien tolerado y ninguno de los estudios registró empeoramiento de los síntomas de asma posterior. El entrenamiento físico mejoró el estado cardiopulmonar en seis estudios, con un aumento estadística y clínicamente significativo en el VO₂max, (media 5,57 ml/kg/min; IC_{95%} de 4,36 a 6,78) y la ventilación espiratoria máxima (6,0 L/min; IC_{95%} de 1,57-10,43).

La evidencia indica que el ejercicio aeróbico mejora la capacidad aeróbica en niños y adolescentes asmáticos, el entrenamiento incrementa significativamente la función aeróbica y puede proporcionar niveles normales, similares a pacientes sanos, de capacidad aeróbica en esta población. Estos progresos se observan en niños con AIE y en niños sin AIE^{16,17,39}.

Los avances en el estado cardiorrespiratorio son beneficiosos para la prevención de varias enfermedades concomitantes con asma infantil, como la obesidad y desórdenes mentales^{3,16}.

En una revisión sistemática en relación a los efectos del entrenamiento físico en niños asmáticos, (2012)¹⁶ se analizaron 29 estudios reportados entre los años 1972-2010, con un total de 1.045 niños asmáticos, con un rango etario de 6 a 18 años. Siete de los estudios describieron los efectos del entrenamiento sobre AIE mediante test de provocación bronquial indirecta, midiendo la disminución en el VEF₁ después de correr en una caminadora, bicicleta ergométrica, o por test ergométrico de nado. El AIE disminuyó en todos los estudios, pero esta diferencia fue estadística-

mente significativa en sólo tres^{3,9}. Los grupos de pacientes que mostraron mejoras significativas en el AIE después del entrenamiento correspondían principalmente a niños que fueron seleccionados para el estudio específicamente debido a sus problemas por AIE o por asma grave. Los estudios que no mostraron diferencias significativas en el AIE después del entrenamiento estaban conformados principalmente por niños con asma moderada o leve sin AIE. Tres estudios investigaron los efectos del entrenamiento sobre AIE mediante test de provocación bronquial directa con metacolina/histamina, el estudio con mayor número de participantes (n = 61) fue el único que demostró una disminución significativa de hiperreactividad bronquial^{16,40}.

Función pulmonar

Hace 45 años Hyde y Swarts, destacaron que la disnea de esfuerzo era responsable de la inactividad física observada en niños asmáticos y diseñaron un programa de entrenamiento para esta población. En el seguimiento de estos niños se demostró que el acondicionamiento físico podría mejorar la función pulmonar de algunos niños con asma (VEF₁)⁸.

Se desarrolló un programa de entrenamiento en natación en la ciudad de Baltimore, que incluyó 20 niños asmáticos y 25 niños sanos de 6 a 12 años de edad. El entrenamiento consistía en dos intervenciones de 2 meses de duración en total, tres sesiones por semana, de una hora de duración. Se realizó seguimiento por un año, evaluando el FEM cada 3 meses en los participantes. El FEM mejoró en un 65% en promedio en los niños asmáticos y 20% en los niños sanos⁴¹.

En la revisión sistemática de Wanrooij¹⁶, 24 estudios evaluaron los efectos del entrenamiento físico en la función pulmonar. Los resultados mostraron una mejoría en el VEF₁ en 3 de 20 estudios, de la CVF sólo en 2 estudios y el PEF fue el parámetro de función pulmonar que mostró mayor mejoría, en 4 de 9 estudios.

En la revisión Cochrane³⁹ 4 estudios, con 153 pacientes, aportaron datos sobre PEF; sin embargo, debido a la heterogeneidad de la población (asiática, holandesa), duración de la intervención (6-12 semanas), o características de la intervención (natación *versus* deportes de gimnasio), los datos aportados en cuanto a mejoría en PEF no son consistentes. En este mismo trabajo se identificaron 12 estudios que evaluaban cambios en VEF₁, con un total de 204 personas. Seis estudios no mostraron cambios estadísticamente significa-

tivos en el VEF₁, no obstante, este efecto no puede descartarse dado el amplio rango de intervalo de confianza al analizar estos trabajos (media 0,05 L; IC_{95%} 0,06-0,16). Dos estudios no mostraron cambios en el VEF₁, pero estos trabajos no pudieron ser tomados en cuenta en el análisis debido a la alta tasa de abandono (30% de los participantes). En cuanto a la CVF cuatro ensayos que incluían a 122 personas proporcionaron datos para el estudio. Los resultados combinados mostraron que el entrenamiento físico no tuvo ningún efecto significativo sobre la CVF (media 0,14 L; IC_{95%} 0,06-0,33). La mayoría de los estudios no han demostrado un cambio en marcadores de enfermedades pulmonares obstructivas como VEF₁, PEF, FEF_{25-75%} en niños asmáticos después de completar un programa de entrenamiento.

Calidad de vida y entrenamiento físico

En los niños con asma, la enfermedad tiene un impacto negativo en la calidad de vida, por diferentes factores, incluyendo la imposibilidad de participar en los juegos y deportes con otros niños, y un bajo nivel de conocimiento de la enfermedad¹¹. El test de calidad de vida, *Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire* es un instrumento validado como herramienta evaluativa y discriminativa del asma, valorando los aspectos del asma más importantes para el paciente y además entrega información adicional de los aspectos clínicos^{6,7}.

En un estudio realizado en Brasil, con objeto de evaluar los efectos del ejercicio en el control y calidad de vida de niños y adolescentes asmáticos participaron treinta y ocho niños de 7 a 15 años de edad, con asma persistente moderada a grave, 21 de estos pacientes fueron asignados al grupo entrenamiento y 17 al grupo control. El instrumento para evaluar la calidad de vida fue el *PAQLQ*, que evalúa diversas esferas como síntomas, actividad y función emocional; las opciones de respuesta del *PAQLQ* están en una escala de siete puntos, en donde la puntuación más baja indica el máximo deterioro y las puntuaciones más altas indican que no hay deterioro. Los pacientes completaron este cuestionario antes y a las 16 semanas de entrenamiento. El entrenamiento físico se realizó dos veces a la semana con sesiones de 90 minutos durante 16 semanas. Los resultados de este estudio mostraron que el ejercicio acondicionado estaba relacionado con una mejora significativa en la calidad de vida (puntuaciones *PAQLQ*) en comparación con los controles ($p < 0,04$); así como todas las puntuaciones de dominio del

PAQLQ (actividad $p < 0,04$; síntomas $p < 0,02$ y función emocional, $p < 0,03$) mejoraron en comparación con el grupo control. Además, las dosis de esteroides inhalados se redujo en 11 de 21 (52%) de los niños capacitados y en sólo 4 de 17 (23%) de los sujetos de control ($p = 0,07$)¹¹.

En el metanálisis Cochrane³⁹ cinco estudios con un total de 212 pacientes, evaluaron la calidad de vida en pacientes asmáticos con cuatro escalas diferentes, *Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire*, Fanelli 2007 y Moreira 2008; *Asthma Quality of Life Questionnaire*, Turner 2010; *Short Form -36*, Turner 2010; *Quality Of Life-Escola Paulista de Medicina*, Gonçalves 2008, Mendes 2010. Cuatro de estos estudios concluyeron que el entrenamiento físico mejora la calidad de vida de los pacientes asmáticos.

Natación y asma

Ya en la década de los setenta se consideraba a la natación como un deporte bien tolerado por los pacientes asmáticos, en comparación con otros deportes y diferentes estudios demostraban beneficios en cuanto a disminución de síntomas asmáticos y condicionamiento físico¹⁰. La natación puede mejorar la condición física, además de aumentar la capacidad pulmonar y desarrollar buenas técnicas de ventilación en pacientes asmáticos⁴².

En un estudio realizado en Taiwán se evaluó la intervención de natación en pacientes asmáticos, los resultados mostraron que la natación logró un incremento estadísticamente significativo en el PEF y una disminución de la severidad de la enfermedad, concluyendo que la natación puede ser una herramienta no farmacológica en el manejo de estos pacientes⁴².

Estudios epidemiológicos realizados en los últimos años⁴³⁻⁴⁶ han sugerido que la asistencia en la infancia a piscinas que utilizan desinfectantes DBPs (*disinfection by-products*) pueden constituir un factor de riesgo para desarrollar asma y otras enfermedades alérgicas, aunque la evidencia al respecto es controversial. Esta posibilidad resaltaría de reacciones químicas entre materia orgánica e inorgánica del agua con agentes usados en el tratamiento desinfectante químico del agua.

En Inglaterra, donde la natación es uno de los deportes más populares en la edad escolar, se desarrolló un estudio longitudinal prospectivo de 10 años con 5.738 niños para determinar si existía una asociación entre la exposición a piscinas cloradas y asma⁴⁷. En este trabajo se concluye que la natación no aumentó el riesgo de asma o

síntomas de alergia en los niños británicos, en contraste, la natación se asoció a un aumento en la función pulmonar y además se mostró una reducción del riesgo de síntomas de asma, especialmente en niños con condiciones respiratorias preexistentes.

En una reciente revisión Cochrane se evaluó el entrenamiento en natación en niños y adolescentes asmáticos, incluyendo 8 estudios con un total de 262 pacientes. La población era asmática estable, con diferentes grados de severidad y el entrenamiento varió desde 30 a 90 minutos en 2 a 3 sesiones por semana, a excepción de un estudio en el que el entrenamiento era de 30 minutos 6 días de la semana. El estado de cloración de la piscina era desconocido en cuatro estudios, dos estudios utilizaron piscinas no cloradas, un estudio utilizó una piscina clorada interior y un estudio utilizó una piscina clorada bien ventilada. Los resultados de esta revisión indicaron que el entrenamiento en natación es bien tolerado en niños y adolescentes con asma, además el grupo de asmáticos tenía un aumento en la función pulmonar (VEF₁) en comparación a los controles y una mejor aptitud cardio-pulmonar. No hubo pruebas de que el entrenamiento de natación haya causado efectos adversos en el control del asma en los jóvenes de 18 años y menores con asma⁴⁸.

En un análisis combinado, nadar varias veces a la semana durante al menos media hora mejora el VEF₁ en 100 mL (IC₉₅ 0 a 0,2), esta diferencia es clínicamente significativa y comparable a fluticasona a bajas dosis. La natación tuvo un impacto notable en el acondicionamiento físico, 25% mayor de mejoría del VO₂max en comparación con otros deportes⁴⁸.

Deportistas de élite y asma

El asma es la enfermedad crónica más común en atletas olímpicos, con una prevalencia de 7 a 8%⁴⁹⁻⁵⁴. Los atletas de élite, en particular deportistas de resistencia y los expuestos crónicamente a contaminantes, alérgenos o irritantes de la vía aérea, tienen un mayor riesgo de disfunción de la vía aérea superior e inferior^{49,52,53}. Se ha sugerido que el desarrollo de la disfunción de las vías respiratorias en esta población podría ser considerado similar a una enfermedad pulmonar ocupacional⁵³.

Existen grandes variaciones en la prevalencia según el tipo de deporte, aquellos deportes que implican entrenamiento de resistencia extenuante requiriendo que los atletas movilicen grandes volúmenes de aire y la exposición a irritantes de

la vía aérea, aumentan el riesgo de desarrollar asma^{52,53}. Un ejemplo de esta situación se observa en el grupo de esquiadores de *cross-country*, que manejan grandes volúmenes de ventilación (hasta 200 L/min) y entrenan a bajas temperaturas respirando aire frío y seco, se estima que el 15% de ellos son asmáticos en contraste con los esquiadores de salto o alpinismo en los que la prevalencia de asma se estima en un 4%, entrenando en condiciones climáticas similares, pero no presentan grandes periodos de hiperpnea⁵⁵.

La lesión del epitelio de la vía aérea puede ser causada por deshidratación y estrés físico en periodos de hiperpnea severa durante el ejercicio y por inhalación de agentes nocivos^{22,51,52}. Los deportistas de élite de alto rendimiento, entrenan a menudo hasta 3 veces al día con una intensidad que requiere niveles de ventilación 20 a 30 veces mayores que en reposo. Las tasas de ventilación superiores a 30 L/min resultan en un cambio en el patrón de respiración hacia flujo de aire nasal y oral combinado, esto hace que las vías respiratorias inferiores estén expuestas a una mayor cantidad de aire condicionado y el potencial depósito de alérgenos en el aire y otras partículas inhaladas^{50,53}. Es importante reconocer que todos los atletas pueden presentar lesiones del epitelio de las vías respiratorias durante el ejercicio de alto rendimiento, la hiperpnea severa expone el epitelio de la vía aérea a un aumento de la tensión de cizallamiento y los gradientes de presión transmural, estas fuerzas físicas pueden colocar a las células epiteliales deshidratadas en riesgo de desprendimiento. En atletas susceptibles, el proceso de lesión y reparación repetida del epitelio podría conducir a cambios estructurales y funcionales dentro de las vías respiratorias y ser responsable del desarrollo de hiperreactividad de la vía aérea y asma. El aire contaminado por los motores de combustión, especialmente material particulado, se considera altamente perjudicial para la vía aérea. Las vías respiratorias deshidratadas y dañadas se cree que son más vulnerables a los efectos nocivos del material particulado, en especial partículas ultrafinas. Ozono y NOx son otros contaminantes que pueden provocar lesiones en las vías respiratorias. La hiperventilación durante el ejercicio vigoroso genera una mayor depósito de material particulado en las vías respiratorias^{52,54}. Otra hipótesis explicativa se centra en el enfriamiento de las vías respiratorias causadas por el aumento de la ventilación, este enfriamiento de la vía aérea genera un estímulo parasimpático, lo que lleva a broncoconstricción y vasoconstricción refleja de las vénulas bronquiales para conservar el calor y al final del ejercicio una hiperemia

secundaria, con congestión vascular bronquial, edema y estrechamiento de la vía aérea⁵¹.

En un estudio caso control, realizado en Portugal⁴⁹, se compararon los casos de prevalencia de asma diagnosticada o asma inducida por el ejercicio, así como los síntomas respiratorios, entre pacientes ex atletas y no atletas, a través de un cuestionario de 627 sujetos (290 antigua élite y 201 atletas no élite que compitieron entre los años 1969 y 2005, y 136 sujetos de control que no habían sido atletas). Los no atletas presentaron un mayor porcentaje de sujetos que informaron la existencia de los síntomas asociados con el ejercicio o actividades intensas. Los ex atletas que reportaron haber practicado principalmente en instalaciones de interior presentaron menor riesgo significativo para asma que los que practicaban al aire libre (OR = 0,48, IC_{95%} = 0,25-0,94). Análisis de regresión múltiple (donde "B" se refiere a los coeficientes no estandarizados) mostró que los antiguos atletas de élite (B = -0,85, p < 0,001) y los atletas no élite (B = -0,70, p < 0,001) eran menos propensos a ser afectados por síntomas relacionados con asma en comparación a los controles, no atletas. Otro resultado destacable de este estudio fue cuando se comparó entre los atletas el número de años de carrera en relación a los síntomas de asma; los atletas con carreras prolongadas, más de 20 años, eran más propensos a tener síntomas relacionados al asma que los que tenían carreras más cortas (3-7 años, B = -0,47, p < 0,001; 8-14 años, B = -0,42, p < 0,01; 15-20, B = -0,32, p < 0,05).

Se ha identificado que el riesgo de asma es 25 veces mayor en atletas atópicos de velocidad y potencia, 42 veces mayor en los corredores de larga distancia atópicos, y 97 veces mayor en los nadadores atópicos en comparación con los sujetos control sanos no atópicos⁵¹. El asma es una enfermedad con obvias implicancias en la salud y calidad de vida de los atletas^{51,52}.

Alrededor del 17% de los nadadores olímpicos y el 13% de los nadadores de nado sincronizado presentan asma. La reacción de productos clorados con compuestos orgánicos que contienen cloro (suciedad, orina y sudor) produce la formación de cloraminas. Respirar aire que contiene cloraminas, durante varias horas de entrenamiento en piscinas puede ser una razón de la alta prevalencia de asma en la natación deportiva. Se ha descrito que la hiperreactividad bronquial en nadadores olímpicos, esta relacionada a la carga de entrenamiento, es reversible y cede al detener el entrenamiento de alto rendimiento en un periodo de 2 semanas. En el caso del buceo la prevalencia de asma es significativamente menor, estimada en

4%, se practica en un ambiente similar, piscinas tratadas con cloración en sus interiores, pero a diferencia de la natación olímpica o sincronizada, es un deporte sin entrenamiento de resistencia⁵². Es importante destacar que, en algunos casos, un atleta puede tener asma preexistente que se ve agravada por la "ocupación", se puede explicar en este contexto la alta prevalencia de la disfunción de las vías respiratorias en nadadores como un sesgo de selección, por ser un deporte bien tolerado por pacientes asmáticos porque el ambiente cálido y húmedo de la piscina es menos desencadenante de síntomas asmáticos⁵³.

Diversas estrategias se pueden implementar para tratar de atenuar el daño en la vía aérea causado por la hiperventilación o agentes nocivos en deportistas de elite.^{52,53}

1. Precauciones para reducir los efectos de la inhalación de material particulado en los deportes de rendimiento incluyen evitar el ejercicio en lugares de congestión vehicular alta y hacer ejercicio por lo menos a 250 metros de las carreteras principales.
2. Las instalaciones deportivas, parques y áreas de ejercicio que se encuentran cerca de carreteras con mucho tráfico deben tener árboles situados entre la carretera y la instalación, de esa forma aumenta la dilución atmosférica y el tamaño de las partículas, reduciendo el número de material particulado y evitando su llegada a las vías respiratorias inferiores.
3. Es prudente que los ciclistas y atletas entrenen a primera hora en la mañana cuando los niveles de material particulado y contaminantes son menores en comparación con otras horas del día.
4. En el caso de entrenamiento en aire frío para evitar la deshidratación de la vía aérea, se debe aumentar el contenido de agua en el aire inspirado. Esto puede realizarse incrementando la respiración nasal; estrategia de utilidad limitada en el caso de entrenamiento de alto rendimiento debida a la hiperventilación que requiere de respiración nasal y oral. Otra estrategia es con un dispositivo intercambiador de humedad y calor, HME, que se utiliza en pieza bucal o máscara, la cual es la única estrategia efectiva en deportes de invierno de alto rendimiento.
5. En los deportes que se realizan en piscinas cloradas, es importante la mantención regular y aseo de las piscinas y adecuada ventilación, el Nitrógeno tricloruro (NCl₃), un subproducto de la cloración, es un irritante de la vía aérea que puede causar disrupción aguda; se ha demostrado que con niveles de NCl₃ inferiores

a 0,3 mg/m³ no se observan cambios agudos en función pulmonar, considerándose estos niveles como seguros⁵².

6. Otro punto importante en los deportes realizados en piscinas cloradas es evitar la formación de cloraminas, para ellos es necesario adecuar ciertas conductas a fin de evitar los compuestos nitrogenados orgánicos, como ducharse con agua y jabón previo ingreso a la pileta, usar gorra de natación, traje de baño reservado exclusivamente para la natación, zonas de baño de pies con desinfectante apropiado, eliminación de maquillaje y otros cosméticos.
7. Los nadadores de élite y nadadores sincronizados deben evitar permanecer en un ambiente clorado al llevar a cabo el entrenamiento fuera de agua.

Conclusiones

El ejercicio físico debe recomendarse como parte del manejo integral de los pacientes asmáticos, ya que el entrenamiento aeróbico muestra múltiples beneficios en esta población y actualmente muchos niños y adolescentes no realizan la actividad física suficiente para mantener una buena salud.

Existe evidencia que el entrenamiento físico mejora la capacidad cardiopulmonar, los síntomas del asma y la calidad de vida en sujetos asmáticos. Esto sugiere que el entrenamiento y altos niveles de actividad física desempeñan un papel en el curso y la gravedad de la enfermedad.

Los niños con AIE tienen mayor incidencia de asma parcialmente controlada y no controlada, en el caso de los adolescentes y adultos no se establece esta relación. Debemos considerar a los síntomas respiratorios con el ejercicio como una falta de control del asma en todos los grupos etarios.

La evidencia muestra que los niños y adolescentes con AIE tras un entrenamiento aeróbico significativo, tienen mejoría en los test de provocación bronquial directos e indirectos, por lo que es necesario fomentar el ejercicio aeróbico en estos pacientes.

Un programa de capacitación eficaz para los niños con asma consiste en entrenamiento aeróbico (correr, nadar, ciclismo), con una intensidad de entrenamiento personalizada. Para evaluar un entrenamiento físico aeróbico apreciable, es imperativo que el estímulo de entrenamiento sea de intensidad suficiente ajustada a sus capacidades para requerir un ejercicio vigoroso, independiente del ejercicio aeróbico elegido. Con respecto a la frecuencia y a la duración del entrenamiento debe

ser al menos tres meses, con una carga de entrenamiento de 120 minutos a la semana, repartida en dos a tres veces por semana como mínimo.

El entrenamiento de alto rendimiento en deportistas de elite, debe adaptarse a las condiciones ideales para prevenir la lesión de la vía aérea en esta población de riesgo. Especial consideración debe tenerse en los deportes de invierno, con la exposición al aire frío y seco; en los deportes aeróbicos donde la hiperventilación es parte del mecanismo de lesión epitelial respiratoria y además debe reducirse la exposición a material particulado inhalado; y en los deportes que se realizan en piscina donde la correcta mantención y normas de higiene reducen la inhalación de irritantes de la vía aérea.

Bibliografía

- 1.- ginasthma.org. http://www.ginasthma.org/local/uploads/files/GINA_Report_2014_Aug12.pdf. 2014.
- 2.- NEWACHECK P, HALFON N. Prevalence, Impact, and Trends in Childhood Disability Due to Asthma. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2000; 154: 287-93.
- 3.- KIER C, FORDE S. Childhood Overweight and Obesity and Their Association With Asthma. *Journal of Asthma & Allergy Educators* 2011; 2: 119-25.
- 4.- OSTROM N, PARSONS J, EID N S, CRAIG T, STOLOFF S, HAYDEN M L, et al. Exercise-induced bronchospasm, asthma control, and obesity. *Allergy Asthma* 2013; 34: 342-8.
- 5.- GANDHI P K, KENZIK K, THOMPSON L, DEWALT D, REVICKI D. Exploring factors influencing asthma control and asthma-specific health-related quality of life among children. *Respir Res* 2013; 14: 26. doi: 10.1186/1465-9921-14-26.
- 6.- JUNIPER E, GUYATT G, FEENY D, FERRIE P. Measuring quality of life in children with asthma. *Quality of Life Research* 1996; 5: 35-46.
- 7.- JUNIPER E. How Important Is Quality of Life in Pediatric Asthma? *Pediatric Pulmonology* 1997; 15: 17-21.
- 8.- HYDE J, SWARTS C. Effect of an exercise program on the perennially asthmatic child. *Am J Dis Child* 1968; 116: 383-96.
- 9.- JAMES L, FACIANE J, SLY R M. Effect of treadmill exercise on asthmatic children. *J Allergy Clin Immunol* 1976; 57: 408-16.
- 10.- FITCH K, MORTON A, BLANSKY B. Effects of swimming training on children with asthma. *Archives of Disease in Childhood, BMJ* 1976; 51: 190-4.
- 11.- FANELLI A, BARROS CABRAL A, NEDER J, ARRUDA MARTINS M, FERNANDES CARVALHO C. Exercise training on disease control and quality of life in asthmatic children. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 1474-80.

- 12.- LANG D, BUTZ A, DUGGAN A, SERWINT J. Physical Activity in Urban School-Aged Children With Asthma. *Pediatrics* 2004; 113: 341-6.
- 13.- DIMITRAKAKI V, PROPODIS K, BEBETSOS E, ZAROGOULIDIS P, PAPAIIWANNOU A, TSILOUDAS T, et al. Attitudes asthmatic and nonasthmatic children to physical exercise. *Patient Preference and Adherence* 2013; 7: 81-8.
- 14.- KIM J W, YOUNG SO W, SOO KIM Y. Associations between asthma and physical activity in Korean adolescents: the 3rd Korea Youth Risk Behavior Web-based Survey (KYRBWS-III). *Eur J Public Health* 2012; 22: 864-8.
- 15.- EIJKEMANS E, MOMMERS M, DRAAISMA J M, THIJS C, PRINS M. Physical Activity and Asthma: A systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE* 2012. 7 (12). doi: 10.1371/journal.pone.0050775. Epub 2012 Dec 20.
- 16.- WANROOIJ V, DOMPELING E, VAN DE KANT K D G. Exercise training in children with asthma: a systematic review. *Brit J Sport Med* 2013; 48: 1024-31.
- 17.- WELSH L, KEMP J, ROBERTS R. Effects of Physical Conditioning on Children and Adolescents with Asthma. *Sports Med* 2005; 32: 127-41.
- 18.- VAN LEEUWEN J, DRIESSEN J, JONGH F, VAN AALDEREN W, THIO B. Monitoring pulmonary function during exercise in children with asthma. *Arch Dis Child* 2011; 96: 664-8.
- 19.- GOTSHALL R W. Exercise-induced bronchoconstriction. *Drugs* 2002; 62: 1725-39.
- 20.- WEILER J, ANDERSON S, RANDOLPH C, BONINI S, CRAIG T, PEARLMAN D, et al. Pathogenesis, prevalence, diagnosis and management of exercise-induced bronchoconstriction: a practice parameter. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2010; 105 (6 Suppl): S1-47. doi: 10.1016/j.anai.2010.09.021.
- 21.- ANDERSON S D. How does exercise cause asthma attacks? *Curr Opin Allergy Clin, Immunol* 2006; 42: 37-42.
- 22.- CARLSEN K H, HEM E, STENSRUD T. Asthma in adolescent athletes. *Br J Sports Med* 2011; 45: 1266-71.
- 23.- VAN VELDHOVEN N, VERMEER A, BOOGARD J, HESSELS M, WIJNROKS L, COLLAND V, et al. Children with asthma and physical exercise: effects of an exercise programme *Clinical Rehabilitation* 2001; 15: 360-70.
- 24.- VARRAY A, MERCIER J, PREFAUT C. Individualized training reduces excessive exercise hyperventilation in asthmatics *International Journal of Rehabilitation Research* 1995; 18: 297-312.
- 25.- VARRAY A, MERCIER J, TERRIEL C, PREFAUT C. 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: 579-86.
- 26.- COUNIL F, VOISIN M. Aptitude à l'effort de l'enfant asthmatique. Physical fitness in children with asthma. *Archives de Pédiatre* 2006; 13: 1136-41.
- 27.- NEDER J A, NERY L, SILVA A, CABRAL A, FERNANDES A. Short term effects of aerobic training in the clinical management of moderate to severe asthma in children. *Thorax* 1999; 54: 202-6.
- 28.- NICKERSON B, BAUTISTA D, NAMEY M, RICHARDS W, KEENS T. Distance Running Improves Fitness in Asthmatic Children Without Pulmonary Complications or Changes in Exercise-Induced Bronchospasm. *Pediatrics* 1983; 73: 147-52.
- 29.- SILVA C, TORRES LA, RAHAL A, TERRA F, VIANNA J. Comparison of morning and afternoon exercise training for asthmatic children. *Braz J Med Biol Res* 2006; 39: 71-8.
- 30.- STRUNK R C, RUBIN D, KELLY L, SHERMAN B, FUKUHARA J. Determination of Fitness in Children With Asthma. *AJDC* 1988; 142: 940-4.
- 31.- PETERSON K, MCELHENNEY T. Effects of a physical fitness program upon asthmatic boys. *Pediatrics* 1965; 35: 295-9.
- 32.- SVENONIUS E, KAUTTO R, ARBORELIUS M JR. Improvement after training of children with exercise-induced asthma. *Acta Paediatrica* 1983; 73: 23-30.
- 33.- VAN VELDHOVEN A, VEERMER N, BOOGARD J, HESSELS M, WIJNROKS L, COLLAND V, et al. Children with asthma and physical exercise: effects of an exercise programme. *Clinical Rehabilitation* 2001; 15: 360-70.
- 34.- COUNIL F, VARRAY A, MATECKI S, BEUREY A, MARCHAL P, VOISIN M, et al. Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma. *J Pediatrics* 2003; 143: 179-84.
- 35.- RAMAZANOGLU Y, KRAEMER R. Cardiorespiratory Response to Physical Conditioning in Children with Bronchial Asthma *Pediatric Pulmonology*, 1985; 1: 272-7.
- 36.- American College of Sports Medicine, The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardio-respiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975-91.
- 37.- ARMSTRONG N, WELSMAN J. Young people and physical activity. New York: Oxford University Press 1997.
- 38.- POLLOCK M, GAESSER G, BUTCHER J, DESPRÉS J, DISHMAN R, FRANKLIN B, et al. ACSM Position Stand: The Recommended Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory and Muscular Fitness, and Flexibility in Healthy Adults. *American College of Sports Medicine* 1998; 30: 975-91.
- 39.- CHANDRATILLEKE M, CARSON K, PICOT J, BRINN M, ESTERMAN A, SMITH B. Physical training for asthma. *The Cochrane Library* 2012 (05).
- 40.- WICHER L, GONÇALVES DE OLIVEIRA RIBEIRO

- M A, BARBIERI MARMO D, DA SILVA SANTOS C, CONTRERA TORO A, TEIXEIRA MENDES R, et al. Effects of swimming on spirometric parameters and bronchial hyperresponsiveness in children and adolescents with moderate persistent atopic asthma. *Journal de Pediatria (Rio J)*, 2010; 86: 384-90.
- 41.- 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: 117-21.
- 42.- WANG J S, HUNG W P. The effects of a swimming intervention for children with asthma. *Respirology, Asian Pacific Society of Respirology* 2009; 14: 838-42.
- 43.- WEISEL C, RICHARDSON S, NEMERY B, AGGAZZOTTI G, BARALDI E, BLATCHLEY E, et al. Childhood Asthma and Environmental Exposures at Swimming Pools: State of the Science and Research Recommendations. *Environmental Health Perspectives* 2009; 117: 500-7.
- 44.- BOUGAULT V, BOULET L. Is there a potential link between indoor chlorinated pool environment and airway remodeling/inflammation in swimmers? *Expert Reviews Respiratory Medicine* 2012; 6: 469-71.
- 45.- BOUGAULT V, BOULET L. Airways Disorders and the Swimming Pool. *Immunol Allergy Clin N Am* 2013; 33: 395-408.
- 46.- UYAN Z S, CARRARO S, PIACENTINI G, BARALDI E. Swimming Pool, Respiratory Health, and Childhood Asthma: Should We Change Our Beliefs? *Pediatric Pulmonology* 2009; 44: 31-7.
- 47.- FONT-RIBERA L, VILLANUEVA C, NIEUWENHUISEN M, ZOCC J P, KOGEVINAS M, HENDERSON J. Swimming Pool Attendance, Asthma, Allergies, and Lung Function in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children Cohort. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; 183: 582-8.
- 48.- BEGGS S, FOONG YI C, LE HONG C, NOOR D, WOOD-BAKER R, WALTERS J. Swimming training for asthma in children and adolescents aged 18 years and under. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013 (7).
- 49.- BATISTA C, SOARES J M. Are former athletes more prone to asthma? *J Asthma* 2013. 10.3109/02770903.2013.776075.
- 50.- CARLSEN K H, HEM E, STENSRUD T. Asthma in adolescent athletes. *Br J Sports Med* 2011; 45: 1266-71.
- 51.- COUTO M, SILVA D, DELGADO L, MOREIRA A. Exercise and Airway Injury in Athletes. *Acta Med Port* 2013; 26: 56-60.
- 52.- KIPPELEN P, FITCH K, ANDERSON S, BOUGAULT V, BOULET L P, RUNDELL K, et al. Respiratory health of elite athletes-preventing airway injury: a critical review. *Br J Sports Med* 2012; 46: 471-6.
- 53.- PRICE O J, ANSLEY L, MENZIES-GOW A, CULLINAN P, HULL J H. Airway dysfunction in elite athletes-an occupational lung disease? *Allergy* 2013; 68: 1343-52.
- 54.- RUNDELL K, SUE-CHU M. Air Quality and Exercise-Induced Bronchoconstriction in Elite Athletes. *Immunol Allergy Clin N Am* 2013; 33: 409-21.
- 55.- BOUGAULT V, TURMEL J, BOULET L P. Bronchial Challenges and Respiratory Symptoms in Elite Swimmers and Winter Sport Athletes. *Chest* 2010 138: 31-7.

Correspondencia a:
Dra. Marietta Núñez C.
Hospital Carlos Van Buren, Valparaíso.
Email: mariettaroma@gmail.com