



# Asma inducida por el esfuerzo y deporte. Una puesta al día práctica

## Autor

Franchek Drobnic<sup>a,b,c</sup>

a Departamento de Investigación CAR-GIRSANE. Sant Cugat del Vallès, Barcelona, España  
b FC Barcelona Servicios Médicos. Barcelona, España  
c Unitat de Medicina de l'Esport de l'Hospital de Sant Joan de Déu. Barcelona, España

## Correspondencia

Franchek Drobnic  
Departamento de Investigación CAR-GIRSANE  
Avda. Alcalde Barnils, 3. 08173 Sant Cugat del Vallès, Barcelona, España  
Tel.: +34 93 589 18 10. E-mail: [drobnic@car.edu](mailto:drobnic@car.edu), [franchek.drobnic@fcbarcelona.cat](mailto:franchek.drobnic@fcbarcelona.cat)

---

## Resumen

Una crisis asmática originada por la realización de ejercicio es una forma común de presentación del asma. La presencia de este proceso durante la infancia limita la actividad de los niños en las actividades lúdicas y deportivas, incluso para edades posteriores. Por eso, el cuidado del asma y la prevención del asma de esfuerzo, mediante una terapia medicamentosa adecuada y la práctica de las orientaciones relacionadas con la etiopatogenia del asma de esfuerzo, favorecen la actividad deportiva en el asmático a todos los niveles. El aumento de deportistas asmáticos y la sollicitación del aparato respiratorio en condiciones límite condiciona una mayor aparición de síntomas propios del asma en sujetos de alto rendimiento deportivo. En esta breve puesta al día se trata la etiopatogenia del asma en el deporte, el método diagnóstico, el diagnóstico diferencial respecto a otras patologías propias del ámbito deportivo y el tratamiento farmacológico y su relación con el dopaje en el momento actual.

---

## Introducción

La palabra *asma* tiene un origen literario, pues aparece por primera vez en la *Iliada* con el significado de 'respiración entrecortada'. Como término médico lo hace en el *Corpus hippocraticum*, aunque no queda bien definido si se consideraba una verdadera entidad clínica o solo un síntoma. Es Areteo de Capadocia quien describe la enfermedad con mayor precisión en el siglo I d.C. y la relaciona de forma muy concreta con el ejercicio: "Si al correr, hacer ejercicios atléticos o cualquier otro trabajo, la respiración se hace difícil, esto es asma". Desde entonces son numerosas las menciones de esta descripción en escritos<sup>1-3</sup> de Galeno, Avicena o Rhazes, entre otros. En el siglo XII<sup>4,5</sup>, Moseh ben Maimon, Maimónides, dedica a un noble familiar de Saladino el que se considera el primer tratado sobre el asma y el asma de esfuerzo. Y en 1962 Jones<sup>6</sup> describe las características de la función respiratoria en los niños con asma que hacen ejercicio.

Los términos *asma inducida por el ejercicio* (AIE) y *broncoconstricción inducida por el ejercicio* (BIE) se usan de forma indistinta en ocasiones. En un consenso entre varias sociedades con muchas aes, la Academia Americana de Alergia, Asma e Inmunología (AAAAI), el Colegio Americano de Alergia, Asma e Inmunología (ACAAI) y el Consejo Conjunto de Alergia, Asma e Inmunología (JCAAI) determinaron usar el término *BIE con asma* para la broncoconstricción con síntomas clínicos de asma y el de *BIE sin asma* para una obstrucción aguda del flujo aéreo sin síntomas de asma<sup>7</sup>. Un grupo de trabajo de la Sociedad Europea de Respiratorio (ERS) y de la Academia Europea de Alergia e Inmunología Clínica (EAACI), donde participaron miembros de SEPAR, definió el AIE como "los síntomas de asma que aparecen después de un ejercicio intenso", mientras que el BIE refleja "una reducción de la función pulmonar después de un ejercicio"<sup>8</sup>.

## La crisis de asma de esfuerzo

Desde un punto de vista clásico, la crisis de asma inducida por el ejercicio se caracteriza por ofrecer una broncoconstricción máxima entre los 5 y 15 minutos posteriores al ejercicio provocador, que debe ser intenso y de una duración mínima de más de 6 o 7 minutos. En algunos casos se acompaña de un período refractario en el que los pacientes no presentan la crisis o esta es de menor intensidad; se resuelve de forma espontánea a partir de los 20 minutos y algunos pacientes (de un 30 a un 60%) pueden experimentar una reacción tardía de broncoconstricción entre las 4 y 12 horas posteriores al esfuerzo<sup>9</sup>. La prueba diagnóstica es la broncoprovocación por esfuerzo, aunque su sensibilidad y especificidad sea algo baja y su reproducibilidad de un 10-20%<sup>10</sup>. Su nivel de corte, que inicialmente se consideraba en una disminución del FEV<sub>1</sub> de un 20% con respecto al basal, ya se considera positivo cuando este es igual o superior al 12%<sup>11</sup>. Cuando esta prueba no da resultado y se necesita objetivar la broncorreactividad, se utilizan otras pruebas específicas o inespecíficas (metacolina, adenosina, suero salino, etc.), que en realidad no sirven para diagnosticar asma de esfuerzo<sup>12</sup>. Solo podemos diagnosticarlo a través de la historia clínica y objetivarlo mediante la prueba de esfuerzo, la hiperventilación isocápnic, con o sin aire frío y seco, o la prueba de manitol. Esta última, de validez en el seguimiento y valoración del tratamiento, es útil sobre todo cuando no se puede disponer de los elementos para practicar una prueba de esfuerzo con buen criterio, pero tiene una utilidad algo limitada<sup>13</sup>.

Se debe sospechar asma de esfuerzo ante la presencia de tos, disnea u opresión torácica después de iniciar el ejercicio en toda persona con historia clínica de asma, atopia o rinitis, o con diagnóstico previo de hiperreactividad bronquial. El diagnóstico diferencial debe hacerse respecto a las enfermedades que producen disnea de diversa etiología, como las de origen cardíaco, metabólico, hematológico u otorrinolaringológico.

## El deportista de alto nivel

En el deportista de competición convergen situaciones en relación con el asma cuyo conocimiento y estado se han desarrollado y modificado en estos últimos 25 años. La relación con el dopaje, la observación de la existencia de deportes y actividades más asmógenos y el estudio de la fisiopatología respiratoria del ejercicio en condiciones determinadas, que alcanza limitaciones funcionales y adaptativas, se merecen una revisión más exhaustiva; sin embargo, una concreción de esos temas se ofrece a continuación.

## La medicación del asma y el dopaje

Hace solo unos años la medicación para el asma era considerada dopaje<sup>14</sup>, para matizarse con los años<sup>15</sup> hasta llegar al momento actual<sup>16</sup>, en que el deportista con asma puede utilizar, en terapia inhalada, cualquier tipo de corticoide, y, respecto a los broncodilatadores beta agonistas, salbutamol, salmeterol y formoterol. La terbutalina precisa una autorización terapéutica que se solicita mediante un formulario oficial a la Agencia Española

Antidopaje<sup>17</sup>, como la precisa también cualquier otra medicación que se halle dentro de la lista de sustancias prohibidas. No se autoriza ningún otro broncodilatador beta agonista, por lo que se debe vigilar la utilización de combinaciones de última generación en aquellos sujetos que compiten, pues todos los deportistas con licencia para participar en competiciones oficiales de ámbito estatal pueden ser seleccionados para someterse en cualquier momento a los controles de dopaje.

El deportista de alto nivel deportivo, hiperreactivo, diagnosticado o no de asma, puede, además, entrenar o competir en situaciones extremas<sup>18</sup>. El estímulo por el que la hiperpnea produce la crisis de asma es la pérdida de agua del líquido periciliar de las vías respiratorias, lo que provoca un aumento de la osmolaridad de dicho líquido<sup>19</sup>, siendo la influencia del aire seco superior a la del aire frío<sup>20</sup>. Esto es obvio en el caso del paciente asmático, pero parece que en el deportista de alto nivel se combina además con un aumento del tono vagal, que gradualmente causa una broncoconstricción de carácter menor, algo evidenciado de forma indirecta<sup>21</sup>. Por otro lado, en ambientes fríos el momento de mayor broncoconstricción tiene lugar de forma más inmediata tras el cese del ejercicio<sup>22</sup>. Por eso es aconsejable hacer un “enfriamiento” progresivo que permita recobrar la temperatura del lumen respiratorio<sup>23,24</sup>.

El aumento de la ventilación por minuto y la respiración bucal que se origina durante el ejercicio favorecen que los contaminantes de diversa índole que se hallan en el aire respirado alcancen zonas más distales del árbol respiratorio. Este hecho afectará sin duda a la persona con asma o hiperreactividad bronquial. Por otro lado, la presencia de una mayor incidencia de infecciones de las vías respiratorias altas, proceso claro y evidente hace unos años<sup>25</sup>, parece no serlo tanto<sup>26</sup>, salvo en ciertas circunstancias (los entrenos continuados e intensos más que las situaciones agudas y extremas)<sup>27</sup>, en aquellas actividades que requieren una hiperventilación sostenida<sup>28</sup>, y sobre todo si es en presencia de sustancias agresoras del epitelio alveolar<sup>29</sup>. Estudios transversales han demostrado que entre los deportistas de competición es elevada la prevalencia de asma, asma de esfuerzo e hiperreactividad bronquial (Carlsen, 2008). Es decir, cuando se hace una actividad que termina lesionando el órgano solicitado, igual que en el sistema musculoesquelético, existe una alteración del epitelio y un proceso inflamatorio<sup>30</sup> con intención reparadora.

## Prevención y tratamiento

El ejercicio, el movimiento, es fundamental en la optimización del desarrollo de todos los órganos y sistemas de los organismos vivos. Por eso, su presencia a través del juego y el deporte es menester en todas las etapas de la vida, pero sobre todo en la infancia, en que la organización de esos sistemas es prioritaria y en que, por otra parte, el asma que se origina por el ejercicio puede ser una limitación si no se orienta o trata de forma adecuada. Esta necesidad es suficientemente importante como para que el manejo del AIE esté presente de forma clara, concisa y bien estructurada en las guías internacionales del manejo del niño con asma (GINA o NIH<sup>31,32</sup>, e incluso así lo era en la primera edición de la guía española)<sup>33</sup>.

En estas guías puede observarse que el asma inducida por el ejercicio se previene en la mayoría de los casos con agonistas  $\beta_2$ , cromonas e incluso antileucotrienos<sup>34</sup>. En pacientes con asma más grave, la administración de los dos primeros unos minutos antes del ejercicio evita la crisis en más de un 90% de las ocasiones, y puede añadirse bromuro de ipratropio en aquellos que no respondan. Las medidas terapéuticas de carácter físico, como realizar un calentamiento adecuado antes del ejercicio, efectuar el ejercicio a intervalos, evitar el aire frío o seco y la práctica deportiva durante las agudizaciones previenen con eficacia las crisis de asma inducida por el ejercicio<sup>35</sup>. Tratar y cuidar bien el asma mediante la terapia medicamentosa que permite controlarla, modulando el estado inflamatorio (corticoides, antileucotrienos, moduladores de la inmunidad), elevará el umbral de aparición de la crisis de esfuerzo y permitirá realizar ejercicio con mayor seguridad<sup>36</sup>.

La indicación de la práctica continuada de ejercicio físico junto al buen tratamiento del asma mejora las características del asma de esfuerzo del paciente y relacionadas con su vida social y escolar<sup>37,38</sup>. Cuando decidimos qué deporte es el mejor para el asmático le indicamos aquel que le guste y con el que se sienta feliz. La elección voluntaria facilita la adherencia al buen hacer y al tratamiento. La natación, que es perfecta en la evitación del asma de esfuerzo, pues se realiza en un clima caliente y húmedo, expone al sujeto a oxidantes ambientales que se inhalarán en mayor cantidad con el entrenamiento continuado y su intensidad<sup>39</sup>. Así, la práctica de las actividades acuáticas fue denostada en su momento en relación con el niño y el niño con asma<sup>40</sup>, postura confirmada en diferentes estudios<sup>41</sup>, pero parece ser que la bondad o perjuicio de una actividad no depende solo de esta y del medio donde se practique, sino de la idiosincrasia de la persona, su enfermedad o carga patológica, si la tiene, y de la cantidad e intensidad de la exposición<sup>42</sup>, aspecto que parece evidente en la actualidad en un estudio de cohortes, en que los niños con asma no solo mejoraron su función pulmonar por el deporte sino que además disminuyó la presencia de síntomas<sup>43</sup>. Por lo tanto, si el deporte que selecciona el niño es la natación, adelante con ella, bien practicada y controlando su asma.

Más adelante, si el practicante es bueno en el deporte y aumenta la cantidad y calidad de los entrenamientos y alcanza un cierto éxito —parece que el deportista asmático tiene muchas veces mayor éxito deportivo que el que no lo es—<sup>44</sup>, ocurrirá que si hace deportes que facilitan la inflamación del epitelio respiratorio<sup>45</sup> la presencia de crisis de BIE o incluso de AIE se manifestará de nuevo, con mayor frecuencia o asociada a situaciones o entornos determinados. Por otro lado, los deportistas de alto rendimiento deportivo y de ciertos deportes en que se requiere alta intensidad y exposición a estresantes tisulares, pueden desarrollar, aun no siendo asmáticos, síntomas similares al asma o exacerbar el proceso si lo padecen<sup>46</sup>. En definitiva, el estudio de cada sujeto y su situación debe establecerse para evitar problemas superiores a los relativos solo al rendimiento deportivo. Finalmente, nunca debemos olvidar que el deportista de alto nivel, incluso el asmático, puede sufrir comorbilidades no relacionadas necesariamente con las frecuentes o naturales de su histo-

ria clínica o ámbito de trabajo, que siempre deben considerarse por la repercusión sobre su salud que pueden determinar<sup>47,48</sup>.

Existen diversas entidades de origen fisiopatológico<sup>49</sup> cuya presencia en deportistas con síntomas de asma no es infrecuente y cuyo desconocimiento dilatará el diagnóstico y la solución del problema y limitará la calidad de vida y el entrenamiento del sujeto, haciendo perder la confianza en una medicación para su asma, si la tiene, que será necesaria cuando los síntomas sean propios de la misma; la hipoxemia del esfuerzo máximo en el deportista de alto nivel<sup>50</sup> y el edema pulmonar<sup>51</sup> “subclínico” son los más frecuentes en nuestro medio, por los deportes practicados y el número de deportistas que los practican. Esta última entidad, más habitual y solicitante de valoración, se fundamenta en una alteración de la permeabilidad alveolocapilar<sup>52,53</sup>. El edema pulmonar, asociado a sobresolicitación por realizar un trabajo en situaciones ambientales extremas, a gran altitud o durante actividades subacuáticas, es conocido y valorado bien en esos ámbitos deportivos/profesionales. Pero esta respuesta tisular ocurre también en el nadador, sobre todo en el que realiza actividades en aguas frías y durante un cierto periodo de tiempo (travesías y triatlón)<sup>54</sup>. La limitación del flujo sanguíneo en la periferia para mantener la temperatura y el aumento de la volemia central, junto al incremento de la frecuencia cardíaca por el ejercicio, originan en ocasiones un conflicto en la red alveolocapilar, que puede verse perjudicada por una hiperhidratación, no siempre bien orientada. Esta situación también ocurre en corredores y ciclistas; aquellos que hacen grandes y largos esfuerzos se hiperhidratan, provocando una hiponatremia<sup>55</sup>. La gravedad de la situación la delimita el nivel del deportista y el tipo de práctica realizada. En general es autolimitada, y una buena historia clínica junto a unas pruebas adecuadas al momento de la aparición del proceso sin duda orientará bien su resolución.

En definitiva, el asma en el deporte y en el deportista goza de unas características propias que merecen un conocimiento y cuidado adecuados para una correcta orientación diagnóstica y terapéutica. La actualización de cada uno de los apartados sin duda merece una revisión más extensa y práctica. Para cada uno de ellos se halla referenciada en la bibliografía la revisión más reciente o más adecuada para quien desee ampliarla.

**Tabla 1. Conceptos prácticos respecto al asma inducida por el ejercicio y en el deporte y su nivel de evidencia**

<b>GENERALES</b>	
La crisis de asma inducida por el esfuerzo (AIE) ocurre después del ejercicio.	A
El ejercicio provocador de AIE debe ser intenso y duradero.	A
La crisis de asma de esfuerzo puede ocurrir durante el ejercicio submáximo si es sostenido, sobre todo en niños.	A
La crisis de asma de esfuerzo se debe a una pérdida de calor y humedad de las vías respiratorias. La evitación de esta pérdida eleva el umbral de crisis.	A
<b>DIAGNÓSTICO</b>	
El diagnóstico del asma de esfuerzo lo hace el clínico preguntando, y se confirma, a veces, con las pruebas complementarias.	A
La única prueba que confirma el asma de esfuerzo es la presencia de los signos y síntomas de asma y la disminución del FEV <sub>1</sub> después de un ejercicio. Cualquier otra prueba expresa una hiperreactividad bronquial que sirve para apoyar una historia clínica orientativa, ya sea con manitol, metacolina o suero salino hipertónico.	A
<b>PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO</b>	
La mejor prevención del asma de esfuerzo es cuidar y tratar bien el asma.	A
La crisis de asma de esfuerzo se previene en gran medida haciendo un buen calentamiento y tomando medicación preventiva.	A
La medicación preventiva por excelencia son los broncodilatadores beta agonistas.	A
La práctica deportiva beneficia la funcionalidad del sistema respiratorio, también en el asmático.	A
La práctica deportiva eleva el umbral de crisis del asma de esfuerzo en el niño.	A
La práctica deportiva, sin duda con un buen cuidado del asma, disminuye el absentismo escolar por asma.	B
El deporte ideal para el niño con asma es el que le guste.	D
El deporte ideal para evitar la crisis de asma de esfuerzo es la natación.	A
La natación no hace asmático al que no lo es, ni empeora al que lo es, salvo que no esté bien cuidado.	B

Muchos niños con asma, pudiendo desarrollar asma de esfuerzo, demuestran disnea en el ejercicio debido a un nivel de condición física bajo. Se debe evaluar para evitar un tratamiento adicional que nunca será efectivo.	A
El asma es una enfermedad de riesgo y debe tenerse en cuenta en sujetos que van a hacer actividades lúdicas y deportivas en que una crisis puede poner en peligro su vida o la de otros.	D
<b>DEPORTE DE ALTO NIVEL</b>	
Existe una mayor prevalencia en deportistas con hiperreactividad bronquial en los deportes de intensidad y larga duración (ciclismo, carreras, natación, esquí de fondo).	A
Ciertos deportes, por practicarse en ambientes con un aire en condiciones determinadas de humedad y temperatura, facilitan la presencia de asma de esfuerzo en el individuo hiperreactivo.	A
Ciertos deportes, cuando se practican asiduamente y de forma intensa, provocan modificaciones del epitelio respiratorio.	A
Esta modificación del epitelio respiratorio lleva a alteraciones inmunológicas locales, inflamación y mayor presencia de infecciones respiratorias en el deportista.	A
Las modificaciones del epitelio respiratorio son más sintomáticas en el deportista con asma.	B
Ciertos deportes llevan al aparato respiratorio a procesos fisiopatológicos, cuya manifestación es la presencia de síntomas similares al asma, como el edema pulmonar o la hipoxemia de esfuerzo.	A
No toda la disnea de esfuerzo en el asmático o en el deportista hiperreactivo es asma.	D
<b>DOPAJE</b>	
El asmático puede competir en igualdad de condiciones que el no asmático sin incurrir en dopaje.	NC
Los beta agonistas salbutamol, salmeterol y formoterol y cualquier tipo de corticosteroide NO son dopaje a dosis terapéuticas y administrados de forma tópica (inhalación o instilación nasal).	NC
Si se desea administrar terbutalina se debe solicitar una autorización terapéutica.	NC
Los antileucotrienos y los antihistamínicos NO son dopaje.	NC

Los niveles de evidencia utilizados en esta tabla son los siguientes: A. Ensayos controlados y aleatorizados (ECA) y metaanálisis. Conjunto de datos abundante; B. Ensayos controlados y aleatorizados (ECA) y metaanálisis. Conjunto de datos limitado; C. Ensayos clínicos no aleatorizados. Estudios observacionales; D. Criterio de consenso de un panel de expertos. NC: No corresponde evidencia científica

## Agradecimientos

Este artículo nunca se habría podido hacer sin el estímulo, perseverancia y apoyo de los Dres. Augusto Castelló Roca, José Ignacio Sierra y Pere Casan Clará, quienes me introdujeron, guiaron y enseñaron a aprender del asma y de los pacientes, y sin el apoyo de la SEPAR y todos los miembros del Área de Asma, que desde su inicio me acogieron y consideraron como uno más. A todos ellos debo mi inquietud por saber más, con el fin de tratar bien a nuestros pacientes.

## Bibliografía

1. Marketos SG, Ballas CN. Bronchial asthma in the medical literature of Greek antiquity. *J Asthma*. 1982;19:263–9.
2. Cameron Gruner O. The Canon of Medicine of Avicenna. En: Cameron Gruner O (ed.). *The classics of medicine library*. Birmingham: Gryphon Editions, 1984.
3. Bungy GA, Mossawi J, Nojourni SA, Brostoff J. Razi's report about seasonal allergic rhinitis (hay fever) from the 10th Century AD. *Int Arch Allergy Immunol*. 1996;110:219–24.
4. Targarona J. Sobre el Mesías: carta a los Judíos del Yemen; Sobre astrología: carta a los Judíos de Montpellier / Moseh Ben Maimon Maimónides. Barcelona: Riopiedras, 1987:70–1.
5. Ferre L. El libro del asma. *Obras médicas II de Maimónides*. Córdoba: El Almendro, 1984.
6. Jones RS, Buston MH, Wharton MJ. The effect of exercise on ventilatory function in the child with asthma. *Br J Dis Chest*. 1962;56:78–86.
7. Weiler JM, Anderson SD, Randolph C, Bonini S, Craig TJ, Pearlman DS, et al. Pathogenesis, prevalence, diagnosis, and management of exercise-induced bronchoconstriction: a practice parameter. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2010;105:S1–47.
8. Carlsen KH, Anderson SD, Bjermer L, Bonini S, Brusasco V, Canonica W, et al. Exercise-induced asthma, respiratory and allergic disorders in elite athletes: epidemiology, mechanisms and diagnosis: part I of the report from the Joint Task Force of the European Respiratory Society (ERS) and the European Academy of Allergy and Clinical Immunology (EAACI) in cooperation with GA2LEN. *Allergy*. 2008;63:387–403.
9. Boulet LP, Legris C, Turcotte M, Hébert J. Prevalence and characteristics of late asthmatic responses to exercise. *J Allergy Clin Immunol*. 1987;80:655–62.
10. Godfrey S. Exercise induced asthma: clinical, physiological, and therapeutic implications. *J Allergy Clin Immunol*. 1975;56:1–17.
11. Drobnic F. La prueba de broncoconstricción por esfuerzo del deportista hiperreactivo y su informe. *Arch Bronconeumol*. 1997;33:206.
12. Anderson SD, Kippelen P. Assessment of EIB: What you need to know to optimize test results. *Immunol Allergy Clin North Am*. 2013;33:363–80.
13. Porsbjerg C, Sverrild A, Backer V. The usefulness of the mannitol challenge test for asthma. *Expert Rev Respir Med*. 2013;7:655–63.
14. Drobnic F. El tratamiento del asma en el deportista de élite. *Arch Bronconeumol*. 1993;29:184–90.
15. Drobnic F. El deportista con asma y la nueva normativa antidopaje de 2010. Menos trabajo a cambio de una terapia limitada. *Arch Bronconeumol*. 2010;46:280–1.
16. World anti doping agency. [Consultado 01/12/2015]. Disponible en: <https://www.wada-ama.org/en/resources/the-code/world-anti-doping-code>.
17. Agencia española de protección de la salud en el deporte. [Consultado 30/12/2015]. Disponible en: <http://www.mecd.gob.es/aepsad/control-dopaje/autorizaciones-de-uso-terapeutico.html>.
18. Drobnic F, Borderías L. Guía del asma en condiciones ambientales extremas. *Arch Bronconeumol*. 2009;45:48–56.
19. Chen WY, Horton DJ. Heat and water loss from the airways and exercise-induced asthma. *Respiration*. 1977;34:305–13.
20. Hahn A, Anderson SD, Morton A, Black JL, Fitch KD. A reinterpretation of the effect of temperature and water content of the inspired air in exercise induced asthma. *Am Rev Respir Dis*. 1984;130:575–9.
21. Deal EC Jr, McFadden ER Jr, Ingram RH Jr, Jaeger JJ. Effects of atropine on potentiation of exercise-induced bronchospasm by cold air. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1978;45:238–43.
22. Paul DW, Bogaard JM, Hop WC. The bronchoconstrictor effect of strenuous exercise at low temperatures in normal athletes. *Int J Sports Med*. 1993;14:433–6.
23. McFadden ER, Lenner KA, Strohl KP. Postexertional airway rewarming and thermally induced asthma. *J Clin Invest*. 1986;78:18–25.

24. Drobnic F, Haahtela T. The role of the environment and climate in relation to outdoor and indoor sports. *Eur Respir Mon.* 2005;33:35–47.
25. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop NC, et al. Position statement. Part one: immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2011;17:6–63.
26. Moreira A, Delgado L, Moreira P, Haahtela T. Does exercise increase the risk of upper respiratory tract infections? *Br Med Bull.* 2009;90:111–31.
27. Kurowski M, Jurczyk J, Jarzębska M, Moskwa S, Makowska JS, Krysztofiak H, et al. Association of serum Clara cell protein CC16 with respiratory infections and immune response to respiratory pathogens in elite athletes. *Respir Res.* 2014;15:45.
28. Belda J, Ricart S, Casan P, Giner J, Bellido-Casado J, Torrejón M. Airway inflammation in the elite athlete and type of sport. *Br J Sports Med.* 2008;42:244–8.
29. Bougault V, Turmel J, St-Laurent J, Bertrand M, Boulet LP. Asthma, airway inflammation and epithelial damage in swimmers and cold-air athletes. *Eur Respir J.* 2009;33:740–6.
30. Couto M, Silva D, Delgado L, Moreira A. Exercise and airway injury in athletes. *Acta Med Port.* 2013;261:56–60.
31. GINA Report, Global Strategy for Asthma Management and Prevention 2014. [Consultado 30/12/2015]. Disponible en: [www.ginasthma.org](http://www.ginasthma.org).
32. NIH. Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma (EPR-3) 2014. [Consultado 30/12/2015]. Disponible en: <http://www.nhlbi.nih.gov/guidelines/asthma/index.htm>.
33. Plaza V, Álvarez FJ, Casan P, Cobos N, López A, Llauger MA, et al. Guía Española para el Manejo del Asma. *Arch Bronconeumol.* 2003;39:3–42.
34. Leff JA, Busse WW, Pearlman D, Bronsky EA, Kemp J, Hendeles L, et al. Montelukast a leukotriene-receptor antagonist, for the treatment of mild asthma and exercise-induced bronchoconstriction. *N Engl J Med.* 1998;339:147–52.
35. Anderson SD. Exercise induced asthma. Stimulus, mechanism and management. En: Barnes PJ, Rodger IW, Thomson NC (eds.). *Asthma: basic mechanisms and clinical management.* London: Academy Press Ltd., 1988:503–22.
36. Carlsen KH, Anderson SD, Bjermer L, Bonini S, Brusasco V, Canonica W, et al. European Respiratory Society; European Academy of Allergy and Clinical Immunology; GA(2)LEN. Treatment of exercise-induced asthma, respiratory and allergic disorders in sports and the relationship to doping: Part II of the report from the Joint Task Force of European Respiratory Society (ERS) and European Academy of Allergy and Clinical Immunology (EAACI) in cooperation with GA(2)LEN. *Allergy.* 2008;63:492–505.
37. Eijkemans M, Mommers M, Draaisma JM, Thijs C, Prins MH. Physical activity and asthma: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2012;7:e50775.
38. Drobnic F. Detección del asma en la escuela. *Arch Bronconeumol.* 2006;42:561–3.
39. Drobnic F, Freixa A, Casan P, Sanchis J, Guardino X. Assessment of chlorine exposure in swimmers during training. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:271–4.
40. Goodman M, Hays S. Asthma and swimming: a meta-analysis. *J Asthma.* 2008;45:639–47.
41. Nickmilder M, Bernard A. Ecological association between childhood asthma and availability of indoor chlorinated swimming pools in Europe. *Occup Environ Med.* 2007;64:37–46.
42. Drobnic F. Impacto sobre la salud de los compuestos utilizados en el tratamiento del agua en las piscinas. Estado de la cuestión. *Apunts Med Esport.* 2009;44:42–7.
43. Font-Ribera L, Villanueva CM, Nieuwenhuijsen MJ, Zock JP, 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.
44. Fitch KD. An overview of asthma and airway hyper-responsiveness in Olympic athletes. *Br J Sports Med.* 2012;46:413–6.
45. Del Giacco SR, Firinu D, Bjermer L, Carlsen KH. Exercise and asthma: an overview. *Eur Clin Respir J.* 2015;2:27984.
46. Lund TK, Pedersen L, Anderson SD, Sverrild A, Backer V. Are asthma-like symptoms in elite athletes associated with classical features of asthma? *Br J Sports Med.* 2009;43:1131–5.
47. Drobnic F. Muerte súbita de origen respiratorio y deporte. *Arch Bronconeumol.* 2008;44:343–5.
48. Drobnic F, Sala A, Labrador M, Unnithan V, Cardona V. Enfermedad de riesgo vital de origen respiratorio o alérgico en el deporte. *Apunts Med Esport.* 2015;50:35–42.
49. Dempsey JA, McKenzie DC, Haverkamp HC, Eldridge MW. Update in the understanding of respiratory limitations to exercise performance in fit, active adults. *Chest.* 2008;134:613–22.
50. Sheel AW, MacNutt MJ, Querido JS. The pulmonary system during exercise in hypoxia and the cold. *Exp Physiol.* 2010;95:422–30.
51. Garbella E, Catapano G, Pratali L, Pingitore A. Pulmonary edema in healthy subjects in extreme conditions. *Pulm Med.* 2011;2011:275857.

52. West JB. Invited review: pulmonary capillary stress failure. *J Appl Physiol.* 1985;89:2483–9.
53. West JB. Vulnerability of pulmonary capillaries during exercise. *Exerc Sport Sci Rev.* 2004;32:24–30.
54. Pingitore A, Garbella E, Piaggi P, Menicucci D, Frassi F, Lionetti V, et al. Early subclinical increase in pulmonary water content in athletes performing sustained heavy exercise at sea level: ultrasound lung comet-tail evidence. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2011;301:H2161–7.
55. Urso C, Brucculeri S, Caimi G. Physiopathological, Epidemiological, Clinical and Therapeutic Aspects of Exercise-Associated Hyponatremia. *J Clin Med.* 2014;3:1258–75.