



Normativa SEPAR

Guía del asma en condiciones ambientales extremas

Franchek Drobnic^{a,*} y Luis Borderías Clau^b^a Servicios Médicos, FC Barcelona, Departamento de Fisiología del Deporte, Centro de Alto Rendimiento, Sant Cugat del Vallès, Barcelona, España^b Sección de Respiratorio, Hospital San Jorge, Departamento de Patología Médica, Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Campus de Huesca, Universidad de Zaragoza, Huesca, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 27 de agosto de 2008

Aceptado el 2 de septiembre de 2008

Palabras clave:

Asma

Condiciones extremas

Montaña

Deportes de invierno

Desierto

Actividad subacuática

RESUMEN

El asma es una enfermedad crónica de alta prevalencia que puede condicionar la vida del paciente si no se logra un control adecuado. En las últimas décadas, gracias a la difusión de los programas de educación, la aplicación de las guías clínicas y, fundamentalmente, la aparición de fármacos efectivos, la mayoría de los pacientes logra llevar un régimen de vida normal.

Por otra parte, en estos mismos años se han producido importantes cambios sociales, como la generalización de la práctica deportiva y del turismo. Ambas situaciones permiten al paciente asmático realizar determinadas actividades que hace sólo unos años parecían impensables, como los deportes de invierno, las actividades subacuáticas y los viajes a lugares remotos con condiciones ambientales inusuales (desierto, alta montaña, trópicos o vuelos en avión). A pesar de la publicación de algunos estudios, el conocimiento de las consecuencias de estas situaciones en el paciente con asma es limitado. La Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) ha decidido publicar estas Recomendaciones, basadas en la información disponible y/o en consejos de expertos, en un intento de facilitar la información a médicos y pacientes, con el fin de evitar situaciones peligrosas que puedan poner en peligro la vida de los pacientes.

© 2008 SEPAR. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Guidelines on Asthma in Extreme Environmental Conditions

ABSTRACT

Asthma is a highly prevalent chronic disease which, if not properly controlled, can limit the patient's activities and lifestyle. In recent decades, owing to the diffusion of educational materials, the application of clinical guidelines and, most importantly, the availability of effective pharmacological treatment, most patients with asthma are now able to lead normal lives. Significant social changes have also taken place during the same period, including more widespread pursuit of sporting activities and tourism. As a result of these changes, individuals with asthma can now participate in certain activities that were inconceivable for these patients only a few years ago, including winter sports, underwater activities, air flight, and travel to remote places with unusual environmental conditions (deserts, high mountain environments, and tropical regions). In spite of the publication of several studies on this subject, our understanding of the effects of these situations on patients with asthma is still limited. The Spanish Society of Pulmonology and Thoracic Surgery (SEPAR) has decided to publish these recommendations based on the available evidence and expert opinion in order to provide information on this topic to both doctors and patients and to avert potentially dangerous situations that could endanger the lives of these patients.

© 2008 SEPAR. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Keywords:

Asthma

Extreme conditions

Mountain

Winter sports

Desert

Underwater activities

Introducción

La crisis de asma altera y modifica la vida del paciente y del grupo humano con el que convive. Su intensidad refleja la gravedad del cuadro clínico y condiciona la conducta y la actuación médico-sanitaria. En las últimas décadas ha mejorado

el control del asma gracias a los avances en el diagnóstico, manejo y tratamiento de la enfermedad. Por otra parte, en las últimas décadas del siglo xx se produjeron importantes cambios sociales, como la generalización de la práctica deportiva y del turismo, de modo que los pacientes asmáticos pueden acceder, por motivos profesionales o turísticos, a zonas con condiciones ambientales denominadas "extremas", como la montaña o el desierto, o hasta realizar actividades subacuáticas, etc. La Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR), ante la inquietud que suscitan el tratamiento y la prevención del asma, ha considerado

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: drobnic@car.edu (F. Drobnic).

oportuno tener en cuenta esta nueva realidad, que puede generar situaciones realmente difíciles y peligrosas.

Estas recomendaciones ofrecen nociones básicas sobre el conocimiento del asma y la racionalización de su cuidado y seguimiento, teniendo en cuenta ciertas situaciones que pueden darse en lugares insospechados, inhóspitos o de forma inesperada. Estos objetivos son: concienciar al paciente y a su entorno de la importancia de controlar el asma, poner de manifiesto situaciones de riesgo inherentes al asma en condiciones extremas, prevenir y tratar los síntomas de la enfermedad en situaciones poco comunes, ofrecer recursos para prevenir y tratar una crisis en ambientes extremos con el fin de disminuir la morbilidad del asma y evitar las muertes originadas por esta enfermedad. Para tal menester, se abordan el cuidado y la prevención del asma en condiciones extremas, en el esfuerzo intenso, en ambiente contaminado, hipóxico o hiperbárico, así como en lugares con temperatura y humedad extremas. Para ello se han definido esos ámbitos en función de parajes o lugares de actividad humana, profesional o de ocio. El ejercicio se explica por sí mismo en el caso del deportista de alto nivel, y los demás ámbitos se definen como sigue:

- Ambiente hipóxico/hipobárico: alta montaña, viajes en avión, vuelo sin motor.
- Ambiente frío y seco: montaña y deportes de invierno.
- Ambiente caliente y seco: desiertos.
- Ambiente cálido y húmedo: trópicos.
- Ambiente polucionado: ciudades, locales públicos, catástrofes naturales.
- Ambiente hiperbárico: actividades subacuáticas.

El esfuerzo físico

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 puedan alcanzar zonas más distales del árbol respiratorio. Este hecho sin duda afectará a la persona con asma o hiperreactividad bronquial. Estudios transversales han demostrado que entre los deportistas de competición es elevada la prevalencia de asma, asma de esfuerzo e hiperreactividad bronquial¹. Los mecanismos son diversos: la inhalación de aire frío y/o seco, de neumoalérgenos o contaminantes del aire; el incremento de las infecciones por virus respiratorios, y el aumento del tono parasimpático²⁻⁵. 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. La crisis de asma inducida por el ejercicio se caracteriza por ser máxima entre los 5 y 15 min posteriores a aquél, en algunos casos se acompaña de un período refractario en el que los pacientes no presentarán la crisis o ésta será de menor intensidad; se resuelve de forma espontánea a partir de los 20 min y algunos pacientes (entre un 30 y un 60%) pueden experimentar una reacción tardía de broncoconstricción entre las 4 y 12 h posteriores al esfuerzo³. La prueba diagnóstica es la broncoprovocación por esfuerzo, aunque su especificidad sea algo baja y su reproducibilidad de un 10-20%⁴. El diagnóstico diferencial debe hacerse con las enfermedades que producen disnea de diversa etiología, como las de origen cardíaco, metabólico, hematológicas y otorrinolaringológicas.

El asma inducida por el ejercicio se previene en la mayoría de los casos con agonistas β_2 o cromonas⁶. En pacientes con asma más grave, la administración de ambos unos minutos antes del ejercicio evita la crisis en más de un 90% de las ocasiones, y puede añadirse bromuro de ipatropio en aquellos que no responden⁵.

Realizar un buen calentamiento, efectuar el ejercicio a intervalos, evitar el aire frío y/o seco y la práctica deportiva durante las agudizaciones prevendrán las crisis de asma inducida por el ejercicio⁷. Las medicaciones que permiten controlar el asma modulando el estado inflamatorio (corticoides, antileucotrienos) elevarán el umbral de aparición de la crisis de esfuerzo y permitirán realizar ejercicio con mayor seguridad (tabla 1)^{6,8}.

El deportista de alto nivel

El deportista de alto nivel hiperreactivo, diagnosticado de asma o no, puede que necesite entrenar o competir en las situaciones extremas que se mencionan en estas Recomendaciones. El estímulo por el que la hiperpnea produce la crisis de asma es la pérdida de agua del líquido periciliar de las vías respiratorias⁹, lo que provoca un aumento de la osmolaridad de este líquido periciliar⁹, siendo la influencia del aire seco superior a la del aire frío¹⁰. 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 menor¹¹. Por otro lado, en ambientes fríos el momento de mayor broncoconstricción tiene lugar tras el cese del ejercicio¹². Por eso es aconsejable hacer un "enfriamiento" progresivo que permita recobrar la temperatura del lumen respiratorio¹³.

Los deportistas con asma precisan un certificado (Autorización de Uso Terapéutico) para poder utilizar la medicación en aerosol sin temor a recibir una sanción por dopaje. En este documento deben figurar la situación clínica actual del deportista, los resultados de las pruebas de broncoprovocación y el tratamiento actual. La información sobre dicho certificado puede obtenerse en la página web de la Agencia Mundial Antidopaje¹⁴, en la del Consejo Superior de Deportes¹⁵ o en la de las federaciones a las que corresponda según el deporte. El certificado debe remitirse a la federación deportiva correspondiente, que autorizará o no el uso de las sustancias indicadas durante un año. Para conseguir una autorización hay que pasar una prueba de broncorreactividad positiva según el criterio de corte que se adjunta en la tabla 2.

La montaña

La actividad deportiva que puede llevarse a cabo en la montaña es muy amplia. Aunque la mayoría de las personas realiza paseos de dificultad variable (senderismo), hay otros deportes como la escalada, el alpinismo, la bicicleta de montaña, el barranquismo, las carreras pedestres, la espeleología o el parapente. Las

Tabla 1
Prevención y tratamiento del asma inducida por el esfuerzo

Controlar y tratar el asma basal
Evitar la actividad física en períodos de asma no controlada
Evitar la actividad física en situaciones ambientales que puedan desencadenar una crisis (polución, contaminación, aire frío, etc.) y que no sean modificables o controlables
Utilizar la medicación preventiva (broncodilatador y/o cromona)
Realizar un calentamiento intenso y duradero antes del ejercicio (> 15 min)
Si es posible practicar:
Ejercicio en ambiente cálido y húmedo
Deportes y juegos cuya acción se desarrolle a intervalos (deportes de equipo)
Deportes donde el trabajo sea submáximo y no muy mantenido
En ambiente frío, después del ejercicio intenso, permitir una vuelta paulatina al estado de reposo
En el deportista, considerar el tratamiento como el de un asmático ante la posible presencia de un estímulo desencadenante
En el deportista que lo precise, actualizar la Autorización de Sustancias de Uso Terapéutico

Tabla 2
Valor de corte de positividad de cada una de las pruebas de broncorreactividad admitidas para la Autorización de Uso Terapéutico de sustancias prohibidas en el deportista con asma

Prueba	Ámbito	Variación del FEV ₁ (respecto al basal)	Comentario
Broncodilatadora	Nac./Int.	> 12%	Salbutamol o terbutalina
Esfuerzo	Nac./Int.	> 10%	Con o sin aire frío y seco
HVI	Nac./Int.	> 10%	
Suero salino	Nac./Int.	> 10%	
Manitol	Nac./Int.	PD ₁₅ FEV ₁ < 635 mg	
Metacolina	Nac.	PD ₂₀ FEV ₁ < 8 mg/ml	
	Int.	PD ₂₀ FEV ₁ < 2 mg/ml	En pacientes que no hayan seguido tratamiento con corticoides
	Int.	PD ₂₀ FEV ₁ < 13,2 mg/ml	En pacientes que hayan seguido tratamiento con corticoides

FEV₁: volumen espiratorio forzado en el primer segundo; HVI: hiperventilación isocápnic; Int.: valores de corte de ámbito internacional, temporada 2008-2009; Nac.: valores de corte en España, temporada 2008-2009; PD_xFEV₁: dosis del agente broncoconstrictor capaz de causar un descenso del FEV₁ basal del x%.

expediciones o el *trekking* a cordilleras lejanas implican además la práctica de estos deportes en regiones con altitudes mayores y asistencia médica y de socorro más deficientes.

Deporte de invierno y altitud no siempre son sinónimos. El esquí en sus diversas modalidades, el *snowboard*, la marcha con raquetas y la escalada en hielo se realizan en altitud variable. En todos estos deportes y actividades, a medida que se asciende disminuye la temperatura a razón de 1 °C cada 150 m de desnivel, por lo que el aire es progresivamente más frío y seco y la hiperventilación desencadenada por el ejercicio está exagerada debido al efecto de la hipoxia hipobárica y a la inhalación de aire frío y seco, que favorece la aparición de broncoespasmo inducido por el ejercicio.

El frío y la hipoxia pueden desencadenar congestión nasal¹⁶. Este fenómeno ocurre en personas sanas sin antecedentes de rinitis o asma, pero es más acusado en pacientes con antecedentes de estos procesos, e impide la correcta humidificación, filtrado y calentamiento del aire. Esta situación favorece la aparición de infecciones respiratorias que incrementan la inflamación y la hiperreactividad bronquiales.

El consejo médico en cuanto a la conducta que deben seguir los pacientes en un ambiente de montaña depende de la altitud, la forma física del paciente, la naturaleza del terreno y la proximidad de una posible atención sanitaria adecuada. Aunque no hay un consenso al respecto, es razonable pensar que el asma no controlada es una contraindicación relativa para estancias por encima de 3.000 m. En estos casos es preciso hacer una evaluación individual en la que, además del control total de la enfermedad, hay que considerar el estado físico y psicológico, el grado de actividad que se realizará y los objetivos de la actividad deportiva¹⁷.

Estancia en altitudes moderadas

En personas sanas no se producen grandes cambios de la función pulmonar por debajo de 2.500 m¹⁸. Tradicionalmente a los pacientes con alergia a ácaros se les han recomendado estancias en altitudes moderadas (entre 1.000 y 3.000 m)¹⁹, ya que por encima de 1.500 m los ácaros no pueden sobrevivir²⁰. La mejoría clínica se acompaña de disminución de la hiperreactividad bronquial²¹, de la inmunoglobulina E específica²² y de los parámetros de la inflamación²³, así como una menor dosis de fármacos necesarios para el control de la enfermedad²⁴.

La estancia en la montaña tendría otros efectos beneficiosos, como la disminución de la polución y de alérgenos, ya que la concentración de hongos y la duración de la polinización son menores. Este efecto beneficioso de la altitud se ha objetivado también en asmáticos no alérgicos y se ha relacionado con un posible efecto inmunomodulador u hormonal^{25,26}. En general

podemos decir que la actividad deportiva en la montaña no sólo es segura para los asmáticos, sino recomendable.

Estancia en grandes altitudes

Presentar asma desencadenada por el esfuerzo y/o el frío figura como contraindicación relativa para la estancia en grandes altitudes y debe considerarse en función del estado físico y psicológico de cada montañero, de la actividad que vaya a realizar y de la altitud prevista de ascenso²⁰. A partir de 3.000 m algunas personas pueden experimentar síntomas de mal agudo de montaña (MAM), cuya incidencia está en función de la altitud alcanzada, de la velocidad de ascensión y de la susceptibilidad individual. Entre sus síntomas cabe mencionar la tos y la disnea, que pueden atribuirse erróneamente a un mal control del asma. La coexistencia de otros síntomas indica el diagnóstico de MAM.

Se ha postulado que los pacientes con asma mal controlada pudieran estar predisuestos a presentar MAM²⁶, pero no existe una evidencia científica que lo sustente. Al igual que en personas no asmáticas, el tratamiento preventivo con 250 mg/8-12 h de acetazolamida al menos los 2 días previos y posteriores a la exposición a la altitud previene los episodios de MAM y mejora los valores de saturación de oxígeno en pacientes con asma²⁵. Los deportistas que ascienden por encima de 4.500-5.000 m deben tener amplia experiencia y conocimiento de la montaña, del medio y de sus propias limitaciones.

Diagnóstico diferencial

La tos y la disnea son síntomas del asma, pero en la altitud su presencia no siempre significa asma. Como los medios diagnósticos son limitados, el diagnóstico diferencial puede llegar a ser complejo. La tos puede aparecer en personas sanas con una frecuencia progresivamente mayor a medida que se asciende. El 60% de los montañeros que no presenta tos a nivel del mar sí tiene accesos a 7.000 m²⁷. Como causa se ha mencionado la hiperventilación de aire frío y seco en altitud, aunque se han apuntado otros factores como la propia hipoxia per se, que actuaría mediante mecanismos centrales²⁸, y la presencia de edema pulmonar subclínico. Otras causas de tos son las infecciones respiratorias de las vías altas y bajas, más frecuentes debido a la inhalación de aire frío y seco, que no es bien acondicionado por las vías respiratorias altas a las necesidades de temperatura y humedad idóneas para el intercambio gaseoso.

En caso de que coexistan la disnea y/o la opresión torácica debe descartarse la presencia de MAM en su forma benigna o maligna (edema pulmonar). El diagnóstico de este proceso es clínico y suelen coexistir otros síntomas como cefalea, insomnio, anorexia,

náuseas, malestar general, inestabilidad, vértigo y disminución de la diuresis²⁷.

En altitudes extremas existe un riesgo mayor de presentar enfermedad tromboembólica debido al incremento del número de plaquetas y de diversos factores procoagulantes, a la inhibición de la fibrinólisis y sobre todo al enlentecimiento circulatorio secundario a la poliglobulia y en ocasiones a la inactividad y ropa ajustada^{29,30}. El diagnóstico diferencial con otros procesos como el neumotórax, la neumonía y el síndrome coronario agudo suele ser más fácil por la presencia de antecedentes, desencadenantes, hallazgos en la exploración o síntomas ausentes en los pacientes con asma.

Seguimiento del paciente

La función pulmonar se comprueba mediante espirómetros o medidores de pico de flujo. Es necesario corregir la medición en función de la altitud. Los más exactos son los de turbina de orificio fijo, ya que los de sistemas abiertos u orificio variable infravaloran la medición de flujos y los espirómetros cerrados incrementan el valor de los flujos debido a la menor densidad del aire³¹⁻³⁴. Hay que tener en cuenta que la presencia de MAM y/o edema pulmonar también provoca descensos del volumen espiratorio forzado en el primer segundo, de la capacidad vital forzada y del pico del flujo espiratorio.

La determinación de la saturación de oxígeno mediante pulsioximetría puede ser útil en los campamentos base para el seguimiento de cualquier enfermedad cardiopulmonar, pero es necesario evitar la vasoconstricción periférica, que da lugar a mediciones erróneas, y tener en cuenta los valores normales en función de la altitud (hipoxia hipobárica).

Medidas generales que deben adoptarse en la montaña (tabla 3)

Cualquier persona que se exponga a un medio adverso debe contar con la preparación, los medios y el equipaje adecuados.

En estancias prolongadas en altitud y/o en zonas con dificultad para el acceso a asistencia sanitaria es preciso llevar un botiquín que, además de los fármacos recomendados en las guías, debe contener medicación antiasmática que incluya broncodilatadores y antiinflamatorios (corticoides inhalados, antileucotrienos), corticoides por vía parenteral, inyectables precargados de adrenalina a 1/1.000 y antihistamínicos.

Tabla 3

Principios generales que debe tener en cuenta el paciente con asma antes de realizar actividades en la montaña

<p>Consultar al especialista con la programación de la salida El asma debe estar controlada antes de la realización de estas actividades Llevar siempre la medicación y conocer su manejo Si coexisten otras enfermedades que puedan deteriorar el control del asma (rinitis, infección respiratoria, etc.), hay que tratarlas y controlarlas Preparación, medios y equipaje adecuados Proteger la nariz y la boca de las bajas temperaturas mediante pasamontañas o mascarillas especiales Disponer de un botiquín básico de urgencia Alimentarse de forma adecuada Beber un mínimo de 4-5 l de agua Comunicar su estado de asmático a los compañeros de viaje Si va a realizar un <i>trekking</i> o una expedición a países lejanos con altitudes por encima de los 4.000 m: Revisión médica para confirmar que el asma está bien controlada Planificar y realizar una correcta aclimatación Tratar el mal agudo de montaña de forma inmediata al menor síntoma Es obligado llevar alguna botella portátil de oxígeno Incluir en el botiquín un espirómetro portátil de turbina y un pulsioxímetro. Los valores deben corregirse en función de la altitud</p>
--

El deportista debe alimentarse e hidratarse de forma adecuada. Hay que suplementar la ingesta calórica con 350 kcal por cada hora de ejercicio realizado sobre la ingesta basal (1.600-2.000 kcal/día) e ingerir 4-5 l de agua o líquidos isotónicos, ya que el equilibrio hídrico en la montaña es siempre negativo. Es preferible beber muchas veces y poca cantidad, y hay que evitar las temperaturas muy frías, que facilitan la adquisición de infecciones orofaríngeas. La mejor forma de comprobar que se está bien hidratado es a través de la orina: hay que líquidos hasta que esté casi transparente. Se pueden utilizar bebidas energéticas. El café, el té y el chocolate tienen un efecto diurético, por lo que su ingesta no debe incluirse en la cantidad de líquidos bebidos.

Fármacos para el asma y otros trastornos en la montaña

Asma. En cuanto a los fármacos para el asma, se prefieren los inhaladores de polvo seco porque se dispone de poca información sobre el efecto que la altitud puede tener en el funcionamiento de los aerosoles presurizados. En condiciones de bajas temperaturas, los inhaladores presurizados ofrecen partículas de menor tamaño y dosis bajas por cada bolo, con menos presión de salida e inferior masa respirable³². Se recomienda llevar el inhalador en un lugar alejado de la temperatura ambiente, si es posible cerca del cuerpo, o bien calentarlo antes de iniciar la maniobra de inhalación. En grandes altitudes, aunque probablemente todos los agonistas β_2 tengan el mismo papel profiláctico sobre la aparición de edema pulmonar desencadenado por altitud, en estudios clínicos este efecto sólo se ha comprobado con el salmeterol³³.

Enfermedades inflamatorias de origen diverso (osteoarticular, rinosinusual, etc.). Si los pacientes tienen intolerancia a los antiinflamatorios no esteroideos o no saben si la presentan, no deben tomar inhibidores de la ciclooxigenasa-1.

Cefalea. En caso de cefalea, síntoma frecuente del MAM, no se debe tomar aspirina ni ibuprofeno, que son los fármacos más utilizados. La alternativa recomendada es el paracetamol, si bien conviene recordar que hasta un 20% de los pacientes con asma que no toleran los antiinflamatorios no esteroideos pueden tener reacciones, que generalmente son leves. Aunque el tramadol sería una alternativa en este medio, no hay experiencia con él en el tratamiento de la cefalea en altitud. Tampoco son aconsejables los derivados opiáceos, por su efecto depresor respiratorio, salvo en caso de que se precise una analgesia muy potente. No obstante, el mejor tratamiento de la cefalea es la profilaxis y tratamiento del MAM, que recordemos se basa en evitar comidas copiosas, beber líquido en abundancia, aclimatarse de forma progresiva y evitar en lo posible el transporte directo inicial a desniveles mayores de 2.750 m. Si esto no es posible, se debe limitar el esfuerzo durante los primeros días. A partir de 3.000 m, no se debería ascender más de 300-500 m de desnivel en 2 noches consecutivas. La administración de acetazolamida a dosis de 250 mg/8 h los 2 días previos y al menos los 2 días siguientes de estancia en altitud previene los episodios de MAM en personas con asma y mejora los valores de saturación de oxígeno. Dosis inferiores (125-250 mg/12 h) pueden ser efectivas, como se ha demostrado en personas sin asma, realizando la toma por la mañana y por la tarde con el fin de evitar la diuresis nocturna. En caso de no poder tomar la acetazolamida por alergia a las sulfonamidas, se recomienda la dexametasona (8 mg/día, repartidos en 2 o 4 tomas). Tiene el inconveniente de que, a pesar de que mejora los síntomas, no favorece la aclimatación. Si existe clínica y ésta no mejora con la acetazolamida y el paracetamol, se debe iniciar el descenso de al menos 500 m. Si se dispone de cámara hiperbárica, deberá utilizarse, y si no, se iniciará tratamiento con oxígeno en gafas o mascarilla (2-4 l/min) y se añadirá dexametasona al tratamiento con acetazolamida. Si se aprecia mejoría, se puede bajar el flujo de

oxígeno a 1-2 l/min. En algunos países andinos la medicina tradicional ha utilizado las infusiones de hojas de coca. No hay evidencia científica al respecto, aunque es el método de prevención y tratamiento más utilizado y aceptado en países como Bolivia y Perú.

Hipertensión. Si el montañero sigue tratamiento con bloqueadores beta, debe interrumpirse su administración, ya que además de favorecer la aparición de obstrucción bronquial facilitan el MAM. Se pueden sustituir por diuréticos del tipo de la acetazolamida y/o antagonistas del calcio, que además ejercen un efecto protector sobre la aparición de edema pulmonar.

Pirosis. Un problema habitual en altitud es la hiperacididad. Si hay antecedentes de clínica de reflujo y asma, debe iniciarse tratamiento con antagonistas H₂ o inhibidores de la bomba de protones.

Tos. En caso de que la tos sea persistente y no responda a los betaagonistas, puede añadirse codeína y protección con pasamontañas o mascarilla.

Infección respiratoria. El tratamiento de las infecciones respiratorias debe seguir las mismas pautas que a nivel del mar. Hay que ser cuidadoso en la utilización de antibióticos, ya que pueden alterar la flora intestinal y favorecer las diarreas, que en este medio son más frecuentes por consumo de agua o alimentos en mal estado.

Insomnio. En altitudes importantes es frecuente la aparición de insomnio debido al efecto de la hipoxia, que altera la regulación central de la respiración y el sueño. Aunque hay montañeros partidarios de la utilización de tranquilizantes y sedantes, su consumo en este medio parece peligroso por diferentes motivos (incremento del número y la duración de las apneas centrales durante el sueño, disminución de los impulsos centrales respiratorios, solapamiento de la clínica incipiente de un posible edema cerebral, etc.). En casos de insomnio persistente que causen debilidad importante, en altitudes inferiores a 5.000 m puede utilizarse el zolpidem a dosis de 10 mg/día, ya que no deprime la ventilación³⁴.

Anticonceptivos. Aunque no hay evidencias definitivas, muchos autores se inclinan por la interrupción de la toma de anticonceptivos siempre que la estancia por encima de 4.000 m sea de más de 3 semanas, dado el riesgo de incremento de trombosis²⁰.

Deportes de invierno

El ejercicio en un ambiente frío produce un incremento de la población de neutrófilos y de macrófagos en el lavado broncoalveolar de personas sanas, y síntomas similares al asma en el deportista (por ejemplo el asma del esquiador de fondo) aunque no se ha logrado demostrar un incremento de la liberación de mediadores inflamatorios³⁵ ni de la hiperreactividad bronquial³⁶. Por el contrario, en la mayoría de asmáticos la respiración de aire frío y seco produce una serie de acontecimientos bioquímicos en el epitelio de la vía respiratoria que generan una serie de reacciones en cascada, cuyo resultado final es un incremento de la inflamación, hiperreactividad bronquial y broncoconstricción³⁷.

Este hecho depende fundamentalmente de la temperatura, del grado de humedad y del tipo de esfuerzo realizado¹⁷. En la delegación norteamericana a los Juegos Olímpicos de Nagano la prevalencia de síntomas de asma fue del 22%, el test de esfuerzo resultó positivo en el 23% y algo más del 18% tomaba o había tomado fármacos para el tratamiento del asma. Los esquiadores de fondo, especialidad nórdica combinada y patinadores de velocidad en distancias cortas (<1.000 m) tenían prevalencias considerablemente mayores que los deportistas de esquí alpino, patinadores de distancias más largas (>1.000 m), *snowboard*, *curling*, *bosleigh*, saltos, *luge* y biatlón. En el interior de los

llamados “palacios o polideportivos de hielo” el ambiente es rico en ozono y NO₂, lo que puede favorecer el broncoespasmo en las personas que realizan patinaje o hockey sobre hielo³⁸. Por otra parte, la inhalación de alérgenos polínicos durante la práctica de ejercicio al aire libre puede ser un factor desencadenante de asma en épocas de polinización en individuos sensibles.

Se carece de información respecto al efecto que este tipo de deportes tiene en una población convencional de personas asmáticas que realizan este tipo de deportes de forma esporádica o en período vacacional, aunque de los datos clínicos disponibles parece deducirse que el grado de afectación no reviste gran relevancia clínica. Este hecho puede deberse a que los propios pacientes conocen y tratan su enfermedad de forma correcta y/o evitan o modulan el grado de ejercicio en función de sus síntomas (tabla 4).

Ambientes naturales especiales

Calor seco: los desiertos

El aire caliente, a diferencia del frío, no parece que por sí mismo sea capaz de inducir una crisis de asma³⁹. Es el grado de humedad de ese aire, o las condiciones ambientales de sus contaminantes o componentes, lo que puede inducir una crisis aguda o exacerbar el asma⁴⁰. El modelo de ambiente climático cálido y seco es el desierto, una región que recibe pocas precipitaciones y que es capaz de perder aún más agua por evapotranspiración, lo que implica un grado de sequedad ambiental importante, que repercutirá en la hidratación general y en la de las mucosas, y que en el asmático puede facilitar la aparición de la crisis de asma⁴¹. La principal característica del desierto es su aridez, pero en muchos hay vida abundante. La vegetación se adapta al escaso grado de humedad y la fauna normalmente se oculta durante el día para conservar la humedad. Ambas circunstancias determinan que en ciertas épocas del año los parajes desérticos no estén exentos de esporas o polen, transportados por el viento desde zonas limítrofes o bien procedentes de la flora autóctona, como ocurre, por ejemplo, en la estepa. La región esteparia es rica en gramíneas, lo que deberán tener en cuenta los profesionales o turistas que se desplacen a esas zonas, y a diferencia de los desiertos “populares” no es especialmente árida ni cálida, sino que tiene un clima frío y seco.

Los vientos y las tormentas de arena pueden exacerbar la crisis de asma⁴² directamente por el efecto mecánico de los granos de arena, o bien por la dificultad para humectar el aire respirado,

Tabla 4

Consejos que debe seguir un asmático que realice actividades deportivas de invierno

El asma debe estar controlada antes de realizar dichas actividades
Deberá llevar siempre la medicación y conocer su manejo
Si coexiste una rinitis, debe tratarse
El ejercicio debe efectuarse con una intensidad progresiva y siempre con un calentamiento previo
Antes de iniciar el ejercicio, inhalar un broncodilatador que proteja del broncoespasmo inducido por el ejercicio
Debe ir equipado con ropa adecuada, valorando las posibles variaciones de temperatura
Para prevenir la inhalación de aire muy frío, debe protegerse la nariz y la boca de las bajas temperaturas
Alimentarse de forma adecuada con el fin de evitar el déficit calórico
Asegurar un correcto aporte de líquido en función del ejercicio realizado (4-5 l/día)
Prevención del mal agudo de montaña:
Evitar comidas copiosas y beber líquido en abundancia
Procurar una aclimatación progresiva
Administrar acetazolamida en los sujetos con antecedentes de mal agudo de montaña

por la dificultad para respirar durante la tormenta y por la posible hiperventilación, que además puede asociarse a una crisis de ansiedad por la dificultad respiratoria. Se ha descrito que en condiciones especiales, de carácter militar, el efecto irritante de la arena puede predisponer al empeoramiento del asma después de la administración de piridostigmina, que se usa para prevenir los efectos de la guerra química⁴³.

Calor y humedad: los trópicos

El ambiente cálido y húmedo, típico de los trópicos y de ciertos parajes selváticos, no debe ocasionar al paciente con asma problemas respiratorios diferentes de los que puede causar a una persona sin tal enfermedad. Ambos percibirán cierta dificultad para perder calor por el exceso de agua en el ambiente y una sensación de sudación más elevada, muchas veces potenciada por el exceso de líquidos ingeridos. La humedad favorece la presencia de ácaros y mohos en sitios mal ventilados, y la variación brusca y excesiva de la temperatura puede facilitar infecciones respiratorias altas, que sin duda perjudicarán al paciente con asma. En la *tabla 5* se exponen las recomendaciones que deben seguirse para realizar ejercicio en un ambiente de calor.

Catástrofes naturales. Los incendios

Las catástrofes de la naturaleza o que afectan a zonas habitadas, como pueden ser los incendios, requieren la participación activa de voluntarios y profesionales para combatirlas. Los incendios provocan una elevación de los contaminantes del aire, humo y partículas solubles que ocasionan inflamación respiratoria y cardiocirculatoria. La incidencia de agudización y empeoramiento del asma es variable, puede superar el 70% de la población con asma y depende del grado de exposición y del tipo de incendio⁴⁴. Se aconseja a los asmáticos que eviten el contacto con el humo, no salgan de casa en ambientes donde ha ocurrido una catástrofe de esta índole, tomen la medicación antiinflamatoria y lleven mascarillas de filtración de partículas. En la *tabla 6* se indican las normas básicas de actuación en caso de un incendio en el monte.

Tabla 5

Recomendaciones para hacer ejercicio en ambientes cálidos (prevención de la deshidratación y del golpe de calor)

<p>General</p> <p>Mantener una condición física adecuada</p> <p>La aclimatación se estimula con un trabajo previo de 1-1,5 h/día en condiciones de calor durante los días previos (con 3-10 días es suficiente)</p> <p>Una estancia de 7 días a temperatura alta constante</p> <p>Tomar durante el ejercicio bebidas con electrolitos (deportivas) antes de tener sed y después de saciarla</p> <p>Evitar el alcohol y la cafeína</p> <p>Aumentar la pérdida de calor</p> <p>Llevar ropa amplia, de colores claros, que cubra el máximo de la superficie expuesta al sol</p> <p>Mantenerse hidratado para permitir la transpiración</p> <p>Buscar lugares donde circule el aire</p> <p>Reducir la ganancia de calor</p> <p>Evitar el ejercicio en condiciones de temperatura y humedad altas</p> <p>Llevar ropa protectora</p> <p>Buscar lugares umbríos durante los momentos de mayor temperatura</p> <p>No tocar objetos calientes</p> <p>No descansar directamente en el suelo</p> <p>Estar pendiente de los síntomas de alerta: cefalea, náuseas, calambres, taquicardia</p> <p>Protección de la boca en situaciones de polución ambiental (tormenta de arena, vientos alisios, etc.)</p>
--

Tabla 6

Recomendaciones en caso de incendio en el monte

<p>Pedir ayuda</p> <p>Iniciar la extinción del fuego si: a) éste es pequeño y hay posibilidades de limitar su extensión o apagarlo, y b) la ruta de escape es clara y accesible</p> <p>Vigilar el fuego, fijándose sobre todo en los posibles cambios de dirección</p> <p>Mantenerse en contacto con los demás que se hallan en la misma situación o acuden en ayuda</p> <p>Evaluar las rutas de escapatoria ante posibles cambios. Procurar no quedar atrapado por el fuego</p> <p>Es conveniente que los asmáticos tomen la medicación de rescate</p> <p>Mantenerse alejado de posibles fuentes de combustión: hierba seca, árboles y arbustos, material inflamable (mantas, combustible, etc.)</p>

Tabla 7

Aspectos que deben tenerse en cuenta cuando se prepara un viaje a lugares poco habitados

<p>Evaluar el estado del asma antes de salir (consulta al especialista)</p> <p>Evaluar el clima de los lugares adonde se quiere ir y comentarlos con el especialista</p> <p>Los pacientes con alergia grave a picaduras de insectos o ciertas medicaciones es conveniente que lleven una placa médica que lo indique</p> <p>Conocer antes de salir los lugares habitados más cercanos y los medios para solicitar ayuda</p> <p>Tener siempre previsto un plan de evacuación en caso de una crisis de asma o cualquier otra situación de emergencia</p> <p>Llevar la medicación de uso habitual y la de rescate, aunque se esté en un período estable</p> <p>Llevar un envase de rescate siempre encima, no en el equipaje</p> <p>Mantener contacto periódico con familiares o amigos</p> <p>Ser prudente</p> <p>Vigilar las situaciones que requieren la evacuación de un paciente con enfermedad respiratoria al hospital en un ambiente inhóspito o aislado</p> <p>Distrés respiratorio acompañado de uno o más de estos síntomas: estridor respiratorio, cianosis, dificultad para hablar, fatiga extrema, fiebre y escalofríos, signos o síntomas de shock, pulso > 130 lat/min</p> <p>Sospecha de neumonía, bronquitis aguda o tromboembolia pulmonar</p> <p>Evidencia de enfermedad cardíaca (historia positiva, alteración del ritmo cardíaco, dolor torácico sospechoso, etc.)</p> <p>Paciente asmático que no mejora a los 20 min de haber tomado la medicación de rescate/tratamiento</p> <p>Distrés respiratorio grave de cualquier causa que no mejora con el reposo y la administración de oxígeno</p>
--

La estancia en lugares aislados

El asmático debe prever cómo solucionar una crisis en cualquier situación. Para que disfrute de su viaje es de suma importancia que evalúe el estado de su asma antes de salir y piense en la medicación que debe y puede llevar, que averigüe si podrá adquirirla en el lugar adonde va, que se informe de los lugares de socorro o habitados más cercanos, de la disponibilidad de medios para supervisar un traslado urgente (no necesariamente por una crisis de asma), etc. En la *tabla 7* figuran los aspectos que se deben considerar cuando se viaja a lugares poco habitados⁴⁵, así como las situaciones que requieren una evacuación a un hospital.

Polución ambiental

Son muchos los compuestos químicos que, bien solos, bien en combinación con otros, producen efectos indeseables en el aparato respiratorio al disminuir o alterar su función. Estas sustancias tendrán una mayor o menor repercusión en la salud y el rendimiento físico en función de diversos factores, como su concentración en el medio, el grado de ventilación, el estado previo del árbol respiratorio, la combinación con otros factores atmosféricos como la temperatura o la humedad, etc. Por cada incremento de 10 µm³ de las concentraciones de partículas en el

Tabla 8
Recomendaciones para una actividad físico-lúdica en ambiente polucionado

<i>Organizadores de la actividad</i>
Estudiar los lugares donde se celebrará la competición
Valorar los lugares de entrenamiento
Establecer un horario que coincida con las horas de menos polución
Establecer las medidas oportunas para limitar la polución durante la actividad física (temperatura, ventilación, industrias y parque de automóviles cercano, etc.)
<i>Equipo deportivo (técnicos y deportistas)</i>
Llegar al menos 3 días antes del acontecimiento deportivo
Las personas sensibles deben usar una medicación preventiva de la tos desencadenada por el esfuerzo
Valorar la presencia de otros posibles contaminantes y, en consecuencia, hacer profilaxis de la broncoconstricción en personas hiperreactivas (sean o no asmáticas)
Evaluar el lugar de alojamiento
Evaluar las cartas polínicas para el área de competición en la época en que se va a realizar
Si el área está muy contaminada, debe considerarse la posibilidad de no competir, sobre todo en los deportes de intensidad y duración moderadas-altas (ciclismo, carreras de fondo, marcha, etc.) y en el caso de deportistas con mayor sensibilidad
Se aconseja llevar mascarillas de carbón activado como precaución para momentos de cierta peligrosidad ambiental. Se aconseja su uso para ejercicios muy moderados en el exterior y paseos si la contaminación es elevada.

aire, sobre todo para partículas inferiores a 1 µm, se produce un aumento medio de un 3% de los síntomas de las vías respiratorias bajas y de un 0,7% de síntomas en las vías respiratorias altas⁴⁶. El efecto más importante de esta noxa sobre las vías respiratorias se observa en ciudades con gran contaminación, que son obviamente aquéllas con una nutrida área industrial, un parque de automóviles de gran densidad o unas condiciones atmosféricas que potencien estos fenómenos del progreso. La exposición al ozono, el más común de estos contaminantes, provoca alteraciones en la respiración, tos e irritación nasal y de garganta, disnea, dificultad para realizar inspiraciones profundas y, en consecuencia, un aumento de la frecuencia respiratoria, con una disminución del volumen corriente durante el ejercicio⁴⁷, así como alteraciones en la función pulmonar en reposo sin variaciones en el transporte de gases⁴⁸. En concreto se sabe que la práctica de ejercicio en ambientes con los contaminantes habituales del aire en las ciudades (O₃, NO₂ y SO₂), además de aumentar la exposición y los síntomas, produce inflamación irritativa de las mucosas y vías respiratorias, que en ocasiones incrementa la hiperreactividad bronquial. Aunque la respuesta depende de la concentración del gas, las exposiciones previas al frío o el ambiente seco pueden aumentar la sensibilidad al mismo. Por otra parte, una exposición importante en la concentración o en el tiempo deteriora la función pulmonar basal en personas con y sin asma. Con respecto a la prevención, es recomendable el uso de antiinflamatorios tópicos. Los anticolinérgicos y cromonas son útiles en ocasiones (SO₂); en cambio, por lo general los betaagonistas no resultan eficaces.

En la tabla 8 se exponen las consideraciones que deben tener en cuenta los organizadores de acontecimientos deportivos en un medio de polución ambiental incrementado.

Las actividades subacuáticas

Uno de los deportes que ha cobrado mayor auge en esta última década es el buceo deportivo. Para su práctica no se requiere una condición física excelente, pero sí unos buenos conocimientos sobre la adaptación del cuerpo a la profundidad y las modificaciones que se producen durante la inmersión, además de otros aspectos técnicos, biológicos y meteorológicos de suma

importancia. El buceador, ya sea deportivo o profesional, ha de mantenerse siempre alerta y evaluar tanto sus sensaciones internas como lo que sucede en su entorno, para responder ante cualquier situación de emergencia con los recursos asimilados mediante la teoría y la práctica.

Las actividades subacuáticas comprenden básicamente 2 modalidades de práctica de la inmersión: en apnea y mediante el uso de compartimentos estancos que contienen aire a presión (*self contained underwater breathing apparatus*, SCUBA). En ambos casos, al explorar al individuo que desea practicar este deporte debemos investigar los procesos que limitan la elasticidad pulmonar, como enfisema, fibrosis, enfermedades pleurales tales como sinequias, paquipleuritis, etc. Para ello es aconsejable, además de hacer una buena historia clínica, solicitar algunas pruebas complementarias, como una espirometría forzada y una radiografía en inspiración y espiración. Según la reglamentación vigente (BOE, 20 de julio de 1973), una persona con asma no puede obtener la licencia para realizar actividades subacuáticas. La razón teórica que respalda esta decisión es que la descompresión sobre una posible zona pulmonar obstruida por la propia enfermedad (moco, inflamación, broncoconstricción, edema, etc.) provocaría un accidente de descompresión por aumento de la presión intratorácica. Si una cavidad como los pulmones, el oído medio o los senos frontales o paranasales tiene dificultades para comunicarse con el exterior, puede experimentar una compresión en el descenso y un aumento de la presión interna en la ascensión que no podría compensarse debidamente⁴⁹. Por otro lado, sabemos que en todo el mundo hay un gran número de individuos con el certificado de buceador, incluso profesional, que presentan o han presentado asma en algún momento de su vida⁵⁰. Sin embargo, una situación estable del asma antes de la inmersión no es una razón de peso para considerar que no existe riesgo. Un estado de ansiedad, un ejercicio moderado, la hiperventilación, el aire seco respirado de la botella y enfriado por la profundidad, el inevitable paso de cierta cantidad de agua salada en un momento u otro de la inmersión hacia el aparato respiratorio pueden ocasionar una crisis. Por otro lado, un estado asintomático no indica que no haya cierto grado de obstrucción de las pequeñas vías aéreas o moco, que permitiría un cierto paso del aire en sentido periférico y que en el ascenso podría verse atrapado, con el consiguiente peligro de sobrepresión pulmonar. El riesgo es, por la tanto, doble: por un lado, el de experimentar una crisis de asma, y por otro, el derivado de un accidente por sobrepresión pulmonar.

De todas maneras, no hay ninguna evidencia científica que sustente que el buceador con asma sea más susceptible de

Tabla 9
Recomendaciones respecto a la práctica del buceo con sistema de aire comprimido

<i>Permitido</i>
A los asmáticos asintomáticos con función pulmonar normal y sin medicación si tienen una buena forma física
A los asmáticos con síntomas que:
Toleran el ejercicio con la medicación apropiada y sin síntomas
No precisan medicación de rescate durante períodos de estrés o de esfuerzo físico. Los valores de las pruebas funcionales están en el intervalo de referencia
La prueba de broncorreactividad al esfuerzo es negativa
Existe una valoración médica por parte de un especialista en medicina subacuática
Se deben definir bien los factores desencadenantes de la crisis en cada paciente con el objeto de evitarlos
<i>No permitido</i>
Pacientes con asma grave y persistente
Asmáticos con síntomas no controlados con la medicación de mantenimiento.
Necesidad de utilizar medicación de rescate al realizar ejercicio o en condiciones de frío
Persona con cualquier tipo de asma si no tiene una forma física adecuada

presentar este tipo de accidentes⁵¹, aunque algún estudio haya hallado indicios de la posible incidencia de esta enfermedad en ciertos casos fatales⁵².

Es recomendable no olvidar ciertas pautas e indicaciones a la hora de permitir que un asmático bucee (tabla 9). El paciente con asma moderada persistente o grave no debe bucear. En aquéllos con asma leve persistente o intermitente hay que evaluar la historia clínica y el estado de la adaptación cardio-respiratoria al esfuerzo, comprobar la presencia de una posible asma de esfuerzo y determinar el estado basal de las vías aéreas mediante una espirometría forzada. Se considerarán requisitos indispensables los valores de flujo respiratorio superiores al 80% del valor referencia, la ausencia de síntomas de disnea al menos durante la semana previa a la inmersión (lo que implica la ausencia de sibilancias durante al menos el mismo período) y el hecho de no presentar una infección de las vías respiratorias que pueda ocasionar un aumento de la secreción de moco. Una vez superadas estas evaluaciones, se debe incluir, como un punto más de los habituales previos a la inmersión, la toma de la medicación preventiva que el médico especialista considere oportuno. Es interesante evaluar el pico del flujo espiratorio con un espirómetro portátil o, mejor aún, el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la capacidad vital forzada con un monitor de baterías, que guardará los datos para posteriores controles y valoraciones por el médico especialista.

Si un asmático decide practicar el buceo deportivo, debe tener en cuenta que su seguridad revierte y afecta a la integridad de sus compañeros de inmersión, por lo que ante cualquier sensación anormal durante la actividad subacuática debe tomar la decisión adecuada con prudencia y tranquilidad, por el bien de todos. En este sentido es necesario que sus compañeros sean conocedores de su enfermedad.

Los viajes en avión y el vuelo a vela

Para cualquier duda sobre las enfermedades respiratorias y los vuelos en avión, se aconseja consultar la Normativa de SEPAR que aborda este tema⁵³.

Entre las actividades, ya sea con fines lúdicos o deportivos, en que se alcanza una cierta altura cabe mencionar el vuelo en globo y el vuelo a vela. Con respecto a este segundo deporte, el problema que se plantea para el asmático que lo practica es que una crisis durante el vuelo puede poner en peligro su vida y la de quienes están en tierra. Los mecanismos por los que se puede desencadenar el ataque agudo son similares a los del asma en la montaña, ya que el ambiente externo es similar. Una posible recomendación sería valorar mensualmente el grado de control (no de gravedad) de la enfermedad por medio de un cuestionario como el Test de Control del Asma (ACT)⁵⁴, que puede rellenarse en la página <http://www.asthmacontroltest.com>. Los pacientes que hayan presentado una exacerbación deben abstenerse de volar hasta que una revisión realizada por su médico asegure que el control está garantizado. En la normativa española, el certificado de clase 2, que es el tipo de reconocimiento médico requerido para la obtención y renovación de la licencia de vuelo, indica: "los aspirantes con ataques recurrentes de asma deben evaluarse como no aptos. Igualmente una valoración del flujo-pico inferior al 80% del teórico es motivo de exclusión. Puede considerarse la certificación de Clase 2 si se estima estable tras una prueba de función pulmonar, con medicación compatible con la seguridad en vuelo" (Orden Ministerial de 21 de marzo de 2000; BOE, 11 de marzo de 2000).

Finalmente, debe considerarse el uso de suministro de oxígeno en mascarilla o nasal en cualquier vuelo que se prevea pueda

sobrepasar los 3.000 m de altitud durante un período de tiempo superior a 15 min.

Bibliografía

- 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.
- Corrao W. Asthma in athletes. Exercise induced bronchoconstriction in figure skaters. *Chest*. 1996;109:298-9.
- Boulet LP, Legris C, Turcotte M, Hebert J. Prevalence and characteristics of late asthmatic responses to exercise. *J Allergy Clin Immunol*. 1987;80: 665-2.
- Godfrey S. Exercise induced asthma: clinical, physiological, and therapeutic implications. *J Allergy Clin Immunol*. 1975;56:1-17.
- Wooley M, Anderson SD, Quigley BM. Duration of protective effect of terbutaline sulphate and cromolyn sodium a combination on exercise-induced asthma. *Chest*. 1990;97:39-45.
- 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.
- Anderson SD. Exercise induced asthma. Stimulus, mechanism and management. En: Barnes PJ, Rodger IW, Thomson NC, editors. *Asthma: basic mechanisms and clinical management*. London: Academy Press Ltd.; 1988. p. 503-22.
- Waalkens HJ, Van Essen-Zanduijck EE, Gerritsen J, Duiverman EJ, Knol K. The effect of an inhaled corticosteroid (budesonide) on exercise-induced asthma in children. *Eur Respir J*. 1993;6:652-6.
- Chen WY, Horton DJ. Heat and water loss from the airways and exercise-induced asthma. *Respiration*. 1977;34:305-13.
- 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.
- 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.
- McFadden ER, Lenner KA, Strohl KP. Postexertional airway rewarming and thermally induced asthma. *J Clin Invest*. 1986;78:18-25.
- Drobnic F, Haahtela T. The role of the environment and climate in relation to outdoor and indoor sports. *Respir Monogr*. 2005;33:35-47.
- World Antidoping Agency. Disponible en: <http://www.wada-ama.org>
- Consejo Superior de Deportes. Disponible en: <http://www.csd.mec.es>
- Barry PW, Mason NP, O'Callaghan C. Nasal mucociliary transport is impaired at altitude. *Eur Respir J*. 1997;10:35-7.
- Richalet JP, Herry JP. La consultation de médecine de montagne. En: Richalet JP, Herry JP, editeurs. *Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne*. 3^{ème} ed. Paris: Masson; 2003. p. 235-55.
- Casan P, Togores B, Giner J, Nerín I, Drobnic F, Borderías L, et al. Lack of effects of moderate-high altitude upon lung function in healthy middle-age volunteers. *Respir Med*. 1999;93:739-43.
- Van Leeuwen S, Varekamp H, Bien Z. Asthma bronchiale und klima. *Klin Wochenschr*. 1924;3:250.
- Spiekma F, Zuidema P, Leuden HJ. High altitude and house dust mites. *Br Med J*. 1971;1:82-4.
- Boner AL, Niero E, Antolini I, Valletta A, Gaburro D. Pulmonary function and bronchial hyperreactivity in asthmatic children with house dust mite allergy during prolonged stay in the Italian Alps (Misurina 1756 m). *Ann Allergy*. 1985;54:42-5.
- Vervloet D, Bongrand P, Arnaud A, Boutin C, Charpin J. Données objectives cliniques et immunologiques observées au cours d'une cure d'altitude a Briançon chez des enfants asthmatiques allergiques a la poussière de maison et *Dermatophagoides*. *Rev Fr Mal Resp*. 1979;7:19-27.
- Grootendorst DC, Dahlen SE, Van den Bos JW, Duiverman EJ, Veselic-Charvat M, Vrijlandt EJ, et al. Benefits of high altitude allergen avoidance in atopic adolescents with moderate to severe asthma, over and above treatment with high dose inhaled steroids. *Clin Exper Allergy*. 2001;31:400-8.
- Karagiannidis C, Hense B, Rueckert P, Mantel Y, Ichtters B, Blaser K, et al. High-altitude climate therapy reduces local airway inflammation and modulates lymphocyte activation. *Scand J Immunol*. 2006;63:304-10.
- Mirzakhimov M, Brimkulov N, Ciesicki J, Tobias M, Kudiavderiev Z, Moldotashv I, et al. Effect of acetazolamide on overnight oxygenation and acute mountain sickness in patients with asthma. *Eur Respir J*. 1993;6:536-40.
- Ward MP, Milledge JS, West JB. Medical conditions at altitude. En: Ward MP, Milledge JS, West JB, editors. *High altitude medicine and physiology*. 3rd ed. London: Arnold; 2000. p. 322-8.
- Richalet JP, Herry JP. Pathologie liée à l'hypoxie d'altitude. En: Richalet JP, Herry JP, editeurs. *Médecine de l'alpinisme et des sports de montagne*. 3^{ème} ed. Paris: Masson; 2003. p. 139-62.
- Mason NP, Barry PW, Despiou G, Gardette D, Richalet JP. Cough frequency and cough receptor sensitivity to citric acid challenge during a simulated ascent to extreme altitude. *Eur Respir J*. 1999;13:508-13.

29. Manucci PM, Gringeri A, Peyvandi F, Di Paolantonio T, Mariano G. Short term exposure to high altitude causes coagulation activation and inhibits fibrinolysis. *Tromb Haemost.* 2002;87:342–3.
30. Soteras I, Bernabé M, Capella E, Molinos J, Fácil JM, Montañés M. Tromboembolismo pulmonar en alta montaña. En: Botella J, Espacio A, editores. *Progresos en medicina de montaña*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia; 2004. p. 413–4.
31. Borderías L. El flujo espiratorio máximo en expediciones al Himalaya. *Arch Bronconeumol.* 1999;35(Supl 3):49–54.
32. Hoye WL, Mogalian EM, Myrdal PB. Effects of extreme temperatures on drug delivery of albuterol sulfate hydrofluoroalkane inhalation aerosols. *Am J Health Syst Pharm.* 2005;62:2271–7.
33. Sartori C, Allemann Y, Duplain H, Lepori M, Egli M, Lipp E, et al. Salmeterol for the prevention of high altitude pulmonary edema. *N Engl J Med.* 2002;346:1631–6.
34. Beaumont M, Goldenberg F, Lejeune D, Marotte H, Harf A, Lofaso F. Effect of zolpidem on sleep and ventilatory patterns at simulated altitude of 4000 meters. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;153:1864–9.
35. Larsson K, Tornling G, Gavhed D, Müller-Suur C, Palmberg L. Inhalation of cold air increases the number of inflammatory cells in the lungs in healthy subjects. *Eur Respir J.* 1998;12:825–30.
36. Karjalainen EM, Latineen A, Sue Chu M, Altraja A, Bjermer L, Laitinen LA. Evidence of airway inflammation and remodeling in ski athletes and without bronchial hyperresponsiveness to methacholine. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161:2086–91.
37. Bjermer L, Anderson SD. Bronchial hyperresponsiveness in athletes: mechanisms for development. *Resp Monograph.* 2005;33:19–34.
38. Thunqvist P, Lilja G, Wickman M, Pershagen G. Asthma in children exposed to nitrogen dioxide in ice arenas. *Eur Respir J.* 2002;20:646–50.
39. Eschenbacher WL, Moore TB, Lorenzen TJ, Weg JG, Gross KB. Pulmonary responses of asthmatic and normal subjects to different temperature and humidity conditions in an environmental chamber. *Lung.* 1992;170:51–62.
40. Hashimoto M, Fukuda T, Shimizu T, Watanabe S, Watanuki S, Eto Y, et al. Influence of climate factors on emergency visits for childhood asthma attack. *Pediatr Int.* 2004;46:48–52.
41. Kalhoff H. Mild dehydration: a risk factor of broncho-pulmonary disorders? *Eur J Clin Nutr.* 2003;57(Suppl 2):381–7.
42. Yang CY, Tsai SS, Chang CC, Ho SC. Effects of Asian dust storm events on daily admissions for asthma in Taipei, Taiwan. *Inhal Toxicol.* 2005;17:817–21.
43. Gouge SF, Daniels DJ, Smith CE. Exacerbation of asthma after pyridostigmine during Operation Desert Storm. *Mil Med.* 1994;159:108–11.
44. Karthikeyan S, Balasubramanian R, Iouri K. Particulate air pollution from bushfires: human exposure and possible health effects. *J Toxicol Environ Health.* 2006;69:1895–908.
45. Yzaguirre I, Escoda J, Bosch J, Gutiérrez JA, Dulanto D, Segura R. Adaptación al aire enrarecido de las simas y cuevas. Estudio de laboratorio. *Apunts Medicina de l'Esport.* 2008;43:135–41.
46. Dockery DW, Pope III CA. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu Rev Public Health.* 1994;15:107–32.
47. McConnell R, Berhane K, Gilliland F, London SJ, Islam T, Gauderman WJ, et al. Asthma in exercising children exposed to ozone: a cohort study. *Lancet.* 2002;9:386–91.
48. Castellsague J, Sunyer J, Saez M, Antó JM. Short term association between air pollution and emergency room visits for asthma in Barcelona. *Thorax.* 1995;50:1051–6.
49. Edmonds C. Asthma and diving. *SPUMPS Journal.* 1991;21:70–4.
50. Corson KE, Dovenbarger JA, Moon RE. Risk-assessment of asthma for decompression illness. *Undersea Biomed Res.* 1991;18(Suppl):16.
51. Farrell PJS, Glanwill P. Diving practices of scuba divers with asthma. *BMJ.* 1990;300:166.
52. Marraccini JV, Friedman PL. Scuba death due to asthmatic bronchitis, air embolism, and drowning. *Forensic Pathology.* 1986;28:1–4.
53. García F, Borderías L, Casanova C, Celli BR, Escarrabill J, González N, et al. Patología respiratoria y vuelos en avión. *Arch Bronconeumol.* 2007;43:101–25.
54. Nathan RA, Sorkness CA, Kosinski M, Schatz M, Li JT, Marcus P, et al. Development of the asthma control test: a survey for assessing asthma control. *J Allergy Clin Immunol.* 2004;113:59–65.