

PATOLOGIAS CARDIORESPIRATORIAS Y SU PROBLEMÁTICA EN ALTITUD

AGUSTIN PEREZ BARROSO

RAFAEL BENITEZ

CURSO DE DOCTORADO 99-2000

**INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES
Y MEDIO AMBIENTALES EN LA ACTIVIDAD FÍSICA**

PATOLOGIAS CARDIORESPIRATORIAS EN DEPORTISTAS Y SU RELACION CON LA ALTITUD

AGUSTIN PEREZ BARROSO Y RAFAEL BENITEZ

ABSTRACT

La teoría del entrenamiento en altitud se ha venido desarrollando en los últimos años, con profundas investigaciones sobre los efectos y la metodología necesaria para su buen uso.

Al mismo tiempo, cualquier actividad física puede conllevar una serie de patologías concretas relacionadas con el aparato cardiovascular y el respiratorio. Estas patologías observadas en deportistas que realizan sus entrenamientos en altitud, requieren una serie de precauciones.

I. EFECTOS FISICOS CARACTERISTICOS EN ALTITUD.

TERRADOS (1994) señala como efectos físicos más importantes que afectan a la estancia en altitud:

1. Presión Barométrica.

Es el efecto físico fundamental en la altitud. La presión y densidad atmosférica, disminuyen de forma exponencial con la altitud, lo que conlleva una reducción en la presión parcial de O₂ del aire y asimismo, una disminución en la tensión de O₂ en la sangre arterial. Es decir, la molécula de oxígeno ejerce menos presión para entrar en la sangre, por lo que se produce una falta de oxígeno (hipoxia) relativa. Para BICHON (1984), la presión barométrica disminuye en un 20 % a 2000 mts. y la presión parcial alveolar de oxígeno en un 18 % a la misma altura. El efecto que este factor produce en pruebas de más de 2 minutos, realizadas en altitud media ha sido valorado por HOLLMANN (1994) en un 6 %.

2. Temperatura.

Desciende con la altitud, aproximadamente 1° C por cada 150 mts. de subida sobre el nivel del mar, según TERRADOS (1994), y en 0.56° C cada 100 mts. según BICHON (1986) y PAUHD (1984). En altitud moderada está habitualmente próxima a 0° C. La latitud influye en las variaciones de temperatura.

3. Humedad Relativa del aire.

La cantidad de vapor de agua en el aire disminuye con la altitud de forma más rápida que la presión barométrica. En altitud moderada es de un 50%. Como consecuencia, hay un aumento en las radiaciones con la altitud y una gran pérdida de agua corporal, que hay que reponer para evitar las deshidrataciones.

4. Radiaciones.

La exposición a la irradiación solar en altitud aumenta en un 2 a 4 % cada 100 mts. hasta los 2000 mts. y después aumenta en un 1%. Tanto las infrarrojas como las ultravioletas. Solo el aumento de las radiaciones ultravioletas unido al descenso higrométrico, afecta a la piel, los labios y la conjuntiva de los deportistas.

5. Gravedad.

La fuerza de gravedad, disminuye en proporción al cuadrado de la distancia al centro de la Tierra. La aceleración debida a la gravedad, disminuye en 0,003086 m/seg²

por cada 1000 mts. de altitud. Por tanto el tiempo de vuelo y la distancia recorrida por un cuerpo es mayor en altitud, que a nivel del mar.

6. Resistencia del aire.

Disminuye al disminuir la presión barométrica. Este hecho hace que la respiración sea menos costosa al tener que vencer los músculos respiratorios una resistencia menor de las vías aéreas. Al mismo tiempo, hay menos resistencia al avance para un corredor. Según PAUHD (1984), la energía necesaria para vencer la resistencia del aire a nivel del mar en una prueba de 5000 mts. es del 11% del gasto total de energía durante la carrera, mientras que en altitud es de un 8%. Estudios realizados por CREUZE en el 78 y citados por STEPHAN (1992), confirman que la ventaja producida por la disminución de la densidad del aire en México, es el mismo que produce un viento favorable de 1,20 m / s., mientras que HOLLMANN (1994) lo sitúa en 1.5 – 1.7 m / seg.

7. Tolerancia de la altitud con la edad.

PAUHD (1984) recomienda que en jóvenes que habitualmente entrenen por debajo de 1000 mts. se deben limitar a las siguientes alturas:

- 10 años hasta 2000 mts.
- 14 años hasta 2500 mts.
- 16 años hasta 3000 mts.
- 18 años hasta 4000 mts.

II. RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL ATLETA A LA ALTITUD.

TERRADOS (1994) diferencia como:

- A. Respuesta fisiológica aguda, la que se produce durante una estancia inferior a los tres días en altitud.
- B. Respuesta fisiológica crónica, la que se produce a partir del tercer día.

A. Respuesta Aguda.

1. En reposo

- Un aumento de la ventilación como respuesta a la falta de presión parcial de O₂
- Un aumento de la Frecuencia Cardíaca con el fin de enviar más cantidad de oxígeno a los órganos.
- Pérdida de Volumen Plasmático y al tiempo una hemoconcentración con el fin de aumentar el porcentaje de O₂ transportado por unidad de volumen de sangre.
- Alcalosis respiratoria (Aumento en el pH de la sangre), por la pérdida excesiva de CO₂ a través de los pulmones.
- Aumento de los niveles de 2,3-DifosfoGlicerato, por lo que producirá una menor afinidad de la Hemoglobina por el O₂
- Aumento de catecolaminas, corticosteroides, hormona antidiurética, hormonas tiroideas y el glucagón.
- Disminuyen la aldosterona y la renina.

2. En ejercicio

- Aumento de la Ventilación y de la Frecuencia Cardíaca durante el ejercicio, en relación a los valores a nivel del mar para la misma carga de trabajo, no consiguiendo compensar el efecto de la hipoxia en el consumo máximo de oxígeno. TERRADOS y col. (1994) afirman que el $VO_2\text{Max}$ está afectado en deportistas a partir de los 900 mts. de altitud mientras que en sedentarios no se percibe esta disminución. PAUHD (1984) afirma que esta disminución es de un 7 – 9'5 %. HOLLMANN (1994) apunta que esta disminución es de un 8 – 12%.
- Aparición de Patologías leves. PAUHD (1984) señala la aparición de cefaleas, náuseas, mareos, insomnio, leves disneas, falta de apetito, irritabilidad, síndromes diarreicos, etc. Estos síntomas desaparecen al cabo de 4 a 6 días, pudiendo perdurar algo más el insomnio.
- HOLLMANN (1994) indica que existe un aumento de la urea en más de 8.5 mmol cuando la exigencia de entrenamiento es muy alta. Este aumento no debe de existir, por lo que puede ser un indicador para regular la carga de entrenamiento (NAVARRO) (1994).

B. Respuesta Crónica.

1. Respiración

- La ventilación Pulmonar se mantiene elevada durante el período de estancia en altitud. En personas que nacen y viven a esa altitud, muestran menor ventilación por una mayor capacidad de difusión pulmonar y mayor densidad capilar pulmonar (TERRADOS) (1994). Para MARAJO (1997), esta hiperventilación se difumina a las 72 horas.
- Disminución de la presión arterial y aumento del pH arterial y del líquido cefalorraquídeo.

2. Transporte de O₂

- Disminución del Gasto cardíaco, que había subido a la llegada a la altitud, después de 3 a 6 días de permanencia.
- Mantenimiento de los niveles elevados de 2,3-DifosfoGlicerato, por lo que producirá una menor afinidad de la Hemoglobina por el O₂
- Producción aumentada de glóbulos rojos, siendo claro este aumento a las 2 semanas. Según GROVER, R. citado por FREDERICK (1987), el efecto real que se produce, es un pérdida de plasma en los vasos y por ello la sangre se espesa, con lo que parece que aumente el número de células rojas.
- Mantenimiento del bajo nivel plasmático producido por la llegada a la altitud, hasta aproximadamente 2 meses.
- Mejora en el $VO_2\text{Max}$, sin llegar a los niveles de nivel del mar.
- Densidad capilar. Aumento de hasta un 100 % según POORTMANS (1984).

3. Hormonas.

- Aumento de catecolaminas, corticosteroides, hormona antidiurética, hormonas tiroideas y el glucagón.

4. Metabolismo muscular.

- Pérdida de masa corporal, especialmente grasa corporal y una pérdida ligera de masa muscular.
- Existen discrepancias en cuanto al aumento ó disminución del volumen de mitocondrias en el músculo. Según POORTMANS (1984) aumentan en un 40%.
- TERRADOS y col. (1994) ha encontrado un aumento en la concentración de mioglobina en el músculo entrenado con cargas intensas.
- Aumento en la densidad capilar en el músculo esquelético.
- Aumento en el uso de grasas como fuente energética.
- Aumento de la capacidad tampón muscular.

III. TIPOS DE PATOLOGIAS RELACIONADAS CON EL DEPORTE.

El entrenamiento en altitud, se realiza en alturas moderadas, donde no existe patología asociada. En alturas superiores a 5000 mts., existen patologías asociadas a dichas altitudes. Su clasificación según RICHALET (1984), son:

- Adaptación normal a la altitud, no existiendo signos clínicos de patología y no es necesaria ninguna terapéutica.
- Mala adaptación. Se traduce por la aparición del Mal Agudo de Montaña, o de edemas localizados.
- Complicaciones del tipo de lesiones locales sin poner en peligro la vida (p.e. hemorragias retinianas); lesiones localizadas graves, como las congelaciones y los accidentes tromboembólicos; y por último el Edema Agudo de Pulmón y/o Cerebral.

En el deporte existen una serie de patologías relacionadas directamente con la practica deportiva. La clasificación que podemos seguir es la siguiente:

1. Patologías cardiovasculares.
2. Patologías respiratorias.
3. Otras Patologías.

IV. PATOLOGIAS CARDIOVASCULARES.

El ejercicio produce de forma aguda como respuesta de adaptación cardiovascular un aumento de la frecuencia cardiaca, de la fracción de eyección, del volumen sistólico, del gasto cardiaco y la presión arterial sistólica. La adaptación crónica que produce el entrenamiento, varía en función del tipo de ejercicio realizado. Al complejo de adaptaciones fisiológicas se le conoce con el nombre de “síndrome del corazón de atleta”.

A) Entrenamiento anaeróbico.

En un principio se creía que este tipo de entrenamiento producía un aumento del grosor del septo interventricular así como de las paredes libres del corazón y sobre todo del ventrículo izquierdo. Los estudios realizados a deportistas de élite han demostrado que el desarrollo del corazón es armónico en su conjunto, sin grosores anormales de cualquier segmento cardiaco.

B) Entrenamiento aeróbico.

Se produce un aumento del diámetro telediastólico de ventrículo izquierdo con un aumento proporcional en el grosor de las paredes. Todo ello lleva a una mejora de la bomba cardiaca por un mayor volumen sistólico con disminución de la frecuencia cardíaca basal (bradicardia).

A) HIPERTENSION.

La medida de la fuerza con la que la sangre sale del corazón y viaja a través de las principales arterias, se define como PRESION ARTERIAL. Esta presión arterial se considera normal dentro de unos valores medios de 120/80 siendo 120 mm Hg. la medida de la presión sistólica y 80 mm Hg. la de la presión diastólica, siendo ésta la que tiene mayor importancia a largo plazo. Estos valores están sujetos a numerosos factores que provocan su variación. Por ejemplo, la edad, la actividad física y las reacciones emocionales.

La Hipotensión es el cuadro caracterizado por cifras tensionales inferiores a 110/70. La aparición de la hipotensión, va unida a lipotimias de mayor ó menor frecuencia, y los factores que facilitan su aparición son: el ayuno, el cansancio ó el calor.

La Hipertensión Arterial es la elevación de las cifras tensionales en condiciones basales de los valores considerados como normales para la edad y el sexo del individuo. Es una enfermedad crónica de gran prevalencia en los países desarrollados y con una gran influencia en la aparición de enfermedades cardiovasculares.

El 90% de la población hipertensa se caracteriza por ausencia de una causa orgánica que la justifique. En el resto de los casos, aparecen patologías como la coartación de aorta, alteraciones renales, endocrinas ó la toma de anticonceptivos. Durante el ejercicio, en una persona sana, la tensión sistólica va en aumento progresivo, manteniéndose la diastólica, hasta alcanzar una estabilización e incluso disminución para volver a aumentar 1 ó 2 minutos después de parar el ejercicio. En las personas hipertensas, aumentan las dos T.A. al mismo tiempo. En estos individuos, se alcanzan cifras mucho más altas que en las personas sana, lo que puede desembocar en fallo cardiaco o derrame cerebral.

El deporte de alta competición está permitido exclusivamente a aquellos sujetos normotensos ó hipertensos lábiles con control del resto de los factores. En el resto de los casos se permitirá ejercicios de ligera, moderada ó baja intensidad. Las estancias en altitud, revisten el problema de las respuestas agudas y crónicas del organismo a la nueva situación. El aumento de la frecuencia cardiaca, así como el aumento de la viscosidad de la sangre, con el fin de hacer llegar más cantidad de oxígeno a las células musculares, obliga a que el corazón bombee con una mayor presión, aumentando así, el riesgo de la personas con un tensión arterial basal más elevada.

B) ARRITMIAS.

La causa última de muerte súbita es la aparición de una arritmia severa. El ritmo normal del corazón se denomina sinusal por estar gobernado por el nodo sino-auricular y su frecuencia normal varia entre 60-80 lat/m. Cuando el nodo sino-auricular se encuentra deprimido o sus impulsos bloqueados, la frecuencia

cardíaca se rige por la acción de otros marcapasos secundarios activos o pasivos que dan lugar a la aparición de arritmias o ritmos ectópicos.

La mayoría de los casos de arritmias que puede presentar la población deportiva, rara vez excluyen al individuo de la alta competición. En general las arritmias asociadas al ejercicio van a depender de un aumento del tono simpático, así como de cambios locales en los electrolitos, pH, ó presión de O₂ que contribuyen a crear alteraciones en el automatismo miocárdico o del tejido de conducción.

Durante la estancia en altitud, se producen alteraciones en los electrolitos, cambio en el pH, disminución en la presión de O₂. Todos estos factores provocan la aparición de arritmias. Si el individuo es sano, no existe ninguna contraindicación para el ejercicio, ya que el organismo volverá a adaptarse a la nueva situación. En cambio, en las personas como problemas de arritmias en altitud normal, encuentran mayores dificultades en la altitud, al agravarse los procesos, debiendo de evitarse la actividad física, y especialmente la competitiva ó de entrenamiento de alta intensidad.

V. PATOLOGIAS RESPIRATORIAS Y OTRAS RELACIONADAS.

I. INFECCIONES LOCALES

A) PATOLOGIA DEL OIDO.

1. OTITIS EXTERNA.

Es una infección en el oído externo. Es muy frecuente sobre todo en los nadadores por estar permanentemente en un medio húmedo. También lo es en atletas que sudan mucho y esta sudoración entre en el oído; así como en deportistas que realizan su actividad en el exterior, a la influencia de la climatología, como la lluvia, el viento, y la nieve, muy habitual en estancias en altitud, lo que facilita la entrada de liquido en el oído. La prevención se realiza mediante el uso de tapones adecuados y el mantenimiento del canal auditivo seco.

2. OTITIS MEDIA.

Es tan frecuente en el deportista como en el resto de la población, aunque se desarrolla sobretodo en el niño. La infección alcanza la membrana timpánica produciendo alteraciones en la audición. Al igual que la otitis externa, está relacionada con la humedad en el interior del oído, así como las variaciones en la presión barométrica, hecho este que ocurre al realizar concentraciones ó competiciones en altitud. La prevención es no ascender a altitud, cuando se tiene una infección de otitis. En caso de que no haya aparecido dicha infección, pero ya se hayan sufrido cuadros de este tipo, resguardarse los oídos con ropa de abrigo, utilizar tapones para que no entre el agua en ellos; y realizar la ascensión de forma escalonada.

3. DISFUNCIONES DE LA TROMPA DE EUSTAQUIO.

Cuadro muy relacionado con las otitis medias en deportes con cambios de presión barométrica. Se produce de forma bilateral. La prevención es la misma que para la otitis media.

4. ALTERACIONES DEL PABELLON AURICULAR.

Las temperaturas extremas inciden directamente en el pabellón auricular debido a su situación, y a la constitución anatómica que tiene, con una epidermis muy fina. Su protección debe ser fundamentalmente previa a la exposición a estas temperaturas. Para ello, se deberá utilizar ropa de abrigo (gorros u orejeras) y uso de cremas que protejan de los rayos solares.

5. VERTIGOS.

Se caracteriza por sensación de giro asociado a náuseas, vómito y sudoración, al alterarse el líquido situado en los conductos semicirculares. Si va acompañado de pérdida de conocimiento, podría existir alteraciones vasculares, que deberán controlarse con revisiones médicas. La alteración de los líquidos internos del oído, se debe al efecto que ejerce la variación de la Presión Barométrica. Por ello, la prevención deberá ser la subida escalonada a la altitud, de forma que el organismo tenga tiempo para realizar las adaptaciones.

6. PERDIDA DE AUDICION.

Puede ser producida por varias razones:

- existencia de tapón de cerumen que requiere su extracción.
- Infección por otitis media que requiere tratamiento antibiótico.
- Barotrauma con formación de hemotímpano o rotura del mismo. Es necesario prevenir las infecciones, pues cuando aparecen, estas se curan de forma espontánea.

La prevención consistirá en evitar el ascenso a la altitud en caso de que exista infección en el oído. Si no es así, se tratará como en las anteriores patologías, cubriéndose con ropa de abrigo y ascendiendo de forma escalonada.

B) PATOLOGIA DE NARIZ Y SENOS.

1. OBSTRUCCION NASAL.

La necesidad de captar gran cantidad de oxígeno durante el ejercicio por parte del deportista, y la dificultad de mismo para utilizar la respiración nasal debido a este tipo de patología, implica la utilización de la respiración bucal y la disminución de la resistencia interna. Las causas más comunes son:

- Alteraciones anatómicas, como desviación del septo, amígdalas, cornetes y adenoides hipertróficas.
- Alteraciones inflamatorias como rinitis alérgicas ó vasomotoras, pólipos nasales.

- Alteraciones infecciosas de vías respiratorias, ya sean virales o bacterianas.

La actividad deportiva de alto nivel, exige que estas patologías no estén presentes en el deportista, sobretodo cuando asciende a la altitud.

2. EPISTAXIS O SANGRADA POR LA NARIZ.

La causa más común de la sangrada por la nariz en el deportista, es por la sequedad de mucosas, tratándose mediante compresión y taponamiento de la nariz. Si la pérdida de sangre por la nariz es repetitiva, habría que buscar alguna otra causa de la misma.

3. SINUSITIS.

La infección de los senos origina una obstrucción nasal completa por drenaje del material mucopurulento hacia nariz y garganta. El tratamiento se basa en la utilización de antibióticos y no de descongestionantes, así como el mantenimiento de un estado de hidratación bueno. Evitar subir a la altitud, durante el desarrollo del proceso de obstrucción nasal.

C) PATOLOGIA DE VIAS RESPIRATORIAS.

1. FARINGITIS.

La mayoría de las infecciones van a ser de origen viral, por lo que su tratamiento exclusivamente sintomático, mediante la realización frecuente de gárgaras con agua de sal que mantengan la mucosa hidratada. Si la infección es de tipo bacteriana el tratamiento deberá de ser con antibióticos. Al llegar a la altitud, tratar de prevenir bebiendo bastante líquido para evitar la deshidratación. En caso de producirse durante la estancia, una faringitis de tipo bacteriana, evitar el entrenamiento debido al uso durante el proceso de antibióticos. Tratar de cubrirse la boca, nariz y oídos con ropa de abrigo, durante la actividad al aire libre.

2. LARINGITIS.

Afección mayoritariamente de tipo viral caracterizada por alteración de la voz y afonía. El tratamiento se basa en el reposo de la voz y el uso de humidificadores. En los casos que la frecuencia de la laringitis sea alta, produciendo modificaciones en la mucosa con formación de granulomas y pólipos que requieran su extracción quirúrgica. Evitar los esfuerzos con la voz y tratar de cubrirse con ropa de abrigo.

3. INFECCIONES DEL ARBOL TRAQUOBRONQUIAL.

De la misma forma que en las anteriores patologías, esta suele ser de tipo viral, dando lugar a congestión nasal, dolor de garganta y tos acompañada de fiebre, dolor de cabeza y mialgias. En general el cuadro mejora a las 72 horas y desaparece en 8-10 días. El tratamiento sintomático es mediante antitérmicos, antiinflamatorias, gárgaras y fundamentalmente

reposo deportivo, con reincorporación progresiva a los entrenamientos. El uso de descongestionantes y antihistamínicos debe de ser limitado ya que su uso prolongado puede producir un efecto rebote.

Si la alteración es de tipo bacteriana, debe implantarse un ciclo completo de tratamiento antibiótico (7 a 10 días). La gran facilidad de transmisión por el aire de estas afecciones facilita el contagio entre miembros del mismo equipo. La disminución de la actividad deportiva durante el proceso febril es importantísima, ya que en el caso contrario podrían producirse cuadros de inflamación miocárdica o miocarditis vírica de importantes consecuencias en el deportista.

II. ASMA.

Ya en el siglo II d.C., Aretaeus de Capadocia señalaba el asma (del griego asthma, “respiración difícil”) como uno de los factores que dificultaban la actividad física (Gutiérrez 1990). Los ataques asmáticos ocurren a intervalos variables. Entre cada crisis, el asmático se encuentra libre de síntomas. Durante el episodio de asma los músculos de los bronquios pequeños y bronquiolos se contraen estrechando los conductos aéreos haciendo más difícil la entrada y especialmente la salida de aire de los pulmones, produciendo un bronco espasmo. Además la mucosa de las vías aéreas se edematiza y segrega un exceso de moco, lo que contribuye más a la obstrucción al paso del aire. Es la alergia que más incidencia tiene en el deportista. El estrechamiento de las vías aéreas produce un aumento de las resistencias y un reclutamiento de la musculatura accesoria para mantener abierta la vía. Esta situación asociada al edema mucoso crea un gradiente de presión negativo en las vías intratorácicas lo que las cierra, produciendo el “atrapamiento aéreo” e hiperinsuflación que impide la espiración completa así como un aumento del volumen residual y disminución de la capacidad vital. El desencadenante es cualquier agente que irrita las vías respiratorias, variando en cada persona, y por nombrar algunos: infecciones respiratorias y víricas, animales domésticos, polvo, ejercicio, humo de tabaco, etc.. Actualmente se conoce que hasta los perfumes más intensos pueden provocar el asma en los sujetos.

Los agentes polucionantes se clasifican en primarios y secundarios:

1. Los primarios son aquellos que se emiten directamente de una fuente sin que se produzca en ellos un cambio químico posterior, o bien este cambio no tiene gran importancia clínica. Estos pueden ser los gases CO, CO₂, SO₂ y NO; los metales como el plomo, el grafito ó el carbón. Rattan LAL, profesor de la Universidad de Ohio, citado por SIMON (2000) afirma que la desertificación, la pérdida de suelo fértil causada por la erosión, aporta a la atmósfera la octava parte del dióxido de carbono que provoca el efecto invernadero. Afirma que los combustibles fósiles (gas, carbón y petróleo) aportan a la atmósfera 6400 millones de toneladas anuales de CO₂, los procesos de deforestación 1600 millones de toneladas y los procesos de pérdida de suelo, 1100 millones de toneladas.
2. Los agentes polucionantes secundarios son los que se forman por reacción química de precursores naturales o emitidos de fuentes artificiales. Estos incluyen el ozono (O₃), HNO₃, H₂SO₄, el peroxyacetyl nitrato y una gran cantidad de compuestos inorgánicos que pueden existir en forma gaseosa o en forma de partículas. La fuente principal de unos y de otros es la combustión de productos derivados del petróleo por los transportes en las ciudades y las áreas industriales. Se considera que las micropartículas en suspensión que provienen de los motores y calderas de gasoleo (Diesel) inflaman las mucosas nasales, multiplicando la respuesta alérgica. Estas

partículas al ser tan pequeñas, son incapaces de sedimentarse o desaparecer, quedando flotantes y trasladándose por el aire muchos kilómetros. También por su tamaño son perfectamente respirables y al estar impregnadas de carbón y de diferentes tipos de sales, como sulfato y nitrato amónico, producen la reacción de las mucosas.

A) OZONO Y ACTIVIDAD FISICA.

Es un gas que se puede generar por una descarga eléctrica o bien por una reacción fotoquímica debida a una irradiación ultravioleta a una determinada longitud de onda. El ozono forma una capa en la atmósfera que nos protege de la acción perniciosa de ciertas irradiaciones solares. Se utiliza como antiséptico en instalaciones públicas e incluso piscinas con el fin de bajar la concentración de cloro utilizado para depurar y desinfectar el agua. El problema surge cuando se sobrepasan unos niveles mínimos en el medio ambiente, ya que es el gas oxidante más potente y perjudicial de los que se pueden encontrar en la polución.

Entre un 10%-20% de los sujetos que habitan las ciudades, son más sensibles a desarrollar una broncoconstricción ante una exposición al ozono, independientemente de que sean asmáticos ó no. La exposición al ozono provoca:

1. Alteraciones en la respiración.
2. Tos e irritación de nariz y garganta.
3. Sensación de ahogo.
4. Dificultad para realizar inspiraciones profundas.
5. Aumento de la frecuencia respiratoria.
6. Disminución del Volumen corriente durante el ejercicio.
7. Alteraciones en la función pulmonar en reposo.
8. Dolor de cabeza y en la zona retroesternal si la exposición es muy alta.

Estudios realizados han demostrado que el decremento de la función pulmonar sigue disminuyendo incluso después de 6 horas de haber tenido contacto con el contaminante. También se ha comprobado que las personas que habitan en lugares con concentraciones altas de forma habitual, tienen menores respuestas a dicha exposición, es decir, existe una aclimatación al contaminante.

Cuando la exposición al ozono es de forma aguda, se ha comprobado que pasados dos días de contacto con el contaminante, cuando la función pulmonar es peor, aparece una atenuación de los síntomas entre el 3º y 5º día. Sin embargo, si la concentración de ozono aumenta, esta aclimatación desaparece.

La presencia de ozono afecta los tejidos pulmonares pero no altera el intercambio de gas alveolar, por lo que la difusión y transporte de oxígeno y anhídrido carbónico permanece inalterada. Todas estas respuestas, afectan sobretodo a deportistas que se exponen a atmósferas contaminadas respirando volúmenes de aire altos. En este grupo están todos los deportes de resistencia. No existen medicamentos que eviten los efectos del ozono. Únicamente ciertos antiinflamatorios no esteroideos y antioxidantes limitan el efecto irritante.

El Ayuntamiento de Madrid dispone de 25 estaciones de control, a través de la Red de Vigilancia de la Contaminación Atmosférica y Acústica. En estas estaciones se determina el nivel de concentración determinando varios niveles:

- Umbral de protección de la salud: $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 8 horas.
- Umbral de protección de la vegetación: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1 hora o $650 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas.
- Umbral de información a la población: $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1 hora.
- Umbral de alerta a la población: $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 1 hora.

Siguiendo los datos proporcionados, las horas de menor presencia de ozono en el aire, es en las primeras horas del día. Las horas de mayor presencia coincide con las 17-18 horas. Así mismo, existen estudios en los que se demuestra que la concentración de ozono es superior en las zonas de montaña cercanas a las grandes ciudades, que en los mismos núcleos de población. Este dato, señalaría como un alto riesgo para los deportistas que desean entrenar en altitud, el hecho de que sean alérgicos a las concentraciones altas de ozono.

B) EL ASMA INDUCIDO POR EL EJERCICIO

A mediados del presente siglo, se empieza a creer que la hiperventilación post-ejercicio es el desencadenante del llamado Asma Inducido por el Ejercicio (AIE). El 80% de los enfermos de asma experimentan un empeoramiento de los síntomas, a causa del ejercicio (KILVINGTON, 1999). El AIE se manifiesta cuando se produce una constricción de la vía aérea, provocada durante o después del ejercicio. Se realizaron diferentes estudios que demostraban que la duración del ejercicio era un factor determinante en la función pulmonar del asmático. Así, un ejercicio intenso de 1 a 2 minutos, producía una broncodilatación (ANDERSON, 1975; citado por KILVINGTON, 1999); mientras que un ejercicio de seis a doce minutos de duración, producía una broncoconstricción, que aparecía en los 10 minutos siguientes al ejercicio (SHAPIRO, 1984; citado por KILVINGTON, 1999). Algunas veces esta reacción se mostraba de forma tardía pasadas varias horas de la finalización del ejercicio.

Es un acuerdo general en la actualidad, que la realización de determinadas actividades físicas es beneficioso para los asmáticos, en contra de las antiguas recomendaciones, y de los intentos protectores de padres, familiares e incluso médicos. Dependiendo de las medidas higiénico-terapéuticas utilizadas para prevenir el asma, podemos observar una aparición de la crisis más ó menos temprana y de una duración mayor ó menor. El nivel de actividad física que se consigue, afecta directamente a la tolerancia del individuo que sufre un asma controlado (SANTUZ, 1997; citado por KILVINGTON, 1999).

C) PERDIDA DE CALOR Y/O HUMEDAD.

La hiperventilación en el asmático provoca un enfriamiento de las vías aéreas y pérdidas de calor a continuación. Cuando finaliza el esfuerzo físico, se produce un suplemento de calor que afecta a la mucosa. La severidad de la crisis, dependerá de la pérdida de calor por la mucosa bronquial y por tanto es un factor determinante de la aparición de la crisis.

Cuando un asmático hace un ejercicio en un ambiente frío, la respuesta de broncoconstricción es más intensa cuanto más caliente es el aire que recibe en el momento de cesar el ejercicio. Citando un estudio realizado con asmáticos (SANTONJA,1999), en el que se les administraba aire frío durante el ejercicio, y una vez finalizado, se les daba a) aire frío, b) aire a la temperatura de la habitación, c) aire a la temperatura corporal, se demostró que la respuesta es más intensa, en proporción a la elevación de la temperatura del aire inspirado durante la recuperación. Por ello, es recomendable no parar la actividad física nunca de golpe, sino de una forma pausada, permitiendo la recuperación de la temperatura de las vías aéreas de forma progresiva. También es esta la razón de la aparición de disnea en sujetos que al realizar ejercicio físico en ambientes fríos e inmediatamente pasan a otro ambiente más cálido.

De todo ello, se deduce que la natación es un deporte beneficioso para los individuos asmáticos. Las condiciones de calor y humedad, favorecen el retraso en la aparición de las crisis, y al mismo tiempo, permiten mejorar su condición física. Estudios (2) realizados a individuos asmáticos, demostraron que sujetos practicantes de gimnasia y natación mejoraba la condición física de forma similar a la de los individuos no asmáticos, al tiempo que mejoraba su sensación subjetiva de salud, aunque los valores asmáticos basales, permanecen invariables independientemente de que se realice deporte o no.

Se ha debatido mucho sobre la influencia del cloro en las piscinas en los individuos asmáticos. Ha sido comprobado que se producen reacciones al cloro en personas que están mucho tiempo en contacto con él, y en situaciones muy extremas, pero no que exista diferente respuesta en sujetos asmáticos o no asmáticos. El cumplimiento de las normas municipales sobre concentraciones de cloro, impiden la aparición de disneas provocadas por este agente.

III. OTRAS PATOLOGIAS.

A) SINDROME DE HIPERVENTILACION.

Cuadro caracterizado por alteraciones visuales, parestesias periféricas, espasmos musculares, disnea, palpitaciones, sequedad de boca y fatiga asociado a una respiración irregular. La función pulmonar es normal. El análisis de gases en sangre revela una alcalosis respiratoria con un pH elevado y disminución de la PCO_2 . En algunos casos puede llegar a producir síncope. Suele ir asociado a personas con reacciones emocionales intensas o estados de ansiedad, tensión aprensión. El tratamiento inmediato es la respiración de CO_2 mediante bolsa de plástico y a más largo plazo el tratamiento psicológico.

B) NEUMOTORAX ESPONTANEO.

La aparición de un dolor agudo torácico asociado a disnea en ausencia de traumatismo puede implicar cuatro patologías importantes:

- Infarto agudo de miocardio.
- Aneurisma disecante de aorta.
- Neumotórax espontáneo.
- Embolia pulmonar.

Los dos primeros son patologías cardiovasculares. Las otras dos no son demasiado frecuentes en deportistas, aunque sí muy importantes. El neumotórax espontáneo se cree que es producido por una rotura espontánea de las paredes alveolares con la consiguiente aparición de aire en la periferia pulmonar y formación de burbujas que luego se rompen. Esta rotura no tiene nada que ver con la intensidad del ejercicio puesto que se puede producir en reposo. Se caracteriza por dolor agudo torácico unilateral que puede pasar a la escápula y asociado a disnea, tos e incluso vomito de sangre. La radiografía en espiración forzada es el mejor medio de confirmar la existencia de neumotórax. La aparición de neumotórax implica el reposo deportivo, aunque sí se puede hacer vida normal.

Reviste importante peligro su aparición asociada a las actividades con cambios importantes de presión como el buceo o la montaña. En estos casos es imprescindible la reparación quirúrgica de la lesión. Posterior a la recuperación, el deportista podrá entrenar con normalidad de forma progresiva.

C) NEUMOTORAX TRAUMATICO.

Sigue la misma clínica que el neumotórax espontáneo, con la salvedad de que la causa ha sido un traumatismo violento, con existencia normalmente de lesiones asociadas. La estancia en altitud, puede tener cierto riesgo de este tipo de patologías, debido a una caída por efecto de la nieve, resbalones, etc.

D) EMBOLIA PULMONAR.

Suele estar relacionada con los traumatismos sobre miembros inferiores, uso de anticonceptivos orales o estados de hipercoagulabilidad, siendo de riesgo vital. El tratamiento tiene que ser urgente y realizado por personal especializado.

E) MAL DE MONTAÑA.

Se caracteriza por la presencia de una serie de síntomas entre las 6 y las 96 horas después de la subida a la altitud y suelen permanecer entre 2 y 5 días de una manera aguda. El restablecimiento completo se obtiene a las 2-3 semanas. Los síntomas son cefaleas, insomnio, anorexia, náuseas, somnolencia diurna, vértigos, agotamiento extremo, descoordinación y a veces palpitaciones. A cada síntoma se le asigna una puntuación, y

dependiendo de la suma de todos los síntomas, RICHALET, le asigna un valor al cuadro: ligero, moderado o severo.

Como circunstancias favorecedoras están la altura superior a 3000 mts; el momento del ciclo menstrual, con mayor incidencia en el período premenstrual; la velocidad de ascensión; y el tiempo de estancia en altitud.

El tratamiento en cuadro ligero o moderado, consiste en descanso y reposición de líquidos. Cuando el cuadro es severo, se recomienda el descenso y tratamiento hospitalario preventivo.

F) EDEMAS LOCALIZADOS.

Pueden aparecer asociados o no al Mal de Montaña. Su aparición indica una perturbación de la secreción de hormonas que regulan el metabolismo hidroelectrolítico. Es un signo de alarma, ante el cual, hay que extremar la prudencia. Afectan generalmente a la cara, manos y tobillos y no son perceptibles a la vista, al menos en los primeros momentos.

G) HEMORRAGIA RETINIANA.

Pueden aparecer a partir de los 3000 mts., como consecuencia de un aumento de flujo y presión sanguíneas en los vasos de la retina, para mantener el aporte de oxígeno a las células. Si no se producen en la mácula no presentan ningún problema, desapareciendo a las pocas semanas. En caso contrario se pierde visión central y es aconsejable el descenso.

H) EDEMA PULMONAR.

Se desarrolla en los primeros días de estancia en altitud. Afecta más a niños y adolescentes que a adultos. Su origen es la hipertensión en la circulación pulmonar, un aumento de la permeabilidad de la membrana de los capilares pulmonares debido a la hipoxia y por último, la aparición de fenómenos trombóticos en los capilares pulmonares. Su sintomatología incluye: disnea, tos, taquicardia, cefalea, debilidad, esputo espumoso y/o sanguinolento, náuseas, vómitos, dolor de pecho y fiebre moderada a veces. Se debe de descender ante su aparición y recibir tratamiento médico.

VI. CONTRAINDICACIONES DE LA PRACTICA DEPORTIVA.

1) APARATO CARDIOVASCULAR.

a) Contraindicaciones absolutas.

- Insuficiencia ventricular.
- Miocardiopatía obstructiva.
- Estenosis aórtica severa.
- Hipotensión ortostática.
- Cardiopatías congénitas cianóticas.

b) Situaciones de estudio especial.

- Taquicardias.
- Síndromes de preexcitación.
- Valvulopatías.
- Hipertensión arterial.
- Soplos.

c) Contraindicaciones temporales.

- Pericarditis, miocarditis y endocarditis.
- Situaciones que requieren la cirugía para su resolución (valvulopatías, anomalías congénitas).

2) APARATO RESPIRATORIO.

a) Contraindicaciones temporales.

- Infecciones en su fase aguda o estado de convalecencia.
- Recuperación de un episodio asmático.

b) Contraindicaciones relativas.

- Hiperreactividad bronquial y patologías asociadas.
- Neumotórax.
- Fibrosis quística.

VII. BIBLIOGRAFIA

- BICHON, Marc.** Entrenamiento en altitud. Problemas, accidentes e incidentes. **CUADERNOS DE ATLETISMO.** N° 15, 85: 97-100. ISBA: 1984-505-0451-1.
- BICHON, Marc.** El entrenamiento en altitud media. **SPORT.** N° 4, 1986: 44-46.
- FERRER, Isabel.** El abuso de paracetamol agrava los síntomas de asma. *Diario El País.* N° 8348. Año XXV. 28-3-2000.
- FREDERICK, Sue.** Why altitude training doesn't work. **TRACK AND FIELD QUARTERLY REVIEW.** N° 114. 1987: 30-32.
- GUILLET, R.; GENETY, J.** Medicina del deporte. Ed. Toray-Masson. 1978: 244-245.
- GUTIERREZ ORTEGA, Fernando.** 1990. El asma inducido por el ejercicio. *Sport & Medicina.* Marzo-Abril 1990. 35-37.
- HOLLMANN, Wildor.** The historical development of altitude training and current medical knowledge. **NEW STUDIES IN ATHLETICS.** N° 2. 1994: 7-13.
- KILVINGTON, Hazel.** Asma y ejercicio. *Fitness.* N° 2, 1999: 10-11.

- MARAJO, José.** La préparation en altitude pour les courses de ½ fond. **AMICALE ENTRENEATEURS FRANCAISES ATLETISME.** N° 145, 1997: 29-38.
- MOLINA SANCHEZ, F.** Manejo Practico del Asma. (2000).
http://www.medspain.com/ant/n11_abr00/asma.htm.
- MOYA MORALES, F.** Verano de 1999: El ozono en Madrid. IMU-Ingeniería Municipal.
Enero 2000.15-24.
- NAVARRO, Fernando.** Planificación del entrenamiento en altitud. **STADIUM.** N° 167, 1994 :31-41.
- PAUHD, Jean-Francois.** Entrenamiento de medio fondo en altitud. **CUADERNOS DE ATLETISMO.**
N° 15, 85: 47-54. ISBA: 1984-505-0451-1.
- POORTMANS, Jacques.** Transporte de oxígeno y adaptaciones metabólicas durante el ejercicio en altitud. **CUADERNOS DE ATLETISMO.** N° 15, 1984:13-19. ISBA: 84-505-0451-1.
- RICHALET, J.P.** *Medicine de l'alpinisme.* Paris. 1984. Ed. Masson.
- RUBIO JIMENO, S.; GONZALEZ SANTANDER, M.** Apuntes de lesiones específicas en el deporte e influencia de determinadas enfermedades en el alto rendimiento deportivo. 1993: 37-40.
- SANTONJA, Rafael.** 1996. Olimpismo y medicina deportiva. Ed. Santonja. 1996: 361-368
- STEPHAN, Hervé.** Intéret d'une préparation en altitude pour les coureurs de demi-fond. **AMICALE ENTRENEATEURS FRANCAISES ATLETISME** N° 126, 1992: 12-14.
- TERRADOS, Nicolás.** El entrenamiento en altitud. **INFOCOES.** Vol I, n° 1, 1994:26-38.
- TERRADOS, Nicolás.** El entrenamiento en condiciones especiales. **COES.** 1994:77-77.
- VARIOS autores.** 1998. Guía sobre el asma, la actividad física y el deporte.1998.Ed.
Sociedades Catalanas de Medicina.
- VARIOS autores.**1999. Asma y actividad física. <http://personal.redestb.es/tranchek/index.htm>.