

Pierre Bizel

Máster europeo en "Actividades Físicas
Adaptadas"

Isabelle Pin

Yves Eberhard

EFECTOS DE DOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO SOBRE LA CAPACIDAD CARDIO- RESPIRATORIA DE ADOLESCENTES ASMÁTICOS

Resumen

Los niños asmáticos se encuentran a menudo en una forma física inferior a la de sus compañeros. Ello se debe a una disminución de la actividad física por el asma inducida por el ejercicio y la obstrucción de las vías respiratorias. El entrenamiento físico aeróbico individual ha demostrado que puede mejorar el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) y el nivel anaeróbico. De todas formas, este tipo de programas no son demasiado atractivos para los adolescentes. El objetivo del estudio consiste en comparar la aceptabilidad y el efecto de dos programas de entrenamiento diferentes desarrollados paralelamente en dos grupos de ocho pacientes escogidos al azar entre 126 adolescentes con problemas de asma entre moderados y graves, con edades comprendidas entre los 14 y los 20 años. Ambos programas consistieron en tres sesiones a la semana durante seis semanas. El grupo S siguió un entrenamiento en grupo, utilizando actividades de varias intensidades (esquí, squash, natación). El grupo B siguió un programa individual de bicicleta aeróbica, cuya intensidad venía determinada por el nivel aeróbico individual. Antes y después del entrenamiento se llevaba a cabo una prueba de ejercicio rutinario de incremento máximo con el fin de determinar el VO_2 , ventilación por minuto y nivel aeróbico, y una prueba de carrera libre de 6 minutos de intensidad y duración similar con el fin de detectar el asma inducida por el ejer-

cicio. Tres adolescentes del grupo B abandonaron el entrenamiento. En el grupo B se produjo un aumento significativo del VO_2 máx. (es decir, un cambio (SD) de 8,6 (5,3) ml/min, prueba emparejada $t_p = 0,048$) y pulsación máxima de oxígeno (0,047 (0,017) ml/pulsación $p = 0,012$), pero no en el grupo S (7 (10,1) ml/min y 0,031 (0,047) ml/pulsación, respectivamente. No se produjo ningún cambio significativo en lo que se refiere al asma inducida por el ejercicio en ninguno de los grupos. Se produjo un efecto de cambio de ventilación en diferentes niveles de VO_2 en el grupo B, pero no en el grupo S. En resumen, el entrenamiento físico intermitente no es tan eficiente como el entrenamiento físico aeróbico para mejorar el estado y la ventilación física durante el ejercicio en adolescentes asmáticos.

Introducción

El asma es una enfermedad que afecta a una proporción importante de la población infantil. Representa entre el 5 y el 15% del alumnado por grupo de edad según la definición adoptada. La gravedad de la enfermedad es variable, pero se puede considerar que entre el 10 y el 30% de estos niños son realmente inválidos por causa del asma.

1. Definición

Una de las definiciones más precisas de esta enfermedad proviene del National Heart, Lung and Blood Institute

en el National Asthma Education Program (1): "El asma es una enfermedad que se caracteriza por los siguientes elementos:

- "Una obstrucción reversible (pero no completa en algunos pacientes) de las vías aéreas, que cede espontáneamente o por el efecto de tratamientos.
- "Una inflamación de las vías aéreas.
- "Una hiperactividad de las vías aéreas bajo varios estímulos".

Esta definición engloba todas las etiologías que provocan la aparición de los síntomas de la enfermedad y nos permite abordar un fenómeno relativamente frecuente en jóvenes asmáticos: el asma inducida por el ejercicio físico. Desarrollaremos este tema en el punto 3 (ver figura 1).

2. Consideraciones generales

a) Los niños y los adolescentes asmáticos en nuestra sociedad

Los niños y los adolescentes asmáticos forman parte integrante de nuestra sociedad y se encuentran bajo la influencia permanente de los fenómenos de representación y de moda de cara a las actividades físicas. Como todos los jóvenes, quieren tener acceso a unas actividades de ocio que hoy en día representan parte importante de nuestro estilo de vida moderno.

El ejercicio físico y deportivo forman parte cada vez más de nuestra vida y se integran, de la misma manera que el arte, en un intríngulis que contribuye directamente a la calidad de vida.

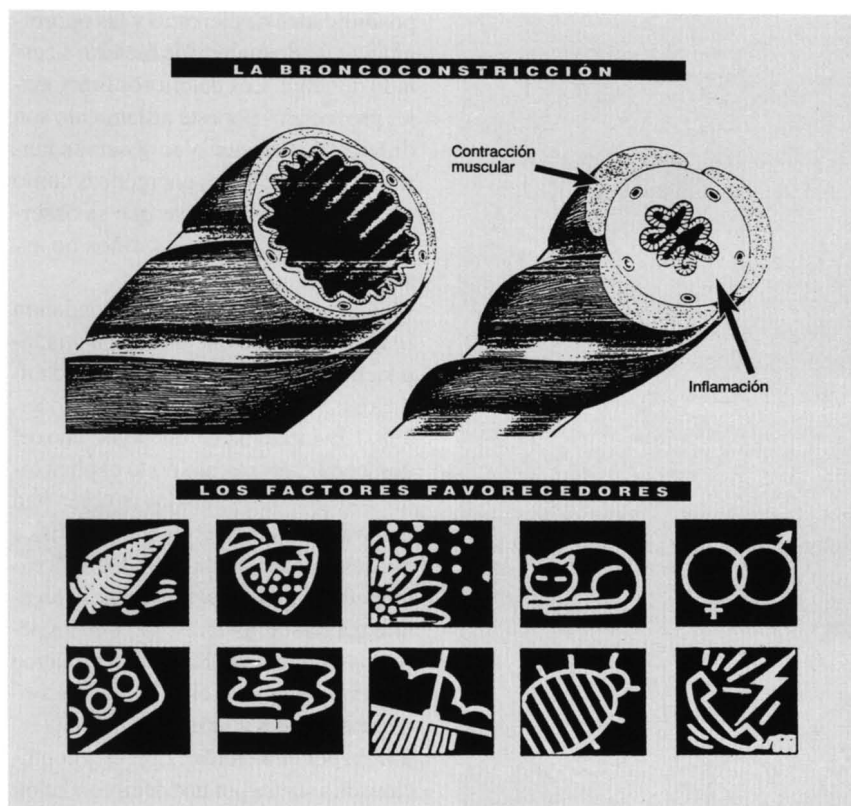


Figura 1

La deficiencia respiratoria, como otras deficiencias, comporta una limitación en la integración completa y armónica de los jóvenes asmáticos en la sociedad.

El juego

Las actividades físicas y deportivas son una parte de la vida del niño y representan muy pronto, por medio del juego, un elemento de integración social importante. Es en el patio o en el campo de deportes donde los niños se evalúan, aprenden a cooperar, tejen relaciones interindividuales y, en el buen sentido, gozan por medio del movimiento.

El juego en esta dimensión física enriquece al niño desde pequeño, en todos los ámbitos que forman su personalidad: afectivo, cognitivo, motor y social. El freno que representa una limitación respiratoria como el asma produce, según la gravedad, efectos perturbadores en el desarrollo global del niño.

El entorno inmediato del niño (familia, escuela, médico, etc.) generalmente detecta muy pronto las dificultades de un niño asmático. Según el medio sociocultural y los medios de que dispone la familia y el médico, las consecuencias de la enfermedad se pueden superar, es decir, compensar.

Las instituciones

Las soluciones que se aplican en el tratamiento de la enfermedad y a sus consecuencias funcionales son varias.

En determinados casos se interna a la persona afectada en un centro especializado. Esto permite mejorar el seguimiento terapéutico, a menudo descuidado, y aprovechar determinadas particularidades climáticas.

La modificación del modo de vida de los niños y el alejamiento de su medio familiar son, en periodos cortos o largos, herramientas que les ofrecen la posibilidad de cambiar la percepción de su enfermedad. Las actividades físicas

y deportivas consiguen aquí un éxito considerable, teniendo en cuenta la poca participación de estos jóvenes en el deporte antes de ingresar en estos centros. El asma inducida por el ejercicio, fenómeno muy poco frecuente que afecta entre el 60 y el 80% de los niños asmáticos, puede encontrar en estos centros un seguimiento especializado y un método adaptado de tratamiento. La rehabilitación para el esfuerzo es uno de los objetivos, actualmente admitido por todo el mundo, con el fin de mejorar la condición física general, para que disminuya el nivel de asma inducida por el ejercicio y, finalmente, para devolverles el gusto por la actividad física.

Este último punto tiene una importancia caudal en la preparación para el retorno del niño a su medio de origen.

3. Características generales de la población

El asmático es un minusválido de pleno derecho aunque sus deficiencias, incapacidades y desventajas no son evidentes a primera vista. Una actividad física adaptada tiene en este sentido un interés evidente por los beneficios que puede aportar. La referencia a la definición de actividad física adaptada y definida en el 7º Simposio Internacional APA, de Berlín, el 1989, se puede aplicar plenamente a la población de los asmáticos; esta es la siguiente: "movimientos, actividades físicas y deportes en que el acento se pone en los intereses y potenciales de los individuos con capacidades limitadas".

A partir de esta definición podemos decir que el juego y el movimiento, esenciales en nuestra vida y en la construcción del individuo, son una necesidad para muchos niños y adolescentes para ser felices y sentirse bien.

Estas consideraciones suponen, evidentemente, que el asmático puede hacer cambiar su salud por medio de la actividad física. Aunque el concepto de salud es amplio y a menudo ambiguo, se admite generalmente que el ejercicio aporta beneficios tanto en el ámbito fi-

Órgano o Función	Aumento	Disminución	Sin efecto
<i>Aparato locomotor</i>			
Solidez del hueso y los ligamentos	X		
Masa muscular	X		
Fuerza muscular	X		
ATP Creatina fosfato muscular	X		
Mioglobina	X		
Potasio muscular	X		
Densidad capilar del músculo	X		
<i>Circulación</i>			
Volumen cardíaco	X		
Peso del corazón	X		
Volumen sanguíneo, hemoglobina total	X		
Frecuencia cardíaca en reposo		X	
durante el ejercicio físico		X	
Volumen sistólico, en reposo	X		
en el ejercicio submaximal	X		
en el ejercicio maximal	X		
Diferencia a -VO ₂ en reposo,			
en el ejercicio maximal	X		
Consumo de oxígeno, en reposo			
a una potencia determinada		X	
en el ejercicio maximal	X		
Lactato sanguíneo, en reposo			X
a una potencia dada		X	

Cuadro 1

siológico como psicosocial. Estos se expresan en términos de mejora de la calidad de vida. Los niños y adolescentes presentan dos características que limitan su participación en las actividades físicas: el desacondicionamiento físico y el asma inducida por el ejercicio.

a) El desacondicionamiento físico.

El desacondicionamiento físico es un fenómeno que se observa a menudo en personas sedentarias. Astrand y Rodahl (*Précis de physiologie de l'exercice musculaire*) mostraron ya los efectos que provoca el sedentarismo en los grandes aparatos que constituyen el organismo humano. El *cuadro 1* resume los efectos del entreno en algunos órganos y algunas funciones e indica, por

lo tanto, los déficits que genera la inactividad.

El desacondicionamiento convierte en inválidos los jóvenes asmáticos y provoca a menudo el rechazo a participar en actividades deportivas a causa de experiencias negativas y a veces traumáticas. El fracaso constante en el seguimiento de prácticas deportivas comporta un aislamiento del niño que lo aleja del juego de sus compañeros. Para evitar nuevamente enfrentarse a dificultades no soportables en el aspecto social, el joven asmático se excluye de las actividades físicas y deportivas. Este alejamiento que se impone o que los demás le imponen sólo reforzará su sedentarismo. Se crea un círculo vicioso que va reduciendo cada vez más las

posibilidades de ejercicio y las oportunidades de practicar y de mejorar su estado de salud. Los deterioros funcionales provocados por este aislamiento son difíciles de corregir, y se observan tanto en las capacidades energéticas como en las destrezas técnicas que se observan normalmente en los niños no asmáticos.

Más concretamente, la débil condición física de los niños se atribuye a una hipoactividad tal como han mostrado numerosos estudios (Verma, 1976; Bender, 1987). Evidentemente, este fenómeno del desacondicionamiento no lo explica todo. Muchos otros trabajos también han demostrado que la débil condición física está relacionada con la gravedad de la enfermedad y más especialmente con el estado general del joven asmático en los períodos intercríticos. En el niño asmático el hecho de evitar el ejercicio físico condicionado por la aparición de un asma inducida por el ejercicio. Esta está condicionada a su vez por una débil condición física que provoca un gasto energético desproporcionado en la realización de un determinado esfuerzo. Finalmente esta condicionada por el nivel de obstrucción de los bronquios que se da en algunas crisis. Este punto todavía es objeto de estudio, especialmente por lo que respecta a la proporción de energía utilizada por los músculos respiratorios mientras realizan el esfuerzo. El objetivo principal de un trabajo de reentrenamiento del esfuerzo será pues la lucha contra la hipoactividad y sus consecuencias en el deterioro funcional.

Durante mucho tiempo el deporte se ha considerado un medio para solucionar las dificultades que aparecen durante el esfuerzo. Sin precisar las modalidades de práctica ni las cantidades propias de cada disciplina el desarrollo espectacular en el curso de los últimos veinte años de las actividades físicas deportivas (AFE) debía contribuir a mejorar el estado físico general. Sin ningún objetivo concreto, la evaluación al final del ciclo de entrenamiento era poco fiable.

Una exploración rápida de la biblio-

Autores	Gravedad del asma	n	Edad	Grupo control	Variables medidas	Conclusión
Vavra et al., 1969	todas las gravedades	32	14	SÍ	VO ₂ máx.	AF disminuida
Geubelle et al., 1971	todas las gravedades	11	7-14	NO	P170	AF disminuida
Cropp y Tanakawa, 1977	todas las gravedades	13	12	SÍ	VO ₂ máx.	AF disminuida
Friedman et al., 1979	/	8	13	SÍ	PMA	AF disminuida
Ludwick et al., 1986	grave	65	12	SÍ	VO ₂ máx.	AF disminuida
Strunck et al., 1986	/	76	9-17	SÍ	resistencia	AF disminuida
Clark y Cochrane, 1988	moderada	44	26	SÍ	VO ₂ máx. umbral anaeróbico pulso de O ₂	AF disminuida
Varray et al. 1989	moderada	11	12-14	SÍ	VO ₂ máx. umbral ventilatorio	AF disminuida
Bevegard et al., 1971	todas las gravedades	20	8-13	NO	VO ₂ máx.	AF normal
Bevegard et al., 1976	todas las gravedades	20	8-13	NO	VO ₂ máx. pulso de O ₂	AF normal
Ingemann-Hansen et al., 1980	/	5	28-35	NO	VO ₂ máx.	AF normal
Hedin et al., 1986	moderada grave	16	10-14	NO	PMA	AF normal

PMA = potencia maximal aeróbica, P₁₇₀ = potencia 170 de frecuencia cardíaca, AF = aptitud física

Cuadro 2

grafía sobre las adaptaciones cardiorespiratorias en el asmático nos ayuda a averiguar las especificidades de esta población.

El descenso del nivel de actividad tiene como consecuencia un deterioro funcional en una edad en que la ganancia en aptitud física es potencialmente el más importante.

Los estudios sobre las adaptaciones fisiológicas al ejercicio plantean un problema de interpretación. ¿Los datos registrados sólo son atribuibles al sedentarismo o también son consecuencia de una disfunción metabólica directamente relacionada con la enfermedad?

b) La aptitud física aeróbica.

Los trabajos en este sentido son contradictorios. El cuadro 2 (extraído de un artículo de A. Varray y C. Prefaut) (1993) ilustra este aspecto.

Algunos estudios describen una disminución de la VO₂ máx., de la capacidad de trabajo, de la resistencia; otros no. Estas diferencias en los resultados se pueden explicar por los siguientes efectos:

- Estos estudios se han realizado sobre un pequeño número de sujetos y no siempre sobre un grupo de control.
- Las referencias a los estados de madurez generalmente no se indican (retardo del crecimiento en los asmáticos).
- Los asmáticos son considerados como un grupo de estudio homogéneo, y no se tienen en cuenta las diferencias que pueden existir a nivel de la función respiratoria.

Así, estos estudios sugieren que la obstrucción preejercicio condiciona determinadas limitaciones.

Algunos autores (Bevegard, 1975; Heldlin, 1986) han puesto en evidencia fuertes variaciones al nivel de las adaptaciones cardiorespiratorias según la gravedad clínica del asma. Esta hipótesis clama en favor de una individualización de los contenidos de los entrenamientos para tener en cuenta esta variabilidad interindividual.

Es importante subrayar que estos estudios generalmente concluyen afirmando la limitación de la aptitud física aeróbica de los asmáticos (Gropp, 1977). Pero aun si los asmáticos tienen un crecimiento máximo aeróbico disminuido, los datos hemodinámicos no nos permiten creer en el efecto exclusivo de la falta de entrenamiento.

Algunos autores (Anderson, 1975) han sugerido que el nivel de obstrucción preejercicio puede influir en el rendimiento.

El conjunto de estas observaciones introduce por lo tanto la idea de una falta de igualdad importante entre los asmáticos y nos permite introducir la noción de entrenamiento individualizado.

c) El asma inducida por el ejercicio (AIE)

El AIE es una reacción frecuente, que invalida y agobia, que provoca una obstrucción bronquial temporal.

Se considera que el AIE se caracteriza por una caída del 15% o más del flujo máximo (FM) o del volumen expiratorio máximo por segundo (VEMS) una vez finalizado el ejercicio.

El determinante principal del AIE es la pérdida de calor a nivel de las vías aéreas. Esta pérdida de calor está relacionada con la evaporación y los intercambios por convección.

Esta caída de los flujos y de los volúmenes de ventilación interviene en la detención del esfuerzo. La intensidad y la duración del esfuerzo condicionan la gravedad del espasmo inducido. La hiperventilación es un factor reconocido importante en el desencadenamiento de un AIE a la vista de las pérdidas de calor y de agudeza de las vías aéreas. Estas

pérdidas están relacionadas directamente con el nivel de ventilación y con las condiciones del aire inspirado. Los factores que condicionan la aparición de un AIE son relativamente conocidas.

- **La ventilación:** la hiperventilación es un factor esencial de desencadenamiento. Durante el esfuerzo y en particular más allá del umbral de ventilación (o umbral anaeróbico), la evaporación se convierte en masiva y comporta una pérdida de calor.
- **El tipo de esfuerzo:** el nivel de intensidad del esfuerzo tipo representa los dos tercios de la capacidad de trabajo máxima, lo cual corresponde aproximadamente a una frecuencia cardíaca de 170-180 latidos por minuto. Una duración de 6 a 8 minutos a esta intensidad permite detectar un AIE. Más allá, la amplitud no aumenta más.
- **Las condiciones del aire expirado:** la polución del aire (SO_2) acentúa la respuesta del AIE. La exposición más o menos reciente de los pacientes al polen o a los ácaros provoca un aumento de la amplitud del AIE.
- **Las características físicas del aire inspirado:** la temperatura, la humedad y la calidad del aire inspirado vienen determinados por la evaporación del agua de la mucosa de los bronquios. Esta evaporación es el estímulo principal del AIE.

La respuesta del asmático al AIE evidentemente se acentúa en contacto con el aire frío y seco y se atenúa en una atmósfera saturada de vapor de agua. El esfuerzo producido en una piscina es, por ello, más favorable para la evicción del AIE que un esfuerzo realizado en una pista de patinaje, por ejemplo. El AIE es a menudo el síntoma más visible y que limita más el ejercicio en el niño. Condiciona la inquietud de los padres y representa el punto esencial del problema. Después de los trabajos de Anderson y otros (Haas, 1987) sabemos que la ventilación durante el ejercicio es un vector que provoca un aumento de la pérdida de agua y calor

(en las vías aéreas e intrapulmonares en el asmático). Después de estos resultados podemos decir que la lucha contra el AIE se puede orientar hacia una disminución de la ventilación para un esfuerzo determinado.

Gracias a los trabajos de Haas y otros (Varray, 1990) sabemos que a mejor condición física, más importante es la broncodilatación después del esfuerzo. Por ello, el AIE se atenúa por una dilatación inicial. Esto se obtiene también por un entrenamiento aeróbico. A raíz de estos estudios, la existencia del AIE es más bien un motivo para hacer ejercicio que no una contraindicación. Esta noción importante, aunque a menudo es admitida por los profesionales que se ocupan de niños asmáticos, no se conoce demasiado bien.

d) *Reentrenamiento al esfuerzo del asmático: bases fisiopatológicas.*

El asmático presenta de manera general una hiperventilación en la realización de un esfuerzo para una carga determinada, máxima o no. Esta característica provoca un aumento de la posibilidad que aparezca el asma después del ejercicio, lo cual nos empuja a trabajar en el sentido de una limitación de esta hiperventilación. Si el entrenamiento aeróbico contribuye a reducir la lactemia es de esperar un ahorro de ventilación en los jóvenes asmáticos como muestra un estudio reciente de Richard Casaburi y otros (1978) en los que se sufren bronconeumonía crónica obstructiva.

Este importante estudio concluye que un reentrenamiento al 80% de VO_2 máx. provoca una disminución de la demanda de ventilación.

Otro estudio de A. Varray y otros (Weymans, 1989) nos enseña que sobre una población de asmáticos un entrenamiento personalizado a un nivel alrededor del 80% de VO_2 máx. provoca una disminución de la ventilación para una carga determinada. El estudio concluye también que este entrenamiento de tipo "resistencia" es eficaz en términos de aptitud aeróbica.

El reentrenamiento, a la vista de los da-

tos que no ofrece la bibliografía es, pues, una lucha contra la hiperventilación constatada en el asmático por un esfuerzo determinado. La amplitud de la reacción bronquial es la misma de antes y después del entrenamiento pero la broncoconstricción disminuye en favor de una broncodilatación.

El entrenamiento aeróbico retrasa el umbral de aparición del AIE al realizar un esfuerzo incluso en casos de un alto nivel de ventilación, como nos muestra el estudio de Haas y otros (Varray, 1989).

Los niños y los adolescentes presentan un desacondicionamiento reversible.

Los datos más recientes de la bibliografía nos indican además que es aconsejable una individualización del entrenamiento en función de la gravedad del asma y de las capacidades físicas de los sujetos. Sabemos que un trabajo a nivel del umbral de ventilación permite los progresos más significativos en lo que se refiere a ahorro de ventilación y aumento del VO_2 máx. Actualmente, el protocolo del reentrenamiento se articula alrededor de este eje de trabajo.

e) *Las dificultades de los niños en el reentrenamiento.*

Los niños y los adolescentes conocen las dificultades que tiene trabajar la resistencia. El tiempo de ejercicio relativamente largo, la monotonía de la gestualidad (pedalear, caminar, etc.) asociada al ejercicio no suelen ser muy motivadores para los jóvenes. El entrenamiento aeróbico es por experiencia una tarea difícil de llevar a cabo en la medida que los soportes materiales (bicicleta, piscina) sólo en raras excepciones se prestan a una estandarización de las cargas de trabajo. La diversidad de las situaciones en que nos hemos encontrado durante la realización de los ejercicios físicos tiene para los jóvenes una dimensión atractiva en la práctica del deporte. Un trabajo continuo o fatigoso elimina la motivación de los niños y los adolescentes.

En este momento, los trabajos experimentales que revelan los factores ge-

CUADRO-RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS ADOLESCENTES QUE PARTICIPARON EN LOS DOS ENTRENAMIENTOS

GRUPO "BICICLETA"					VEMS al llegar al centro (%predicho)	VEMS al principio del programa (% predicho)
Edad	Sexo	Antigüedad del asma	Alergias	TIT de fondo		
18	M	1 mes	polen, gatos, pescado	theo; bric; vent; béc; zad;	66	80
20	M	2 años	ácaros, perros	zad; lom; bric; béc;	82	92
17	M	2 años	pescado, ácaros	vent; béc; zyrt	61	95
15	M	3 años	moho	bécon; béc; bric;	75	98
17	M	2 años	ácaros, gatos	béc; vent; bric	92	105
media 17,4					media = 75,2 D.T. = 11	media = 94 D.T. = 9
GRUPO "DEPORTE"						
15	F	2 años	ácaros		78	95
17	M	1 año	árbol medit., ácaros	vent; béc;	61	83
16	M	9 meses	ácaros, perros, polen	atro; zyrt; vent; béc;	62	86
14	M	8 meses	pescado, huevos, ácaros	zyrt; bronch; bécon; béc	78	92
16	M	6 años	polen, gatos, perros, ácaros	vent; béc; bric; atro;	91	95
14	M	6 años	tomate, huevos, ácaros	béc;	98	98
15	M	8 años	ácaros, avellanas	venti; zyrt; bric; téoph;	85	93
16	M	5 años	ácaros, moho	béc; vent	64	81
media 15,3					media = 77,1 D.T. = 13	media = 90,3 D.T. = 11
Abreviaturas: atro:atrovent, béc:bécotide, bécon:bécoase, bric:bricanyl, bronch:bronchodual, lom:lomudal, vent:ventoline, venti:ventide, zad:zaditen, zurt:zyrtec D.T.: desviación tipo						

Cuadro 3

nerales de eficacia sólo orientan la práctica de los métodos de entrenamiento de cara a una "medicalización" del ejercicio físico. El control de las cargas de trabajo, fácil de llevar a cabo con el cicloergómetro o sobre la cinta transportadora es más delicado sobre el "terreno". La aplicación de los datos científicos es pues problemática en una población de niños y adolescentes tanto si nos encontramos en un centro especializado o integrados en el medio escolar normal.

Hipótesis de trabajo

Nos parece pertinente explorar las alternativas a un reentrenamiento en sala apoyándonos en disciplinas deporti-

vas motivantes para los jóvenes. Los efectos de prácticas deportivas que presentan intensidades de trabajo diversas, ¿tienen algún interés en el tratamiento de la enfermedad? Este estudio intentará dar los elementos objetivos de apreciación de estos beneficios.

1. Los parámetros psicológicos

La finalidad de este estudio era comparar los efectos de dos programas de entrenamiento sobre la amplitud del AIE, la condición física aeróbica y la ventilación durante el esfuerzo en los adolescentes asmáticos.

La hipótesis era que una actividad deportiva de intensidad variable era capaz de mejorar la condición física de un joven asmático, de reducir la de-

manda de ventilación y de disminuir el broncoespasmo inducido por el ejercicio, de la misma manera que un entrenamiento en cicloergómetro a intensidad constante al nivel del umbral de ventilación.

2. La motivación

En segundo lugar, el estudio pretendía comparar la aceptación de estas dos maneras de entrenamiento

Sujetos y método

1. Sujetos

a) Volumen de la muestra

En este estudio se ha analizado un grupo de dieciséis jóvenes. Después de darles una explicación sobre los objetivos

de este estudio, la repartición de los jóvenes se llevó a cabo al azar: ocho adolescentes compusieron el grupo "deporte" y los otros ocho formaron el grupo "pedaleo".

Este último grupo no conservó su efecto en todo el periodo de estudio. Hubo cuatro abandonos, ya sea en el momento de pasar los tests o durante el periodo de entrenamiento de este grupo.

De hecho, para este grupo "pedaleo" realmente se han tenido en cuenta cinco sujetos en el test de detección del AIE y cuatro en el test de exploración maximal. Todos los niños del grupo "deporte" han acabado el programa.

b) Características de la población (ver cuadro 3)

Los dos grupos han presentado una similitud en términos de gravedad del asma, de la obstrucción bronquial de base y de edad. La composición de los grupos se ha realizado al azar; los procedimientos de entrenamiento y el principio del azar han sido aceptados por todos antes de llevarlos a cabo.

Los adolescentes que pasaron el test se encontraban en altitud desde el mes de setiembre. Todos manifestaban un asma del tipo III/IV y seguían un tratamiento de fondo cotidiano que no tuvo que ser modificado durante las seis semanas de entrenamiento.

2. Métodos

a) Reentrenamiento grupo 1, "bicicleta"

Este grupo se redujo desgraciadamente a un efectivo de 5 para el test de provocación y a 4 para el test de exploración del esfuerzo máximo.

Los adolescentes de este grupo efectuaron durante 5 semanas 3 sesiones de pedaleo semanales. Estas sesiones se realizaron sobre el cicloergómetro Monark 318. Se efectuó un registro de la frecuencia cardíaca de manera sistemática.

Una sesión duró 30 minutos la primera semana, 35 minutos la segunda y 40 las tres últimas. El tiempo se distribuyó de la siguiente manera: 5 minutos de calentamiento, 30 minutos mínimo

a la frecuencia cardíaca correspondiente al umbral ventilador del sujeto determinado según el test de partida y 5 minutos de pedaleo en "rueda libre" al final de la sesión.

El conjunto del entrenamiento representa pues 15 sesiones de 30 a 40 minutos cada una, en el umbral ventilador de manera continua. Esto es un entrenamiento aeróbico.

La carga de trabajo semanal representa pues 1 h 30 m a 2 horas de ejercicio efectivo.

En la bicicleta:

Se llevó a cabo un control de la frecuencia cardíaca con un medidor de cardiofrecuencias del tipo Baumann /BHL 5000. Este aparato portátil, que consta de un electrodo que se coloca en el pecho del sujeto, se une a un aparato registrador atado a la ropa del adolescente. Un indicador digital permanente de la frecuencia cardíaca permite al paciente y al terapeuta controlar la intensidad del esfuerzo del grupo de trabajo sin pararse en el umbral ventilador.

b) Reentrenamiento grupo 2 "deporte"

Durante 5 semanas estos jóvenes asmáticos siguieron 3 sesiones semanales de práctica deportiva. Cada semana se realizó una sesión de natación, una de esquí alpino y una de squash. De la misma manera que para el grupo "pedaleo", se efectuó un registro de la frecuencia cardíaca al menos en dos sujetos por sesión.

La intensidad del trabajo fue, por las características inherentes a las disciplinas deportivas abordadas, difícil de estandarizar y de marcar a priori en el tiempo de producción del esfuerzo.

Una sesión tipo es un esfuerzo intermitente con periodos submaximales y periodos maximales.

Las crestas de intensidad máxima aparecen pues sucediendo o precediendo momentos de "reposo".

Estas actividades por intervalos son la traducción de un esfuerzo en situación real de práctica deportiva.

Squash, esquí alpino y natación han sido practicados bajo una forma casi libre,

excepto la natación en que las sesiones de 3 minutos de nado fueron impuestas voluntariamente, seguidas de 3 minutos de reposo.

En lo que se refiere al squash, no se dio ninguna parada o orientación de juego. En el esquí alpino sólo hubo una consigna: no parar durante el descenso y sólo descansar al final de una pista, en los telesillas o al principio. El tiempo del esfuerzo equivalió de esta forma a 3 minutos sobre el dominio relativamente pequeño de Font-romeu.

En resumen, el tiempo de "trabajo" en este grupo equivalió a 4 horas de deporte a la semana que representan 2 horas de ejercicio efectivo (c.a.d. en situación de esfuerzo) semanales.

3. Medidas

a) Método de exploración con esfuerzo maximal

Respecto a las pruebas de ejercicios maximales, después de tres minutos de respiración tranquila, y de tres minutos de calentamiento sin carga, la carga de trabajo aumentó de 20 watts cada dos minutos. Durante la prueba de esfuerzo se aumentó: el consumo máximo de oxígeno síntoma ($\text{VO}_2 \text{sl}$) así como el umbral ventilador.

Todas las pruebas de esfuerzo se llevaron a cabo con el ergociclo electromagnético (Godart). Los sujetos respiraban a través de una válvula de poca resistencia (espacio muerto de 90 ml) y tubos de diámetro ancho (3,5 cm). Los flujos se midieron con un neumógrafo tipo Fleish núm. 3 colocado encima del circuito inspirador para evitar los problemas que comporta el vapor de agua y por un captador de presión Validyne MP 45 proveído de una membrana $\pm 2 \text{ cm H}_2\text{O}$. Los volúmenes se obtuvieron por integración de los flujos. Un analizador de oxígeno (Cosma Rubis 3000) y un analizador de CO_2 de la misma marca, calibrados en una botella de gas antes de cada prueba, permitieron medir la fracción expirada de oxígeno (FEO_2) y de gas carbónico (FECO_2) después de recoger el gas expirado en una cámara de mezcla.

A partir de los flujos de la FEO_2 y de la FECO_2 , un sistema automatizado permitía obtener sobre la base de diez ciclos respiratorios: el volumen normal BTPS (V_t), la ventilación por minuto BTPS (V_e), el consumo de oxígeno STPD (VO_2), la producción de gas carbónico STPD (VCO_2), el cociente respiratorio (R), la frecuencia respiratoria (f).

Se consideró que se llegaba a la VO_2 máx. cuando el sujeto presentaba los parámetros utilizados normalmente para validar una prueba de esfuerzo maximal en un sujeto sano.

El seguimiento electrocardiográfico se aseguró durante todo el test de esfuerzo (Scope Spacelab model 90621). Los electrodos se colocaron en derivación CM5.

b) Prueba de detección del AIE

- *Sobre el terreno*: un control de la frecuencia cardíaca asegurado por cardifrecuencias el metro de tipo BAUMAN (BHL 5000).
- *Protocolo*: antes de cada prueba se realizó una espirografía. Antes de cada prueba se midieron los umbrales de la capacidad y el volumen con la ayuda de un espirómetro portátil Datalink. Este aparato ha permitido asegurar la capacidad vital forzada (CVH), el volumen expiratorio máximo por segundo (VEMS), el flujo expiratorio máximo y los umbrales medios.

Se recogieron las medidas justo antes del esfuerzo y también al cabo de un minuto, de cinco minutos y de diez minutos de haberse detenido la prueba. La caída del VEMS se midió por el índice: (VEMS anterior-VEMS mínimo posterior)/VEMS anterior.

- *La prueba*: se pidió a los adolescentes que llevaran a cabo, después de un ligero calentamiento, una carrera durante seis minutos. La única consigna fue que recorrieran la distancia más grande posible durante el tiempo indicado. El ritmo fue muy constante y representó en frecuencia car-

díaca al menos el 80% de la frecuencia cardíaca máxima.

Las condiciones meteorológicas se registraron en el momento de pasar cada test.

Se midieron la temperatura, la presión atmosférica y la humedad con el fin de conocer las diferencias en relación con la segunda prueba, que debía realizarse seis semanas después.

La décima prueba se hizo a partir de la distancia recorrida en la primera. Fue necesario limitar el ritmo de la carrera en todos los casos para conseguir al final de la carrera la misma distancia que la primera medida. La estandarización de la variable distancia permite medir la desviación de la intensidad del AIE entre las dos medidas.

c) La encuesta de motivación

Después de los entrenamientos realizados con los grupos, se distribuyó un cuestionario entre los adolescentes. Este cuestionario debía revelar el interés o el desinterés de los jóvenes asmáticos relativo a los entrenamientos en que habían participado. Se formulaban seis preguntas a todos los participantes después de haber pasado los últimos tests de control.

4. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados conjuntamente por tests paramétricos (tests "t" de student sobre datos aparejados y no aparejados) y por tests no paramétricos (tests de Wilcoxon para los datos aparejados y tests U de Mann-Whitney para los datos no aparejados).

Aunque los resultados fueron idénticos en ambos métodos, se tuvieron en cuenta los datos aportados por los tests paramétricos. La comparación de los efectos de cada programa se hizo para un análisis de variaciones sobre los datos aparejados, con el programa como variable. El análisis del ahorro de ventilación se hizo para una comparación de rectas de regresión por análisis de covariaciones.

Resultados

1. Estimación de la intensidad del esfuerzo en el entrenamiento para la frecuencia cardíaca

a) Grupo "bicicleta"

Los valores de la frecuencia cardíaca de los diferentes sujetos entrenados en este grupo se determinaron a partir de la exploración funcional máxima del esfuerzo realizado al principio del entrenamiento. La situación del umbral de ventilación se efectuó por el método llamado Beaver y la frecuencia cardíaca correspondiente a este nivel se utilizó como nivel de intensidad para los entrenamientos con cicloergómetro. Las frecuencias cardíacas de entrenamiento fueron de 155, 178, 150, 168, 160 latidos por minuto en cada sujeto.

b) Grupo "deporte"

Dentro de este grupo la frecuencia cardíaca cambia de una disciplina a otra y dentro de una misma sesión específica. Una muestra de registros cardíacos de 10 sesiones por deporte nos mues-

%Tiempo pasado durante una sesión	ESQUÍ ALPINO	NATACIÓN	SQUASH
F.C. base (<120 puls/min)	20%	15%	40%
F.C. media (<120<x<160 puls/min)	60%	70%	20%
F.C. alta (>160 puls/min)	20%	15%	40%

Cuadro 4

VEMS	VO ₂ máx.	W.máx.	Pulso d'O ₂	VO ₂ umbral	edad	VEMS	VEMS
antes	antes	antes	antes	antes		a la entrada	al principio del programa
p=0,83	p=0,38	p=0,68	p=0,57	p=0,62	p=0,026	p=0,80	p=0,41

Cuadro 5

tra que la distribución sobre una escala básica, media y de alta frecuencia cardíaca se efectúa como se ilustra en el *cuadro 4*.

2. Comparación de las características funcionales de base de los dos grupos

Con la ayuda de un test "t de student"

sobre datos no aparejados, parece que las diferencias entre los valores de base funcionales de los dos grupos no son significativas. Sólo lo es la desviación para la variable "edad" (p=0,026). Los dos grupos pues, son comparables tanto con los datos espirográficos como con la adaptación cardiorespiratoria al

ejercicio antes de los programas de entrenamiento.

3. Efectos del programa de entrenamiento en el asma inducida por el ejercicio

a) *Efectos del programa de entrenamiento en cada grupo (datos aparejados)*

(ver *cuadro 6* y *figuras 2 y 3*)

No se obtuvo ninguna diferencia significativa para el grupo "bicicleta" en lo que se refiere a la amplitud del AIE o al ahorro de frecuencia cardíaca. El ahorro cardíaco es de 13,8 puls/mn y la caída de la amplitud del AIE del 12,1% (en relación con el valor inicial).

Para el grupo "deporte" las diferencias son significativas para la frecuencia

CUADRO-RESUMEN DE LOS RESULTADOS "TEST 6 Min"									
GRUPO "BICICLETA"		ANTES	ANTES		DESPUÉS	DESPUÉS			
	Distancia	Frec. card.	Caída VEMS	Distancia	Frec. card.	Caída VEMS			
1	980	190	35	1020	163	7			
2	1210	186	37	1165	180	17			
3	880	197	8	950	167	5			
4	1100	180	50	1140	181	27			
5	1258	192	54	1250	185	31			
Media (D.T.)	1058,6 (140)	189 (5,7)	36,8 (16,1)	1105 (106,8)	175 (8,5)	17,4 (10,3)			
GRUPO "DEPORTE"							MEDIA DIF.	D.T.	p
1	1090	193	36	1100	190	0	GRUPO "BICICLETA"		
2	1163	180	45	1100	184	40	Caída VEMS	-12,1	5,6 0,18
3	995	198	24	975	186	13	Frec. card.	-13,8	12,3 0,089
4	1000	209	45	1010	203	20			
5	1100	200	37	1075	185	48	GRUPO "DEPORTE"		
6	930	198	15	910	185	21	Caída VEMS	-11,9	15,4 0,08
7	1000	183	43	960	185	15	Frec. card.	-6	6,5 0,045
8	1140	202	16	1110	197	8			
Media (D.T.)	1052,2 (76,9)	195,3 (9)	32,6 (11,7)	1030 (71,5)	189,3 (6,5)	20,6 (14,9)			
Resultados del test de detección del asma inducida por el ejercicio en el grupo "bicicleta" y el grupo "deporte" antes y después del programa de entrenamiento.									
Distancia: distancia recorrida expresada en metros									
Frec. card.: frecuencia cardíaca expresada en golpes/minutos									
Caída VEMS: caída de VEMS en % del valor inicial									
MEDIA DIF.: media de las diferencias de los valores individuales después - antes por la caída del VEMS y la frecuencia cardíaca.									
El valor de "p" corresponde a un test "t" de Student en valores aparejados.									

Cuadro 6

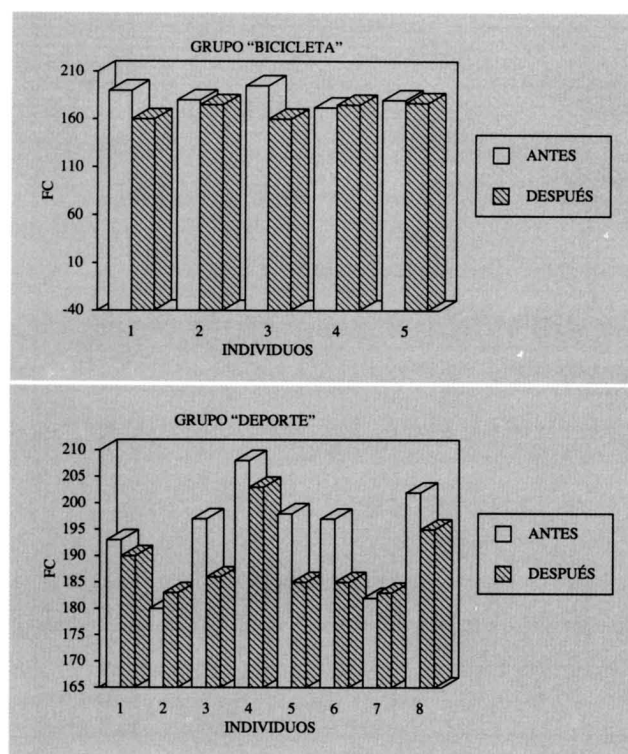


Figura 2. Frecuencia cardíaca máxima en golpes por minuto después de una carrera de 6 minutos, antes y después del entrenamiento

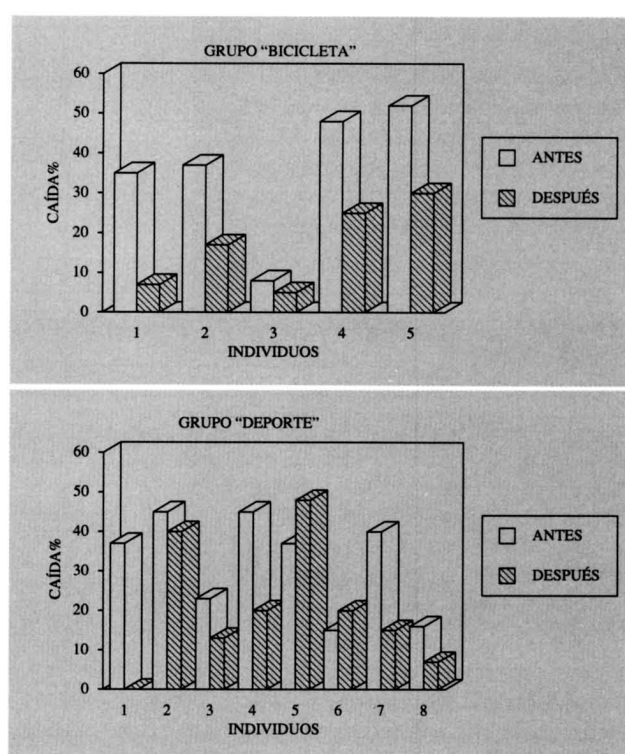


Figura 3. Caída del VEMS en % del valor inicial después de una carrera de 6 minutos, antes y después del entrenamiento

cardíaca y tienden hacia una diferencia significativa para la intensidad del AIE. Las desviaciones registradas para este grupo son de 11,9% para el AIE y 6 puls/mn para el ahorro cardíaco.

En cambio, si tenemos en cuenta el efecto global del entrenamiento sobre los datos agrupados de los dos grupos, encontramos un resultado estadísticamente significativo ($p=0,031$) para la disminución del AIE. El entrenamiento sin determinar la clase permite, a la vista del análisis de variaciones sobre datos aparejados, provocar la aparición de un progreso.

b) Efectos de los programas de entrenamiento entre los grupos

La comparación del efecto de dos programas no permite determinar qué entrenamiento es mejor que otro para reducir el AIE. No se han descubierto diferencias en la intensidad de este efecto entre los entrenamientos por el método del análisis de la variación.

De todas formas, el análisis de cada grupo nos indica que el ahorro cardíaco y la disminución del AIE son más marcados para el grupo "bicicleta" que para el grupo "deporte". El beneficio para estos dos parámetros es más importante para el grupo "bicicleta", aunque también es menos significativo. Es en el ahorro cardíaco que el grupo "bicicleta" registra el beneficio más marcado en relación al grupo "deporte". Efectivamente, da un beneficio de 7,8 puls/mn en relación al grupo "deporte".

El comparativo de las diferencias registradas en cuanto al AIE es difícil de llevar a cabo, ya que las ganancias son idénticas (12,1% ante 11,9).

4. Efectos del programa de entrenamiento sobre la aptitud física al esfuerzo (ver cuadro 7 y figuras 4 y 5)

En la prueba de exploración maximal se han indicado cuatro variables en cada grupo: los resultados del trabajo máximo a lo largo de la prueba referentes

al consumo máximo de oxígeno, del pulso de O_2 y del consumo de oxígeno en el umbral de ventilación. Sin embargo, hay que remarcar una fuerte desviación tipo en el trabajo máximo del grupo "deporte", diferencia marcada por la mejora de un sujeto especialmente desentrenado. Los demás medios por grupo son comparables, lo cual confirma la validez del azar al componer los grupos al principio del protocolo.

Finalmente, hay que remarcar el poco consumo máximo de oxígeno en estos adolescentes asmáticos, en relación a los jóvenes de su edad no asmáticos.

a) Efectos del entrenamiento en cada grupo

El grupo "bicicleta" registra en el crecimiento máximo desarrollado un beneficio de 30 W y de 8,6 ml de consumo máximo de oxígeno. Estas diferencias son significativas ($p<0,05$ sobre un test de student).

Para el grupo "deporte" el beneficio en

CUADRO-RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE EXPLORACIÓN MAXIMAL											
GRUPO BICICLETA		ANTES				DESPUÉS					
	W.Máx.	VO ₂ Máx.	Pulso O ₂	VO ₂ Umbral	W.Máx.	VO ₂ Máx.	Pulso O ₂	VO ₂ Umbral			
1	150	49,6	0,26	37	180	59,5	0,31	43			
2	140	29,8	0,19	26	195	44,1	0,24	38			
3	190	51,9	0,28	38	200	53,5	0,31	36			
4	190	51,9	0,28	32	215	60,3	0,34	37			
Media (D.T.)	167,5 (22,7)	45,8 (9,2)	0,25 (0,03)	33,2 (4,7)	197,5 (12,5)	54,3 (6,4)	0,3 (0,03)	38,5 (2,6)			
GRUPO "DEPORTE"									MEDIA DIF.	D.T.	p
									GRUPO "BICICLETA"		
1	180	49,9	0,28	36	215	53,5	0,29	39	W.Máx.	30	16,2 0,05
2	170	54,2	0,29	35	170	53,2	0,27	37	VO ₂ Máx.	8,6	4,5 0,05
3	140	42,8	0,22	25	145	47,5	0,25	35	Pulso O ₂	0,047	0,01 0,01
4	200	43,2	0,21	33	220	46,1	0,23	31	VO ₂ Umbral	5,25	4,9 0,16
5	130	58,6	0,31	50	140	63,5	0,34	48			
6	100	47,7	0,28	35	145	58,2	0,31	33	GRUPO "DEPORTE"		
7	140	54,9	0,3	36	155	54,8	0,3	35	W.Máx.	21,2	15,7 0,01
8	200	48,2	0,25	32	240	78,7	0,4	38	VO ₂ Máx.	7	9,4 0,09
Media (D.T.)	157,5 (33,4)	49,9 (5,2)	0,26 (0,03)	35,2 (6,5)	178,7 (37,2)	56,9 (9,7)	0,29 (0,05)	37 (4,8)	Pulso O ₂	0,03	0,04 0,1
									VO ₂ Umbral	1,75	4,1 0,3
Resultado del test de exploración funcional maximal en el grupo "bicicleta" y el grupo "deporte" antes y después del programa de entrenamiento.											
W.Máx.:		Trabajo máximo expresado en Watts.									
VO ₂ Máx.:		Consumo máximo de oxígeno expresado en Watts.									
Pulso O ₂ :		Cantidad de oxígeno vehiculado por latido cardíaco expresado en ml/k/puls.									
VO ₂ Umbral:		Consumo de oxígeno a nivel del umbral ventilatorio.									
MEDIA DIF.:		Media de las diferencias de los valores individuales antes y después.									
		El valor "p" corresponde a un test "t" de Student sobre valores apareados.									

Cuadro 7

crecimiento es de 21,2 W y de 7 ml de consumo máximo de oxígeno, pero las diferencias no son estadísticamente significativas para la VO₂ máx. en el mismo test estadístico.

b) Efecto global de los entrenamientos dados los datos agrupados

Los efectos de los entrenamientos en el trabajo máximo producido son muy significativos ($p=0,0007$). Los beneficios en VO₂ máx. también son importantes ($p=0,0155$).

Las mejoras del pulso de O₂ registran un valor de p significativo ($p=0,011$) mientras que la diferencia de VO₂ en el umbral no reviste en este caso un carácter significativo.

El entrenamiento es, pues, eficaz de manera global sobre la VO₂ máx. sobre el pulso de O₂ y en el trabajo máximo.

c) Comparación del efecto del entrenamiento entre los grupos (figuras 8, 9, 10, 11)

Para cada parámetro analizado no ha habido ninguna ventaja de un entrenamiento en relación a otro. No se han apreciado diferencias en la intensidad de los efectos de cada entrenamiento ($p>0,05$).

La comparación entre los dos grupos revela una ventaja para el grupo "bicicleta" tanto para el crecimiento máximo desarrollado como para el beneficio en consumo máximo de oxígeno.

El beneficio en crecimiento máximo es significativo para los dos grupos ($p<0,05$). El grupo que ha realizado el entrenamiento aeróbico presenta un beneficio superior en el grupo "deporte" con un beneficio de 30 W, en lugar de 21,2 para el segundo grupo, aunque la diferencia no sea estadísticamente significativa.

5. Estudios de ventilación (cuadro 8, figura 6)

a) Método

Con el fin de averiguar si se había obtenido un ahorro de ventilación gracias al entrenamiento, se hizo una comparación de la ventilación en los diferentes niveles de consumo de oxígeno. Por eso,

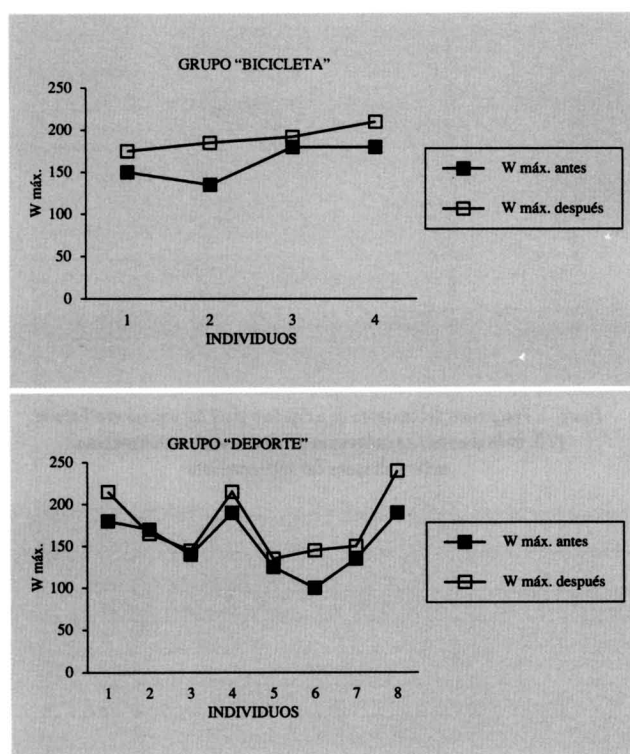


Figura 4. Trabajo máximo (W máx.) en watts alcanzado en la carrera de la prueba maximal con cicloergómetro antes y después del entrenamiento

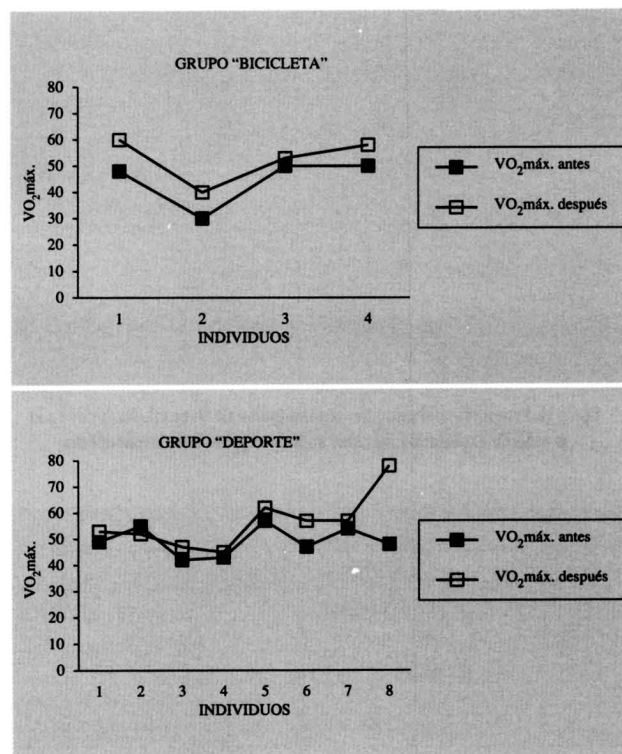


Figura 5. Consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) en ml/min alcanzado en la prueba maximal con cicloergómetro antes y después del entrenamiento

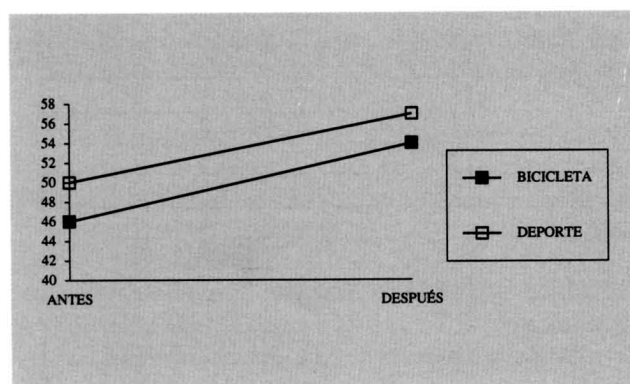


Figura 8. Progresión del consumo máximo de oxígeno en la prueba de exploración maximal antes y después del entrenamiento

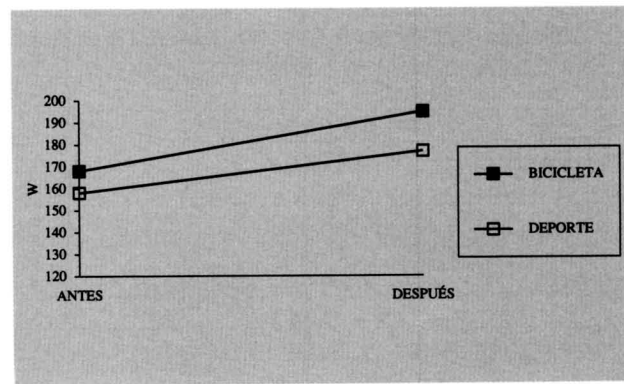


Figura 9. Progresión de la capacidad máxima (en watts) a lo largo del test de exploración maximal antes y después del entrenamiento

construimos para cada sujeto una recta de regresión que relacionaba la ventilación y el consumo de oxígeno en cada grado del ejercicio maximal efectuado antes y después del entrenamiento. Se han determinado los siguientes valores del consumo de oxígeno: 20, 40, 60, 80, 100% del consumo máximo de oxígeno inicial. Estos valores nos han servi-

do para determinar la ventilación inducida a lo largo del primer y el décimo test a nivel del mismo consumo de oxígeno, lo cual permite comparar la diferencia de ventilación a nivel de consumo de oxígeno comparable.

Ejemplo para un sujeto: a partir de los valores de VO₂, VE, de cada test, se ha calculado una regresión.

Recta del primer test: $VE = 1,69 VO_2 + 1,23$.

Recta del décimo test: $VE = 2,38 VO_2 - 3,71$.

Por nivel de consumo de oxígeno inicial ver *cuadro 9*.

Se obtiene pues la diferencia ($VE_{1r \text{ test}} - VE_{2^\circ \text{ test}}$) por el mismo nivel de VO₂.

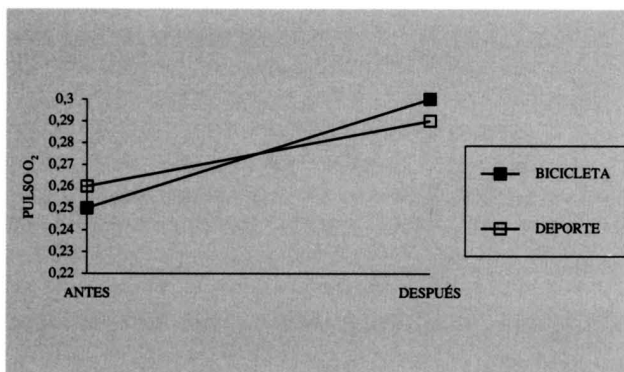


Figura 10. Progresión del pulso de oxígeno (pulso de O₂ en ml/kg/puls) en la prueba de exploración maximal antes y después del entrenamiento

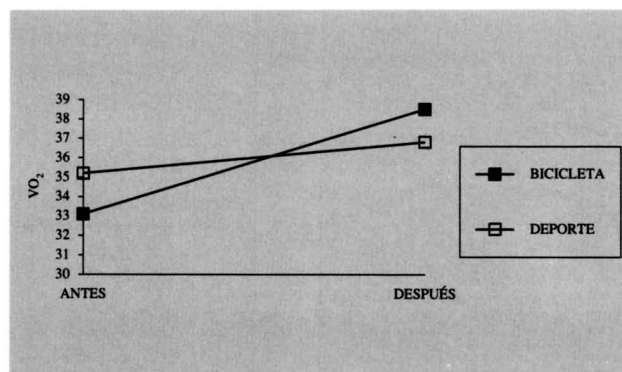


Figura 11. Progresión del consumo de oxígeno a nivel del umbral ventilatorio (VO₂ umbral en ml/kg/min) en la prueba de exploración maximal antes y después del entrenamiento

ESTUDIO DE LA VENTILACIÓN POR INDIVIDUOS								
GRUPO "BICICLETA"								
%VO ₂	VE1	VE2	VE3	VE4				
20	-0,5	-1,5	-0,8	1,02				
40	-1,5	-0,3	-1,5	-0,5				
60	-3,4	-2,8	-5,3	-2,5				
80	-8,1	-3,7	-8,5	-6,4				
100	-15,8	-5,5	-13,8	-10,7				
MEDIA DIF. (DESPUÉS-ANTES)								
% VO ₂	MED.	G.T.						
20	-0,445	0,9	Recta de regresión		Y=0,138X+3,712			
40	-0,95	0,5						
60	-3,5	1,08						
80	-6,675	1,8						
100	-11,45	3,8						
GRUPO "DEPORTE"								
%VO ₂	VE1	VE2	VE3	VE4	VE5	VE6	VE7	VE8
20	1,2	2,4	-0,1	1,5	-2,1	-0,2	-0,6	-2,9
40	-0,1	5,16	1,2	2,3	-7,3	-4,1	-3,8	-5,4
60	-1,6	7,86	6,5	8,1	-8,1	-8,2	-5,2	-8,2
80	-6,1	10,5	7,1	10,1	-8,5	-11,3	-7,6	-11,8
100	-8,1	13,9	8,5	13,2	-10,1	-12,4	-9,8	-13,3
MEDIA DIF. (DESPUÉS-ANTES)								
%VO ₂	MED.	G.T.						
20	-0,1	1,6	Recta de regresión		Y=0,025X+0,075			
40	-1,5	4						
60	-1,11	6,9						
80	-2,22	9						
100	-5,56	9,91						
Resultados del test de exploración funcional maximal en términos de ahorro ventilatorio para el grupo "bicicleta" y el grupo "deporte"								
VE1, VE2....: Diferencia después-antes entrenamiento de la ventilación expresada en l/min.								
% VO ₂ : Niveles de porcentaje del consumo máximo de oxígeno inicial								
MED. DIF.: Media de las diferencias de los valores individuales								

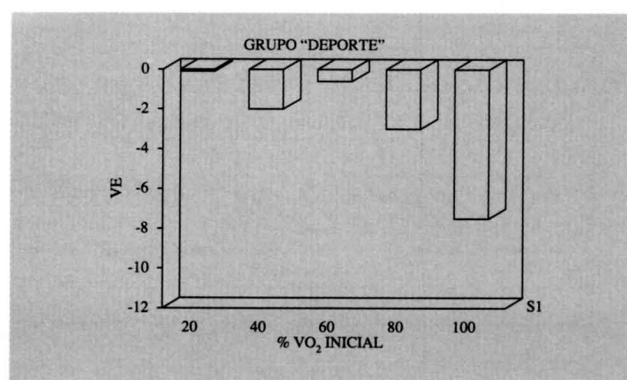
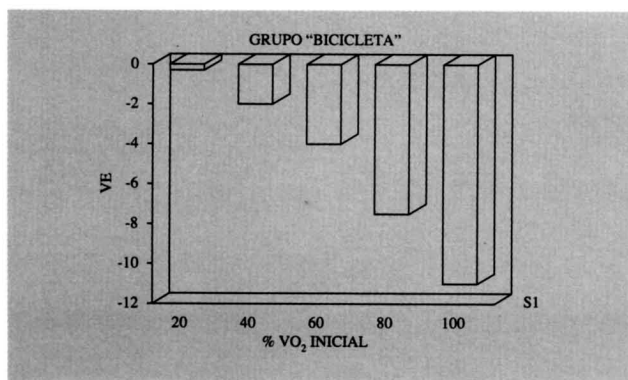


Figura 6. Ahorro de ventilación obtenido en la prueba maximal con cicloergómetro a 20, 40, 60, 80 y 100% de la VO_2 máx. inicial

%	VO_2 1er test	VE 1er test	VO_2 1er test	VE 2º test
20%	5,8	11,03	5,8	10
40%	11,6	20,8	11,6	23,8
60%	17,4	30,6	17,4	37,7
80%	23,2	40,4	23,2	51,5
100%	29,8	51,6	29,8	67,2

Cuadro 9

Los beneficios en ventilación en los dos grupos se han comparado por el análisis de covariación.

b) Los resultados

Efecto del entrenamiento en cada grupo:

En el grupo "bicicleta" se ha registrado un ahorro de ventilación en todos los sujetos. La media para el grupo a cada nivel de VO_2 indica una demanda de ventilación menor para una misma carga de trabajo. La pendiente de la recta de regresión correspondiente a los ahorros de este grupo confirma el beneficio en ventilación en todos los porcentajes de VO_2 iniciales por un coeficiente de regresión de 0,138.

Para el grupo "deporte" el ahorro de ventilación es menos claro y presenta un coeficiente de regresión casi nulo. Dos sujetos en este grupo han aumentado la demanda de ventilación después del entrenamiento, lo cual perturba los

resultados globales aunque este grupo haya sido más numeroso.

Comparación entre los grupos:

Las rectas de regresión relativas a cada grupo muestran una diferencia de pendiente en el ahorro de ventilación constatado para cada entrenamiento.

- Coeficiente de regresión para el grupo "deporte": 0,025.
- Coeficiente de regresión para el grupo "bicicleta": 0,138.

Los beneficios en ventilación progresan más rápidamente para el grupo "bicicleta" a cada nivel de consumo de oxígeno. Hay una diferencia estadística significativa entre los grupos, aunque el ahorro de ventilación es superior en el grupo "bicicleta".

6. Resultados de la encuesta

a) A la vista de las respuestas que han

dado los niños a las 6 preguntas que se les han puesto, parece que para el grupo "deporte" el compromiso trabajo-placer es el más apreciado. Para el grupo "bicicleta" la noción de "trabajo serio" es el que más se ha puesto de relieve.

- b) La pregunta núm. 2 revela para el grupo "bicicleta" que las preferencias se dirigen hacia la "naturaleza". A esta pregunta el grupo "deporte" reparte globalmente las respuestas.
- c) A la pregunta núm. 3 los deportes que tienen menos éxito son los que no presentan variedad en las acciones y los que requieren más voluntad y esfuerzo para progresar; esto para los dos grupos.
- d) Los entrenamientos propuestos han sido divertidos para el grupo "deporte" (7 respuestas contra 1) y para el grupo "bicicleta" han sido pesados (5 respuestas contra 0). Las respuestas de este último grupo demuestran el lado pesado y molesto de las sesiones de pedaleo.
- e) Las ganas de volver a realizar un entrenamiento deportivo se manifiestan para el grupo "deporte"; en el grupo "bicicleta" sólo un participante declara su voluntad de volver a emprender el mismo entrenamiento.
- f) Finalmente, es en las sesiones de carácter deportivo cuando el ambiente y el marco han sido lo más valo-

CUADRO-RESUMEN DE LAS RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

Las cifras corresponden al número de respuestas elegidas en cada grupo

Preguntas	GRUPO "BICICLETA"		GRUPO "DEPORTE»	
Nº1	a)	2	a)	0
	b)	0	b)	2
	c)	6	c)	3
	d)	0	d)	0
Nº2	a)	2	a)	0
	b)	0	b)	0
	c)	3	c)	4
	d)	3	d)	1
Nº 3	a)	3	a)	2
	b)	2	b)	3
	c)	1	c)	0
	d)	2	d)	0
Nº4	a)	1	a)	5
	b)	7	b)	0
Nº5	a)	8	a)	1
	b)	0	b)	4
Nº6	a)	8	a)	3
	b)	0	b)	2

Cuadro 10

rado. El grupo "bicicleta" divide sus respuestas entre el sí y el no (ver cuadro 10).

Discusión

1. Los límites de estudio

Hay que señalar que en este estudio ha habido dos dificultades que han marcado los límites de la interpretación de los resultados.

Los dos grupos tienen efectivos reducidos, sobre todo el grupo "bicicleta",

lo cual dificulta la discusión sobre los resultados.

Ha aparecido un problema de estandarización de la prueba de detección del AIE. La carrera tuvo lugar en el exterior y las condiciones atmosféricas (humedad, temperatura, presión atmosférica) relativamente aleatorias de un test a otro hacen que la interpretación sea delicada.

Además, la intensidad del esfuerzo producido en el segundo test de detección del AIE ha sido difícil de controlar ya que se pedía respetar la distancia reco-

rrida en el primer test, lo cual imponía un ritmo de carrera difícil de mantener.

2. Los resultados

Los resultados obtenidos concuerdan de manera global con los datos de la literatura en nuestro dominio (Varray, 1990; Haas, 1987; Varray, 1990; Prefaut, 1991). De este trabajo se pueden extraer cinco conclusiones:

- El entrenamiento es globalmente eficaz en los dos grupos.
- El efecto es claro en la capacidad car-

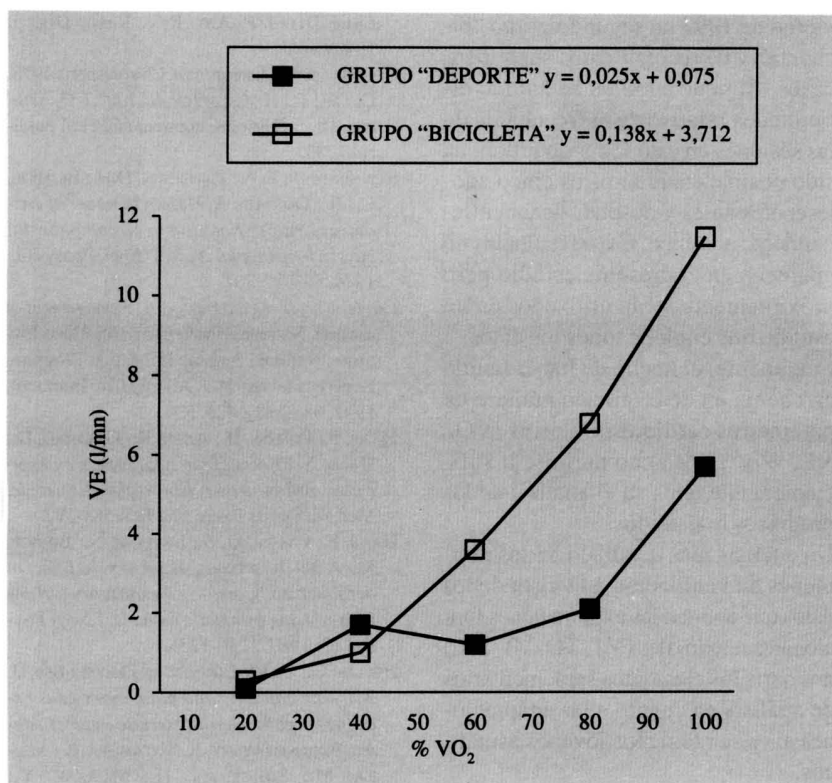


Figura 7. Ahorro de ventilación obtenido en la prueba de exploración maximal a 20, 40, 60, 80 y 100% de la $\text{VO}_{2\text{máx}}$. inicial (% VO_2)

diorespiratoria en el ejercicio: VO_2 máx., pulso de O_2 . En cambio, no afecta al VO_2 en el umbral.

- El efecto, aunque estadísticamente significativo es menos claro en el AIE (la variabilidad de las medidas es grande y las dificultades de estandarización hay que tenerlas en cuenta).
- La comparación de los dos métodos de entrenamiento muestra que no hay diferencia significativa, en lo que se refiere a la protección del AIE o en la mejora de las capacidades cardiorespiratorias máximas en el ejercicio.
- Existe un ahorro de ventilación mejor, a todos los niveles de VO_2 , en el programa "bicicleta" que en el programa "deporte".

Es difícil la interpretación ya que el estudio sólo afecta a un pequeño número de individuos, cosa que se encuentra, sin duda, en el origen de una falta de

crecimiento de los tests estadísticos para detectar una diferencia.

La tendencia es clara en lo que se refiere a:

- Un mejor efecto del entrenamiento aeróbico en los parámetros cardiorespiratorias en el ejercicio.
- Un ahorro de ventilación es claro en el grupo de entrenamiento en el umbral de ventilación como nos ilustra la comparación de las rectas de regresión en los dos grupos y la comparación de los valores de VO_2 en el umbral de los dos grupos.

3. La tolerancia del esfuerzo

Los dos protocolos propuestos en estos jóvenes asmáticos han contribuido a cerrar el círculo vicioso: desacondicionamiento-deterioro funcional acelerado. EL reentrenamiento inducido de los efectos benéficos como han mostrado Haas y otros para mejorar la aptitud fí-

sica en reposo y el umbral de aparición del AIE. A mejor aptitud física del asmático, más importante es la broncodilatación inducida por el ejercicio. Los resultados registrados en el estudio nos muestran que la lucha contra el desacondicionamiento es muy importante. Pedir a un asmático que no haga ejercicio significa disminuir su aptitud física, lo cual le vuelve aún más inadapado al ejercicio y disponerle aún más al broncoespasmo posejercicio.

En el marco de nuestro estudio, el entrenamiento con la bicicleta a una intensidad correspondiente al umbral de ventilación de cada uno ha permitido personalizar el entrenamiento. Los resultados en términos de ahorro de ventilación, de beneficio de VO_2 máx., de ahorro cardíaco y de descenso del AIE habrían sido más importantes con un entrenamiento que comportase más sesiones. Para el grupo "deporte" no ha permitido obtener los mismos beneficios que el entrenamiento aeróbico estricto.

4. El beneficio de ventilación

La sensación de disnea al esfuerzo característico de los niños asmáticos es la consecuencia de una hiperventilación en una carga determinada. Esta hiperventilación se puede combatir especialmente con el entrenamiento aeróbico.

El ahorro de ventilación constatado para el grupo "bicicleta" es el testimonio de una mejora del rendimiento de la musculatura periférica, de un aumento parcial de la resistencia de las vías respiratorias.

El objetivo principal del reentrenamiento es, pues, disminuir la hiperventilación en el ejercicio para un nivel de carga determinado, en vista a una reducción del riesgo de asma posejercicio, de una mejora del flujo cardíaco, del transporte de oxígeno a la periferia y de una disminución de la sensación de disnea.

5. La motivación

Hay tres elementos que nos han permitido valorar el grado de interés de los

jóvenes a lo largo de los entrenamientos:

- El abandono de un determinado número de jóvenes en el grupo “bicicleta” a lo largo del protocolo por falta de motivación asociada a este tipo de reentrenamientos.
- Las respuestas a los cuestionarios realizados *a posteriori* nos muestran que a los jóvenes no les acaba de gustar el entrenamiento con la bicicleta.
- Finalmente, se ha visto que la organización práctica del entrenamiento de dos grupos diferentes es más difícil para el grupo “bicicleta” que para el grupo “deporte”, aunque los lugares de práctica, los desplazamientos y los horarios hayan sido más complejos de organizar en este último grupo.

Sin embargo, parece que para los adolescentes, incluso enfermos, las actividades físicas y deportivas tienen mucho éxito y pueden ser un vehículo de rehabilitación del esfuerzo tanto a nivel fisiológico como psicosocial.

Comentarios

Los resultados obtenidos son relativamente convincentes. Sólo son válidos en los límites de los tests propuestos a los adolescentes y en los límites de los protocolos de reentrenamiento utilizados. Parece que los beneficios registrados, especialmente a nivel de la ventilación, sean un poco menos importantes que en los estudios precedentes en que la frecuencia y la amplitud del entrenamiento han sido más importantes.

El número reducido de participantes en el protocolo con cicloergómetro sólo permite concluir parcialmente en una generalización de los efectos inducidos por el ejercicio, si esta no se apoya en trabajos ya realizados.

Para corregir esta poca efectividad en el grupo “bicicleta”, ha sido posible examinar y entrenar a lo largo del in-

vierno de 1993 un segundo grupo “bicicleta” y de recoger datos suplementarios. Aunque también ha habido dificultades relativas a la frecuencia de las sesiones en este segundo grupo, ha sido posible estudiar otros cinco adolescentes antes y después de un entrenamiento aeróbico. Estos resultados no aparecen en el presente estudio pero próximamente serán utilizados en un estudio que englobe todos los datos. Finalmente, el hecho de haber tenido en cuenta un determinado número de parámetros cardiorespiratorios (VO_2 , VE, W y VEMS) no permite ir suficientemente lejos en el análisis de los progresos registrados. Un análisis más detallado de los regímenes de ventilación a la vista de los datos que aportan las exploraciones funcionales maximales (VT, TO, VT/TI...) nos daría los elementos suplementarios de análisis en cuanto a las adaptaciones al esfuerzo de los jóvenes asmáticos.

Bibliografía

- ANDERSON, S.D.; SCHOFFEL, R.E. *Respiratory heat and water loss during exercise in patients with asthma*. The effect of repeated exercise challenge. Eur. Rev. Resp. Dis 1982.
- ANDERSON, S.D.; SILVERMAN, M.; KONIG, P.; GODFREY, S. *Exercise-induced asthma*. Br J Dis Chest 69, 1975, 1-39.
- ASTRAND, P.O.; RODAHL, K. *Précis de physiologie de l'exercice musculaire*. Masson.
- BENDER, B.G.; BELLEAU, L.; FUKUHARA, J.T.; MRAZEK, D.A.; STRUNCK, R.C. *Psychomotor adaptation in children with asthma*. Pediatrics 79: 1987 723-727.
- BEVEGARD, S.; ERICKSSON, B.O.; GRAFF-LONNEVIT, V.; KRAEPELIEN, S.; SALTIN, B. *Respiratory function, cardiovascular dimensions and work capacity in boys with bronchial asthma*. Acta Poediatr. Scand. 1975, 65, 289-296.
- BOUVET, A.; BARTHALAIS, A.; BINET, M.H. *Le ski*, Sport et Santé Chiron sport 1980.
- CROOP, G.J.A.; TANAKAWA, N. “Cardiorespiratory adaptations of normal and asthmatic children to exercise”. In: Dempsey, J.A., Reed, C.E., *Muscular exercise and the lung*. Madison: University of Wisconsin press 1977: 265-278.
- CASABURI, PATESSIO, IOLI *Reduction in exercise Lactic Acidosis and Ventilation as a result of Exercise Training in Patient with Obstructive Lung Disease*. Am. Rev. Resp. Dis. p. 19909.18.
- COUNSILMAN, J. *La natation*. Chiron sports 1975.
- CLARK, T.J.H.; GODFREY, S.; LEE, T.H. *Asthma*. Third Edition-Chopman and Hall medical 1983.
- CUNNINGHAM, D.A.; PATERSON, D.H.; BLIMKIE, C.J.R.; DONNER, A.P. *Development of cardiorespiratory function in circumpubertal boys: a longitudinal study*. J. Appl. Ppysiol., 1984, 56, 302-307.
- Guidelines for the diagnosis and management of asthma*. National Heart, Lung and Blood Institute: National Asthma Education Program. Expert panel report. J. Allergy Clin Immunol. 1991; 88 (3pt2): 425, 534.
- HAAS, F.; PINEDA, H.; AXEN, K.; GAUDINO, D.; HAAS, A. *Effects of physical fitness on expiratory airflow in exercising asthmatic people*. Med Sci Sports Exerc 17 1985: 585-592.
- HAAS, F.; PASIERSKI, S.; LEVEINE, N.; BISHOP, M.; AXEN, K.; PINEDA, H.; HAAS, A. *Effect of aerobic training on forced expiratory airflow in exercising asthmatic humans*. J Appl Physiol 63: 1987, 1230-1235.
- HELDIN, G.; GRAFF-LONNEVIG, FREYSSCHUSS, U. *Working capacity and pulmonary gas exchange in children with exercise-induced asthma*. Acta Kobayshy, K.; KITAMURA, K.; MIURA, M.; SODEYAMA, H.; MURASE, Y.; MIYASHITA, M.; MATSUI, H. *Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study*. J Appl. Physiol., 1978, 44, 666-672.
- Poediatr. Scand. 1986, 75, 974-954.
- OSEID, S.; EDWARDS, A.M. *The asthmatic child in play and sport*. Pitman 1980.
- PREFAUT, A.M.; SAVA PACAUX, A. *VARRAY principes et résultats du réentraînement à l'effort chez l'asthmatique*. Rev. fr. Allergol 1991. 31 (4) - 221-224.
- 1989, 58, 803-807.
- VARRAY, A.; MERCIER, J.; PREFAUT, CH. *Adaptations cardio-vasculaires au cours de l'exercice maximal chez l'asthmatique acclimaté à l'altitude modérée (1300 m)*. Rev. Eur Tech Biome 11 1989: 279-281.
- VARRAY, A.; MERCIER, J.; SAVA-PACAUX, A.M. *PREFAUT, C. Etude des adaptations cardio-vasculaires et respiratoires des asthmatiques au cours de l'effort en fonction de la gravité de l'asthme*. Sci Sports 1990.
- VARRAY, A.; MERCIER, J.; TERRAL, C.; PREFAUT, CH. *Effets d'un entraînement individualisé de type aérobie dans la réadaptation à l'effort de l'enfant asthmatique*. Rev Mal Resp 19907: 581-587.
- VARRAY, A.; PREFAUT, CHR. *Bases physiopathologique du réentraînement à l'effort des asthmatiques*. Rev. Mal. Resp. 1993.
- VERMA, S.; HYDE, J.S. *Physical education programs and exercise induced asthma*. Clin Pe-diatri 15, 1976: 679, 699.

WEINECK, J. *Manuel d'entraînement*, Sport et enseignement Vigot 1983, 6, 79.127.

WEYMANS, M.; REYBROUCK, T. *Habitual level of physical activity and cardiorespiratory endurance capacity in children* Eur. j ppl. Physiol,

Anexo

Encuesta:

1. Para ti, el EPS y la reeducación del esfuerzo es sobre todo:

(sólo una respuesta)

- a) Una forma de divertirse.
- b) Un trabajo serio.
- c) Una forma de trabajar y de divertirse.
- d) No lo sé.

2. ¿Cuáles son las características de una actividad deportiva que te gusta? Es una actividad (sólo una respuesta, entre el 1 y 3)

- a) Que puedes practicar con los demás (de tipo colectivo).
- b) Que puedes practicar individualmente.
- c) Que se practica en la naturaleza.
- d) Que se practica bajo cubierto.

3. Un deporte que no te gusta es sobre todo una actividad (sólo una respuesta)

- a) Que no tiene variedad en las acciones.
- b) Que es muy difícil y seria (requiere mucha voluntad y esfuerzo para progresar).
- c) Que no tiene relación con la naturaleza

(grandes espacios naturales o animales).

d) Que no está de moda (de la que no se habla).

4. Durante las cinco semanas de entrenamiento, el "trabajo" te ha parecido:

- a) Pesado.
- b) Divertido.

5. ¿Tienes ganas de volver a realizar otro entrenamiento de este tipo?

- a) Sí.
- b) No.

6. El marco y el ambiente de las sesiones ¿te han gustado?

- a) Sí.
- b) No.