

Pierre Bize
Màster europeu en "Activitats Físiques
Adaptades"
Isabelle Pin
Yves Eberhard

EFECTES DE DOS PROGRAMES D'ENTRENAMENT SOBRE LA CAPACITAT CÀRDIO- RESPIRATÒRIA D'ADOLESCENTS ASMÀTICS

Resum

Els nens asmàtics estan sovint en una forma física inferior a la dels seus companys. La causa d'això és una disminució de l'activitat física per l'asma induïda per l'exercici i l'obstrucció de les vies respiratòries. L'entrenament físic aeròbic individual ha demostrat que pot millorar el consum màxim d'oxigen (VO_2 màx.) i el nivell anaeròbic. De tota manera aquesta mena de programes no són gaire atractius per als adolescents. L'objectiu de l'estudi consisteix a comparar l'acceptabilitat i l'efecte de dos programes d'entrenament diferents, portats a terme paral·lelament en dos grups de vuit pacients escollits a l'atzar d'entre 126 adolescents amb problemes d'asma entre moderats i greus, amb edats compreses entre els 14 i els 20 anys. Ambdós programes consistien en tres sessions a la setmana durant sis setmanes. El grup S va seguir un entrenament en grup, utilitzant activitats d'intensitat diversa (esquí, esquaix, natació). El grup B va seguir un programa individual de bicicleta aeròbica, la intensitat de la qual era determinada per nivell anaeròbic individual. Abans i després de l'entrenament, es portava a terme una prova d'exercici rutinari d'increment màxim per tal de determinar el VO_2 , ventilació per minut i nivell anaeròbic, i una prova de cursa lliure de 6 minuts d'intensitat i duració similar per tal de detectar l'asma induïda per l'exercici. Tres adolescents del grup B van abandonar l'entrenament. Dins el grup B es

va produir un augment significatiu de VO_2 màx. (és a dir, un canvi (SD) de 8,6 (5,3) ml/min, prova aparellada t $p = 0,048$) i pulsació màxima d'oxigen (0,047 (0,017) ml/pulsació $p = 0,012$), però no al grup S (7 (10,1) ml/min i 0,031 (0,047) ml/pulsació, respectivament). No es va produir cap canvi significatiu pel que fa a l'asma induïda per l'exercici en cap dels grups. Es va produir un efecte d'estalvi de ventilació en diferents nivells de VO_2 al grup B, però no al grup S. En resum, l'entrenament físic intermitent no és tan eficient com l'entrenament físic aeròbic per millorar la estat i la ventilació física durant l'exercici en adolescents asmàtics.

Introducció

L'asma és una malaltia que afecta una proporció important de la població infantil. Representa entre el 5 i 15 % de l'alumnat per grup d'edat segons la definició adoptada.

La gravetat de la malaltia és variable, però es pot considerar que entre el 10 i el 30 % d'aquests nens són realment invàlids a causa de l'asma.

1. Definició

Una de les definicions més precises d'aquesta malaltia prové del National Heart, Lung and Blood Institute en el National Asthma Education Program (1): "L'asma és una malaltia que es caracteritza pels elements següents:

- "Una obstrucció reversible (però no completa en alguns pacients) de les

vies aèries, que cedeix espontàniament o per l'efecte de tractaments.

- "Una inflamació de les vies aèries.
- "Una hipereactivitat de les vies aèries sota diversos estímuls".

Aquesta definició engloba totes les etiologies que fan aparèixer els símptomes de la malaltia i ens permet d'abordar un fenomen relativament corrent en els joves asmàtics: l'asma induïda per l'exercici. Desenvoluparem aquest tema en el punt 3 (vegeu la figura 1).

2. Consideracions generals

a) Els nens i els adolescents asmàtics en la nostra societat

Els nens i adolescents asmàtics formen part integrant de la nostra societat i estan sota la influència permanent dels fenòmens de representació i de moda envers les activitats físiques. Com tots els joves, volen tenir accés a unes activitats d'oci que avui dia representen part important del nostre estil de vida modern.

L'exercici físic i esportiu formen part cada vegada més de la nostra vida i s'integren, de la mateixa manera que l'art, en un entrellat que contribueix directament a la qualitat de vida.

La deficiència respiratòria, com d'altres deficiències, comporta una limitació en la integració completa i harmònica dels joves asmàtics en la societat.

El joc

Les activitats físiques i esportives són una part de la vida del nen i representen molt aviat, per mitjà del joc, un element

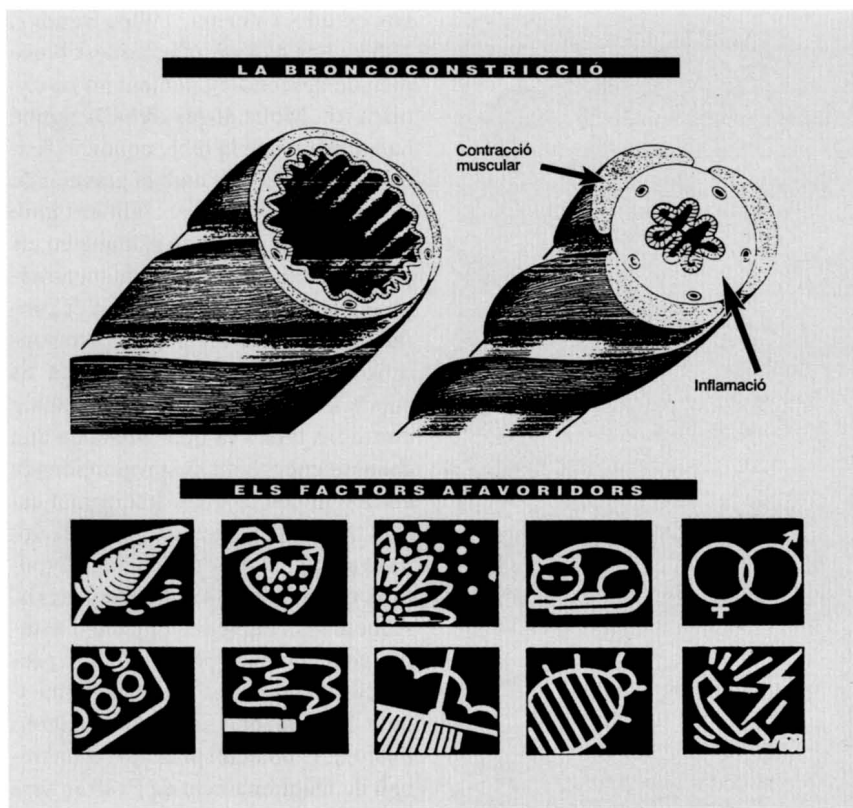


Figura 1

d'integració social important. És al pati o al camp d'esports que els nens s'avaluen, aprenen a cooperar, teixeixen relacions interindividuals i, en el bon sentit, gaudeixen per mitjà del moviment.

El joc en aquesta dimensió física enriqueix el nen des que és ben petit, en tots els àmbits que formen la seva personalitat: afectiu, cognitiu, motor i social. El fre que representa una limitació respiratòria com l'asma produeix, segons la gravetat, efectes pertorbadors en el desenvolupament global del nen.

L'entorn immediat del nen (família, escola, metge, etc.) generalment detecta força aviat les dificultats d'un nen asmàtic. Segons el medi sociocultural i els mitjans de què disposa la família i el metge, les conseqüències de la malaltia es poden superar, és a dir compensar.

Les institucions

Les solucions que s'apliquen en el tractament de la malaltia i a les seves

conseqüències funcionals són diverses.

En determinats casos s'interna la persona afectada en un centre especialitzat. Això permet millorar el seguiment terapèutic, sovint descuidat, i aprofitar determinades particularitats climàtiques.

La modificació del mode de vida dels nens i l'allunyament del seu medi familiar són, en períodes curts o llargs, eines que els ofereixen la possibilitat de canviar la percepció de la seva malaltia. Les activitats físiques i esportives aconseguixen aquí un èxit considerable, tenint en compte la poca participació d'aquests joves en l'esport abans d'ingressar en aquests centres. L'asma induïda per l'exercici, fenomen molt freqüent que afecta entre el 60 i el 80% dels nens asmàtics, pot trobar en aquests centres un seguiment especialitzat i un mètode adaptat de tractament.

La rehabilitació per a l'esforç és un dels

objectius, actualment admès per tot hom, per tal de millorar la condició física general, perquè disminueixi el nivell d'asma induïda per l'exercici i, finalment, per retornar-los el gust per l'activitat física.

Aquest darrer punt té una importància cabdal en la preparació per al retorn del nen al seu medi d'origen.

3. Característiques generals de la població

L'asmàtic és un minusvàlid de ple dret encara que les seves deficiències, incapacitats i desavantatges no són evidents a primera vista. Una activitat física adaptada té en aquest sentit un interès evident pels beneficis que pot aportar. La referència a la definició d'activitat física adaptada definida en el 7è Simposi Internacional APA, de Berlín, el 1989, es pot aplicar plenament a la població dels asmàtics; aquesta és la següent: "moviments, activitats físiques i esports en què l'accent es posa en els interessos i potencials dels individus amb capacitats limitades".

A partir d'aquesta definició podem dir que el joc i el moviment, essencials en la nostra vida i en la construcció de l'individu, són una necessitat per a molts nens i adolescents per tal de ser feliços i trobar-se bé.

Aquestes consideracions suposen, evidentment, que l'asmàtic pot fer canviar la seva salut per mitjà de l'activitat física. Tot i que el concepte de salut és ampli i sovint ambigu, s'admet generalment que l'exercici aporta beneficis tant en l'àmbit fisiològic com psicosocial. Aquests s'expressen en termes de millora dels rendiments metabòlics i respiratoris i, així mateix, en termes de millora de la qualitat de vida. Els nens i adolescents asmàtics presenten dues característiques que limiten la seva participació en les activitats físiques: el descondicionament físic i l'asma induïda per l'exercici.

a) El descondicionament físic.

El descondicionament és un fenomen que s'observa sovint en persones se-

Òrgan o Funció	Augment	Disminució	Cap efecte
<i>Aparell locomotor</i>			
Solidesa de l'os i dels lligaments	X		
Massa muscular	X		
Força muscular	X		
ATP Creatina fosfat muscular	X		
Mioglobina	X		
Potasi muscular	X		
Densitat capilar del múscul	X		
<i>Circulació</i>			
Volum cardíac	X		
Pes del cor	X		
Volum sanguini, hemoglobina total	X		
Freqüència cardíaca, en repòs		X	
durant l'exercici submaximal		X	
Volum sistòlic, en repòs	X		
en l'exercici submaximal	X		
en el exercici maximal	X		
Diferència a -VO, en repòs			
en l'exercici maximal	X		
Consum d'oxigen, en repòs			
a una potència determinada		X	
en l'exercici maximal	X		
Lactat sanguini, en repòs			X
a una potència determinada		X	

Quadre 1

dentàries. Astrand i Rodahl (*Précis de physiologie de l'exercice musculaire*) ja van mostrar els efectes que provoca el sedentarisme en els grans aparells que constitueixen l'organisme humà. El *quadre 1* resumeix els efectes de l'entrenament en alguns òrgans i algunes funcions i indica, per tant, els dèficits que genera la inactivitat. El descondicionament torna invàlids els joves asmàtics i provoca sovint el rebuig a participar en activitats esportives a causa d'experiències negatives i de vegades traumàtiques. El fracàs constatat en el seguiment de pràctiques esportives comporta un isolament del nen que l'allunya dels jocs dels seus companys. Per tal d'evitar novament d'enfrontar-

se a dificultats no suportables en l'aspecte social, el jove asmàtic s'exclou de les activitats físiques i esportives. Aquest allunyament que s'imposa o que els altres li imposen només reforçarà el seu sedentarisme. Es crea un cercle viciós que va reduint cada cop més les possibilitats d'exercici i les oportunitats de practicar i de millorar el seu estat de salut. Els deterioraments funcionals provocats per aquest isolament són difícils de corregir, i s'observen tant en les capacitats energètiques com en les destreses tècniques que s'observen normalment en els nens no asmàtics. Més concretament, la feble condició física dels nens s'atribueix a una hipoactivitat tal com han mostrat nombro-

sos estudis (Verma, 1976; Bender, 1987). Per descomptat, aquest fenomen de descondicionament no ho explica tot. Molts altres treballs també han mostrat que la feble condició física està relacionada amb la gravetat de la malaltia i més especialment amb l'estat general del jove asmàtic en els períodes intercrítics. En l'infant asmàtic el fet d'evitar l'exercici físic és condicionat per l'aparició d'una asma induïda per l'exercici. Aquesta és condicionada al seu torn per una feble condició física la qual provoca una despesa energètica desproporcionada en la realització d'un determinat esforç. Finalment aquesta és condicionada pel nivell d'obstrucció dels bronquis que es dona en algunes crisis. Aquest punt encara és objecte d'estudis, especialment pel que fa a la proporció d'energia utilitzada pels músculs respiratoris mentre realitzen l'esforç. L'objectiu principal d'un treball de reentrenament de l'esforç serà doncs la lluita contra la hipoactivitat i les seves conseqüències en el deteriorament funcional.

Durant molt de temps l'esport s'ha considerat un mitjà per solucionar les dificultats que apareixen durant l'esforç. Sense precisar les modalitats de pràctica ni les qualitats pròpies de cada disciplina el desenvolupament espectacular en el curs dels darrers vint anys de les activitats físiques esportives havia de contribuir a millorar l'estat físic general. Sense cap objectiu concret, l'avaluació al final del cicle d'entrenament era poc fiable.

Una exploració ràpida de la bibliografia sobre les adaptacions cardio-respiratòries en l'asmàtic ens ajuda a esbrinar les especificitats d'aquesta població. La davallada del nivell d'activitat té com a conseqüència un deteriorament funcional en una edat en què el guany en aptitud física és potencialment el més important.

Els estudis sobre les adaptacions fisiològiques a l'exercici plantegen un problema d'interpretació. Les dades enregistrades només són atribuïbles al

Autors	Gravetat de l'asma	n	Edat	Grup Control	Variables mesurades	Conclusió
Vavra i al., 1969	totes les gravetats	32	14	SÍ	VO ₂ màx.	AF disminuïda
Geubelle i al., 1971	totes les gravetats	11	7-14	NO	P170	AF disminuïda
Cropp i Tanakawa, 1977	totes les gravetats	13	12	SÍ	VO ₂ màx.	AF disminuïda
Friedman i al., 1979	/	8	13	SÍ	PMA	AF disminuïda
Ludwick i al., 1986	greu	65	12	NO	VO ₂ màx.	AF disminuïda
Strunck i al., 1986	/	76	9-17	SÍ	resistència	AF disminuïda
Clark i Cochrane, 1988	moderada	44	26	SÍ	VO ₂ màx. lllindar anaeròbic pols d'O ₂	AF disminuïda
Varray i al. 1989	moderada	11	12-14	SÍ	VO ₂ màx. lllindar de ventilació	AF disminuïda
Bevegard i al., 1971	totes les gravetats	20	8-13	NO	VO ₂ màx.	AF normal
Bevegard i al., 1976	totes les gravetats	20	8-13	NO	VO ₂ màx. pols d'O ₂	AF normal
Ingemann-Hansen i al., 1980	/	5	28-35	NO	VO ₂ màx.	AF normal
Hedin i a., 1986	moderada greu	16	10-14	NO	PMA	AF normal

PMA = potència maximal aeròbica, P₁₇₀ = potència a 170 de freqüència cardíaca, AF = aptitud física.

Quadre 2

sedentarisme o també són la conseqüència d'una disfunció metabòlica directament relacionada amb la malaltia?

b) L'aptitud física aeròbica.

Els treballs en aquest sentit són contradictoris. El quadre 2 (extret d'un article d'A. Varray i C. Prefaut) (1993) il·lustra aquest aspecte.

Alguns estudis descriuen una disminució de la VO₂ màx., de la capacitat de treball, de la resistència; d'altres no. Aquestes diferències en els resultats es poden explicar pels fets següents:

- Aquests estudis s'han realitzat sobre un petit nombre de subjectes i no sempre sobre un grup de control.
- Les referències als estats de maduresa generalment no s'indiquen (retardament del creixement en els asmàtics).

- Els asmàtics són considerats com un grup d'estudi homogeni, i no es tenen en compte les diferències que poden existir a nivell de la funció respiratòria.

Així, aquests estudis suggereixen que l'obstrucció pre-exercici condiciona determinades limitacions.

Alguns autors (Bevegard, 1975; Heldlin, 1986) han posat en evidència fortes variacions a nivell de les adaptacions cardíco-respiratòries segons la gravetat clínica de l'asma. Aquesta hipòtesi clama en favor d'una individualització dels continguts dels entrenaments per tal de tenir en compte aquesta variabilitat interindividual. És important de subratllar que aquests estudis generalment conclouen afirmant la limitació de l'aptitud física aeròbica dels asmàtics (Gropp, 1977). Però fins i tot si els asmàtics tenen un

creixement màxim aeròbic disminuït, les dades hemodinàmiques no ens permeten de creure en l'efecte exclusiu de la manca d'entrenament.

Alguns autors (Anderson, 1975) han suggerit que el nivell d'obstrucció pre-exercici pot influir en el rendiment. El conjunt d'aquestes observacions introdueix consegüentment la idea d'una manca d'igualtat important entre els asmàtics i ens permet d'introduir la noció d'entrenament individualitzat.

c) L'asma induït per l'exercici (AIE).

L'AIE és una reacció freqüent, que invalida i angosta, que provoca una obstrucció bronquial temporal.

Es considera que l'AIE es caracteritza per una caiguda del 15% o més del flux màxim (FM) o del volum expiratori màxim per segon (VEMS) una vegada finalitzat l'exercici.

El determinant principal de l'AIE és la pèrdua de calor a nivell de les vies aèries. Aquesta pèrdua de calor va lligada a l'evaporació i als intercanvis per convecció.

Aquesta caiguda dels fluxos i dels volums de ventilació intervé en l'aturada de l'esforç. La intensitat i la durada de l'esforç condicionen la gravetat de l'espasme induït. La hiperventilació és un factor reconegut important en el desencadenament d'un AIE a la vista de les pèrdues de calor i d'aigua de les vies aèries. Aquestes pèrdues estan relacionades directament amb el nivell de ventilació i amb les condicions de l'aire inspirat. Els factors que condicionen l'aparició d'un AIE són relativament conegudes:

- La *ventilació*: la hiperventilació és un factor essencial de desencadenament. Durant l'esforç i en particular més enllà del lllindar de ventilació (o lllindar anaeròbic), l'evaporació esdevé massiva i comporta una pèrdua de calor.
- El *tipus d'esforç*: el nivell d'intensitat de l'esforç tipus representa els dos terços de la capacitat de treball màxima, cosa que correspon apro-

ximadament a una freqüència cardíaca de 170-180 batecs per minut. Una durada de 6 a 8 minuts a aquesta intensitat permet de detectar un AIE. Més enllà, l'amplitud no augmenta més.

- *Les condicions de l'aire expirat:* la pol·lució de l'aire (SO_2) accentua la resposta de l'AIE. L'exposició més o menys recent dels pacients al pol·len o als àcars fa augmentar l'amplitud de l'AIE.
- *Les característiques físiques de l'aire inspirat:* la temperatura, la humitat i la qualitat de l'aire inspirat són determinants de l'evaporació de l'aigua de la mucosa dels bronquis. Aquesta evaporació és l'estímul principal de l'AIE.

La resposta de l'asmàtic a l'AIE evidentment s'accentua en contacte amb l'aire fred i sec i s'atenua en una atmosfera saturada de vapor d'aigua. L'esforç produït en una piscina és, per això, més favorable a l'evicció de l'AIE que un esforç realitzat en una pista de patinatge, per exemple.

L'AIE és sovint el símptoma més visible i que limita més l'exercici en el nen. Condiciona la inquietud dels pares i representa el punt essencial del problema. Després dels treballs d'Anderson i altres (Haas, 1987) sabem que la ventilació durant l'exercici és un vector que fa augmentar la pèrdua d'aigua i de calor (en les vies aèries i intrapulmonars en l'asmàtic). Després d'aquests resultats podem dir que la lluita contra l'AIE es pot orientar vers una davallada de la ventilació per a un esforç determinat.

Gràcies als treballs d'Haas i altres (Varray, 1990) sabem que com més bona és la condició física, més important és la broncodilatació després de l'esforç. Per això, l'AIE s'atenua per una dilatació inicial. Això també s'obté per un entrenament aeròbic. Arran d'aquests estudis, l'existència d'un AIE és més aviat un motiu per fer exercici que no pas una contraindicació. Aquesta noció important, tot i que sovint és ad-

mesa pels professionals que s'ocupen dels nens asmàtics, no es coneix gaire bé.

d) Reentrenament a l'esforç de l'asmàtic: bases fisiopatològiques.

L'asmàtic presenta de manera general una hiperventilació en la realització d'un esforç per a una carga determinada, màxima o no. Aquesta característica fa augmentar la possibilitat que aparegui l'asma després de l'exercici, cosa que ens empeny a treballar en el sentit d'una limitació d'aquesta hiperventilació. Si l'entrenament aeròbic contribueix a reduir la lactèmia és d'esperar un estalvi de ventilació en els joves asmàtics tal com mostra un estudi recent de Richard Casaburi i altres (1978) en els que pateixen broncopneumònia crònica obstructiva.

Aquest important estudi conclou que un reentrenament al 80% de VO_2 màx. fa davallar la demanda de ventilació.

Un altre estudi d'A. Varray i altres (Weymans, 1989) ens ensenya que sobre una població d'asmàtics un entrenament personalitzat a un nivell al voltant del 80% de VO_2 màx. fa disminuir la ventilació per a una carga determinada. L'estudi conclou també que aquest entrenament de tipus "resistència" és eficaç en termes d'aptitud aeròbica.

El reentrenament, a la vista de les dades que ens ofereix la bibliografia, és, doncs, una lluita contra la hiperventilació constatada en l'asmàtic per a un esforç determinat. L'amplitud de la reacció bronquial és la mateixa abans i després de l'entrenament però la broncoconstricció davalla en favor d'una broncodilatació.

L'entrenament aeròbic retarda el llinard d'aparició de l'AIE en realitzar un esforç fins i tot en casos d'un alt nivell de ventilació, tal com mostra l'estudi d'Haas i altres (Varray, 1989).

Els nens i adolescents asmàtics presenten un descondicionament reversible.

Les dades més recents de la bibliografia ens indiquen a més que és aconse-

llable una individualització de l'entrenament en funció de la gravetat de l'asma i de les capacitats físiques dels subjectes. Sabem que un treball a nivell del llinard de ventilació permet els progressos més significatius quant a estalvi ventilació i d'augment del VO_2 màx. Actualment, el protocol del reentrenament s'articula al voltant d'aquest eix de treball.

e) Les dificultats dels nens en el reentrenament.

Els nens i adolescents coneixen les dificultats que té treballar la resistència. El temps d'exercici relativament llarg, la monotonia de la gestualitat (pedalar, caminar, etc.) associada a l'exercici no solen ser gaire motivadors per als joves. L'entrenament aeròbic és per experiència una tasca difícil de dur a terme en la mesura que els suports materials (bicicleta, piscina) només en rares excepcions es presten a una estandarització de les càrregues de treball. La diversitat de les situacions amb què ens hem trobat durant la realització dels exercicis físics té per als joves una dimensió atractiva en la pràctica dels esports. Un treball continuat i fatigós elimina la motivació dels nens i dels adolescents.

Ara com ara, els treballs experimentals que revelen els factors generals d'eficàcia només orienten la pràctica dels mètodes d'entrenament envers una "medicalització" de l'exercici físic. El control de les càrregues de treball, fàcil de dur a terme amb el cicloergòmetre o sobre la cinta transportadora és més delicat sobre el "terreny". L'aplicació de les dades científiques és doncs problemàtica en una població de nens i adolescents tant si ens trobem en un centre especialitzat o integrats en el medi escolar normal.

Hipòtesi de treball

Ens sembla pertinent d'explorar les alternatives a un reentrenament en sala

QUADRE-RESUM DE LES CARACTERÍSTIQUES INDIVIDUALS DELS ADOLESCENTS QUE VAN PARTICIPAR ALS DOS ENTRENAMENTS						
GRUP "BICICLETA"					VEMS en arribar al centre	VEMS al principi del programa
Edat	Sexe	Antiguitat de l'asma	Al·lèrgies	TTT de fons	(% predit)	(% predit)
18	M	1 mes	pol.len, gats, peix	theo; bric; vent; béc; zad;	66	80
20	M	2 anys	àcars, gossos	zad; lom; bric; béc;	82	92
17	M	2 anys	peix, àcars	vent; béc; zyrt	61	95
15	M	3 anys	florit	bécon; béc; bric;	75	98
17	M	2 anys	àcars, gats	béc; vent; bric	92	105
mitjana 17,4					mitjana = 75,2 D.T. = 11	mitjana = 94 D.T. = 9
GRUP "ESPORT"						
15	F	2 anys	àcars		78	95
17	M	1 any	arbre medit., àcars	vent; béc;	61	83
16	M	9 mesos	àcars, gossos, pol.len	atro; zyrt; vent; béc;	62	86
14	M	8 mesos	peix, ous, àcars	zyrt; bronch; bécon; béc	78	92
16	M	6 anys	pol.len, gats, gossos, àcars	vent; béc; bric; atro;	91	95
14	M	6 anys	tomàquet, ous, àcars	béc;	98	98
15	M	8 anys	àcars, avellanes	venti; zyrt; bric; téoph;	85	93
16	M	5 anys	àcars, florit	béc; vent	64	81
mitjana 15,3					mitjana = 77,1 D.T. = 13	mitjana = 90,3 D.T. = 11
Abreviatures: atro:atrovent, béc:bécotide, bécon:bécoase, bric:bricanyl, bronch:bronchodual, lom:lomudal, vent:ventoline, venti:ventide, zad:zaditen, zurt:zyrtec D.T.: desviació tipus						

Quadre 3

recolzant-nos en disciplines esportives motivants per als joves. Els efectes de pràctiques esportives que presenten intensitats de treball diverses, tenen cap interès en el tractament de la malaltia?

El present estudi mirarà de donar els elements objectius d'apreciació d'aquests beneficis.

1. Els paràmetres psicològics

La finalitat d'aquest estudi era comparar els efectes de dos programes d'entrenament sobre l'amplitud de l'AIE, la condició física aeròbica i la ventilació durant l'esforç en els adolescents asmàtics.

La hipòtesi era que una activitat esportiva d'intensitat variable era capaç de millorar la condició física d'un jove

asmàtic, de reduir la demanda de ventilació i de disminuir el broncoespasme induït per l'exercici, de la mateixa manera que un entrenament en cicloergòmetre a intensitat constant al nivell del llinar de ventilació.

2. La motivació

En segon lloc, l'estudi pretenia comparar l'acceptació d'aquestes dues menses d'entrenament.

Subjectes i mètode

1. Subjectes

a) Grandària de la mostra

En aquest estudi s'ha analitzat un grup de setze joves. Després de fer-los una explicació sobre els objectius del pre-

sent estudi, la repartició dels joves es va realitzar a l'atzar: vuit adolescents van compondre el grup "esport" i els altres vuit van formar el grup "pedaleig".

Aquest darrer grup no va conservar el seu efectiu en tot el període d'estudi. Hi va haver quatre abandonaments, sigui en el moment de passar els tests o durant el període d'entrenament en aquest grup.

De fet, per a aquest grup "pedaleig" realment se n'han tingut en compte cinc en el test de detecció de l'AIE i quatre en el test d'exploració maximal. Tots els nens del grup "esport" han acabat el programa.

b) Característiques de la població (vegeu quadre 3)

Els dos grups han presentat una similitud en termes de gravetat de l'asma, de l'obstrucció bronquial de base i d'edat. La composició dels grups s'ha realitzat a l'atzar; els procediments d'entrenament i el principi de l'atzar han estat acceptats per tots abans de dur-los a terme.

Els adolescents que van passar el test es trobaven en altitud des del mes de setembre. Tots ells manifestaven una asma del tipus III/IV, i seguien un tractament de fons quotidià que no va ser modificat durant les 6 setmanes d'entrenament.

2. Mètodes

a) Reentrenament grup 1, "bicicleta"

Aquest grup es va reduir desgraciadament a un efectiu de 5 per al test de provocació i a 4 per al test d'exploració a l'esforç màxim.

Els adolescents d'aquest grup van efectuar durant 5 setmanes 3 sessions de pedaleig setmanals. Aquestes sessions es van realitzar sobre el cicloergòmetre Monark 318. Es va efectuar un enregistrament de la freqüència cardíaca de manera sistemàtica.

Una sessió va durar 30 minuts la primera setmana, 35 minuts la segona i 40 les tres darreres. El temps es va distribuir de la manera següent: 5 minuts d'escalfament, 30 minuts mínim a la freqüència cardíaca corresponent al llinzar ventilador del subjecte determinat segons el test de partida i 5 minuts de pedaleig en "roda lliure" a la fi de la sessió.

El conjunt de l'entrenament representa doncs 15 sessions de 30 a 40 minuts cadascuna, al llinzar ventilador de manera continuada. Això és un entrenament aeròbic.

La càrrega de treball setmanal representa doncs 1h 30 a 2 hores d'exercici efectiu.

En la bicicleta:

Es va realitzar un control de la freqüència cardíaca amb un mesurador de càrdio-freqüències del tipus Baumann /BHL 5000). Aquest aparell portàtil, que es compon d'un elèctrode que es

col·loca al pit del subjecte, s'uneix a un aparell enregistrator lligat a la roba de l'adolescent. Un indicador digital permanent de la freqüència cardíaca així com una alarma sonora en cas que se sobrepassi la freqüència cardíaca permeten al pacient i al terapeuta controlar la intensitat de l'esforç del grup de treball sense parar al llinzar ventilador.

b) Reentrenament grup 2, "esport"

Durant 5 setmanes aquests joves asmàtics van seguir 3 sessions setmanals de pràctiques esportives. Cada setmana es va realitzar una sessió de natació, una d'esquí alpí i una d'esquaix.

De la mateixa manera que per al grup "pedaleig", es va efectuar un enregistrament de la freqüència cardíaca almenys en dos subjectes per sessió.

La intensitat del treball va ser, per les característiques inherents a les disciplines esportives abordades, difícil d'estandarditzar i de marcar a priori en el temps de producció de l'esforç.

Una sessió tipus és un esforç intermitent amb períodes submaximals i períodes maximals.

Les crestes d'intensitat màxima apareixen, doncs, succeint o precedint moments de "repòs".

Aquestes activitats per intervals són la traducció d'un esforç en situació real de pràctica esportiva.

Esquaix, esquí alpí i natació han estat practicades sota una forma quasi lliure, excepte la natació en què les sessions de 3 minuts de nedada van ser imposades voluntàriament, seguides de 3 minuts de repòs.

Quant a l'esquaix, no es va donar cap parada o orientació de joc.

En l'esquí alpí només hi va haver una consigna: no parar durant la baixada, i només descansar al final d'una pista, en els telecadires o al principi. El temps de l'esforç va equivaler així a 3 minuts sobre el domini relativament petit de Font-romeu.

En resum, el temps de "treball" en aquest grup va equivaler a 4 hores d'esport a la setmana, que representa 2 hores d'exercici efectiu (c.a.d. en situació d'esforç) setmanals.

3. Mesures

a) Mètode d'exploració amb esforç maximal.

Respecte de les proves d'exercicis maximals, després de tres minuts de respiració tranquil·la, i de tres minuts d'escalfament sense càrrega, la càrrega de treball va augmentar de 20 watts cada dos minuts. Durant la prova d'esforç, es van mesurar: el consum màxim d'oxigen símptoma (VO_2 sl) així com el llinzar ventilador.

Totes les proves d'esforç es van realitzar amb l'ergocicle electromagnètic (Godart). Els subjectes respiraven a través d'una vàlvula de poca resistència (espai mort de 90 ml) i tubs de diàmetre ample (3,5 cm). Els fluxos es van mesurar amb un pneumotacògraf tipus Fleish núm. 3, col·locat al damunt del circuit inspirador per tal d'evitar els problemes que comporta el vapor d'aigua, i per un captador de pressió Validyne MP 45 proveït d'una membrana +/- 2 cm H_2O . Els volums es van obtenir per integració dels fluxos. Un analitzador d'oxigen (Cosma Rubis 3000) i un analitzador de CO_2 de la mateixa marca, calibrats en una ampolla de gas abans de cada prova, van permetre de mesurar la fracció expirada d'oxigen (FEO_2) i el carbònic ($FECO_2$), després de recollir el gas expirat en una cambra de mescla.

A partir dels fluxos de la FEO_2 i de la $FECO_2$, un sistema automatitzat permetia obtenir sobre la base de deu cicles respiratoris: el volum normal BTPS (V_t), la ventilació per minut BTPS (V_e), el consum d'oxigen STPD (VO_2), la producció de gas carbònic STPD (VCO_2), el quocient respiratori (R), la freqüència respiratòria (f).

Es va considerar que s'arribava a la VO_2

màx. quan el subjecte presentava els paràmetres utilitzats normalment per validar una prova d'esforç maximal en un subjecte sa.

El seguiment electrocardiogràfic es va assegurar durant tot el test d'esforç (Scope Spacelab model 90621). Els elèctrodes es van col·locar en derivació CM5.

b) Prova de detecció de l'AIE

– *Sobre el terreny*: un control de la freqüència cardíaca assegurat per càrdio-freqüències el metre de tipus BAUMAN (BHL 5000).

– *Protocol*: abans de cada prova es va realitzar una espirografia. Abans de cada prova es van mesurar la capacitat i el volum amb l'ajut d'un espiròmetre portàtil Datalink. Aquest aparell ha permès mesurar la capacitat vital forçada (CVF), el volum expirador màxim per segon (VEMS), el flux expiratori màxim (FEM) i els fluxos mitjans.

Es van recollir les mesures just abans de l'esforç i també al cap d'un minut, de cinc minuts i de deu minuts d'haver-se aturat la prova. La caiguda del VEMS es va mesurar per l'índex: (VEMS anterior-VEMS mínim posterior)/VEMS anterior

– *La prova*: es va demanar als adolescents que efectuassin després d'un lleuger escalfament una cursa durant sis minuts. L'única consigna va ser que recorreguessin la distància més gran possible durant el temps indicat. El ritme va ser molt constant i va representar en freqüència cardíaca almenys el 80% de la freqüència cardíaca màxima.

Les condicions meteorològiques es van enregistrar en el moment de passar cada test.

Es van mesurar la temperatura, la pressió atmosfèrica i la humitat per tal de conèixer les diferències en relació amb la segona prova, que s'havia de realitzar sis setmanes després.

La desena prova es va fer a partir de la distància recorreguda en la primera. Va ser necessari limitar el ritme de cursa en tots els casos per tal d'assolir al final de la cursa la mateixa distància que la primera mesura. La estandardització de la variable distància permet mesurar la desviació de la intensitat de l'AIE entre les dues mesures.

c) L'enquesta de motivació

Després dels entrenaments realitzats amb els grups, es va distribuir un qüestionari entre els adolescents. Aquest qüestionari havia de revelar l'interès o el desinterès dels joves asmàtics relatiu als entrenaments en què havien participat. Es formulaven sis preguntes a tots els participants després d'haver passat els últims tests de control.

4. Anàlisi estadística

Les dades van ser analitzades alhora per tests paramètrics (tests "t" de student sobre dades aparellades i no aparellades) i per tests no paramètrics (tests de Wilcoxon per a les dades aparellades, i tests U de Mann-Whitney per a les dades no aparellades).

Tot i que els resultats van ser idèntics en ambdós mètodes, es van tenir en compte les dades aportades pels tests paramètrics. La comparació dels efectes de cada programa es van fer per una anàlisi de variàncies sobre les dades aparellades, amb el programa com a variable. L'anàlisi de l'estalvi de ventilació es va fer per una comparació de

rectes de regressió per anàlisi de covariàncies.

Resultats

1. Estimació de la intensitat de l'esforç en l'entrenament per la freqüència cardíaca

a) Grup "bicicleta"

Els valors de la freqüència cardíaca dels diferents subjectes entrenats en aquest grup es va determinar a partir de l'exploració funcional màxima de l'esforç realitzat al principi de l'entrenament. La situació del llindar de ventilació es va efectuar pel mètode anomenat Beaver i la freqüència cardíaca corresponent a aquest nivell es va utilitzar com a nivell d'intensitat per als entrenaments amb cicloergòmetre.

Les freqüències cardíacques d'entrenament van ser de 155, 178, 150, 168, 160 batecs per minut en cada subjecte.

b) Grup "esport"

En aquest grup la freqüència cardíaca varia d'una disciplina a l'altra i dins una mateixa sessió específica. Una mostra d'enregistraments cardíacs de 10 sessions per esport ens mostra que la distribució sobre una escala bàsica, mitjana i d'alta freqüència cardíaca s'efectua com s'il·lustra al quadre 4.

2. Comparació de les característiques funcionals de base dels dos grups

Amb l'ajut d'un test "t" de student sobre dades no aparellades, sembla que les diferències entre els valors de base

% Temps passat durant una sessió	ESQUÍ ALPÍ	NATACIÓ	ESQUAIX
F.C. base (<120 puls/min)	20%	15%	40%
F.C. mitjana (<120<x<160 puls/min)	60%	70%	20%
F.C. alta (>160 puls/min)	20%	15%	40%

Quadre 4

VEMS abans	VO ₂ màx. abans	W.màx. abans	Pols d'O ₂ abans	VO ₂ llindar abans	edat	VEMS a l'entrada	VEMS al principi 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

Quadre 5

funcionals dels dos grups no són significatives. Només ho és la desviació per a la variable "edat" ($p=0,026$). Els dos grups, doncs, són comparables tant amb les dades espirogràfiques com amb l'adaptació cardíaco-respiratòria a l'exercici abans dels programes d'entrenament.

3. Efectes del programa d'entrenament en l'asma induïda per l'exercici

a) *Efectes del programa d'entrenament en cada grup (dades aparellades) (vegeu quadre 6 i figures 2 i 3)*

No s'ha obtingut cap diferència significativa per al grup "bicicleta" quant a

l'amplitud de l'AIE o l'estalvi de freqüència cardíaca. L'estalvi cardíac és de 13,8 puls/mn i la caiguda de l'amplitud de l'AIE de 12,1% (en relació amb el valor inicial).

Per al grup "esport" les diferències són significatives per a la freqüència cardíaca i tendeixen cap a una diferència significativa per a la intensitat de l'AIE. Les desviacions enregistrades per aquest grup són d'11,9% per a l'AIE i 6 puls/mn per a l'estalvi cardíac.

En canvi, si tenim en compte l'efecte global de l'entrenament sobre les dades agrupades dels dos grups, trobem un resultat estadísticament significatiu ($p=0,031$) per a la disminució de l'AIE. L'entrenament sense determinar-ne la classe permet, a la vista de l'anàlisi de

QUADRE-RESUM DELS RESULTATS "TEST 6 Min"									
GRUP "BICICLETA"		ABANS	ABANS		DESPRÉS	DESPRÉS			
	Distància	Freq. card.	Caiguda VEMS	Distància	Freq. card.	Caiguda 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			
Mitjana (D.T.)	1058,6 (140)	189 (5,7)	36,8 (16,1)	1105 (106,8)	175 (8,5)	17,4 (10,3)			
GRUP "ESPORT"							MITJANA DIF.	D.T.	p
1	1090	193	36	1100	190	0	GRUP "BICICLETA"		
2	1163	180	45	1100	184	40	Caiguda VEMS	-12,1	5,6 0,18
3	995	198	24	975	186	13	Freq. card.	-13,8	12,3 0,089
4	1000	209	45	1010	203	20			
5	1100	200	37	1075	185	48	GRUP "ESPORT"		
6	930	198	15	910	185	21	Caiguda VEMS	-11,9	15,4 0,08
7	1000	183	43	960	185	15	Freq. card.	-6	6,5 0,045
8	1140	202	16	1110	197	8			
Mitjana (D.T.)	1052,2 (76,9)	195,3 (9)	32,6 (11,7)	1030 (71,5)	189,3 (6,5)	20,6 (14,9)			
Resultats del test de detecció de l'asma induïda per l'exercici en el grup "bicicleta" i el grup "esport" i després del programa d'entrenament.									
Distància: distància recorreguda expressada en metres.									
Freq. card.: freqüència cardíaca expressada en cops/minuts.									
Caiguda VEMS: caiguda de VEMS en % del valor inicial.									
MITJANA DIF.: mitjana de les diferències dels valors individuals després - abans per la caiguda del VEMS i la freqüència cardíaca.									
El valor de "p" correspon a un test "t" de Student en valors aparellats.									

Quadre 6

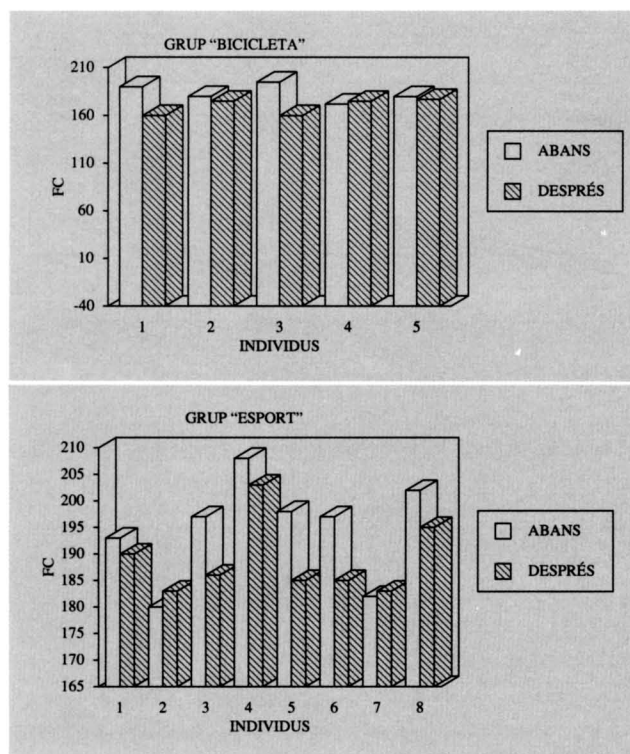


Figura 2. Freqüència cardíaca màxima en cops per minut després d'una cursa de 6 minuts, abans i després de l'entrenament

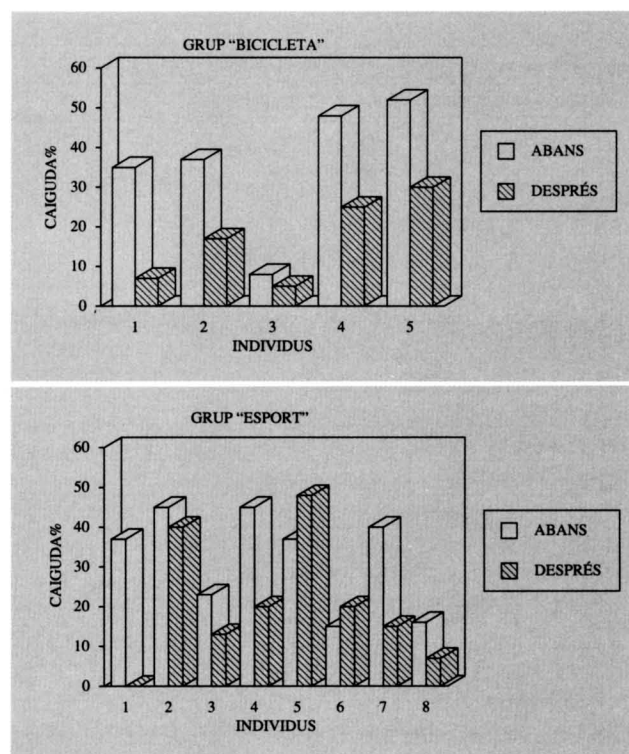


Figura 3. Caiguda del VEMS en % del valor inicial després d'una cursa de 6 minuts, abans i després de l'entrenament

variances sobre dades aparellades, de fer aparèixer un progrés després de l'entrenament en el broncoespasme induït per l'exercici.

b) Efectes dels programes d'entrenament entre els grups

La comparació de l'efecte de dos programes no permet determinar quin entrenament és millor que l'altre per reduir l'AIE. No s'han descobert diferències en la intensitat d'aquest efecte entre els entrenaments pel mètode de l'anàlisi de la varianza.

De tota manera, l'anàlisi de cada grup ens indica que l'estalvi cardíac i la disminució de l'AIE són més marcades per al grup "bicicleta" que per al grup "esport". El guany per a aquests dos paràmetres és més important per al grup "bicicleta", encara que també és menys significatiu. És en l'estalvi cardíac que el grup "bicicleta" enregistra el guany més marcat en relació amb el grup "esport". Efectivament, dona un benefici

de 7,8 puls/mn en relació amb el grup "esport".

El comparatiu de les diferències enregistrades quant a l'AIE és difícil d'efectuar, sent els guanys idèntics (12,1% davant 11,9).

4. Efectes del programa d'entrenament sobre l'aptitud física a l'esforç (vegeu quadre 7 i figures 4 i 5)

En la prova d'exploració maximal s'han indicat quatre variables en cada grup: els resultats del treball màxim al llarg de la prova referents al consum màxim d'oxigen, del pols d'O₂ i del consum d'oxigen al llindar de ventilació. Tanmateix, cal remarcar una forta desviació tipus en el treball màxim del grup "esport", diferència marcada per la millora d'un subjecte especialment desentrenat. Els altres mitjans per grup són comparables, cosa que confirma la validesa de l'atzar a l'hora de compondre els grups al començament del protocol.

Finalment, cal remarcar el poc consum màxim d'oxigen en aquests adolescents asmàtics, en relació amb els joves de la seva edat no asmàtics.

a) Efectes de l'entrenament en cada grup

El grup "bicicleta" enregistra en el creixement màxim desenvolupat un guany de 30 W i de 8,6 ml de consum màxim d'oxigen. Aquestes diferències són significatives ($p < 0,05$ sobre un test de student).

Per al grup "esport" el guany en creixement és de 21,2 W i de 7 ml de consum màxim d'oxigen, però les diferències no són estadísticament significatives per a la VO₂ màx. en el mateix test estadístic.

b) Efecte global dels entrenaments ateses les dades agrupades

Els efectes de l'entrenament en el treball màxim produït són molt significatius ($p = 0,0007$). Els guanys en VO₂

QUADRE-RESUM DELS RESULTATS DE LA PROVA D'EXPLORACIÓ MAXIMAL											
GRUP "BICICLETA"		ABANS				DESPRÉS					
	W.Màx.	VO ₂ Màx.	Pols d'O ₂	VO ₂ Llindar	W.Màx.	VO ₂ Màx.	Pols d'O ₂	VO ₂ Llindar			
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			
Mitjana (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)			
GRUP "ESPORT"									MITJANA DIF.		p
									GRUP "BICICLETA"		
1	180	49,9	0,28	36	215	53,5	0,29	39	WMàx.	30	16,2 0,05
2	170	54,2	0,29	35	170	53,2	0,27	37	VO ₂ Màx.	8,6	4,5 0,05
3	140	42,8	0,22	25	145	47,5	0,25	35	Pols O ₂	0,047	0,01 0,01
4	200	43,2	0,21	33	220	46,1	0,23	31	VO ₂ Llindar	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	GRUP "ESPORT"		
7	140	54,9	0,3	36	155	54,8	0,3	35	WMàx.	21,2	15,7 0,01
8	200	48,2	0,25	32	240	78,7	0,4	38	VO ₂ Màx.	7	9,4 0,09
Mitjana (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)	Pols O ₂	0,03	0,04 0,1
									VO ₂ Llindar	1,75	4,1 0,3
Resultats del test d'exploració funcional maximal en el grup "bicicleta" i el grup "esport" abans i després del programa d'entrenament.											
W.Màx.:		Treball màxim expressat en Watts.									
VO ₂ Màx.:		Consum màxim d'oxigen expressat en ml/k/min.									
Pols d'O ₂ :		Quantitat d'oxigen vehiculat per batec cardíac expressat en ml/k/puls.									
VO ₂ Llindar:		Consum d'oxigen a nivell del llindar ventilatori.									
MITJANA DIF.:		Mitjana de les diferències dels valors individuals abans i després.									
		El valor "p" correspon a un test "t" de Student sobre valors aparellats.									

Quadre 7

màx. també són importants ($p=0,0155$). Les millores del pols d'O₂ enregistren un valor de p significatiu ($p=0,011$) mentre que la diferència de VO₂ al llindar no revesteix en aquest cas un caràcter significatiu.

L'entrenament és, doncs, eficaç de manera global sobre la VO₂ màx. sobre el pols d'O₂ i en el treball màxim.

c) Comparació de l'efecte de l'entrenament entre els grups (figures 8, 9, 10 i 11)

Per a cada paràmetre analitzat no hi ha hagut cap avantatge d'un entrenament en relació amb l'altre. No s'han apreciat diferències en la intensitat dels efectes de cada entrenament ($p>>0,05$).

La comparació entre els dos grups revela un avantatge per al grup "bicicleta" tant per al creixement màxim desenvolupat com per al guany en consum màxim d'oxigen.

El guany en creixement màxim és significatiu per als dos grups ($p < 0,05$). El grup que ha realitzat l'entrenament aeròbic presenta un guany superior al grup "esport" amb un benefici de 30 W, en lloc de 21,2 per al segon grup, encara que la diferència no sigui estadísticament significativa.

5. Estudis de la ventilació (quadre 8, figura 6)

a) Mètode

Per tal d'esbrinar si s'havia obtingut un

estalvi de ventilació gràcies a l'entrenament, vam realitzar una comparació de la ventilació en els diferents nivells de consum d'oxigen. Per això, vam construir, per a cada subjecte, una recta de regressió que lligava la ventilació i el consum d'oxigen a cada graó de l'exercici maximal efectuat abans i després de l'entrenament. S'han determinat els següents valors del consum d'oxigen: 20, 40, 60, 80, 100% del consum màxim d'oxigen inicial. Aquests valors ens han servit per determinar la ventilació induïda al llarg del primer i el desè test a nivell del mateix consum d'oxigen, cosa que permet comparar la diferència de ventilació a nivell de consum d'oxigen comparable.

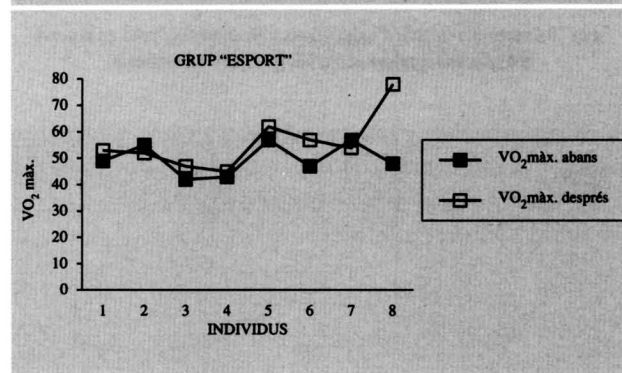
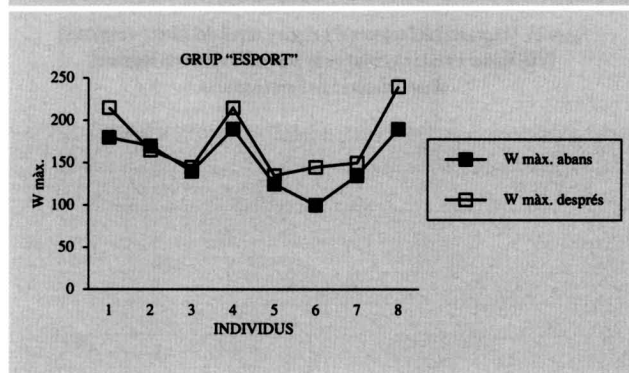
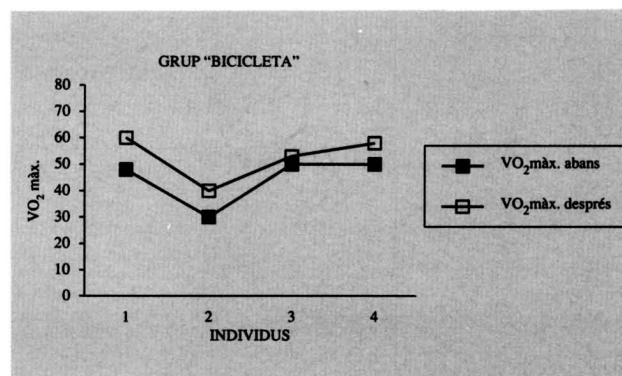
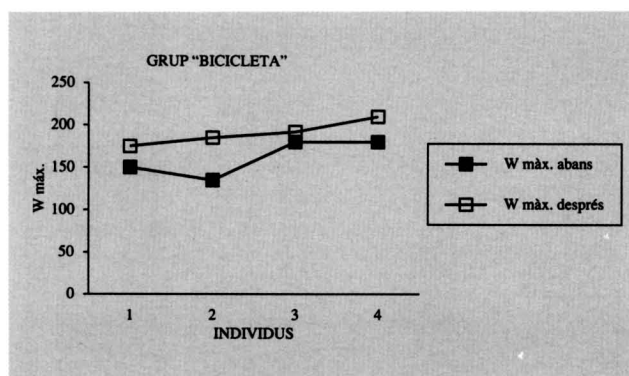


Figura 4. Treball màxim (W màx.) en watts assolit en la cursa de la prova maximal amb cicloergòmetre abans i després de l'entrenament

Figura 5. Consum màxim d'oxigen (VO_2 màx.) en ml/min assolit en la prova maximal amb cicloergòmetre abans i després de l'entrenament

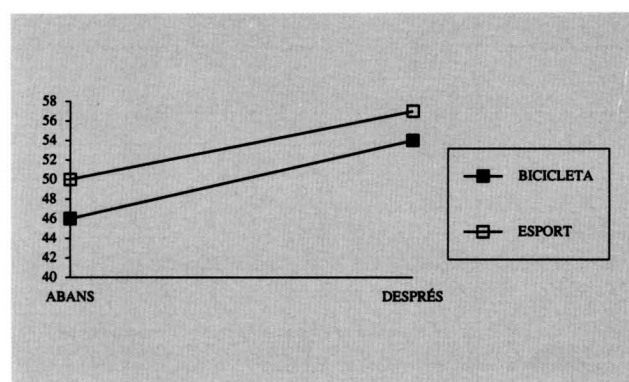


Figura 8. Progressió del consum màxim d'oxigen en la prova d'exploració maximal, abans i després de l'entrenament

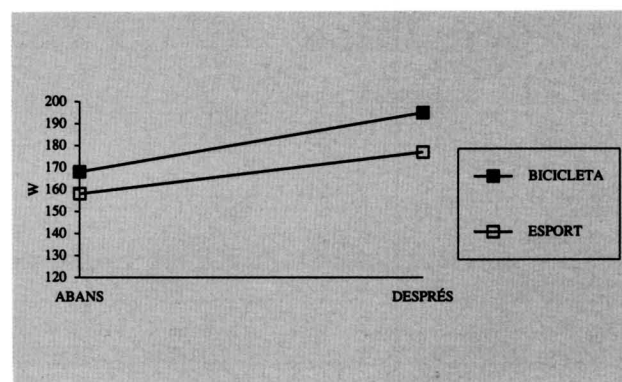


Figura 9. Progressió de la capacitat màxima (en watts) al llarg del test d'exploració maximal abans i després de l'entrenament

Exemple per a un subjecte: a partir dels valors de VO_2 , VE, de cada test, s'ha calculat una regressió.

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

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

Per nivell de consum d'oxigen inicial vegeu el quadre 9.

S'obté doncs la diferència (VE 1r test - VE 2n test) pel mateix nivell de VO_2 . Els guanys en ventilació en els dos grups s'han comparat per l'anàlisi de covariància.

b) Els resultats

Efecte de l'entrenament en cada grup: En el grup "bicicleta" s'ha enregistrat

un estalvi de ventilació en tots els subjectes. La mitjana per al grup a cada nivell de VO_2 indica una demanda de ventilació menor per a una mateixa càrrega de treball. El pendent de la recta de regressió corresponent als estalvis d'aquest grup confirma el guany en ventilació en tots els percentatges de VO_2 inicials per un coeficient de re-

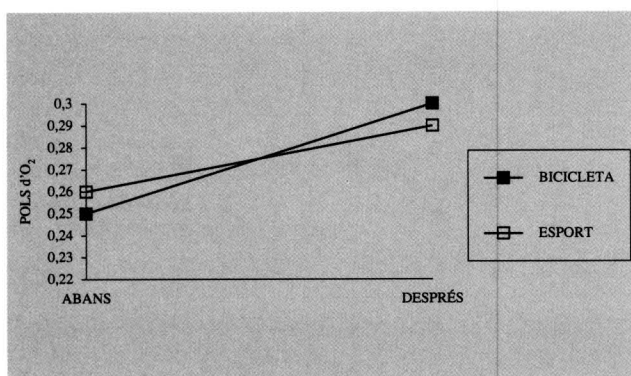


Figura 10. Progressió del pols d'oxigen (pols d'O₂ en ml/kg/puls) en la prova d'exploració maximal abans i després de l'entrenament

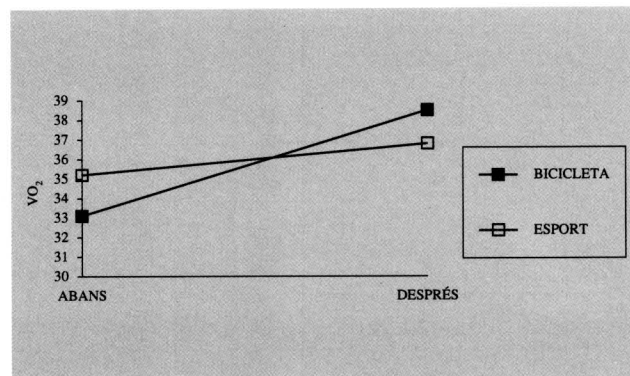


Figura 11. Progressió del consum d'oxigen a nivell del límit ventilatori (VO₂ límit en ml/kg/min) en la prova d'exploració maximal abans i després de l'entrenament

ESTUDI DE LA VENTILACIÓ PER INDIVIDUS								
GRUP "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				
MITJANA DIF. (DESPRÉS-ABANS)								
% VO ₂	MITJANA	D.T.						
20	-0,445	0,9	Recta de regressió		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						
GRUP "ESPORT"								
%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
MITJANA DIF. (DESPRÉS-ABANS)								
%VO ₂	MITJANA	D.T.						
20	-0,1	1,6	Recta de regressió		Y=0,025X+0,075			
40	-1,5	4						
60	-1,11	6,9						
80	-2,22	9						
100	-5,56	9,91						
Resultats del test d'exploració funcional maximal en termes d'estalvi ventilatori per al grup "bicicleta" i el grup "esport"								
VE1, VE2...: Diferència després-abans entrenament de la ventilació expressat en l/min								
% VO ₂ : Nivell de percentatge del consum màxim d'oxigen inicial								
MITJANA DIF.: Mitjana de les diferències dels valors individuals								

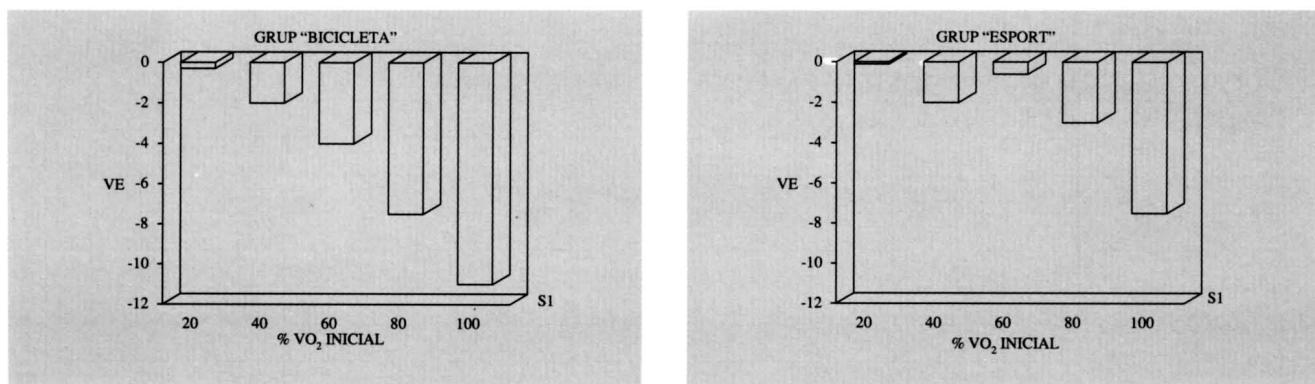


Figura 6. Estalvi ventilatori obtingut en la prova maximal amb cicloergòmetre a 20, 40, 60, 80 i 100% de la VO_2 màx. inicial

%	VO_2 1er test	VE 1er test	VO_2 1er test	VE 2n 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

Quadre 9

gressió de 0,138.

Per al grup "esport" l'estalvi de ventilació és menys clar i presenta un coeficient de regressió quasi nul. Dos subjectes en aquest grup han augmentat la demanda de ventilació després de l'entrenament, cosa que pertorba els resultats globals tot i que aquest grup hagi estat més nombrós.

Comparació entre els grups:

Les rectes de regressió relatives a cada grup mostren una diferència de pendent en l'estalvi de ventilació constatat per a cada entrenament.

- Coeficient de regressió per al grup "esport": 0,025.
- Coeficient de regressió per al grup "bicicleta": 0,138.

Els guanys en ventilació progressen més ràpidament per al grup "bicicleta" a cada nivell de consum d'oxigen.

Hi ha una diferència estadísticament significativa entre els grups, tot i que l'estalvi de ventilació és superior en el grup "bicicleta" (figura 6).

6. Resultats de l'enquesta

- A la vista de les respostes que han donat els nens a les 6 preguntes que se'ls ha posat, sembla que per al grup "esport" el compromís treball-gaudi és el més apreciat. Per al grup "bicicleta" la noció de "treball seriós" és el que més s'ha posat de relleu.
- La pregunta núm. 2 revela per al grup "bicicleta" que les preferències es dirigeixen cap a la "natura". A aquesta pregunta el grup "esport" reparteix globalment les respostes.
- A la pregunta núm. 3 els esports que tenen menys èxit són els que no presenten varietat en les accions i els que demanen més voluntat i esforç per progressar; això per als dos grups.

d) Els entrenaments proposats han estat divertits per al grup "esport" (7 respostes contra 1) i per al grup "bicicleta" han estat pesats (5 respostes contra 0). Les respostes d'aquest darrer grup demostren el costat pesat i enutjós de les sessions de pedaleig.

e) Les ganes de tornar a realitzar un entrenament esportiu es manifesten per al grup "esport"; en el grup "bicicleta" només un participant declara la seva voluntat de reprendre el mateix entrenament.

f) Finalment, és en les sessions de caràcter esportiu que l'ambient i el marc han estat el més valorat. El grup "bicicleta" divideix les seves respostes entre el sí i el no (vegeu el quadre 10).

Discussió

1. Els límits de l'estudi

Cal assenyalar en aquest estudi hi ha hagut dues dificultats que han marcat els límits de la interpretació dels resultats.

Els dos grups tenen efectius reduïts, sobretot el grup "bicicleta", cosa que fa difícil la discussió sobre els resultats.

Ha aparegut un problema d'estandardització de la prova de detecció de l'AIE. La cursa va tenir lloc a l'exterior i les condicions atmosfèriques (humitat, temperatura, pressió atmosfèrica)

QUADRE-RESUM DE LES RESPOSTES A LAS PREGUNTES DE L'ENQUESTA

Les xifres corresponen al nombre de respostes escollides en cada grup.

	Preguntes	GRUP "BICICLETA"	GRUP "ESPORT"		
	Núm. 1	a)	2	a)	0
		b)	0	b)	2
		c)	6	c)	3
		d)	0	d)	0
	Núm. 2	a)	2	a)	0
		b)	0	b)	0
		c)	3	c)	4
		d)	3	d)	1
	Núm. 3	a)	3	a)	2
		b)	2	b)	3
		c)	1	c)	0
		d)	2	d)	0
	Núm. 4	a)	1	a)	5
		b)	7	b)	0
	Núm. 5	a)	8	a)	1
		b)	0	b)	4
	Núm. 6	a)	8	a)	3
		b)	0	b)	2

Quadre 10

ca) relativament aleatòries d'un test a l'altre fan que la interpretació sigui delicada.

A més, la intensitat de l'esforç produït en el segon test de detecció de l'AIE ha estat difícil de controlar ja que es demanava de respectar la distància recorreguda al primer test, cosa que imposava un ritme de cursa difícil de mantenir.

2. Els resultats

Els resultats obtinguts concorden de manera global amb les dades de la lite-

ratura en el nostre domini (Varray, 1990; Haas, 1987; Varray, 1990; Prefaut, 1991). D'aquest treball es poden extreure cinc conclusions:

- L'entrenament és globalment eficaç en els dos grups.
- L'efecte és clar en la capacitat cardíoc-respiratòria en l'exercici: VO_2 màx., W màx., pols d'O₂. En canvi, no afecta el VO_2 al llindar.
- L'efecte, encara que estadísticament significatiu, és menys clar en l'AIE (la variabilitat de les mesures és gran

i les dificultats d'estandardització cal tenir-les en compte).

- La comparació dels dos mètodes d'entrenament mostra que no hi ha diferència significativa, pel que fa a la protecció de l'AIE o en la millora de les capacitats cardíoc-respiratòries màximes en l'exercici.
- Hi ha un estalvi de ventilació millor, a tots els nivells de VO_2 , en el programa "bicicleta" que en el programa "esport".

És difícil la interpretació ja que l'estu-

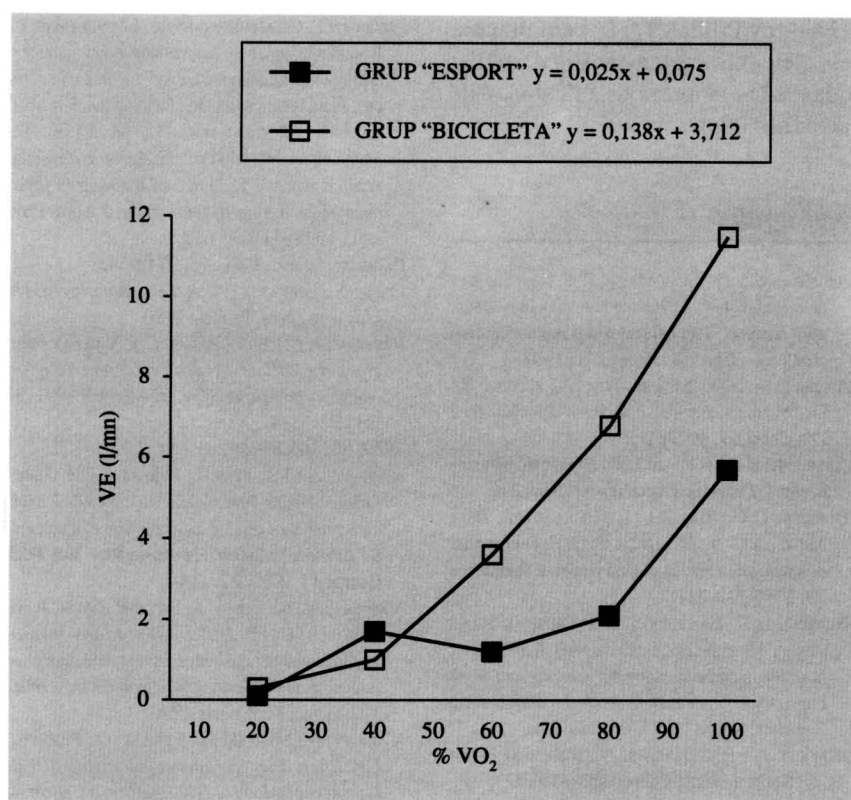


Figura 7. Estalvi ventilatori obtingut en la prova maximal a 20, 40, 60, 80 i 100% de la VO₂màx. inicial (%VO₂)

di només afecta un petit nombre d'individus cosa que és sens dubte a l'origen d'una manca de creixement dels tests estadístics per detectar una diferència.

La tendència és clara pel que fa a:

- Un millor efecte de l'entrenament aeròbic en els paràmetres cardío-respiratoris en l'exercici.
- Un estalvi de ventilació més clar en el grup entrenament al llindar de ventilació com ens il·lustra la comparació de les rectes de regressió en els dos grups i la comparació dels valors de VO₂ al llindar dels dos grups.

3. La tolerància a l'esforç

Els dos protocols proposat en aquests joves asmàtics han contribuït a tancar el cercle viciós: descondicionament-deteriorament funcional accelerat.

El reentrenament induït dels efectes benèfics com han mostrat Haas i altres per millorar l'aptitud física en repòs i el llindar d'aparició de l'AIE. Com més bona és l'aptitud física de l'asmàtic és més important la broncodilatació induïda per l'exercici. Els resultats enregistrats en l'estudi ens mostren que la lluita contra el descondicionament és molt important. Demanar a un asmàtic que no faci exercici vol dir disminuir la seva aptitud física, cosa que el torna encara més inadaptat a l'exercici, i disposar-lo encara més al broncoespasme post-exercici.

En el marc del nostre estudi, l'entrenament amb la bicicleta a una intensitat corresponent al llindar de ventilació de cadascú ha permès personalitzar l'entrenament. Els resultats en termes d'estalvi de ventilació, de guany de VO₂ màx., d'estalvi cardíac i de davallada de l'AIE haurien estat més importants amb un entrenament que comportés

més sessions. Per al grup "esport", l'entrenament ha permès millorar els diferents paràmetres.

Tanmateix, la millora sembla una mica menor que amb el programa aeròbic estricte, cosa que confirma que el caràcter anaeròbic parcial de l'entrenament "esport" no ha permès obtenir els mateixos beneficis que l'entrenament aeròbic estricte.

4. El guany de ventilació

La sensació de dispnea a l'esforç característic dels nens asmàtics és la conseqüència d'una hiperventilació en una càrrega determinada. Aquesta hiperventilació es pot combatre especialment amb l'entrenament aeròbic.

L'estalvi de ventilació constatat per a grup "bicicleta" és el testimoni d'una millora del rendiment de la musculatura perifèrica, d'un augment parcial de la resistència de les vies respiratòries.

L'objectiu principal del reentrenament és, doncs, disminuir la hiperventilació en l'exercici per a un nivell de càrrega determinat, en vista a una reducció del risc d'asma post-exercici, d'una millora del flux cardíac, del transport d'oxigen a la perifèria i d'una disminució de la sensació de dispnea.

5. La motivació

Hi ha tres elements que en ens han permès de valorar el grau d'interès dels joves al llarg dels entrenaments:

- L'abandonament d'un determinat nombre de joves en el grup "bicicleta" al llarg del protocol per falta de motivació associada a aquesta mena de reentrenaments.
- Les respostes als qüestionaris realitzats *a posteriori* ens mostren que als joves no els acaba d'agradar l'entrenament amb la bicicleta.
- Finalment, s'ha vist que l'organització pràctica de l'entrenament de dos grups diferents és més difícil per al grup "bicicleta" que per al grup "esport" tot i que els llocs de pràctica, els desplaçaments i els horaris hagin

estat més complexos d'organitzar en aquest darrer grup.

Tanmateix, sembla que per als adolescents, fins i tot malalts, les activitats físiques i esportives tenen molt d'èxit i poden ser un vehicle de rehabilitació de l'esforç tant a nivell fisiològic com psicosocial.

Comentaris

Els resultats obtinguts són relativament convincents. Només són vàlids en els límits dels tests proposats als adolescents i en els límits dels protocols de reentrenament utilitzats. Sembla que els beneficis enregistrats, especialment a nivell de la ventilació, siguin una mica menys importants que en els estudis precedents en què la freqüència i l'amplitud de l'entrenament han estat més importants.

El nombre reduït de participants en el protocol amb cicloergòmetre només permet concloure parcialment en una generalització dels efectes induïts per l'exercici, si aquesta no es recolza en treballs ja realitzats.

Per tal de corregir aquesta poca efectivitat en el grup "bicicleta", ha estat possible d'examinar i entrenar al llarg de l'hivern de 1993 un segon grup "bicicleta" i de recollir dades suplementàries. Tot i que també hi ha hagut dificultats relatives a la freqüència de les sessions en aquest segon grup, ha estat possible d'estudiar uns altres cinc adolescents abans i després d'un entrenament aeròbic. Aquests resultats no apareixen en el present estudi però pròximament seran utilitzats en un estudi que englobi totes les dades.

Finalment, el fet d'haver tingut en compte un determinat nombre de paràmetres cardío-respiratoris (VO_2 , VE, W i VEMS) no permet d'anar prou lluny en l'anàlisi dels progressos enregistrats. Una anàlisi més detallada dels règims de ventilació a la vista de les dades que aporten les exploracions funcionals ma-

ximals (VT, TI, VT/TI...) ens donaria els elements suplementaris d'anàlisi quant a les adaptacions a l'esforç dels joves asmàtics.

Bibliografia

- ANDERSON, S.D.; SCHOEFFEL, 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.
- BERDER, B.G.; BELLAU, 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.; KRAEPELJEN, 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. 1990.18.
- COUNSELMAN, 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. Physiol., 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, FREYSCHUSS, U. *Working capacity and pulmonary gas exchange in children with exercise-induced asthma*. Acta Kobayashi, K.; KITAMURA, K.; MIURA, M.; DODEYAMA, 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 1990: 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 Pediatr 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,

Annex

Enquesta:

1. Per tu, l'EPS i la reeducació de l'esforç és sobretot:
(només una resposta)
a) Una manera de passar-s'ho bé.
b) Un treball seriós.
c) Una manera de treballar i de passar-s'ho bé.
d) No ho sé.
2. Quines són les característiques d'una activitat esportiva que t'agrada? És una

activitat (només una resposta, entre l'1 i el 3)

- a) Que pots practicar amb els altres (de tipus col·lectiu).
- b) Que pots practicar individualment.
- c) Que es practica a la natura.
- d) Que es practica a sota cobert.

3. Un esport que no t'agrada és sobretot una activitat (només una resposta)

- a) Que no té varietat en les accions.
- b) Que és molt difícil i seriosa (cal molta voluntat i esforç per progressar).
- c) Que no té relació amb la natura (grans espais naturals o animals).
- d) Que no està de moda (de la qual no se'n parla).

4. Durant les cinc setmanes d'entrenament, el "treball" s'ha semblat:

- a) Pesat.

b) Divertit.

5. Tens ganes de tornar a realitzar un altre reentrenament d'aquesta mena?

- a) Sí.
- b) No.

6. El marc i l'ambient de les sessions t'han agradat?

- a) Sí.
- b) No.