

Mecanismes ventilatoris d'adaptació a l'esforç en adolescents amb broncoconstricció provocada per l'esforç (BIE)

Mecanismos ventilatorios de adaptación al esfuerzo en adolescentes con broncoconstricción provocada por el esfuerzo (BIE)

Dr. F. Drobnic,* Dr. A. Castelló,** Dr. J.I. Sierra,*** Dra. P. Hernández***

* Centre d'Alt Rendiment. San Cugat del Vallès

** Centre d'Estudis de l'Alt Rendiment Esportiu. Esplugues de Llobregat

*** Departament d'Immunoal·lèrgia de l'Hospital Sant Joan de Déu. Barcelona

RESUM

Amb aquest estudi s'ha intentat observar les variacions en els mecanismes d'adaptació respiratòria a un esforç màxim en nois amb broncoconstricció induïda per l'esforç (BIE). Foren escollits 12 nois amb BIE i uns altres 12 sans. A tots els fou practicat un test d'esforç màxim sobre el cicloergòmetre, obtenint la mostra dels gasos espirats per un ergoanalitzador amb microprocessador incorporat. Els resultats obtinguts ens demostren que, malgrat les lleus variacions d'adaptació respiratòria, cap no és un factor limitant de l'exercici submàxim o màxim en els individus malalts, per la qual cosa la pràctica esportiva no és desaconsellada.

SUMMARY

This study aims to assess the variations in cardiorespiratory dynamics in adolescents suffering exercise induced bronchoconstriction (EIB) in subjecting them to a maximum effort test and observing their adaptation to same. Material and methods: 12 boys were examined (descending VEMS values above 20%). No history of crisis at the last week prior to the test. Their medication was withdrawn, none of them with corticoid therapy. 11 boys being of the same years, social class and practising sport with the same degree of assiduity, were chosen at random from schools. The boys were subjected on the same conditions, temperature, humidity an hour, to an

RESUMEN

Con el presente estudio se ha intentado observar las variaciones en los mecanismos de adaptación respiratoria a un esfuerzo máximo en muchachos con broncoconstricción inducida por el esfuerzo (BIE). Se eligieron 12 muchachos con BIE y otros 12 sanos. A todos se practicó un test de esfuerzo máximo sobre el cicloergómetro, obteniendo la muestra de los gases espirados por un ergoanalizador con microprocesador incorporado. Los resultados obtenidos nos demuestran que a pesar de las leves variaciones de adaptación respiratoria, ninguna es un factor limitante del ejercicio submáximo o máximo en los individuos enfermos, por lo que la práctica deportiva no está aconsejada.

aerobic test on the cicloergometer. The air treated by an ergoanalyzer for gases and the boys were monitored on a portable ECG and arterial pressure was taken every 3'. Observations: It was noted there was a significant FR rise in EIA as the became more intense. The VE was the same for the same FR. The EqO₂ was significantly less in normal individuals. The cardiac output didn't undergo any significant variation in either of the two groups and developed satisfactorily in both. Conclusions: Ventilatory and cardiocirculatory adaptation mechanisms to effort do not play a determining part in EIA when maximum effort is made.

Introducció

Asma i Hiperreactivitat bronquial

L'asma és una malaltia caracteritzada per àmplies variacions de la resistència al flux de l'aire en les vies intrapulmonars, sobre períodes de temps curts³⁴ i que es manifesta per atacs recurrents a tos o dispnea separats per intervals lliures. L'obstrucció de les vies aèries i els símptomes clínics són completament o en gran part reversibles amb el tractament de fàrmacs broncodilatadors o esteroides.¹⁵

Tots els factors etiològics de l'asma es caracteritzen per un fet elemental, són capaços de provocar una resposta de la mucosa bronquial, és a dir posseeixen una reactivitat bronquial. Quan aquesta resposta és exagerada es coneix amb el terme d'hiperreactivitat bronquial.

Els mecanismes responsables d'aquesta hiperreactivitat són desconeguts però poden provocar una lesió de l'epiteli de les vies aèries, edema a l'interior i a l'exterior de la paret bronquial, estimular el sistema colinèrgic o inactivar el sistema inhibidor adrenèrgic, o bé provocar canvis en la funció de la musculatura llisa de les vies aèries, que acaben finalment en la manifestació de l'obstrucció al flux aeri.^{19, 20}

La hiperreactivitat bronquial (HB), com hem esmentat anteriorment, és un factor fonamental en la patogènia de l'asma i d'altres malalties com la rinitis, EPOC, etc. La seva severitat es correlaciona directament amb la severitat de l'obstrucció de les vies aèries. I tot i que els estímuls provocadors de la HB són origen d'una reacció inflamatòria, augmentada per l'acció dels mediadors, els mecanismes de la reacció de la musculatura llisa encara continuen sense ser dilucidats clarament.

La incidència d'asma de caràcter intens en la població escolar espanyola és d'un 0,5%, i d'un 5 a 10% d'infants que presenten alguna al·lèrgia. Aquest percentatge pot augmentar fins un 20% si hi afegim, com antecedents, la bronquitis del lactant. La incidència d'asma induïda per l'esforç (BIE) oscil·la entre un 25 i un 93%, segons quins siguin els paràmetres utilitzats per a la seva valoració i el mètode per posar-la de manifest.

La prevalença de la hiperreactivitat bronquial en esportistes altament entrenats (EE.UU) oscil·la entre el 25 i el 50%, mentre que en individus no esportistes és entre el 30,4 i el 41%.^{42, 44}

Asma Induïda per l'Exercici

Fent una mica d'història veiem que en el segle II a.C. ja un metge capadoci, Arateus, definia no solament l'asma sinó també aquella induïda per l'esforç: "si corrent, fent gimnàstica o exercici o qualsevol altra tasca, la respiració es fa difícil, això

Introducción

Asma e Hiperreactividad bronquial

El asma es una enfermedad caracterizada por amplias variaciones de la resistencia al flujo del aire en las vías intrapulmonares, sobre cortos períodos de tiempo³⁴ y que se manifiesta por ataques recurrentes de tos o disnea separados por intervalos libres. La obstrucción de las vías aéreas y los síntomas clínicos son completamente o en gran parte reversibles por el tratamiento con fármacos broncodilatadores o esteroides.¹⁵

Todos los factores etiológicos del asma se caracterizan por un hecho elemental, son capaces de provocar una respuesta de la mucosa bronquial, es decir, poseen una reactividad bronquial. Cuando esta respuesta es exagerada se conoce con el término de hiperreactividad bronquial.

Los mecanismos responsables de dicha hiperreactividad son desconocidos pero pueden provocar una lesión del epitelio de las vías aéreas, edema en el interior y en el exterior de la pared bronquial, estimular el sistema colinérgico o inactivar el sistema inhibidor adrenérgico, o bien provocar cambios en la función de la musculatura lisa de las vías aéreas, que terminan finalmente en la manifestación de la obstrucción al flujo aéreo.^{19, 20}

La hiperreactividad bronquial (HB), como se mencionó anteriormente, es un factor fundamental en la patogenia del asma, y de otras enfermedades como la rinitis, EPOC, etc. ... Su severidad se correlaciona directamente con la severidad de la obstrucción de las vías aéreas. Y aunque los estímulos provocadores de la HB son origen de una reacción inflamatoria, aumenta por la acción de los mediadores, los mecanismos de la reacción de la musculatura lisa sigue sin dilucidarse claramente todavía.

La incidencia de asma de carácter intenso en la población escolar española es de un 0,5%, y de un 5 a 10% de niños que presentan alguna alergia. Este porcentaje puede elevarse hasta un 20% si añadimos como antecedentes la bronquitis del lactante. La incidencia de asma inducida por el esfuerzo (BIE) oscila entre un 25 y 93% según sean los parámetros utilizados para su valoración y el método para ponerla de manifiesto.

La prevalencia de la hiperreactividad bronquial en deportistas altamente entrenados (EEUU) oscila entre el 25 y el 50% mientras que en individuos no deportistas es entre el 30,4 y el 41%.^{42, 44}

Asma Inducida por el Ejercicio

Haciendo un poco de historia vemos que en el siglo II a J.C. ya un médico capadocio, Arateus, definía no sólo el asma sino también aquél inducido por el esfuerzo "si corriendo, haciendo gimnasia o ejercicio o cualquier otro trabajo, la respiración se hace difícil, esto se llama ASMA". Se reafirma

s'anomena 'asma'. Aquesta asseveració queda reafirmada el segle XVII amb sir John Floyer ("tot exercici provoca que els asmàtics facin respiracions més curtes"). És el 1946 quan Hexheimer inicia els primers estudis sobre l'AIE, observant que l'exercici i la hiperventilació provoca una broncoconstricció poc després d'acabada la maniobra hiperventilatòria o el test d'esforç. Posteriorment és McNeill i col.ls. els qui observaren l'absència de crisi durant un determinat període de temps un cop s'ha sortit d'un episodi agut. Aquest període de temps fou anomenat "període refractari". Altres autors, com R.S. Jones i col.ls., demostraren la presència d'AIE en joves adolescents que ja no presentaven clínicament llur asma infantil. També observaren la utilitat de les amines simpaticomimètiques en la prevenció de les crisis i l'absència d'activitat en l'AIE dels antihistaminics i els esteroides.

La broncoconstricció induïda per l'exercici (BIE) és un problema important per a molts pacients amb asma així com per als qui pateixen rinitis al·lèrgica tot i que aquests no tinguin una clínica d'asma evident.

En els individus asmàtics l'exercici provoca una dilatació inicial als pocs minuts d'iniciar-se, que pot ser mantinguda durant tot el temps que dura l'esforç físic. Un cop aquest cessa té lloc una broncoconstricció en la qual la funció pulmonar assoleix el nivell més baix. Aquesta fase acostuma a durar de 5 a 7 minuts en els individus adults i de 3 a 5 en els infants,¹⁵ tot i que pot existir una fase tardana de broncoconstricció a les 2-8 hores. Aquesta disfunció respiratòria és més severa com més intens és el treball realitzat o la durada de l'exercici és més gran, i es manifesta per tos, dispnea, escurçament de la respiració i ofec.¹¹

Objectiu

L'objectiu principal d'aquest estudi ha estat el d'avaluar el comportament dels mecanismes d'adaptació respiratòria en individus que pateixen asma induïda per l'exercici atesa l'aparició entre els atletes d'alta competició d'un cert grau d'hiperreactivitat bronquial inespecífica.

Material i mètode

Foren explorats 12 nois amb asma induïda per l'exercici (EIA) diagnosticats a l'Hospital de nens de Sant Joan de Déu, pel Departament d'Immunoal·lèrgia; els valors de descens del FEV₁ i/o el PEFR eren = ó > 20%.^{3, 4, 9, 10, 13}

Es procurà que tant els pacients amb AIE i la mostra de població no asmàtica fossin el més homogenis possible. És a dir que l'única diferència entre ambdós fos la presència o no d'AIE (taula I).

dicha aseveración en el siglo XVII. Es Sir John Floyer "todo ejercicio provoca que los asmáticos hagan respiraciones más cortas". Es en 1946 cuando Hexheimer inicia los primeros estudios sobre el AIE, observando que el ejercicio y la hiperventilación provocaba una broncoconstricción poco después de terminada la maniobra hiperventilatoria o el test de esfuerzo. Posteriormente es McNeill y cols., fueron quienes observaron la ausencia de crisis durante un determinado periodo de tiempo una vez se ha salido de un episodio agudo. A este periodo de tiempo se le denominó "periodo refractario". Otros autores como R. S. Jones y cols. demostraron la presencia de AIE en jóvenes adolescentes que ya no presentaban clínicamente su asma infantil. También observaron la utilidad de las aminas simpaticomiméticas en la prevención de la crisis y la ausencia de actividad en el AIE de los antihistaminicos y de los esteroides.

La broncoconstricción inducida por el ejercicio (BIE) es un problema importante para muchos pacientes con asma así como para los que padecen rinitis alérgica aunque éstos no tengan una clínica de asma evidente.

En los individuos asmáticos el ejercicio provoca una dilatación inicial a los pocos minutos de iniciarse que puede ser mantenida durante todo el tiempo que dura el esfuerzo físico. Una vez éste cesa tiene lugar una broncoconstricción donde la función pulmonar alcanza su nivel más bajo. Esta fase viene a durar de 5 a 7 minutos en los individuos adultos y de 3 a 5 en los niños,¹⁵ aunque puede existir una fase tardía de broncoconstricción a las 2-8 horas. Esta disfunción respiratoria es tanto más severa cuanto más intenso es el trabajo realizado o la duración del ejercicio es mayor y se manifiesta por tos, disnea, acortamiento de la respiración y ahogo.¹¹

Objetivo

El objetivo principal del presente estudio ha sido el de evaluar el comportamiento de los mecanismos de adaptación respiratoria en individuos que padecen asma inducida por el ejercicio dada la aparición entre los atletas de alta competición de cierto grado de hiperreactividad bronquial inespecífica.

Material y Método

Se exploraron 12 muchachos con asma inducida por el ejercicio (EIA) diagnosticados en el Hospital de niños de San Juan de Dios, por el Departamento de Inmunoalergia, cuyos valores de descenso del FEV₁ y/o el PEFR era = ó > 20%.^{3, 4, 9, 10, 13}

Se procuró que tanto los pacientes con AIE y la

Taula I. Característiques comunes de la mostra observada.

Tabla I. Características comunes de la muestra observada.

- 12 muchachos, varones entre 11 y 13 años. (12 ± 1)
- Mismo nivel social.
- Mismo nivel de actividad deportiva semanal ($< 3h$)
- Descenso FEV1 o PEFr = ó $> 20\%$ después de la prueba de broncoprovocación por esfuerzo.

Els requisits previs a la prova d'esforç foren els següents:

Individus asmàtics

Asintomàtics almenys dos dies abans de la prova; cap medicació 24 hores abans d'aquesta; cap no havia de mantenir teràpia corticoïdal.

Tots els individus

No haver menjat tres hores abans de la prova; no patir una malaltia sistèmica; haver signat el consentiment per realitzar la prova d'esforç, bé els tutors dels nois.

Condicions de la prova d'esforç

Les condicions de temperatura i humitat eren similars a la sala de proves: $22\text{ C} \pm 1$ i $45 \pm 10\%$ respectivament.

Protocol de la prova d'esforç³⁸

Prèviament a la prova d'esforç tots els nois foren sotmesos a un estudi biomètric amb la finalitat d'establir els seus percentatges corporals i, amb això, obtenir el seu pes magre corporal segons la fórmula de Faulkner, que ens servirà posteriorment com a unitat de referència biomètrica de comparació. Es practicà un test de característiques aeròbiques sobre un cicloergòmetre Minhard (s'adaptà a les mesures del testat prèviament a la prova, de manera que la seva eficiència mecànica fos el més encertada possible). Els gasos exhalats foren analitzats per un ergoanalitzador de gasos (Oxycon 4) paramagnètic per a l'oxigen i d'infraroigs per a l'anhidrid carbònic amb microprocessador incorporat. El volum ventilatori (VE) així com la freqüència respiratòria (BF) eren presos per un pneumotacògraf tipus Fleisch. Els individus eren monitoritzats durant la prova amb un electrocardiògraf portàtil (Hellige) i la pressió arterial era presa cada tres minuts amb un esfigmomanòmetre manual.

Prova efectuada

Consistí en una prova de caràcter triangular en la qual, després d'un minut d'escalfament sense cap càrrega a 60 RPM s'afegí una càrrega equivalent a la meitat del pes de l'individu en watts, fins arribar a

muestra de población no asmática fuese lo más homogénea posible. Es decir, que la única diferencia entre ambas fuese la presencia o no de AIE. (Tabla I). Los requisitos previos a la prueba de esfuerzo fueron los siguientes:

Sujetos asmáticos

Asintomáticos por lo menos dos días antes de la prueba; ninguna medicación 24 horas antes de la misma; ninguno debía mantener terapia corticoidea.

Todos los sujetos

No haber comido 3 horas antes de la prueba; no padecer una enfermedad sistémica; haber firmado el consentimiento para realizar la prueba de esfuerzo por los padres o tutores de los muchachos.

Condiciones de la prueba de esfuerzo

Las condiciones de temperatura y humedad eran similares en la sala de pruebas, $22\text{ C} \pm 1$ y $45 \pm 10\%$ respectivamente.

Protocolo de la prueba de esfuerzo³⁸

Previamente a la prueba de esfuerzo se sometió a todos los muchachos a un estudio biométrico con el fin de establecer sus porcentajes corporales y con ello obtener su peso magro corporal según la fórmula de Faulkner, que nos servirá posteriormente como unidad de referencia biométrica de comparación. Se practicó un test de características aeróbicas sobre un cicloergómetro Minhard (se adaptó a las medidas del testado previamente a la prueba de modo que su eficiencia mecánica fuera lo más acertada posible). Los gases exhalados fueron analizados por un ergoanalizador de gases (Oxycon 4) paramagnético para el oxígeno y de infrarrojos para el anhídrido carbónico con micro procesador incorporado. El volumen ventilatorio (VE) así como la frecuencia respiratoria (BF) era tomada por un pneumotacógrafo tipo Fleisch. Los individuos eran monitorizados durante la prueba con un electrocardiógrafo portátil (Hellige) y la presión arterial era tomada cada 3 minutos con un esfigmomanómetro manual.

Prueba efectuada

Consistió en una prueba de carácter triangular donde después de 1 minuto de calentamiento sin ninguna carga a 60 RPM se añadió una carga equivalente a la mitad del peso del individuo en vatios, hasta llegar a realizar el esfuerzo máximo, momento en el que se paró la prueba.

realitzar l'esforç màxim, moment en el qual s'atura la prova.

Observacions (taula II i gràfiques 1-6)

L'estudi estadístic de tots els valors (ANOVA, Test) es realitza per un paquet estadístic (SYSTAT-SYSGRAF).^{10, 13, 25}

- La capacitat de treball mesurada pels watts assolits al terme de la prova és lleument superior en els individus sans, tot i que no és estadísticament significatiu.^{2, 14}
- D'igual manera el consum d'oxigen per Kg de pes magre és superior en aquests individus sans. Aquest segon punt no solament és conseqüència del primer sinó que si estudiem l'evolució del consum d'oxigen per a les mateixes càrregues veiem que també és superior en els individus sans.^{2, 14}
- La relació entre el volum ventilatori VE dels estats en relació amb la freqüència respiratòria BF ens indica que per a les mateixes càrregues la VE és similar a càrregues submàximes i no s'observa cap diferència a càrregues lleugeres o per sota del llindar anaeròbic. L'increment de la VE és majoritàriament degut a un augment de la BF que no del volum corrent Vt en els individus sans.
- L'equivalent ventilatori per a l'oxigen ens indica la relació entre l'oxigen consumit en relació amb el volum ventilat (VE/VO₂) i es podria definir com un índex d'eficàcia ventilatòria. Veiem que en les fases inicials de l'exercici els nois amb BIE augmenten la VE per obtenir un VO₂ similar. Això indica que aquests individus són capaços de compensar un cert dèficit en la utilització del O₂ mitjançant un augment de la ventilació. Podem dir aleshores que els mecanismes de ventilació pulmonar no són un factor limitant del treball físic moderat en els individus amb BIE.
- El Pols d'oxigen és la relació que hi ha entre el consum d'oxigen i la freqüència cardíaca (HR).

Taula II / Tabla II

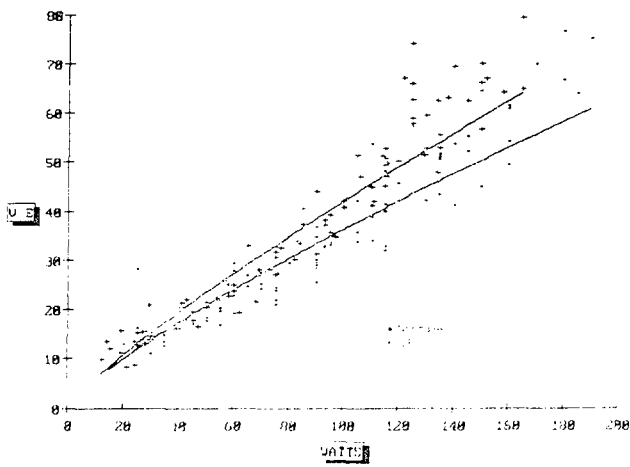
	Kg	Watts	VE	FR	VO ₂	VO ₂ /Kg	FC	Pols	O ₂ Eq. O ₂
BIE									
Mitjana:	29	137	65.1	53	1930	66.4	187	10.3	33.8
Sd:	3.1	18.8	7.8	9.2	222	5.9	10.9	1.5	2.0
SANS									
Mitjana:	27	151	59.4	50	2077	78.2	191	10.9	28.7
Sd:	3.8	26.3	10.9	6.9	352	3.1	15.6	1.9	3.0
						<0.001			<0.0001

Observaciones (Tabla II y Gráficas 1-6)

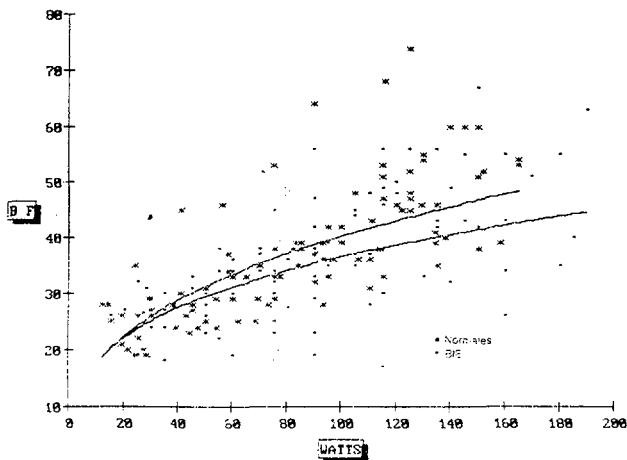
El estudio estadístico de todos los valores (ANOVA, Ttest) se realiza por un paquete estadístico (SYSTAT-SYSGRAF).^{10, 13, 25}

- La capacidad de trabajo medida por los watsios alcanzados al término de la prueba es levemente superior en los sujetos sanos, aunque no es estadísticamente significativo.^{2, 14}
- De igual modo el consumo de oxígeno por kg de peso magro es superior en estos sujetos sanos. Este segundo punto no sólo es consecuencia del primero sino que si estudiamos la evolución del consumo de oxígeno para las mismas cargas vemos que también es superior en los sujetos sanos.^{2, 14}
- La relación entre el volumen ventilatorio VE de los testados con respecto a la frecuencia respiratoria BF nos indica que para las mismas cargas la VE es similar a cargas submáximas, no observándose ninguna diferencia a cargas livianas o por debajo del umbral anaeróbico. El incremento de la VE es en mayor consecuencia debido a un aumento de la BF que al del volumen corriente Vt en los sujetos sanos.
- El equivalente ventilatorio para el oxígeno nos indica la relación entre el oxígeno consumido con respecto al volumen ventilado (VE/VO₂) y podría definirse como un índice de eficacia ventilatoria. Vemos que en las fases iniciales del ejercicio los muchachos con BIE aumentan la VE para obtener similar VO₂. Esto indica que estos individuos son capaces de compensar un cierto dèficit en la utilización del O₂ mediante un aumento de la ventilación. Podemos decir entonces que los mecanismos de ventilación pulmonar no son un factor limitante del trabajo físico moderado en los individuos con BIE.
- El Pulso de oxígeno es la relación que existe entre el consumo de oxígeno y la frecuencia cardíaca (HR). En ambos grupos es similar a diferencia de lo obtenido por otros autores. Podemos ver sin embargo que gráficamente es algo infe-

Gràfica 1 / Gráfica 1



Gràfica 2 / Gráfica 2



En els dos grups és similar, diferentment de l'obtingut per altres autors. Tanmateix, podem veure que gràficament és una mica inferior en els nois asmàtics. Abans ja hem vist menys consum per a les mateixes càrregues; si, a més, hi ha un cert augment de la freqüència per a aquestes, observem que els polsos d'oxigen seran inferiors. Això indicarà un dèbit sistòlic per a la mateixa càrrega lleument inferior en els nois amb BIE, tot i que sempre dins els límits de la normalitat.

Discussió

Dels resultats obtinguts en aquest estudi es dedueix que els mitjans d'adaptació de l'aparell respiratori a l'esforç, a mesura que aquest es fa més intens són similars en l'individu amb broncoconstricció induïda per l'esforç i el noi normal.^{2, 14, 17, 37}

En l'individu amb BIE, a causa de l'estretament de les vies aèries, augmenten les resistències perifèriques amb la dificultat consegüent per eliminar l'aire inspirat i reemplaçar-lo per un nou volum. La

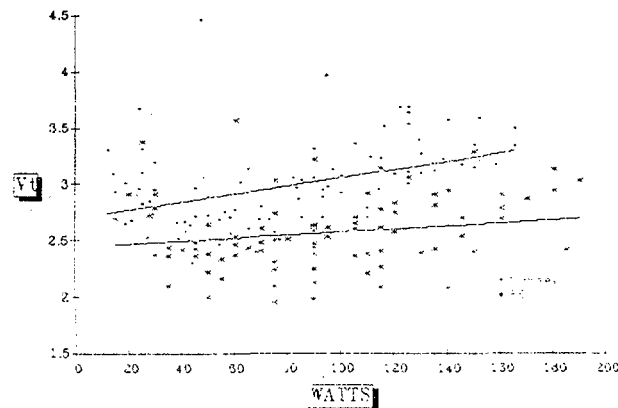
rrior en los muchachos asmáticos. Ya hemos visto antes un menor consumo para las mismas cargas, si además existe un cierto aumento de la frecuencia para las mismas, observamos que los pulsos de oxígeno serán inferiores. Esto indicará un débito sistólico para la misma carga levemente inferior en los muchachos con BIE, aunque siempre dentro de los límites de la normalidad.

Discusión

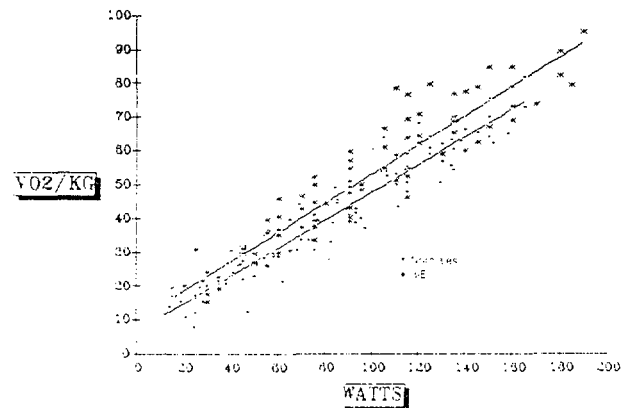
De los resultados obtenidos en el presente estudio se deduce que los medios de adaptación del aparato respiratorio al esfuerzo a medida que éste se hace más intenso, son similares en el individuo con broncoconstricción inducida por el esfuerzo y el muchacho normal.^{2, 14, 17, 37}

En el individuo con BIE, debido al estrechamiento de las vías aéreas, aumentan las resistencias periféricas con la consiguiente dificultad para eliminar el aire inspirado y reemplazarla por un nuevo volumen. La necesidad de una mayor cantidad de oxígeno a medida que el trabajo es más intenso provoca que los mecanismos de adaptación ventilatoria, frecuencia respiratoria y volumen corriente, se pongan en marcha. Sabemos que en el niño el aumento del volumen ventilatorio se realiza gracias a la frecuencia respiratoria,^{27, 43, 46} a diferencia del adulto en el que también juega un papel importante el volumen corriente. Observamos en nuestro estudio que los BIE tienen en todo momento un volumen corriente superior. También su frecuencia respiratoria es mayor a medida que las cargas se hacen más importantes, con el consiguiente aumento del volumen ventilatorio para la misma carga. Dado que el consumo de oxígeno es similar en ambos grupos (inferior en unidades por kg de peso magro) nos indica que son mucho menos eficientes ventilatoriamente los chicos asmáticos si los comparamos unos con otros. Sin embargo, pode-

Gràfica 3 / Gráfica 3



Gràfica 4 / Gráfica 4



necessitat d'una major quantitat d'oxigen a mesura que el treball és més intens provoca que els mecanismes d'adaptació ventilatòria, la freqüència respiratòria i el volum corrent, es posin en marxa. Sabem que en l'infant l'augment del volum ventilatori es realitza gràcies a la freqüència respiratòria,^{27, 43, 66} diferentment de l'adult, en el qual també juga un paper important el volum corrent. En el nostre estudi observem que els BIE tenen en tot moment un volum corrent superior. També és més gran la seva freqüència respiratòria a mesura que les càrregues es fan més importants, amb l'augment consegüent del volum ventilatori per a la mateixa càrrega. Atès que el consum d'oxigen és similar en ambdós grups (inferior en unitats per Kg de pes magre) ens indica que són molt menys eficients ventilatòriament els nois asmàtics si els comparem els uns amb els altres. Tanmateix, podem assegurar que veient les dades obtingudes, el seu mecanisme d'adaptació ventilatòria és eficaç, sent capaç d'aportar el volum d'oxigen necessari en tot moment, tal com en els nois normals, no estant limitat ni sent un factor limitant de l'esforç físic realitzat, que d'altra banda ha estat màxim.

Taula III. Bases per a realitzar un exercici adequadament.

Tabla III. Bases para realizar un ejercicio adecuadamente.

1. Medicación previa al ejercicio. (Badrenergico y/o CGDS*)
2. Calentamiento adecuado.
3. Respiración nasal.
4. Actividad física a intervalos.
5. Ejercicios submáximos.

(*) Cromoglicato disódico

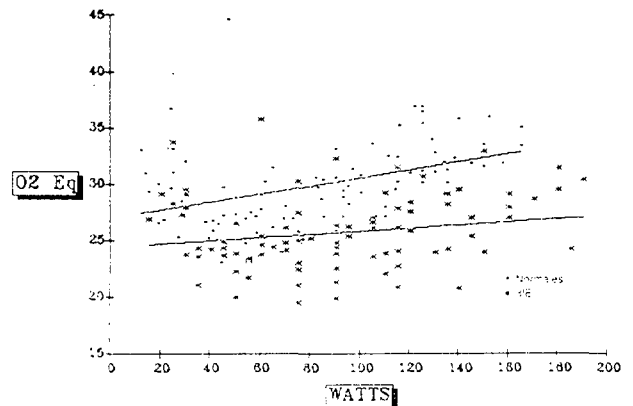
Conclusions

1. Estadísticament observem més consum d'O₂ en els individus sans, així com més capacitat de treball.
2. El consum d'O₂ és lleument superior per a les mateixes càrregues en els individus sans.
3. La ventilació no és un factor limitant de l'adaptació a les càrregues de treball sinó que l'afavoreix.
4. L'adaptació cardíocirculatòria a l'esforç es similar per als dos grups, sent en ambdós progressiva i equilibrada. Per tant, podem afirmar que aquesta adaptació a l'esforç no és un factor limitant en els nois amb AIE diferent que per qualsevol altre individu.

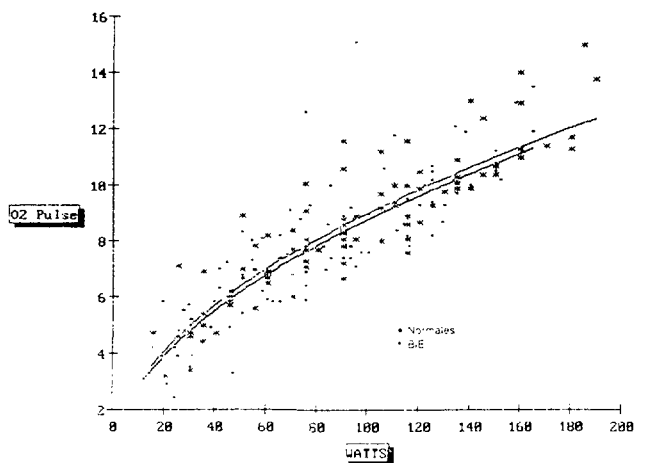
Recomanacions

Veient els mecanismes d'adaptació dels nois

Gràfica 5 / Gráfica 5



Gràfica 6 / Gráfica 6



mos assegurar que veient los datos obtenidos, su mecanismo de adaptación ventilatoria es eficaz, siendo capaz de aportar el volumen de oxígeno necesario en todo momento, al igual que en los muchachos normales. No estando limitado ni siendo un factor limitante del esfuerzo físico realizado, que por otra parte ha sido máximo.

Conclusiones:

1. Estadísticamente observamos un mayor consumo de O₂ en los individuos sanos así como una mayor capacidad de trabajo.
2. El consumo de O₂ es levemente superior para las mismas cargas en los individuos sanos.
3. La ventilación no es un factor limitante de la adaptación a las cargas de trabajo sino que favorece la misma.
4. La adaptación cardiocirculatoria al esfuerzo es similar para los dos grupos siendo en ambos progresiva y equilibrada. Por lo tanto podemos afirmar que dicha adaptación al esfuerzo no es

Taula IV. Beneficis d'un entrenament continuat.

Tabla IV. Beneficios de un entreno continuado.

- Aumento de la tolerancia al ejercicio.
- Disminución de las repercusiones del AIE.
- Sensación subjetiva de mejora.
- Aumento de la confianza en uno mismo.
- Mayor independencia social.
- Mejora de la condición física.
- Mejora del conocimiento de esquema corporal.
- Disminución de la dosis medicamentosa.
- Disminución de la exención de clase.
- Mayor integración en el grupo.

amb BIE a l'esforç no ens ha de sorprendre trobar aquestes alteracions en esportistes en els quals, entre llurs antecedents, puguin existir causes de broncoconstricció induïda per l'exercici.

Els nois que pateixen BIE han de ser controlats periòdicament i, si volem practicar un esforç amb assiduïtat, utilitzarem els cinc punts bàsics per orientar-los correctament (taula III). Els nois asmàtics, no solament els que tenen BIE, precisen la pràctica esportiva perquè, com tots els nois, necessiten una activitat física per desenvolupar-se, perquè posseeixen una condició física pobre (en general) i, per què no, perquè la seva actitud cap a la pràctica esportiva serà molt positiva, no solament per la necessitat de sentir-se integrat en el grup sinó pel seu propi estimul de superació. Els beneficis que obtindrem d'un entrenament físic continuat són, com veiem a la taula IV, prou importants per esforçar-nos a indicar al noi, als pares i al professor, la conveniència de la pràctica esportiva.

un factor limitante en los muchachos con AIE diferente que para cualquier otro individuo.

Recomendaciones

Viendo los mecanismos de adaptación de los muchachos con BIE al esfuerzo, ya no debe asombrarnos el encontrar estas alteraciones en deportistas en los que entre sus antecedentes puedan existir causas de broncoconstricción inducida por el ejercicio.

Los muchachos que padecen BIE deben ser controlados periódicamente y si quieren practicar un deporte con asiduidad, utilizaremos los 5 puntos básicos para orientarlo correctamente (Tabla III). Los muchachos asmáticos, no sólo los que tienen BIE, precisan la práctica deportiva porque como todos los muchachos necesitan una actividad física para su desarrollo, porque poseen una condición física pobre (en general), y porque no, porque su actividad hacia la práctica deportiva va a ser muy positiva, no sólo por la necesidad de sentirse integrado en el grupo sino por su propio estímulo de superación. Los beneficios que obtendremos de un entreno físico continuado son como vemos en la tabla IV, importantes como para esforzarnos en indicar al muchacho, a los padres y al profesor la conveniencia de la práctica deportiva.

Bibliografía

1. American College of Chest Physicians-American Thoracic Society Joint Committee on Pulmonary Nomenclature. "Pulmonary terms and symbols". Chest 67: 583-593. 1975.
2. BAR-OR, O.: "Pediatric Sports Medicine for the practitioner" Ed. Springer-Verlag N. Y. Inc. Chapter 3: Pulmonary Diseases, pág. 88-126. 1983.
3. BUCHFUHRER, M.J.; HANSEN, J.E.; ROBINSON, T.E.; SUE, D.Y.; WASSERMAN, K.; WHIPP, B.J.: Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. J. App. Physiol. 55 (5): 1.558-1.564. 1983.
4. CHRYSANTHOPOULOS, C.; MAKSUD, M.G.; FUNAHASHI, A.; HOFFMANN, R.G.; BARBORIAK, J.J.: An assessment of cardiorespiratory adjustments of asthmatic adults to exercise. J. Allergy Clin. Immunol. 63 (6): 321-327. 1979.
5. DROBNIC, F.: Asma inducida por el esfuerzo y deporte. Apunts 24: 253-260. 1987.
6. DROBNIC, F.: Ventilatory mechanisms of adaptation to effort in adolescents with exercise induced asthma. Comunicación presentada en el Wingate International Congress on Sport Sciences and Coaching. ISRAEL. 2 Julio, 1989.
7. EGGLESTON, P.A.: Pathophysiology of exercise-induced asthma. Med. Sci. Sports Exerc. 18 (3): 318-321. 1986.
8. EGGLESTON, P.A.: A comparison of the asthmatic response to methacholine and exercise. J. Allergy Clin. Immunol. 63 (2): 104-110. 1979.
9. EGGLESTON, P.A.: Laboratory evaluation of exercise-induced asthma: Methodologic considerations. J. Allergy Clin. Immunol. 64 (6): 604-608. 1979.
10. EGGLESTON, P.A.; ROSENTHAL, R.R.: Guidelines for the methodology of exercise challenge testing of asthmatics. J. Allergy Clin. Immunol. 64 (6): 642-645. 1979.
11. FITCH, K.D.; GODFREY, S.: Asthma and athletic performance. JAMA 236 (2): 152-157. 1976.
12. GELB, A.F.; TASHKIN, D.P.: Exercise-induced bronchodilation in asthma. "BRONCHIAL ASTHMA". E.A. Weis; M.S. Segal; M. Stein. Edit. Little Brown.

- Chapter 43, pág. 508. 1985.
13. GERD, J.A. CROPP.: The exercise bronchoprovocation test: standarization of procedures and evaluation response. *J. Allergy Clin. Immunol.* 64 (6): 627-633. 1979.
 14. GEUBELLE, F.: Tolerance a l'effort physique. *Le Medecine, l'enfant et l'esport.* Edition Medecine et enfance. 1984. Unión Parisienne d'Imprimeries.
 15. GODFREY, S.; BAR-YISHAY, E.: Exercise-induced asthma. "BRONCHIAL ASTHMA". E.A. Weiss; M.S. Segal; M. Stein. Edit. Little Brown Chapter 42, pág. 500-507. 1985.
 16. GRAFF-LONNRVIG, V.; BEVEGARD, S.; ERIKSSON, B.O.; KRAPELIEN, S.; SALTIN, B.: Two years' follow-up of athmatic boys participating in a physical activity programme. *Acta Paediatr. Scand.* 69: 347-352. 1980.
 17. HAAS, F.; GAUDINO, D.; AXEN, K.; PINEDA, H.; HAAS, A.: Effects of physical fitness on expiratory airflow in exercising asthmatic people. *Med. Sci. Sports Exerc.* 17 (5): 585-592. 1985.
 18. HAAS, F.; PASIERSKI, S.; LEVINE, N.; BISHOP, M.; AXEN, K.; PINEDA H.; HAAS, A.: Effects of aerobic training on forced expiratory airflow in exercising asthmatic humans. *J. Appl. Physiol.* 63 (3): 1.230-1.235. 1987.
 19. HARGREAVE, F.E.; DOLOVICH, J.; O'BYRNE, P.M.; RAMSDALE, E.H.; DANIEL E.E.: The origin of airway hyperresponsiveness. *J. Allergy Clin. Immunol.* 78 (1): 825-832. 1986.
 20. HARGREAVE, F.E.; RYAN, G.; TOMSON, N.C.; O'BYRNE, P.M.; LATIMER, K.; JUNIPER, E.F.; DOLOVICH, J.: Bronchial responsiveness to histamine or methacholine in asthma: measurement and clinical significance. *J. Allergy Clin. Immunol.* 68: 347-355. 1981.
 21. CRUZ HERNÁNDEZ, M.: Pronóstico del asma infantil. *Jornada Internacional de Clausura del Curs 1985-86 de la Societat Catalana d'Al·lèrgia i Immunologia Clínica.*
 22. HENRIKSSSEN, J.M.; TOFTEGAARD NIELSEN, T.: Effect of physical training on exercise-induced bronchoconstriction. *Acta Paediatr. Scand.* 72: 31-36. 1983.
 23. HOPP, R.J.; WEISS, S.J.; NAIR, N.M.; BEWTRA, A.K. TOWNLEY, R.G.: Interpretation of the results of methacholine inhalation challenge tests. *J. Allergy Clin. Immunol.* 80: 821-830. 1987.
 24. HOWARTH, P.H.; J-K PAO, G.; CHURCH, M.K.; HOLLGATE, S.T.: Exercise and isocapnic hyperventilation-induced bronchoconstriction in asthma: relevance of circulating basophils to measurements of plasma histamine. *J. Allergy Clin. Immunol.* 73: 391-399. 1984.
 25. INBAR, O.; ALVAREZ, D.X.; LYONS, H.A.: Exercise induced asthma, a comparison between two models of exercise stress. *Respir. Dis.*, 62: 160-167. 1981.
 26. JOHNSON, J.J.: Statistical considerations in studies of exercise-induced bronchospasm. *J. Allergy Clin. Immunol.* 64 (6): 634-641. 1979.
 27. JONES, N.L.; BERMAN, L.B.; BARTKIEWICZ, P.D.; OLDRIDGE, N.B.: *Chronic Obstructive Respiratory Disorders exercise testing and exercise prescription for especial cases: theoretical basis and clinical application.* SKINNER, J.S., Ed: Lea & Febiger Chapter 11, 175-188. 1987.
 28. KATZ, R.M.: Coping with exercise-induced asthma in sports. *Phys. Sports Med.* 15 (7): 101-108. 1987.
 29. KAWABORI, I.; PIERSON, W.E.; CONQUEST, L.L.; BIERMAN, C.W.: Incidence of exercise-induced asthma in children. *J. Allergy Clin. Immunol.* 58 (4): 447-445. 1976.
 30. KIVILOOG, J.: Bronquial reactivity to exercise and methacholine in bronchial asthma. *Scand J. Respir. Dis.* 54: 347. 1973.
 31. McFADDEN, E.R, Jr.: Pathogenesis of asthma. *J. Allergy Clin. Immunol.* 73 (4)3 413-421. 1984.
 32. PICHURCKO, B.M.; SULLIVAN, B.; PORCELLI, R.J.; McFADDEN, E.R. Jr.: Endogenous adrenergic modification of exercise-induced asthma. *J. Allergy Clin. Immunol.* 77: 796-801. 1986.
 33. RUBINSTEIN, I.; LEVISON, H.; SLUTSKY, A.S.; HAK, H.; WELLS, J.; ZAMEL, N.; REBUCK, A.S.: Immediate and delayed bronchoconstriction after exercise in patients with asthma. *N. Engl. J. Med.* 317 (8): 482-485. 1987.
 34. SCADDING, J.G.: "Definition and Clinical Categories of Asthma". Clark, T.J., Godfrey Ed. "ASTHMA". pag 1-11. 1983.
 35. SCHWABER, J.R.: Exercise, Sports, and asthma. "*Bronchial Asthma*" E.A. Weiss, M.S. Segal, M. Stein, Edit. Little Brown, Chapter 44, pag. 509-511, 1985.
 36. SHAPIRO, G.G.; PIERSON, W.E.; FURUKAWA, C.T.; BIERMAN, C.W.: Acomparison of the effectiveness of free running and treadmill exercise for assessing exercise-induced bronchospasm in clinical practice. *J. Allergy Clin. Immunol.* 64 (6): 609-611. 1979.
 37. SCHULZ, J.I.; OLHA, A.E.: Exercise-Induced Asthma. *Physiother. Can.* 38: 208-213. 1986.
 38. SIEGEL, S.C.; RACHELEFSKY, G.S.: Asthma in infants and children: Part I. *J. Allergy Clin. Immunol.* 76 (1): 1-13. 1985.
 39. SILVERMANN, M.; ANDERSON, S.D.: Standarization of exercise test in asthmatic children. *Arch. Dis. Child.* 47: 882-889. 1972.
 40. SVENONIUS, E.; KAUTTO, R.; ARBORELIUS, M. Jr.: Improvement after training of children with exercise-induced asthma. *Acta Paediatr. Scand.* 72: 23-30, 1983.
 41. TRAUTLEIN, J.J.: Risk factors in exercise testing. *J. Allergy Clin. Immunol.* 64 (6): 625-626. 1979.
 42. VOY, R.O.: The U.S. Olympic Comitee experience with exercise-induced bronchospasm, 1984. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18 (3):328-330. 1986.
 43. WASSERMAN, K.; HANSEN, J.E.; SUE, D.Y.; WHIPP, B.J.: "*Principles of exercise testing and interpretation*" Ed: Lea & Febiger, Chapter 4. pag 51-54, 1987.
 44. WEILLER, J.M.; METZGER, W.J.; DONNELLY, A.L.; CROWLEY, E.T.; SHARATH, M.D.: Prevalence of bronchial hyperresponsiveness in highly trained athletes. *Chest* 90 (1): 23-28. 1986.
 45. WEST, J.B.: *Respiratory Physiology-the essentials.* Williams & Wilkins Ed. 1985. 3rd edition.
 46. WHIPP, B.J.; DAVIS, J.A.; TORRES, F.; WASSERMAN, K.: A test to determine parameters of aerobic function during exercise. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* 50 (1): 217-221, 1981.
 47. ZAWADSKI, D.K.; LENNER, K.A.; McFADDEN, Jr. E.R.: Effect of exercise on nonespecific airway reactivity in asthmatics. 64 (2): 812-816. 1988.

