

EFEITO DO TREINAMENTO EM NATAÇÃO SOBRE A SEVERIDADE DO BRONCOESPASMO INDUZIDO POR EXERCÍCIO

Antônio José NATALI*
Adair José REGAZZI**
Eduardo Henrique De ROSE***

RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito do treinamento em natação sobre a severidade do broncoespasmo induzido por exercício (BIE). Trinta e dois adolescentes asmáticos, sendo 16 do grupo experimental (GE), submetidos a um programa de treinamento em natação durante 10 semanas, com três sessões semanais de 45 minutos cada, e 16 do grupo controle (GC), não submetidos a treinamento, participaram deste estudo. As funções pulmonares foram avaliadas através de espirometria computadorizada, realizada cinco minutos antes e cinco minutos após uma corrida de 7-8 minutos em esteira rolante com inclinação de 10% e intensidade de 85-90% da frequência cardíaca máxima, antes e depois do período de treinamento. Os valores do fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da capacidade vital forçada (FEF₂₅₋₇₅), comparando-se antes versus depois do treinamento, não foram significativamente diferentes ($p > 0,05$), tanto em repouso quanto no pós-exercício. Entretanto, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores do fluxo expiratório máximo (FEM) em repouso ($4,82 \text{ l.s}^{-1}$ versus $5,61 \text{ l.s}^{-1}$, antes versus depois do treinamento, respectivamente) e no pós-exercício ($3,13 \text{ l.s}^{-1}$ versus $4,01 \text{ l.s}^{-1}$, antes versus depois do treinamento, respectivamente) e também entre os valores da capacidade vital forçada (CVF) em repouso (3,21 l versus 3,42 l, antes versus depois do treinamento, respectivamente) e no pós-exercício (2,43 l versus 2,91 l, antes versus depois do treinamento, respectivamente). Estes resultados sugerem que, apesar destes indivíduos continuarem sendo asmáticos, portadores de BIE, o treinamento em natação aplicado reduziu a severidade do BIE destes indivíduos. Isto pode ter implicações clínicas importantes para estes indivíduos em suas atividades diárias, especialmente na prática de atividade física. Futuros estudos devem ser realizados para esclarecer os mecanismos responsáveis pelos efeitos observados.

UNITERMOS: Asma; Broncoconstrição; Função pulmonar; Atividade física.

INTRODUÇÃO

O broncoespasmo induzido por exercício (BIE) é uma broncoconstrição transitória que ocorre em resposta a alguns minutos de exercício extenuante (Bar-Yishay & Godfrey, 1984). Manifesta-se, caracteristicamente, por uma redução importante do fluxo aéreo após cessar o exercício, apresentando os maiores índices entre cinco e 10 minutos e, geralmente, regredindo espontaneamente após 30 a 40 minutos (Anderson, 1986; Bjermer &

Larsson, 1996; Jardim & Cendom, 1995; Teixeira & Barnabé, 1995). Trata-se de um fenômeno que ocorre em aproximadamente 90% dos portadores de asma e em 35 a 40% dos indivíduos alérgicos não-asmáticos (Henriksen, 1986).

A possibilidade de um portador de BIE praticar esportes, apesar de contraditória, é evidenciada pelo fato de que pode-se observar, por exemplo, a participação de atletas com BIE,

* Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa.

** Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa.

*** Escola Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

asmáticos e não-asmáticos, em vários esportes em competições de alto nível (Kaelin & Brandli, 1993; Kyle, Walker, Hanshaw, Leaman & Frobase, 1992; Rundell, Im, Mayers, Wilber, Szmedra & Schimitz, 2001; Wilber, Rundell, Szmedra, Jenkinson, Im & Drake, 2000). A prática de atividade física tem se mostrado capaz de melhorar a aptidão física (e.g. Ahmaidi, Varray, Savy-Pacaux & Prefaut, 1993; Cochrane & Clarck, 1990) e algumas funções pulmonares de indivíduos asmáticos (e.g. Engstrom, Fallstrom, Karlberg, Sten & Bjure, 1991; Haas, Pasierski, Levine, Bishop, Axen, Pineda & Hass, 1987; Teixeira, 1990), apesar de alguns resultados em contrário (e.g. Henriksen & Nielsen, 1983). Entretanto, a literatura apresenta resultados controversos quando trata do efeito da prática de atividade física sobre a severidade do BIE (e.g. redução, Arborelius Junior & Svenonius, 1984; sem efeito, Graff-Lonnevig, Bevegard, Erikson, Kraepelien & Saltin, 1980).

Dentre as atividades físicas, a natação tem sido considerada a atividade menos asmogênica, quando comparada à corrida em esteira rolante, à corrida livre e ao ciclismo (Bar-Yishay, Gur, Inbar, Neuman, Dlin & Godfrey, 1982; Jardim & Cendom, 1995; Reggiani, Marugo, Delpino, Piastra, Chiodini & Odaglia, 1988), embora os mecanismos responsáveis por esta menor asmogenicidade ainda não estejam completamente esclarecidos (Bar-Or & Inbar, 1992). Desta forma, a prática da natação também tem se mostrado eficaz em melhorar a aptidão física (e.g. Huang, Veiga, Sila, Reed, & Hines, 1989; Szentagothal, Gyene, Szoscaska & Osvath, 1987) e as funções pulmonares de indivíduos asmáticos (e.g. Huang et alii, 1989; Olivia, 1990). Por outro lado, poucos estudos foram realizados para investigar os efeitos da natação sobre a severidade do BIE. Alguns (e.g. Mitsubayashi, 1984) demonstraram que o treinamento em natação pode reduzir a severidade do BIE e outros, porém, não observaram o mesmo efeito (e.g. Fitch, Morton & Blanksby, 1976; Schnall, Ford, Gillam & Landau, 1982; Tanizaki, Komagoe, Sudo & Morinaga, 1984). Desta forma, a questão se o treinamento em natação pode alterar a severidade do BIE demanda mais pesquisas.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo é verificar se o treinamento em natação causa algum efeito sobre a severidade do BIE em indivíduos asmáticos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

A amostra foi composta por 32 indivíduos asmáticos de ambos os sexos, faixa etária de 10 a 16 anos, portadores de BIE e fisicamente ativos (TABELA 3). Os indivíduos do grupo experimental (GE) foram selecionados de um Programa de Natação para Asmáticos da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com participação voluntária e respectiva autorização dos pais, por meio da assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido, após aprovação para execução do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética e pelo Programa de Pós Graduação da referida entidade.

Por meio de uma entrevista estruturada, feita com os pais dos indivíduos e com os próprios indivíduos desse grupo, e de posse dos boletins médicos dos indivíduos, classificou-se a severidade da asma, adotando-se os critérios de classificação estabelecidos por Canny e Levison (1987). Verificou-se a presença de rinite alérgica e a sazonalidade da asma dos sujeitos, observando-se as informações contidas nos boletins médicos e as informações dos pais (TABELA 3). Além disso, discriminaram-se os medicamentos utilizados por estes sujeitos na crise e na intercrise (TABELA 1) e verificou-se a participação destes nas aulas de Educação Física da escola e em programas regulares de outras modalidades esportivas.

TABELA 1 - Medicamentos utilizados no período do estudo pelos sujeitos do Grupo Experimental.

Indivíduo	Durante a Crise	Durante a Inter crise
01	Berotec/Bricanyl	Homeopatia
02	Berotec	
03	Bricanyl	
04	Berotec/Aminofilina	
05	Aerolin	
06	Aerolin/Homeopatia	
07	Aerolin/Aeroclenil	
08	Berotec	
09	Brondilat	
10	Berotec/Aerolin	
11	Aerolin/Meticorten	
12	Berotec	
13	Berotec/Aerolin	
14	Berotec/Meticorten	
15	Berotec	
16	Berotec	

Para serem alocados neste grupo (GE) os indivíduos deveriam: ser portadores de BIE (diagnosticado por teste de provocação; veja critérios no item Espirometria, Teste de provocação e Diagnóstico do BIE); conseguir nadar, na técnica "crawl", pelo menos 50 metros continuamente; participar das aulas de Educação Física da escola; e não participar de outros programas regulares de treinamento em outras modalidades esportivas.

Diante da dificuldade de formar um grupo controle (GC) entre os indivíduos pertencentes ao Programa de Natação para Asmáticos, pelo fato de todos praticarem da natação ou atividades aquáticas, os indivíduos do GC foram selecionados de um grupo de adolescentes asmáticos de duas escolas estaduais e uma particular da rede escolar de Porto Alegre - RS, que tinham frequência regular nas aulas de Educação Física (duas a três vezes por

semana), com participação voluntária e respectiva autorização dos pais, por meio da assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido.

Da mesma forma, também por meio de entrevista estruturada, feita com os pais dos indivíduos e com os próprios indivíduos desse grupo, e de posse dos boletins médicos, classificou-se a severidade da asma, adotando-se os critérios de classificação estabelecidos por Canny e Levison (1987), verificou-se a presença de rinite alérgica e verificou-se a sazonalidade da asma dos sujeitos, observando-se as informações contidas nos boletins médicos e as informações dos pais (TABELA 3). Além disso, discriminaram-se os medicamentos utilizados por estes sujeitos na crise e na intercrise (TABELA 2) e verificou-se a participação destes nas aulas de Educação Física da escola e em programas regulares de outras modalidades esportivas.

TABELA 2 - Medicamentos utilizados no período do estudo pelos sujeitos de Grupo Controle.

Indivíduo	Durante a Crise	Durante a Inter crise
01	Bricanyl	Intal Homeopatia
02	Berotec	
03	Bricanyl	
04	Bricanyl /Teofilina	
05	Beclosol	
06	Berotec	
07	Berotec	
08	Aerolin/Aldecina	
09	Eufilin	
10	Aerolin	
11	Aerolin/Berotec	
12	Aerolin/Aeroclenil	
13	Berotec	
14	Aeroclenyl/Teofilina	
15	Aerolin	
16	Aerolin	

Para serem enquadrados neste grupo os indivíduos deveriam: estar na faixa etária de 10 a 16 anos; ser portadores de BIE (diagnosticado por teste de provocação; veja critérios no item Espirometria, Teste de provocação e Diagnóstico do BIE); participar das aulas de Educação Física da escola; e não participar de programas regulares de natação e de outros esportes.

Pela impossibilidade de fazer uma alocação randomizada dos sujeitos nos dois grupos

(GE e GC), procurou-se selecionar para o GC indivíduos com características semelhantes aos do GE (equiparação entre o grupo GC e GE), sendo o principal critério de equiparação a severidade do BIE, adotando-se os critérios de classificação estabelecidos por Anderson (1986) (TABELA 3). Observou-se, também, a severidade da asma, a sazonalidade da asma, a presença de rinite alérgica, a idade e parâmetros antropométricos (TABELA 3).

TABELA 3 - Caracterização da amostra.

Parâmetros	Grupo Controle (GC) (n = 16)	Grupo Experimental (GE) (n = 16)
Idade (anos)	12,65 ± 1,31	13,17 ± 1,70
Peso (kg)	46,6 ± 10,10	48,6 ± 10,60
Estatuta (cm)	159,0 ± 11,45	158,0 ± 13,24
Rinite alérgica (número de sujeitos)	Presença (12) Ausência (4)	Presença (11) Ausência (5)
Sazonalidade da asma (número de sujeitos)	Inverno (9) Primavera (4) Não sazonal (3)	Inverno (9) Primavera (4) Não sazonal (3)
Severidade da asma (número de sujeitos)	Grau 1 (10) Grau 2 (6)	Grau 1 (10) Grau 2 (6)
Severidade do BIE (número de sujeitos)	Grau 1 (8) Grau 2 (2) Grau 3 (3) Grau 4 (3)	Grau 1 (7) Grau 2 (3) Grau 3 (3) Grau 4 (3)

Dados de idade, peso e estatura em média ± desvio padrão; n, número de indivíduos; Severidade do BIE (de acordo com Anderson, 1986): Grau 1 = médio (10 a 25% de redução do VEF₁ pós-exercício), Grau 2 = moderado (25 a 35% de redução do VEF₁ pós-exercício), Grau 3 = moderado a severo (35 a 50% de redução do VEF₁ pós-exercício), Grau 4 = severo (> 50% de redução do VEF₁ pós-exercício); Severidade da asma (de acordo com Canny & Levison, 1987): Grau 1 (Episódica Infrequente), Grau 2 (Episódica Freqüente).

Todos os sujeitos foram considerados aptos, pelos seus respectivos médicos, a participarem dos testes de provocação e, no grupo experimental, a se submeterem ao programa de treinamento. Durante o período de estudo, os indivíduos continuaram sendo assistidos pelos seus respectivos médicos. Os indivíduos poderiam ter, no máximo, três faltas no programa de treinamento em natação (GE) ou nas aulas de Educação Física (GC) para continuarem fazendo parte da amostra.

Espirometria, teste de provocação e diagnóstico do BIE

Para diagnosticar o BIE utilizou-se o espirômetro com compatibilidade para PC "FLOW TRAK II", versão 1.91 (Circadian, San Jose - EUA), para o teste espirométrico, sendo realizada a manobra de capacidade vital forçada (CVF). Os indivíduos realizavam três manobras, sendo aceitos os resultados da manobra de maior valor. A manobra foi realizada cinco minutos antes (repouso), cinco e 10 minutos após o teste de provocação em esteira rolante (pós-exercício). Entretanto, foram usados, no presente estudo, apenas os dados obtidos cinco minutos antes e cinco minutos depois do teste de provocação para efeito de diagnóstico do BIE, da classificação da severidade do BIE e da avaliação do efeito do treinamento em natação.

O teste de provocação adotado foi a corrida de oito minutos na esteira rolante (Quinton - Modelo 1854). A intensidade da corrida atingia 85 a 90 % da frequência cardíaca máxima prevista para a idade ($FCM = 220 - idade$) durante o primeiro minuto e foi mantida por sete minutos. A inclinação da esteira foi mantida constante (10%) e a velocidade foi controlada pelo avaliador, de forma a ser suficiente para atingir e manter a referida intensidade. A FC foi monitorada com a derivação - manúbrio - 5o. espaço intercostal esquerdo - (CM5), utilizando-se um monitor de eletrocardiograma (ECG) (Funbec Monitor 4-FA / 4-1CN). Aceitou-se o teste como válido quando a permanência do indivíduo na referida intensidade foi igual ou superior a seis minutos (Bar-Or, 1983). O teste foi considerado positivo quando havia redução de pelo menos 10 a 15% do FEM pós-exercício, em relação ao valor registrado em repouso (Kaplan, 1995; Mahler, 1993; Teixeira & Barnabé, 1995).

Para realizar o teste, o indivíduo deveria estar com o mínimo de 60% do valor predito da CVF, do PFE e do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), em repouso (Cropp,

1979), estar na intercrise, sem infecção respiratória, sem resfriado e não ter entrado em crise por duas semanas (Haas, Axen & Schicchi, 1993). Os indivíduos deveriam comparecer ao local do teste 15 minutos antes do início do mesmo. Foi exigida a suspensão do uso de broncodilatadores por 12 horas e das drogas profiláticas por 24 horas antes do teste. As atividades físicas foram proibidas nas quatro horas que antecediam o teste. A ingestão de alimentos e bebidas que continham substâncias estimulantes, como café, chocolate, refrigerantes, também foi proibida nas quatro horas antecedentes ao teste (Cropp, 1979; Eggleston, 1984).

Os testes de provocação foram realizados em local apropriado (Laboratório de Pesquisa do Exercício da Escola de Educação Física da UFGS - LAPEX), com equipamentos de segurança para o caso de eventualidade durante o teste (e.g. crise asmática), e sempre com a presença de um médico. Os horários (de 10 às 12 horas e de 15 às 17 horas), temperatura (20 a 24° C, controlada) e umidade relativa do ar da sala de teste (60 a 70%) foram idênticos durante o pré e pós teste.

Programa de treino

Aos indivíduos do GE foi aplicado um programa de treinamento intervalado, em natação, de 30 sessões, com duração de 45 minutos cada, durante 10 semanas, três vezes por semana. Os indivíduos nadavam ("Crawl") durante a sessão, intercalando três minutos de esforço (nado) e um minuto e 30 segundos de intervalo (repouso). O tempo de esforço individual foi transformado em distância, o que correspondia a 150 - 200 metros, de acordo com a capacidade de cada indivíduo. A intensidade do treinamento foi de 80% da FCM nas primeiras cinco semanas e de 85% nas cinco semanas seguintes. Essa intensidade foi calculada pela frequência de pulso (FP), individualmente, em relação à idade e ao meio aquático, utilizando-se a fórmula [$FCM = (220 - idade) - 12 \text{ bpm}$] (DiCarlo, Sparling, Millard-Stanford & Rupp, 1991). A cada intervalo fazia-se o controle da FP, imediatamente após o término do nado. Aos próprios sujeitos foi ensinado medir a FP em 15 segundos. A temperatura da água foi mantida entre 30 e 32° C.

Cartão de pontuação diária

Todos os indivíduos da amostra utilizaram durante o período do estudo o cartão de pontuação diária do "Royal Hospital for Sick

Children”, modificado, auto instrutivo e de fácil preenchimento. Nesse cartão os usuários respondiam questões sobre acontecimentos diurnos e noturnos, em relação à asma, tais como, presença de tosse e chiado, falta à escola e à atividade física, visita ao hospital, presença de sintomas nasais e uso de medicamentos. Durante o período de estudo, todos os indivíduos utilizaram esse cartão de acompanhamento diário objetivando fazer com que os indivíduos do GC se sentissem envolvidos na pesquisa, apesar de terem menor contato com o investigador, em comparação com os indivíduos do GE.

Tratamento estatístico

Foram considerados dados de dois grupos sendo um grupo controle (GC) e outro grupo experimental (GE), cada um com 16 indivíduos. Dois outros fatores com medidas repetidas foram: estado (repouso e pós-exercício) e tempo (antes e depois do treinamento).

Na análise estatística foi utilizado o programa SAS, adotando-se o modelo com três fatores experimentais com medidas repetidas em dois deles, conforme descrito em Khattree e Naik (1995). O teste multivariado utilizado foi o de Wilks. Dependendo do resultado obtido com o modelo inicial, procedimentos adicionais foram utilizados. Para comparar as médias dentro de cada grupo utilizou-se o teste t para dados pareados. Análise de correlação foi executada para determinar o grau de associação das variáveis FEM e FEF₂₅₋₇₅ com a CVF. Adotou-se o nível de significância de até 5% em todas as análises.

RESULTADOS

Fluxo expiratório máximo (FEM)

Ao analisar os dados do FEM observou-se que existe diferença significativa ($p < 0,01$) entre médias de estado (repouso versus pós-exercício), isto é, a média do FEM de repouso (4,90 l/s) diferiu da média de pós-exercício (3,44 l/s). Por não haver interação significativa ($p > 0,05$) entre estado e grupo (controle versus experimental) e entre estado e tempo (antes versus depois), a diferença entre as médias de estado indica que o teste de provocação foi eficiente em reduzir o FEM em todos os sujeitos, independentemente do grupo e do tempo, indicando que todos os indivíduos eram portadores de BIE no início (antes) e ao final (depois) do tratamento.

Houve um efeito significativo ($p < 0,01$) da interação tempo versus grupo. Os resultados da comparação das médias de tempo dentro de cada grupo estão apresentados na TABELA 4.

Estes resultados demonstram que o treinamento em natação aplicado aumentou significativamente o FEM dos indivíduos, tanto em repouso quanto no pós-exercício. Esta alteração do FEM pós-exercício nos indivíduos do GE sugere que a severidade do BIE foi reduzida pelo treinamento aplicado.

TABELA 4 – Médias de tempo dentro de cada grupo do FEM ($l.s^{-1}$).

Estado	Grupo Controle				Grupo Experimental			
	Antes	Depois	t	Pr > t	Antes	Depois	t	Pr > t
Repouso	4,74	4,44	1,475 ^{n.s}	0,1608	4,82	5,61	-3,769 ^{**}	0,0019
Pós-Exercício	3,27	3,34	-0,338 ^{n.s}	0,7397	3,13	4,01	-2,550 [*]	0,0222

** $p < 0,01$ (significativo); * $p < 0,05$ (significativo); $p > 0,05$ (não-significativo) pelo teste t.

Fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da capacidade vital forçada (FEF₂₅₋₇₅)

Em relação ao FEF₂₅₋₇₅, observou-se apenas uma diferença significativa ($p < 0,01$) entre médias de estado, isto é, a média do FEF₂₅₋₇₅ de repouso ($2,15 \text{ l/s}^{-1}$) diferiu da média de pós-exercício ($1,22 \text{ l/s}^{-1}$). Considerando que não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre estado e grupo e entre estado e tempo, a diferença entre as médias de estado (repouso versus pós-exercício) indica que o teste de provocação foi eficiente em reduzir o FEF₂₅₋₇₅ em todos os sujeitos, independentemente do grupo e do tempo, indicando que todos os indivíduos eram portadores de BIE no início (antes) e ao final (depois) do tratamento, quando avaliados por este parâmetro, reforçando os dados do FEM.

Entretanto, não houve um efeito significativo de interação entre outros fatores, como por exemplo, tempo versus grupo. Assim, estes resultados sugerem que o treinamento em natação aplicado não alterou o FEF₂₅₋₇₅ dos indivíduos, seja em repouso (antes do treinamento, $2,17 \text{ l/s}^{-1}$ versus depois do treinamento, $2,21 \text{ l/s}^{-1}$) ou pós-exercício (antes, $1,03 \text{ l/s}^{-1}$ versus depois, $1,36 \text{ l/s}^{-1}$). Isto é um indicativo de que a severidade do BIE não foi alterada, quando avaliada por este parâmetro.

Capacidade vital forçada (CVF)

Os dados da CVF mostram que houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre médias de estado, isto é, a média da CVF de repouso ($3,29 \text{ l}$) foi significativamente maior do que a média de pós-exercício ($2,70 \text{ l}$). Constatada interação não significativa ($p > 0,05$) entre estado e grupo e entre estado e tempo, a diferença entre as médias de estado (repouso versus pós-exercício) indica que o teste de provocação foi eficiente em reduzir a CVF em todos os sujeitos, independentemente do grupo e do tempo, reforçando o indicativo de que todos os indivíduos eram portadores de BIE no início (antes) e ao final (depois) do tratamento.

Houve também um efeito significativo ($p < 0,05$) da interação tempo x grupo. Os resultados da comparação das médias de tempo dentro de cada grupo estão apresentados na TABELA 5. Estes resultados mostram que o treinamento em natação aplicado aumentou significativamente a CVF dos indivíduos tanto em repouso quanto no pós-exercício.

TABELA 5 - Médias de tempo dentro de cada grupo da CVF (l).

Estado	Grupo Controle				Grupo Experimental			
	Antes	Depois	t	Pr > t	Antes	Depois	t	Pr > t
Repouso	3,25	3,29	-1,003 ^{n.s}	0,3316	3,21	3,42	-2,693 *	0,0167
Pós-Exercício	2,75	2,73	0,194 ^{n.s}	0,8485	2,43	2,91	-2,533 *	0,0229

* $p < 0,05$ (significativo); $p > 0,05$ (não-significativo) pelo teste t.

Relação entre as funções pulmonares

Após analisar a relação das funções pulmonares avaliadas, observou-se que tanto o FEM quanto o FEF₂₅₋₇₅ apresentaram uma correlação

significativa ($P < 0,01$) com a CVF ($r = 0,81$ e $0,69$, respectivamente, veja FIGURAS 1 e 2). Isto sugere que o tanto o FEM quanto o FEF₂₅₋₇₅ são dependentes da CVF.

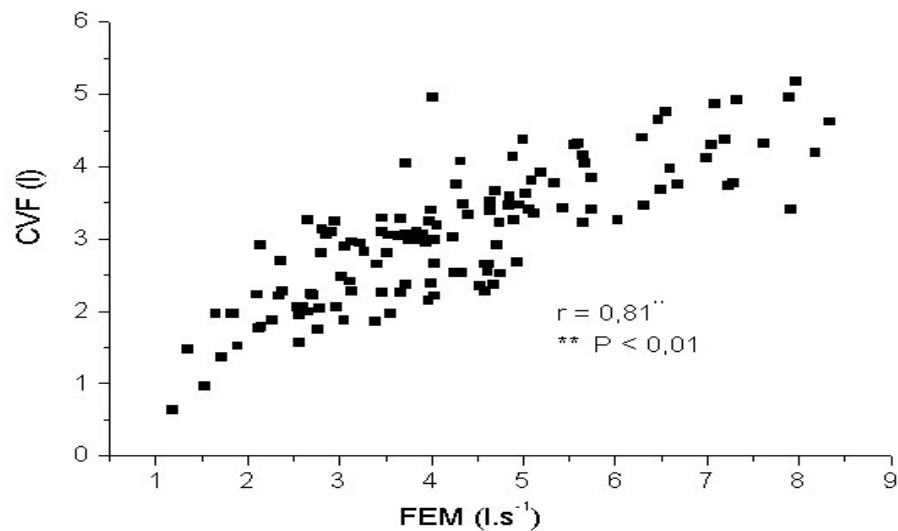


FIGURA 1 - Diagrama de dispersão dos dados de capacidade vital forçada (CVF) e fluxo expiratório máximo (FEM).

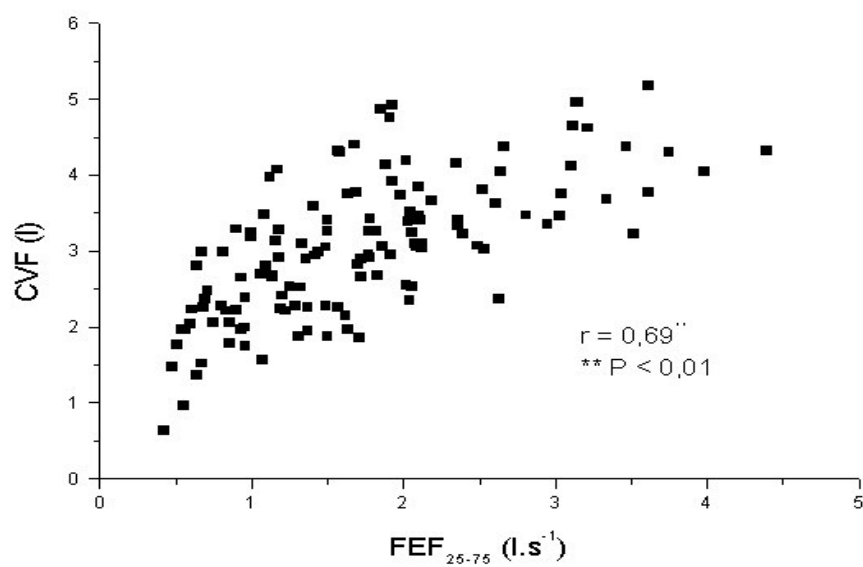


FIGURA 2 - Diagrama de dispersão dos dados de capacidade vital forçada (CVF) e fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da CVF (FEF₂₅₋₇₅).

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi verificar se um programa de treinamento em natação poderia modificar (possivelmente reduzir) a severidade do BIE, em indivíduos asmáticos, avaliada através de provas de função pulmonar. A espirometria tem sido um instrumento bastante usado para diagnosticar e avaliar o broncoespasmo em resposta ao exercício e a outras interferências terapêuticas (Cropp, 1975; Haas, Pineda, Axen, Gaudino & Hass, 1985; Helenius, Tikkanen & Haahtela, 1998; Rundell, Wilber, Szmedra, Jenkinson, Mayers & Im, 2000; Suman, Beck, Babcock, Pegelow & Reddan, 1999).

Os resultados do presente estudo demonstram que o treinamento em natação aplicado aumentou as funções pulmonares, FEM e CVF, dos sujeitos em repouso e no pós-exercício, mas o FEF₂₅₋₇₅ não foi afetado. O efeito positivo da natação sobre funções pulmonares em repouso já foi observado em estudos anteriores (e.g. Huang et alii, 1989; Olivia, 1990) e representa um ganho importante para os asmáticos para suas atividades cotidianas. O aumento dos valores do FEM e da CVF pós-exercício no GE observado (TABELAS 4 e 5), sugere que o treinamento em natação reduziu a severidade do BIE. Entretanto, salienta-se que o BIE destes indivíduos não foi eliminado, foi apenas reduzido, ou seja, os indivíduos continuaram a apresentar BIE, mas com uma menor severidade. Este fato pode ser constatado com o comportamento da porcentagem de queda destas funções pulmonares pós-exercício no GE antes e depois da realização do treinamento em natação (CVF, 21,88% antes do treinamento versus 13,44% depois do treinamento; FEM, antes = 32,08% versus 23,23% depois). É possível admitir que estes indivíduos iniciaram o BIE de patamares mais altos da função, diante de uma possível alteração do limiar de desencadeamento do BIE, mas os dados mostram que a porcentagem de queda não foi a mesma.

O FEF₂₅₋₇₅ é uma função pulmonar importante na avaliação do BIE, por ser uma das mais sensíveis (Kaplan, 1995). Apesar de um aumento de aproximadamente 30% nos valores do FEF₂₅₋₇₅ pós-exercício no GE (1,03 l.s⁻¹ antes versus 1,36 l.s⁻¹ depois), a significância estatística não foi atingida. Uma possível explicação para isto seria o fato de que o FEF₂₅₋₇₅ representa o grau de obstrução das vias aéreas de fino calibre somente, enquanto que o FEM e a CVF refletem o grau de obstrução das vias aéreas de grosso e fino calibres (Buckley & Souhrada, 1975). Assim, pode ser que os efeitos do

treinamento aeróbio (como o aplicado no presente estudo) sobre a capacidade aeróbia, ventilação e musculatura respiratória, já observados em outros estudos (e.g. Grinton, Powers, Lawler, Criswell, Dodd & Edwards, 1992; Haas et alii, 1987), tenham influenciado distintamente as respostas das funções pulmonares que refletem o grau de obstrução das vias aéreas de fino e grosso calibres, apesar de todas elas serem esforço dependentes.

As observações do presente estudo em relação à redução do BIE em resposta ao treinamento em natação são contrárias às relatadas por Fitch, Morton e Blanksby (1976), Schnall et alii (1982) e Tanizaki et alii (1984). Entretanto, os estudos de Fitch, Morton e Blanksby (1976) e Tanizaki et alii (1984) não foram controlados, o que reduz a força de argumentação dos resultados encontrados como sendo efeito causados somente pelo treinamento em natação. Somente o estudo de Schnall et alii (1982), um estudo controlado, apresenta um desenho experimental semelhante ao do presente estudo. A razão para os resultados discrepantes entre os dois estudos talvez esteja no fato de que no presente estudo foram realizadas três sessões semanais de treinamento, em comparação a apenas duas sessões semanais no estudo de Schnall et alii (1982), o que pode não ter sido suficiente para proporcionar alterações na severidade do BIE naqueles indivíduos.

Por outro lado, os resultados do presente estudo concordam, em parte, com os do estudo de Mitsubayashi (1984), que sugere que o treinamento em natação reduz a queda dos valores das funções pulmonares pós-exercício. Alguns argumentos podem ser usados para explicar os efeitos do treinamento em natação sobre a severidade do BIE observados no presente estudo, dentre eles: alteração da reatividade brônquica; aumento da capacidade física; alteração da ventilação minuto; broncodilatação durante exercício; alteração do padrão respiratório.

Alteração da reatividade brônquica

Sabe-se que a reatividade brônquica interfere diretamente na severidade do BIE (Mahler, 1993). Poderia-se especular, então, que o treinamento em natação tenha reduzido a reatividade brônquica dos indivíduos do GE e, conseqüentemente, a severidade do BIE. Porém, outros trabalhos já demonstram que o treinamento físico não altera a reatividade brônquica (Amirav, Dowdeswell, Webster & Plit, 1993; Cochrane &

Clark, 1990; Haas et alii, 1987; Olivia, 1990). Este argumento, portanto, parece não explicar os efeitos observados no presente estudo.

Aumento da capacidade física

Tem sido sugerido que a redução da severidade do BIE após treinamento físico ocorre em razão do aumento da capacidade física e/ou, tolerância ao exercício, o que pode aumentar o limiar de desencadeamento do BIE, isto é, necessita-se de uma carga de esforço maior para que o BIE se desenvolva (Haas et alii, 1987; Henriksen & Nielsen, 1983). O teste de provocação em esteira foi utilizado, no presente trabalho, por ser considerado o maisasmogênico em laboratório, por ter boa reprodutibilidade e confiabilidade (Cropp, 1979; Godfrey, 1975). Apesar deste teste não ser específico para natação, temos que admitir que o tipo de treinamento aplicado proporciona melhora na potência aeróbia, o que pode ter influenciado os resultados das funções pulmonares dos indivíduos do GE.

Alteração da ventilação minuto

Tem sido sugerido que o treinamento aeróbio reduz a demanda ventilatória para uma determinada carga de trabalho (Arborelius Junior & Svenonius, 1984; Varray, Mercier, Terral & Prefault, 1991). Conseqüentemente, uma menor ventilação minuto (VE) reduziria a perda de calor e água das vias respiratórias, em dada intensidade absoluta do exercício, podendo resultar também numa elevação do limiar de desencadeamento do BIE (Bar-Or & Inbar, 1992; Cochrane & Clark, 1990). Entretanto, considera-se uma limitação deste estudo o fato da VE não ter sido medida durante os testes de provocação de BIE, antes e depois do treinamento. Os resultados desta medida poderiam auxiliar na compreensão dos mecanismos responsáveis pelo efeito positivo do treinamento em natação sobre a severidade do BIE.

Broncodilatação durante exercício

Outra possibilidade seria o aumento da broncodilatação durante o exercício em resposta ao treinamento aplicado. Isto é, após o programa de treinamento os indivíduos do GE experimentariam uma maior broncodilatação nos primeiros minutos do teste de provocação diminuindo, assim, o grau de redução da CVF e do FEM pós exercício. Esta broncodilatação durante o exercício tem sido observada em indivíduos asmáticos (Crimi,

Pellegrino, Smeraldi & Brusasco, 2002; Stirling, Cotton, Graham, Hodgson, Cockcroft & Dosman, 1983) e estudos demonstram que indivíduos asmáticos treinados podem manter um fluxo de ar aumentado do início ao fim do exercício e afirmam que a capacidade de manter maiores reservas de fluxo de ar e altos níveis de ventilação num trabalho respiratório reduzido resulta em maior broncodilatação (Haas et alii, 1985, 1987; Tadoro, 1996). Desta forma, o limiar de desencadeamento do BIE estaria também aumentado.

Alteração do padrão respiratório

A alteração do padrão respiratório em resposta ao treinamento em natação poderia, também, explicar a redução na severidade do BIE observada no presente estudo, pois a alteração do padrão respiratório de "rápido e raso" para "lento e profundo" pode atenuar o broncoespasmo. Segundo Solway, Picurko, Ingenito, McFadden, Fanta, Ingram e Drazen (1985), o aumento da velocidade do gás na árvore respiratória aumenta o coeficiente de transferência de calor global entre o gás e as paredes das vias aéreas, isto é, uma inspiração prolongada com expiração rápida implica em maior ressecamento das vias aéreas do que uma inspiração rápida com expiração prolongada, para a mesma VE. Salienta-se que o padrão respiratório "lento e profundo" é característico do nado "crawl", utilizado no programa de treinamento deste estudo e, de acordo com Donnelly (1991), o padrão de respiração restrito da natação pode causar hipoventilação e hipercapnia resultando em proteção contra o BIE. Assim, uma vez aprendido este padrão, os indivíduos podem ter se beneficiado do mesmo durante o teste de provocação (corrida em esteira) realizado depois do treinamento, apesar deste teste não ser específico para a modalidade de exercício treinada (natação).

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados neste experimento sugerem que o treinamento em natação aumentou a CVF e o FEM de indivíduos asmáticos portadores de BIE, nas condições de repouso e pós-exercício. O aumento destas funções pulmonares no pós-exercício é indicativo de redução da severidade do BIE. Apesar deste estudo não esclarecer os mecanismos responsáveis por tais efeitos, a alteração da ventilação minuto, a broncodilatação durante exercício, a alteração do padrão respiratório e o aumento da capacidade vital e capacidade física

podem estar envolvidos. Sugere-se, então, que estudos onde estes parâmetros sejam avaliados possam ser realizados visando esclarecer os mecanismos responsáveis pelos efeitos do treinamento em natação observados. Embora os indivíduos estudados continuarem sendo asmáticos, portadores de BIE, o treinamento em natação os

possibilitou executar uma atividade física não específica (corrida em esteira) com valores de FEM e CFV pós-exercício mais altos, ou seja, com um menor grau de BIE. Estes resultados podem ter implicações clínicas importantes para estes indivíduos em suas atividades diárias e especialmente na prática de atividade física.

ABSTRACT

THE EFFECT OF SWIMMING TRAINING ON THE SEVERITY OF EXERCISE-INDUCED BRONCHOSPASM

The aim of the present study was to verify the effect of swimming training on the severity of exercise-induced bronchospasm (EIB). Thirty two asthmatic adolescents took part in this study. Sixteen individuals from the experimental group (EG) were subjected to a 10 week swimming training programme of 5/9/03three 45-minute weekly sessions. Other 16 asthmatic individuals served as control group (CG). Pulmonary functions were measured by expirometry performed five minutes before and after a 7-8 minute treadmill running, slopped at 10% and at intensity of 85-90% of the maximum heart rate, before and after the training programme. The forced expiratory flow from 25 to 75% of forced vital capacity (FEF₂₅₋₇₅) values, comparing before versus after training values, were not statistically significant ($p > 0.05$), both at rest and post-exercise conditions. However, there was significant difference ($p < 0.05$) between maximal expiratory flow (MEF) values at rest (4.82 l.s⁻¹ versus 5.61 l.s⁻¹, before versus after training, respectively) and post-exercise (3.13 l.s⁻¹ versus 4.01 l.s⁻¹, before versus after training, respectively) and also between forced vital capacity (FVC) values both at rest (3.21 l versus 3.42 l, before versus after training, respectively) and post-exercise (2.43 l versus 2.91 l, before versus after training, respectively). These results suggest that, although these individuals are still asthmatics with EIB, the applied swimming training reduced their EIB severity. This may have important clinical implications for the every day activities of these individuals, especially physical activities. Further investigations should be carried out to look for the mechanisms underlying the observed effects.

UNITERMS: Asthma; Bronchoconstriction; Pulmonary function; Physical activity.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAIDI, S.B.; VARRAY, A.L.; SAVY-PACAU, A.M.; PREFAUT, C.G. Cardiorespiratory fitness evaluation by the shuttle test in asthmatic subjects during aerobic training. *Chest*, Chicago, v.103, p.1135-40, 1993.
- AMIRAV, I.; DOWDESWELL, R.; WEBSTER, T.; PLIT, M. Exercise, regardless of induced bronchoconstriction or inspired air conditions, does not alter airway reactivity. *Chest*, Chicago, v.104, p. 171-4, 1993.
- ANDERSON, S.D. EIB: new thinking and current management. *Journal of Respiratory Diseases*, Greenwich, v.7, p.48-61, 1986.
- ARBORELIUS JUNIOR, M.; SVENONIUS, E. Decrease of exercise-induced asthma after physical training. *European Journal of Respiratory Diseases*, v.136, p.25-31, 1984.
- BAR-OR, O. *Pediatric sports medicine for the practioner from physiologic principles to clinical applications*. New York: Springer Verlag, 1983.
- BAR-OR, O.; INBAR, O. Swimming and asthma: benefits and deleterious effects. *Sports Medicine*, Auckland, v.14, n.6, p.397-405, 1992.
- BAR-YISHAY, E.; GODFREY, S. Mechanisms of exercise-induced asthma. *Lung*, Heidelberg, v.162, p.195-200, 1984.
- BAR-YISHAY, E.; GUR, I.; INBAR, O.; NEUMAN, I.; DLIN, R.A.; GODFREY, S. Differences between swimmers and running as stimuli for exercise-induced asthma. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.48, n.3, p.387-97, 1982.
- BJERMER, L.; LARSSON, L. Obstructive symptoms in athletes: is it asthma and what to do with it? *Respiratory Medicine*, London, v.90, p.1-3, 1996.
- BUCKLEY, J.M.; SOUHRADA, J.F. A comparison of pulmonary function tests in detecting exercise-induced bronchoconstriction. *Pediatrics*, Springfield, v.56, p.883-9, 1975. Supplement.
- CANNY, G.J.; LEVISON, H. The modern management of childhood asthma. *Pediatric Review Communities*, v. 1, p.123-62, 1987.

- COCHRANE, L.M.; CLARCK, C.J. Benefits and problems of a training programme for asthmatic patients. **Thorax**, London, v.45, n.5, p.345-51, 1990.
- CRIMI, E.; PELLEGRINO, R.; SMERALDI, A.; BRUSASCO, V. Exercise-induced bronchodilation in natural and induced asthma: effects on ventilatory response and performance. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.92, n.6, p.2353-60, 2002.
- CROPP, G.J.A. Grading, time course, and incidence of exercise-induced airway obstruction and hyperinflation in asthmatic children. **Pediatrics**, Springfield, v.56, p.868-79, 1975. Supplement.
- _____. The exercise bronchoprovocation test: standardization of procedures and evaluation of response. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, St. Louis, v.64, p.627-33, 1979.
- DiCARLO, L.J.; SPARLING, P.B.; MILLARD-STANFORD, M.L.; RUPP, J.C. Peak heart rate during maximal running and swimming: implications for exercise prescription. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.12, n.3, p.309-12, 1991.
- DONELLY, P.M. Exercise induced asthma: the protective role of CO₂ during swimming. **Lancet**, London, v.337, p.178-80, 1991.
- EGGLESTON, P.A. Methods of exercise challenge. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, St. Louis, v.73, p.666-9, 1984.
- ENGSTRON, K.; FALLSTROM, K.; KARLBERG, E.; STEN, G.; BJURE, J. Psychological and respiratory effects of a physical exercise program on boys with severe asthma. **Acta Paediatrica Scandinavica**, Stockholm, v.80, p.1058-65, 1991.
- FITCH, K.D.; MORTON, A.R.; BLANKSBY, B.A. Effects of swimming training on children with asthma. **Archives of Disease in Childhood**, London, v.51, p.190-5, 1976.
- GODFREY, S. Exercise-induced bronchial lability in wheezy children and their families. **Pediatrics**, Springfield, v.56, p.851-5, 1975.
- GRAFF-LONNEVIG, V.; BEVEGARD, S.; ERIKSON, B.O.; KRAEPELIEN, S.; SALTIN, B. Two years follow-up of asthmatic boys participating in a physical activity programme. **Acta Paediatrica Scandinavica**, Stockholm, v.69, p.347-52, 1980.
- GRINTON, S.; POWERS, S.C.; LAWLER, J.; CRISWELL, D.; DODD, S.; EDWARDS, W. Endurance training-induced increases in expiratory muscle oxidative capacity. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, Madison, v.24, n.5, p.551-5, 1992.
- HAAS, F.; AXEN, K.; SCHICCHI, J.S. Use of maximum expiratory flow-volume curve parameters in the assessment of exercise-induced bronchospasm. **Chest**, Chicago, v.103, p.64-8, 1993.
- HAAS, F.; PASIERSKI, S.; LEVINE, N.; BISHOP, M.; AXEN, K.; PINEDA, H.; HAAS, A. Effect of aerobic training on forced expiratory airflow in exercise asthmatic humans. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.63, n.3, p.1230-5, 1987.
- HAAS, F.; PINEDA, H.; AXEN, K.; GAUDINO, D.; HAAS, A. Effects of physical fitness on expiratory airflow in exercising asthmatics people. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, Madison, v.17, n.5, p.585-92, 1985.
- HELENIUS, I.J.; TIKKANEN, H.O.; HAAHTELA, T. Occurrence of exercise induced bronchospasm in elite runners: dependence on atopy and exposure to cold air and pollen. **British Journal of Sports Medicine**, London, v.32, p.125-9, 1998.
- HENRIKSEN, J.M. Exercise-induced bronchoconstriction. **Allergy**, Copenhagen, v.42, p.499-506, 1986.
- HENRIKSEN, J.M.; NIELSEN, T.T. Effect of physical training on exercise-induced bronchoconstriction. **Acta Paediatrica Scandinavica**, Stockholm, v.72, p.31-6, 1983.
- HUANG, S.W.; VEIGA, R.; SILA, U.; REED, E.; HINES, S. The effect of swimming in asthmatic children - participants in a swimming program in the city of Baltimore. **Journal of Asthma**, Ossining, v.26, p.117-21, 1989.
- JARDIM, J.R.B.; CENDOM, S.P. Asma induzida por exercício. **Âmbito Medicina Desportiva**, São Paulo, v.1, n.9, p.13-20, 1995.
- KAELIN, M.; BRANDLI, O. Exertional asthma in Swiss top-ranking athletes. **Schweizerische Medizinische Wochenschrift**, Basel, v.123, n.5, p.174-82, 1993.
- KAPLAN, T.A. Exercise challenge for exercise-induced bronchospasm. **The Physician and Sportsmedicine**, Minneapolis, v.23, n.8, p.47-57, 1995.
- KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Applied multivariate statistics with SAS software**. S.I.: SAS Institute, 1995.
- KYLE, J.M.; WALKER, R.B.; HANSHAW, S.L.; LEAMAN, J.R.; FROBASE, J.K. Exercise-induced bronchospasm in the young athlete: guidelines for routine screening and initial management. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, Madison, v.24, n.8, p.856-9, 1992.
- MAHLER, D.A. Exercise-induced bronchospasm. **Medicine Science in Sports and Exercise**, Madison, v.25, n.5, p.554-61, 1993.
- MITSUBAYASHI, T. Effect of physical training on exercise-induced bronchospasm of institutionalized asthmatic children. **Arerugi**, Tokyo, v.33, p.318-27, 1984.
- OLIVIA, C.K. Physical conditioning programme for children with bronchial asthma. **Acta Paediatrica Japonica**, Carlton South, v.32, n.2, p.173-5, 1990.

- PRIFTIS, J.A.; ANAGNOSTAKIS, J.; HAROKOPOS, E.; ORFANOU, I.; PETRAKI, M.; SAXONI-PAPAGEORGIOU, P. Time tend and seasonal variation in hospital admissions for childhood asthma in the Athens region of Greece: 1978-88. **Thorax**, London, v.48, p.1168-9, 1993.
- REGGIANI, E.; MARUGO, L.; DELPINO, A.; PIASTRA, G.; CHIODINI, G.; ODAGLIA, G. A comparison of various exercise challenge tests on airway reactivity in atopical swimmers. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.28, p.394-401, 1988.
- RUNDELL, K.M.; IM, J.; MAYERS, L.B.; WILBER, R.L.; SZMEDRA, L.; SCHMITZ, H.R. Self-reported symptoms and exercise-induced asthma in the elite athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.33, n.2, p.208-13, 2001.
- RUNDELL, K.M.; WILBER, R.L.; SZMEDRA, L.; JENKINSON, D.M.; MAYERS, L.B.; IM, J. Exercise-induced asthma screening of elite athletes: field versus laboratory exercise challenge. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, n.2, p.309-16, 2000.
- SCHNALL, R.; FORD, P.; GILLAM, I.; LANDAU, L. Swimming and dry land exercises in children with asthma. **Australian Paediatric Journal**, Melbourne, v.18, p.23-37, 1982.
- SOLWAY, J.; PICURKO, P.M.; INGENITO, E.P.; McFADDEN, E.R.; FANTA, C.H.; INGRAM, R.H.; DRAZEN, J.M. Breathing pattern affects airway wall temperature during cold air hiperpnea in humans. **American Review of Respiratory Diseases**, Baltimore, v.132, p.853-7, 1985.
- STIRLING, D.R.; COTTON, D.J.; GRAHAM, B.L.; HODGSON, W.C.; COCKCROFT, D.W.; DOSMAN, J.A. Characteristics of airway tone during exercise in patients with asthma. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.54, p.934-42, 1983.
- SUMAN, O.E.; BECK, K.C.; BABCOCK, M.A.; PEGELOW, D.F.; REDDAN, W.G. Airway obstruction during exercise and isocapnic hyperventilation in asthmatic subjects. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.87, p.1107-13, 1999.
- SZENTAGOTHAL, K.; GYENE, I.; SZOSCSKA, M.; OSVATH, P. Physical exercise program for children with bronchial asthma. **Pediatric Pulmonology**, v.3, p.166-72, 1987.
- TADORO, A. Exercise-induced bronchodilatation in asthmatic athletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.36, p.60-6, 1996.
- TANIZAKI, Y.; KOMAGOE, H.; SUDO, M.; MORINAGA, H. Swimming training in a hot spring pool as therapy for steroid-dependent asthma. **Arerugi**, Tokyo, v.33, p.389-95, 1984.
- TEIXEIRA, L.R. **Efeitos de um programa de atividades físicas para criança asmática, avaliadas por provas de função pulmonar**. 1990. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- TEIXEIRA, L.R.; BARNABÉ, A.L.B.C. Asma e atividades físicas. **Âmbito Medicina Desportiva**, São Paulo, v.4, n.6, p.19-25, 1995.
- VARRAY, A.L.; MERCIER, J.G.; TERRAL, C.M.; PREFALT, C.G. Individualized aerobic and high intensity training for asthmatic children in an exercise readaptation program: is training always helpful for better adaptation to exercise? **Chest**, Chicago, v.99, p.579-86, 1991.
- WILBER, R.L.; RUNDELL, K.W.; SZMEDRA, L.; JENKINSON, D.M.; IM, J.; DRAKE, S.D. Incidence of exercise-induced bronchospasm in olympic winter sport. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, n.4, p.732-7, 2000.

Recebido para publicação em: 27 maio 2002

Revisado em: 13 dez. 2002

Aceito em: 07 mar. 2003

ENDEREÇO: Antônio José Natali
 Departamento Educação Física
 Universidade Federal de Viçosa
 Av. P.H. Rolfs, s/n.
 36571 000 - Viçosa - MG - BRASIL
 e-mail: anatali@mail.ufv.br