

AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE CRIANÇAS COM DISPLASIA BRONCOPULMONAR

ABREU LR^{1,2}, COSTA-RANGEL RCA², GASTALDI AC^{2,3}, GUIMARÃES RC², CRAVO SL⁴ E SOLOGUREN MJJ²

¹ Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG - Brasil

² Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Centro Universitário do Triângulo, Uberlândia, MG - Brasil

³ Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP - Brasil

⁴ Departamento de Fisiologia, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP - Brasil

Correspondência para: Lilian R. Abreu, Pça Adolfo Fonseca 205/800, CEP 38400-152, Uberlândia, MG - Brasil, e-mail: lilianrabreu@yahoo.com.br

Recebido: 13/03/2006 - Revisado: 23/08/2006 - Aceito: 09/02/2007

RESUMO

Objetivo: Avaliar a aptidão cardiorrespiratória e verificar a presença de broncoespasmo induzido pelo exercício (BIE) em crianças com displasia broncopulmonar (DBP). **Método:** Foram realizadas prova de função pulmonar e análise de gases em um teste cardiopulmonar, em 46 crianças com idade entre 7 a 10 anos, formando três grupos: crianças nascidas pré-termo com DBP, (DBP, n= 13); crianças nascidas pré-termo sem DBP, (RNPT, n= 13); e crianças saudáveis nascidas a termo, (Controle, n= 20). **Resultados:** A duração dos testes foi $7,70 \pm 1,49$; $9,1 \pm 2,02$ e $8,4 \pm 2,12$ min; o VO_2 máximo foi $35,98 \pm 5,33$; $38,99 \pm 6,73$ e $34,91 \pm 6,09$ ml/kg/min; e a VE foi $28,54 \pm 7,39$; $28,84 \pm 5,98$ e $28,96 \pm 6,96$ l/min para os grupos DBP, RNPT e Controle, respectivamente. Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos ($p > 0,05$). A FC máxima foi $188 \pm 9,37$; $196 \pm 5,15$ e $197 \pm 10,90$ bpm; a taxa de troca gasosa máxima (R) foi $1,21 \pm 0,22$; $1,10 \pm 0,06$ e $1,05 \pm 0,05$ para os grupos DBP, RNPT e Controle, respectivamente, sendo esses valores diferentes entre o grupo Controle e DBP ($p < 0,05$). Os valores do VEF_1 pré e VEF_1 pós-exercício foram de $99 \pm 12\%$ e $94 \pm 14\%$; $100 \pm 14\%$ e $100 \pm 15\%$; e $102 \pm 15\%$ e $101 \pm 15\%$, para os grupos DBP, RNPT e Controle, respectivamente. Na comparação do VEF_1 pré e pós-exercício não houve diferenças significantes e nem caracterização de BIE nos grupos. **Conclusão:** A diferença encontrada no R pode ser relacionada a alterações ventilatórias e à difusão pulmonar. A aptidão cardiorrespiratória das crianças com DBP é semelhante à dos grupos RNPT e Controle.

Palavras-chave: doença pulmonar crônica neonatal, crianças, prematuridade, teste cardiopulmonar, análise de gases, broncoespasmo induzido pelo exercício.

ABSTRACT

Cardiorespiratory capacity assessment on children with bronchopulmonary dysplasia

Objective: To assess cardiorespiratory capacity and investigate the presence of exercise-induced bronchospasm among children with bronchopulmonary dysplasia. **Method:** Pulmonary function tests and gas analyses were performed in a cardiopulmonary test on 46 children aged 7-10 years. Three groups were formed: children born prematurely with bronchopulmonary dysplasia (BPD; n= 13), children born prematurely without bronchopulmonary dysplasia (Preterm; n= 13) and healthy children born at full term (Control; n= 20). **Results:** The test duration was 7.70 ± 1.49 ; 9.1 ± 2.02 and 8.4 ± 2.12 min; VO_2 max was 35.98 ± 5.33 ; 38.99 ± 6.73 and 34.91 ± 6.09 ml/kg/min; and VE was 28.54 ± 7.39 ; 28.84 ± 5.98 and 28.96 ± 6.96 l/min for the BPD, Preterm and Control groups respectively. There were no significant differences between the groups ($p > 0.05$). The maximum heart rate was 188 ± 9.37 ; 196 ± 5.15 and 197 ± 10.90 beats/min and the respiratory exchange ratio (RER) was 1.21 ± 0.22 ; 1.10 ± 0.06 and 1.05 ± 0.05 , for the BPD, Preterm and Control groups respectively, and there was a significant difference between the BPD and Control groups ($p < 0.05$). The FEV_1 values before and after exercise were $99 \pm 12\%$ and $94 \pm 14\%$; $100 \pm 14\%$ and $100 \pm 15\%$; and $102 \pm 15\%$ and $101 \pm 15\%$, for the BPD, Preterm and Control groups respectively. Comparison of FEV_1 before and after exercise did not show any significant differences and exercise-induced bronchospasm was not characterized, in any of the groups. **Conclusion:** The difference in RER may be related to abnormal ventilation and pulmonary diffusion. The cardiorespiratory capacity of children with BPD was similar to that of the Preterm and Control groups.

Key words: chronic neonatal lung disease, children, prematurity, cardiopulmonary test, gas analysis, exercise-induced bronchospasm.

INTRODUÇÃO

A displasia broncopulmonar (DBP), também denominada de doença pulmonar crônica neonatal, foi descrita pela primeira vez em 1967 por Northway et al.¹ em lactentes com doença de membrana hialina grave, que foram tratados com ventilação mecânica e suplementação de oxigênio. Os avanços tecnológicos e o aprimoramento nos cuidados que ocorreram na assistência neonatal a partir da década de 60 contribuíram para um aumento da sobrevivência dos recém-nascidos pré-termo (RNPT) criticamente doentes e da incidência da DBP, hoje conhecida como doença do progresso médico e como uma das seqüelas mais significativas advindas da unidade de terapia intensiva neonatal²⁻⁴.

Os efeitos, a longo prazo, no desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória de RNPT portadores de DBP ainda não são completamente conhecidos. Estudos clínicos são necessários para caracterizar o desenvolvimento a longo prazo de crianças, jovens e adultos com DBP. Testes de difusão de gás associados ao exercício podem fornecer informações sobre a função da barreira alvéolo-capilar, e testes espirométricos auxiliam na detecção de anormalidades das vias aéreas, mesmo em pacientes assintomáticos⁵⁻⁷.

Estudos anteriores, que avaliaram crianças nascidas pré-termo com DBP em idade escolar, verificaram que essas crianças utilizam maior porcentagem de sua reserva ventilatória⁸⁻¹², apresentam reduções induzidas pelo exercício na saturação de O₂ e aumento da tensão transcutânea de CO₂^{9,10}, quando comparadas com seus controles. Nas análises dos valores individuais dessas crianças com DBP, foram identificadas alterações na função pulmonar e diminuição da tolerância ao exercício⁸⁻¹². Mitchell e Teague, relataram transporte de gases diminuído durante o repouso e exercício nas crianças com DBP e sugerem que as anormalidades na estrutura pulmonar ou na disfunção do ventrículo direito podem justificar esses achados¹³.

Cerca de 25% dos adolescentes e jovens com DBP têm sintomas respiratórios recorrentes como episódios de pneumonia, sibilos e fazem uso por longo prazo de broncodilatadores, quando comparados com seus controles⁸.

Admite-se que os cuidados recebidos no período perinatal podem influenciar o prognóstico e o desenvolvimento de prematuros acometidos pela DBP^{6,8}. Dessa maneira, as manifestações clínicas presentes em crianças brasileiras podem não ser comparáveis àquelas relatadas na literatura. Não foram encontrados dados nacionais em base de dados (Lilacs, Scielo, Medline) em relação a evolução dessas crianças.

O objetivo deste estudo foi avaliar a aptidão cardiorrespiratória e verificar a presença de broncoespasmo induzido pelo exercício (BIE) em crianças entre 7 e 10 anos com DBP, comparando-as com crianças nascidas pré-termo (RNPT) sem DBP e com crianças saudáveis nascidas a termo da mesma faixa etária.

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi aprovada pelos Comitês de Ética em Pesquisa em Humanos do Centro Universitário do Triângulo – UNITRI e da Universidade Federal de Uberlândia – UFU (Processo 003/2003). Os responsáveis pelas crianças assinaram um termo de autorização para a participação na pesquisa após leitura de um consentimento informado.

Foram avaliadas 46 crianças com idade entre 7 e 10 anos, que formaram três grupos: 1) crianças nascidas pré-termo com DBP, grupo DBP (n= 13); 2) crianças nascidas pré-termo sem DBP, grupo RNPT (n= 13) e 3) crianças saudáveis nascidas a termo, grupo Controle (n= 20).

As crianças com DBP e RNPT, nascidas nos anos de 1993 a 1996, foram recrutadas a partir de listagens fornecidas pelo Serviço de Arquivo Médico e Estatística (SAME) do Hospital de Clínicas da UFU.

Os critérios de inclusão para o grupo de crianças com DBP (nascidas com idade gestacional clínica menor que 37 semanas) foram os propostos por Bancalari et al.¹⁴: 1) ventilação com pressão positiva durante a primeira semana de vida por pelo menos três dias; 2) sinais clínicos de doença respiratória crônica - taquipnéia, desconforto respiratório; 3) necessidade de suplementação de oxigênio por mais de 28 dias para manter uma pressão arterial de oxigênio acima de 50mmHg ou oximetria de pulso acima de 90%; e 4) anormalidades na radiografia de tórax, mostrando estrias persistentes em ambos os pulmões, alternando-se com áreas de radiolúcência, podendo essas formações coalescerem, dando aspecto bolhoso.

Vinte e seis crianças tiveram o diagnóstico de DBP. Destas, cinco evoluíram para o óbito, quatro possuíam distúrbios neuropsicomotores que impossibilitavam a participação no estudo, duas crianças não residiam em Uberlândia, uma criança não foi encontrada e uma não concordou em participar. Assim, 13 crianças com DBP constituíram a totalidade das crianças aptas a participar do estudo.

Os critérios de inclusão para o grupo de crianças pré-termo (RNPT) foram o de serem nascidas com idade gestacional clínica menor que 37 semanas, não terem tido doença respiratória grave no período neonatal e não terem qualquer outra doença crônica. O grupo de RNPT foi selecionado através de sorteio das crianças na listagem fornecida pelo SAME. Após o sorteio, examinando cada prontuário, foram excluídos os prontuários das crianças que evoluíram para óbito, as que possuíam distúrbios neuropsicomotores que impediam a participação no estudo e as que não residiam na cidade de Uberlândia. Feita essa exclusão, as 13 primeiras crianças que preencheram os critérios de RNPT foram selecionadas para o grupo.

As crianças do grupo Controle foram recrutadas entre colegas das crianças com DBP e RNPT. Para esse grupo,

o critério de exclusão foi a presença de qualquer doença crônica.

A coleta de dados foi realizada em Uberlândia, no Laboratório de Exercício do UNITRI.

Inicialmente, todas as crianças responderam a um questionário padronizado, foram submetidas a uma avaliação clínica, foram pesadas, medidas e realizaram a prova de função pulmonar (PFP), segundo as Diretrizes para Testes de Função Pulmonar da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia¹⁵. Os valores de referência utilizados foram os de Polgar e Promadhat¹⁶.

Para a PFP, foi utilizado um espirômetro de fluxo SpiroCard® PC Card Spirometer (QRS Diagnostic-Plymouth, USA). Um freqüencímetro, AXN300 (POLAR-Kempele, Finlândia), foi ajustado ao tórax do paciente, que foi encaminhado ao cicloergômetro, Biotec-1800 (CEFISE-Nova Odessa, Brasil), para os ajustes necessários segundo o biotipo de cada um. Foi utilizado um oxímetro de pulso portátil OxiPuls (FUNDAÇÃO ADIB JATENE-São Paulo, Brasil) para verificação da saturação periférica de oxigênio (SpO₂) durante o teste. Para registro e análise dos dados, foi utilizado o analisador metabólico de gases TEEM-100 (Aerosport/Medgraphics-St Paul, USA). Para avaliar o desconforto respiratório foi utilizada a Escala de Desconforto Respiratório – Consenso Brasileiro de Educação em Asma¹⁷.

Os dados obtidos do participante (idade, sexo, peso corporal e altura) foram fornecidos ao analisador metabólico. Um bocal pequeno, conectado ao TEEM-100, foi adaptado à boca do participante e fixado por tiras elásticas, sendo também colocado um clipe nasal. Um pneumotacômetro de fluxo médio, que opera de 15 a 120 L/min, foi conectado ao bocal. O analisador metabólico forneceu, a cada 20 segundos, os valores de consumo de oxigênio (VO₂), produção de gás carbônico (VCO₂), relação VCO₂/VO₂ (taxa de troca gasosa – R), ventilação minuto (VE) e freqüência cardíaca (FC). A FCmax foi calculada como: 210–(0,65 X idade) ± 10%¹⁸.

Para o teste, foi utilizado um protocolo de esforço máximo, com aumento de cargas progressivo, individualizado para cada criança, embasado no protocolo proposto por Karila et al.¹⁹. A individualização da potência máxima em watts (W) foi baseada no VO₂ máximo (VO₂max) predito para cada criança. O VO₂ basal foi calculado pela equação: (altura em centímetros x 2) – 100¹⁹. O VO₂max predito foi calculado segundo os valores propostos por Cooper et al.²⁰. A partir desses valores, foi calculada a potência máxima, através da equação: Wmax = (VO₂max predito - VO₂ basal) / 10,3, sendo 10,3 ml O₂/min/W o equivalente de oxigênio para cada watt de potência¹⁹. O protocolo se dividiu em: a) 3 min de repouso; b) 3 min de aquecimento, com uma potência média de 45% da máxima predita; c) aproximadamente 8 min de exercício, com um aumento de 10% da potência máxima predita a cada minuto até à exaustão e d) 2-3 min de resfriamento com a

mesma potência utilizada no aquecimento. O tempo de exercício desse protocolo teve duração de 10-12 minutos (fases “b” e “c”).

A potência foi manualmente aumentada no cicloergômetro. Foi permitido que os pais estivessem presentes durante o teste, para que as crianças tivessem mais segurança e para que os mesmos pudessem incentivá-las durante o teste.

O teste foi interrompido quando o participante atingia a exaustão ou quando não conseguia manter a rotação adequada (45 RPM), mesmo sem ter cumprido o protocolo proposto. Após 10 minutos da conclusão do teste, foi realizada uma nova prova de função pulmonar para verificar a presença de BIE.

Para que o exercício fosse considerado máximo, três dos seguintes critérios deveriam ser alcançados: a) exaustão do participante ou incapacidade de manter uma rotação maior que 45 RPM, apesar do encorajamento verbal; b) VO₂ platô atingido (quando o aumento final do VO₂ não excedeu a 2mL/kg/min para um aumento de carga de 10%) ou quando o voluntário atingiu valor maior ou igual a 85% do VO₂max predito; c) FCmax predita atingida ou valor maior ou igual a 90% do predito; d) R máximo (Rmax) maior que 1¹⁸.

Os resultados foram expressos como média e desvio-padrão (DP). Para todas as comparações, foi utilizado um valor de p < 0,05, indicando significância estatística. Após a verificação da distribuição normal das variáveis, realizadas pelo teste de Shapiro-Wilks, a análise estatística foi feita por métodos paramétricos. Foi aplicada a Análise de Variância de uma via (ANOVA) para a comparação dos dados dos três grupos, seguida pelo teste de Tukey, quando indicado. Para as variações do VEF₁, antes e após o exercício, foi utilizado o teste *t* de Student pareado.

RESULTADOS

As características clínicas, referentes ao período neonatal das 26 crianças dos grupos DBP e RNPT, estão listados na Tabela 1. Como se pode verificar, as crianças do grupo DBP apresentavam menor peso e idade gestacional quando comparadas ao grupo RNPT (p < 0,05).

A Tabela 2 mostra as características demográficas e antropométricas das crianças. Apesar de o grupo DBP apresentar valores de peso, altura e IMC discretamente menores em relação aos grupos RNPT e Controle, essas diferenças não atingiram níveis de significância estatística.

Em relação às respostas do questionário pertinentes à atividade física, os responsáveis por oito crianças (17,40% do total de crianças) relataram algum tipo de desconforto desencadeado pelo exercício (falta de ar, dor torácica), sendo que quatro pertenciam ao grupo DBP (30,76% do grupo) e quatro ao grupo RNPT (30,76%), enquanto nenhum desconforto foi relatado no grupo Controle.

Tabela 1. Características clínicas no período neonatal em crianças nascidas a pré-termo (RNPT) e nascidas a pré-termo com diagnóstico de displasia broncopulmonar (DBP).

Grupo	PN (gramas)	IG (semanas)	VM (dias)	O ₂ (dias)	TI (dias)
DBP	1037* ± 229 (830-1670)	32* ± 1,5 (30-34 e 4/7)	11* ± 6,6 (3-26)	48* ± 22,5 (28-102)	79* ± 18 (44-106)
RNPT	1765 ± 621 (850-2800)	35 ± 2,3 (28-36 e 5/7)	1 ± 2 (0-6)	4 ± 4 (0-10)	29 ± 25 (2-76)

PN: peso de nascimento; IG: idade gestacional; VM: ventilação mecânica; O₂: suplementação de oxigênio; TI: tempo de internação. Valores expressos em média aritmética (MA) ± desvio-padrão (DP) (mínimo-máximo). *P <0,05.

Tabela 2. Perfil demográfico e antropométrico da amostra estudada.

Grupo	N	Sexo	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (kg)	IMC (peso/altura ²)
DBP	13	9M/4F	8,5 ± 0,97	129,9 ± 7,31	26,0 ± 5,84	15,3 ± 2,25
RNPT	13	8M/5F	8,3 ± 1,11	131,2 ± 7,32	28,6 ± 9,49	16,4 ± 3,92
Controle	20	9M/11F	8,2 ± 1,14	133,9 ± 7,99	30,1 ± 9,10	16,5 ± 3,29

Valores expressos em média aritmética (MA) ± desvio-padrão (DP).

Todas as crianças do grupo DBP tiveram o teste de esforço considerado máximo, porém 3 crianças do grupo RNPT (23%) e 3 crianças do grupo Controle (15%) não alcançaram os critérios propostos para que o exercício fosse considerado máximo. Assim, essas crianças foram excluídas das análises seguintes.

Os valores do VEF₁ pré-exercício e VEF₁ pós-exercício para os grupos foram: para o grupo DBP de 99 ± 12% e 94 ± 14%, para o grupo RNPT de 100 ± 14% e 100 ± 15% e para o grupo Controle de 102 ± 15% e 101 ± 15%, respectivamente. A variação desses valores não mostrou diferenças significantes em nenhum grupo. Porém, uma análise individualizada demonstrou que uma criança do grupo RNPT e duas crianças do grupo DBP apresentaram redução >10% no VEF₁, caracterizando o BIE, representando 6,5 % de todas as crianças que participaram da pesquisa.

Apenas uma criança, que pertencia ao grupo DBP, apresentou desconforto respiratório moderado durante o teste, caracterizado por dor torácica e presença de sibilos na ausculta pulmonar imediatamente após a interrupção do teste, cessando após dez minutos. Nenhuma complicação cardiorrespiratória foi observada nas crianças durante o teste, indicando boa tolerância ao protocolo proposto.

A duração média dos testes para as crianças do grupo DBP foi de 7,7 ± 1,49 minutos, do grupo RNPT de 9,1 ± 2,02 minutos e para o grupo Controle de 8,4 ± 2,12

minutos, não tendo sido encontradas diferenças significantes entre os grupos.

Dez crianças (77%) do grupo DBP, 10 crianças (77%) do RNPT e 17 crianças (85%) do Controle atingiram a FCmax predita em batimentos por minuto. A FCmax para os 3 grupos mostrou que valores do grupo DBP eram significativamente menores do que os observados no grupo Controle. Todos os grupos obtiveram uma média da FCmax maior que 90% da FCmax predita (Tabela 3).

Não foram encontradas diferenças significantes nos valores do VO₂max, potência máxima alcançada em relação à potência máxima predita e VE entre os grupos, evidenciando serem eles semelhantes em relação à aptidão cardiorrespiratória (Tabela 3). A análise de Rmax para os 3 grupos demonstrou que os valores do grupo DBP eram significativamente maiores do que os observados no grupo Controle (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Este estudo é, possivelmente, o primeiro estudo realizado no Brasil que mostra a condição cardiorrespiratória de crianças na idade escolar que nasceram prematuras e que tiveram ou não o diagnóstico de DBP, visto que não foi encontrado, em base de literatura científica, estudo nacional similar.

É comum o relato de desconforto ao exercício nas crianças que nasceram prematuras com ou sem DBP, e,

Tabela 3. Teste de esforço máximo com incrementos de cargas – Protocolo individualizado.

Grupo	VO ₂ max (L/min)	VO ₂ max (ml/Kg/min)	VO ₂ máx (%pred)	FCmax (bpm)	FCmax (%pred)	R _{máx} (VCO ₂ /VO ₂)	VE _{máx} (L/min)	W _{máx} (Watt)	W _{máx} (%pred)
DBP (13)	0,94 ± 0,26	35,98 ± 5,33	96 ± 15,00	188* ± 9,37	92* ± 4,50	1,21* ± 0,22	28,54 ± 7,39	88,60 ± 18,55	97 ± 15,50
RNPT (10)	1,00 ± 0,20	38,99 ± 6,73	103 ± 18,22	196 ± 5,15	96 ± 2,62	1,12 ± 0,06	28,84 ± 5,98	93,38 ± 18,71	107 ± 19,95
Controle (10)	1,04 ± 0,18	34,91 ± 6,09	91 ± 18,12	197 ± 10,90	96 ± 5,25	1,06 ± 0,05	28,96 ± 6,96	90,79 ± 23,68	91 ± 24,07

(R), quociente respiratório. Valores expressos em média aritmética (MA) ± desvio-padrão (DP). *p < 0,05 grupo DBP versus Controle.

algumas vezes, esse desconforto relatado vem acompanhado de BIE^{5,8,9}. Neste estudo, foi investigada a presença de desconforto respiratório desencadeado pelo exercício, através do questionário. Entre os grupos RNPT e DBP, os responsáveis por 8 crianças relataram comprometimento respiratório como falta de ar, infecções de repetição.

A comparação dos valores do VEF₁, antes e após o exercício, nos três grupos estudados, não apresentou diferenças significantes. Todavia, uma análise individualizada demonstrou que uma criança do grupo RNPT e duas crianças do grupo de DBP apresentaram redução de VEF₁ > 10%. De acordo com Anderson²¹, reduções de VEF₁ > 10% caracterizam BIE. Dessa maneira, é digna de nota a presença de BIE em crianças desses grupos. Resultados semelhantes são descritos por Bader et al.⁹ e Mitchell e Teague¹³. Embora em ambos estudos, os valores médios dos grupos não tenham atingido os níveis determinados para BIE, esses valores claramente indicam a presença de BIE em algumas crianças. Gross et al.²² relataram que 19% do grupo com DBP e 9% do grupo RNPT apresentaram VEF₁ < que 60% do predito após o teste de esforço, indicando obstrução moderada ao fluxo aéreo. Uma vez que a redução do VEF₁, neste estudo, não tenha sido avaliada, não foi possível estimar a incidência de BIE²². Todavia, os resultados descritos por esses autores e os obtidos no presente estudo demonstram que crianças RNPT com ou sem DBP podem apresentar broncoespasmo durante atividade física.

Uma criança (8%) do grupo DBP apresentou desconforto respiratório moderado durante o teste. Mitchell e Teague¹³ relataram que cinco crianças (50% da sua amostra) apresentaram algum tipo de desconforto respiratório durante o teste de esforço máximo. Pianosi e Fisk¹² relataram que, aparentemente, nenhuma criança do seu estudo apresentou desconforto respiratório durante o teste. Além de fatores como peso ao nascimento, idade gestacional e tempo de suplementação de oxigênio e de ventilação mecânica,

anormalidades na mecânica e/ou eficiência ventilatória e a difusão de gases são fatores que podem determinar intolerância ao exercício em crianças com doenças pulmonares crônicas²³. Essas disparidades provavelmente são devidas a diferenças na severidade de comprometimento respiratório causada pela DBP nas crianças que participaram desses estudos.

Nenhuma complicação cardiorrespiratória foi observada durante o teste, indicando boa tolerância ao protocolo proposto. A utilização desse protocolo, com incrementos individualizados da carga predita para cada criança, pode ter favorecido a aceitabilidade do teste pelas crianças. Outros protocolos com incremento de carga não individualizado podem levar à interrupção prematura do exercício antes que a criança alcance os índices cardíacos e respiratórios previstos devido ao cansaço da musculatura dos membros inferiores²³. O tempo médio da duração dos testes foi suficiente para que fosse possível realizar o teste de esforço máximo, segundo a European Respiratory Society “um teste que torna possível a integração e exploração dos sistemas pulmonar, cardíaco e muscular, em certas condições em que o corpo utiliza suas reservas”²⁴. A maioria das crianças do presente estudo realizou o teste de esforço máximo, o que corrobora a boa aplicabilidade das cargas desse protocolo.

Os valores de VO₂max atingidos pelos 3 grupos, em nosso estudo, são semelhantes aos obtidos em estudos anteriores em crianças saudáveis ou em crianças que apresentavam doenças respiratórias, sintomas anormais ao exercício, cardiopatias complexas tratadas cirurgicamente, displasia broncopulmonar e outras^{6,10,12,19}. Os valores encontrados no presente estudo são semelhantes aos descritos por Jacob et al.¹⁰ que também não encontraram diferenças significantes no VO₂max atingido por crianças com DBP, pré-termo sem DBP e crianças nascidas saudáveis a termo. Resultados distintos foram descritos por Kilbride, Gelatt e Sabath⁶ ao avaliarem a aptidão cardiorrespiratória de crianças e pré-adolescentes entre 9 e 15 anos. Esses autores relataram

valores de VO_2 max significativamente menores nos grupos de pré-termo com e sem DBP, quando comparados ao grupo de crianças saudáveis nascidas a termo. É possível que essas diferenças sejam devidas às características clínicas no período neonatal das crianças avaliadas. De fato, os grupos nascidos pré-termo (com e sem DBP) tiveram IG de 26 semanas, peso de nascimento de 700g, tempo de ventilação mecânica de 38 dias e tempo de suplementação de O_2 de 73 dias, caracterizando uma amostra de maior gravidade clínica em relação a amostra avaliada no presente estudo.

A FCmax foi atingida pela maioria das crianças (80%), mas ao verificar cada criança individualmente, observa-se que uma porcentagem maior de crianças do grupo Controle (85%) atingiu a FCmax, em relação aos grupos DBP e RNPT (77%). A determinação da FC, durante o teste de esforço, é necessária, pois a FCmax é um dos critérios mais confiáveis para determinação do esforço máximo e apresenta forte correlação com o alcance do VO_2 max¹⁹.

O Rmax foi maior para o grupo DBP em relação ao grupo Controle e essa diferença foi estatisticamente significativa. Um R com valor maior que 1.0 pode ser causado pelo CO_2 originado do ácido láctico ou por uma hiperventilação. O CO_2 possui uma solubilidade maior nos tecidos quando comparado com o O_2 . Assim, em testes de esforço, tanto a acidose láctica quanto a hiperventilação devem ser consideradas^{25,26}. Dessa maneira, pode-se deduzir que as crianças com DBP apresentaram um nível maior de acidose láctica, com maior formação de ácido láctico para poder manter o exercício, indicando que o aporte de O_2 não foi o suficiente para a demanda^{24,25}. O aporte de O_2 pode ter sido menor, pois crianças com DBP possuem uma capacidade de difusão pulmonar menor quando comparadas com seus controles^{12,13,23,26,27}, o que pode ter interferido na captação do O_2 e, conseqüentemente, em maiores valores de R.

Este estudo encontrou dados semelhantes, entre os grupos, em relação à tolerância ou à resposta cardiorrespiratória ao exercício, o que concorda com a maioria dos estudos com crianças que também nasceram prematuras com ou sem DBP e que estão atualmente na idade escolar^{3,8,10,12,13,22,23,27}.

Há ausência da caracterização socioeconômica e da classificação do nível de atividade física das crianças de modo a permitir um pareamento mais detalhado das amostras. Assim, como a ausência de dados quantitativos das crianças do grupo controle, foi uma das limitações observadas nesse estudo.

Estudos anteriores sugerem que mesmo alterações discretas da função pulmonar, na infância, podem ser precursoras de doença pulmonar crônica na fase adulta, e a progressão da perda da função pulmonar nos portadores de DBP é ainda desconhecida⁸. Estudos longitudinais são necessários para melhor descrever a evolução pulmonar dessas crianças avaliadas e proporcionar uma previsão de como poderão estar as suas condições pulmonares e cardiorrespiratórias no futuro.

Na perspectiva do fisioterapeuta, do pediatra e do pneumologista, as crianças com DBP que atingirem a adolescência e a idade adulta são um novo grupo de pacientes que devem ser alvo de atenção redobrada, com programas especiais, visando à prevenção do tabagismo, ao incentivo à prática regular de esportes, e com programas estruturados de reabilitação pulmonar e acompanhamento clínico regular.

O protocolo proposto se mostrou seguro, com boa tolerância clínica das crianças com DBP, que demonstraram boa aceitação ao exercício proposto, sem evidências de anormalidades ou limitação cardiovascular. Assim, esse protocolo pode ser utilizado em testes com crianças para diagnóstico, prescrição de tratamento e acompanhamento da evolução de patologias.

Apoio: Raquel C. A. Costa-Rangel foi bolsista da CAPES-PROSUB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Northway WHJ, Rosan RC, Porter DY. Pulmonary disease following respirator therapy of hyaline-membrane disease. Bronchopulmonary dysplasia. *N Engl J Med.* 1967;276:357-68.
2. Coalson JJ. Pathology of new bronchopulmonary dysplasia. *Semin Neonatol.* 2003;8:73-81.
3. D'Angio CT, Maniscalco WM. Bronchopulmonary dysplasia in preterm infants: pathophysiology and management strategies. *Paediatr Drugs.* 2004;6:303-30.
4. Perez Perez G, Navarro Merino M, Romero Perez MM, Saenz Requera C, Pons Tubio A, Polo Padillo J. Respiratory morbidity after hospital discharge in premature infants born at < or = 32 weeks gestation with bronchopulmonary dysplasia. *An Pediatr (Barc).* 2004;60(2):117-24.
5. Jobe AH, Bancalari E. Bronchopulmonary dysplasia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163:1723-9.
6. Kilbride HW, Gelatt MC, Sabath RJ. Pulmonary function and exercise capacity for ELBW survivors in preadolescence: effect of neonatal chronic lung disease. *J Pediatr.* 2003;143:488-93.
7. Matecki S, Paruit C, Chaussain M, Ramonatxo M, Denjean A; Groupe EFR pediatriques de la Societe de Physiologie. Indications and application of exercise tests in children. *Rev Mal Respir.* 2001;18:491-8.
8. Eber E, Zach MS. Long term sequelae of bronchopulmonary dysplasia (chronic lung disease of infancy). *Thorax.* 2001; 56:317-23.
9. Bader D, Ramos AD, Lew CD, Platzker AC, Stabile MW, Keens TG. Childhood sequelae of infant lung disease: exercise and pulmonary function abnormalities after bronchopulmonary dysplasia. *J Pediatr.* 1987;110(5):693-9.
10. Jacob SV, Lands LC, Coates AL, Davis GM, MacNeish CF, Hornby L, et al. Exercise ability in survivors of severe bronchopulmonary dysplasia. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155(6):1925-9.
11. Parat S, Moriette G, Delaperche MF, Escourrou P, Denjean A, Gaultier C. Long-term pulmonary functional outcome of bronchopulmonary dysplasia and premature birth. *Pediatr Pulmonol.* 1995;20(5):289-96.

12. Pianosi PT, Fisk M. Cardiopulmonary exercise performance in prematurely born children. *Pediatr Res.* 2000;47:653-8.
13. Mitchell SH, Teague WG. Reduced gas transfer at rest and during exercise in school-age survivors of bronchopulmonary dysplasia. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;157:1406-12.
14. Bancalari E, Abdenour GE, Feller R, Gannon J. Bronchopulmonary dysplasia: clinical presentation. *J Pediatr.* 1979;95(5 Pt 2):819-23.
15. Pereira CAC, Neder JA. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol.* 2002;28 Suppl 3:S1-238.
16. Polgar G, Promadhat V. Pulmonary function testing in children: technics and standards. W.B. Saunders 1971; Philadelphia: p. 42-212.
17. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia; Sociedade Brasileira de Pediatria; Sociedade Brasileira de Alergia e Imunopatologia. Consenso Brasileiro De Educação Em Asma I. *J Pneumol.* 1996; 22 Suppl 1:S1-24.
18. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Whipp BJ, Casaburi R. Principles of exercise testing and interpretation. 2^a ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1994.
19. Karila C, de Blic J, Waernessyckle S, Benoist MR, Scheinmann P. Cardiopulmonary exercise testing in children: an individualized protocol for workload increase. *Chest.* 2001;120(1): 81-7.
20. Cooper DM, Weiler-Ravell D, Whipp BJ, Wasserman K. Aerobic parameters of exercise as a function of body size during growth in children. *J Appl Physiol.* 1984;56(3):628-34.
21. Anderson SD. Exercise-induced asthma in children: a marker of airway inflammation. *Med J Aust.* 2002;(177 Suppl):S61-3.
22. Gross SJ, Iannuzzi DM, Kveselis DA, Anbar RD. Effect of preterm birth on pulmonary function at school age: a prospective controlled study. *J Pediatr.* 1998;133:188-92.
23. Baraldi E, Bonetto G, Zacchello F, Filippone M. Low exhaled nitric oxide in school-age children with bronchopulmonary dysplasia and airflow limitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171:68-72.
24. European Respiratory Society Task force on standardization of clinical exercise testing. Clinical exercise testing with reference to lung disease: indications, standardization and interpretation strategies. *Eur Respir J.* 1997;10:2662-89.
25. American Thoracic Society. Pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:1666-82.
26. Parker TA, Abman SH. The pulmonary circulation in bronchopulmonary dysplasia. *Semin Neonatol.* 2003;8:51-61.
27. Abman SH. Monitoring cardiovascular function in infants with chronic lung disease of prematurity. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2002;87:F15-8.