



Functional capacity assessment during exercise in children and adolescents with post-infectious bronchiolitis obliterans

Avaliação funcional durante o exercício em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa

Rita Mattiello¹, Edgar E. Sarria², Ricardo Stein³, Gilberto Bueno Fischer⁴,
Helena Teresinha Mocelin⁵, Sergio Saldanha Menna Barreto⁴,
João Antônio Bonfadini Lima⁶, Diego Brandenburg⁷

Resumo

Objetivo: Avaliar a capacidade funcional no exercício em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa.

Métodos: Foram estudadas 20 crianças com bronquiolite obliterante pós-infecciosa, com idade de 8 a 16 anos, que estavam em acompanhamento ambulatorial. Os pacientes realizaram teste cardiopulmonar do exercício (TCPE) em esteira, teste de caminhada de 6 minutos (TC6), espirometria e pletismografia, seguindo diretrizes da American Thoracic Society (ATS), European Respiratory Society (ERS) e American College of Chest Physicians (ACCP). Para o cálculo dos percentuais esperados, foram utilizados Armstrong (TCPE), Geiger (TC6), Knudson (espirometria) e Zapletal (pletismografia).

Resultados: A idade média foi de 11,4±2,2 anos; 70% meninos; peso: 36,8±12,3 kg; altura: 143,8±15,2 cm. Os pacientes apresentaram os fluxos diminuídos na espirometria e os volumes aumentados na pletismografia, comparados com a população de referência. No TCPE, 11 pacientes apresentaram valores do consumo de oxigênio (VO₂ de pico) reduzidos (< 84% do previsto). A média da distância total percorrida no TC6 foi de 512±102 m (77,0±15,7%). O VO₂ de pico não se correlacionou com distância (TC6); no entanto, correlacionou-se com valores absolutos da capacidade vital forçada ($r = 0,90/p = 0,00$), do volume expiratório forçado ($r = 0,86/p = 0,00$), da relação volume residual por capacidade pulmonar total ($r = -0,71/p = 0,02$) e com o percentual do previsto nessa relação ($-0,63/p = 0,00$).

Conclusão: A maioria dos pacientes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa apresentou diminuição da capacidade funcional no exercício, evidenciada tanto no TCPE quanto no TC6. Devido à maior factibilidade, o TC6 pode ser uma alternativa nos serviços que não dispõem do TCPE.

J Pediatr (Rio J). 2008;84(4):337-343: Bronquiolite obliterante, crianças, exercício.

Abstract

Objective: To assess functional capacity during exercise in children and adolescents with post-infectious bronchiolitis obliterans (PIBO).

Methods: 20 children with PIBO, aged 8-16 years old, and in follow-up at an outpatient clinic carried out cardiopulmonary exercise testing (CPET), a 6-minute walk test (6MWT) and pulmonary function tests (PFT), according to American Thoracic Society (ATS), European Respiratory Society (ERS) and American College of Chest Physicians (ACCP) guidelines. Results were expressed as percentages of predicted reference values: Armstrong's for CPET, Geiger's for 6MWT, Knudson's for spirometry, and Zapletal's for plethysmography.

Results: Mean age (\pm SD) was 11.4 \pm 2.2 years; 70% were boys; mean weight: 36.8 \pm 12.3 kg; mean height: 143.8 \pm 15.2 cm. When compared to reference values, PFT detected lower airflows (spirometry) and higher volumes (plethysmography). Eleven patients had reduced peak VO₂ values in CPET (< 84% predicted). The mean distance walked (6MWT) was 77.0 \pm 15.7% of predicted (512 \pm 102 m). Peak VO₂ was not correlated with 6MWT, but it was correlated with FVC (L) ($r = 0.90/p = 0.00$), with FEV₁ (L) ($r = 0.86/p = 0.00$) and with RV/TLC, both in absolute values ($r = -0.71/p = 0.02$) and as percentages of predicted values ($r = -0.63/p = 0.00$).

Conclusion: The majority of these post-infectious bronchiolitis obliterans patients exhibited reduced functional capacity, exhibited during both CPET and the 6MWT. Due to its greater feasibility, 6MWT could be an alternative where CPET is not available.

J Pediatr (Rio J). 2008;84(4):337-343: Bronchiolitis obliterans, children, exercise.

1. MSc. Doctoral Student in Pediatrics, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS.
2. PhD. Research assistant, Universidad de Santiago de Chile, Chile.
3. PhD. Professor, Cardiology Postgraduate Course, UFRGS, Porto Alegre, RS.
4. PhD. Professor, Pediatrics Postgraduate Course, UFRGS, Porto Alegre, RS.
5. PhD. Pediatric Pulmonology Section, Hospital da Criança Santo Antônio, Porto Alegre, RS.
6. MSc. Doctoral Student in Pulmonology, UFRGS, Porto Alegre, RS.
7. MD. Pediatric Pulmonology Section, Hospital da Criança Santo Antônio, Porto Alegre, RS.

Não foram declarados conflitos de interesse associados à publicação deste artigo.

Como citar este artigo: Mattiello R, Sarria EE, Stein R, Fischer GB, Mocelin HT, Barreto SS, et al. Functional capacity assessment during exercise in children and adolescents with post-infectious bronchiolitis obliterans. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84(4):337-343.

Artigo submetido em 12.02.08, aceito em 23.04.08.

doi:10.2223/JPED.1807

Introdução

A bronquiolite obliterante pós-infecciosa (BOPI) é uma doença pulmonar crônica, resultante de uma agressão ao trato respiratório inferior em crianças previamente híginas. Sob o ponto de vista patológico, a BOPI é caracterizada por obstrução luminal com tecido de granulação, inflamação e fibrose com obliteração das pequenas vias aéreas, com ou sem bronquiectasias¹.

A avaliação funcional no repouso dos pacientes com BOPI evidencia uma limitação ao fluxo aéreo, caracterizando um distúrbio ventilatório obstrutivo, geralmente grave e irreversível². Essa limitação ao fluxo aéreo poderia restringir a atividade física (AF) nesses indivíduos.

Em pacientes pneumopatas crônicos, a mensuração da capacidade ao exercício tem sido considerada parte da avaliação multidimensional, visto que avalia de maneira objetiva os sistemas cardíaco, ventilatório, muscular e metabólico^{3,4}. Nesse contexto, o teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) é considerado o padrão-ouro para a avaliação das causas de intolerância ao esforço^{3,5}.

Em pacientes com BOPI, são escassos os estudos que avaliam a função pulmonar no exercício. Considerando a importância da AF em crianças e adolescentes, particularmente em pneumopatas, e diante da lacuna no conhecimento científico do comportamento funcional desses indivíduos durante o exercício, o presente estudo tem como objetivo avaliar a capacidade funcional no exercício.

Métodos

No período de janeiro a outubro de 2007, foram incluídos crianças e adolescentes com diagnóstico prévio de BOPI, com idades entre 8 e 16 anos e que estavam em acompanhamento nos ambulatórios de pneumologia pediátrica do Hospital Materno Infantil Presidente Vargas (HMIPV) e do Hospital da Criança Santo Antônio (HCSA), em Porto Alegre. O diagnóstico foi baseado na seguinte associação de critérios clínicos, radiológicos e funcionais^{1,2}: 1) história de infecção pulmonar aguda em criança menor de 2 anos previamente hígina; 2) sinais e sintomas respiratórios permanentes (por exemplo: sibilância, crepitações, tosse) após 4 semanas do evento inicial; 3) tomografia computadorizada de alta resolução com alterações características de bronquiolite obliterante (BO), tais como padrão em mosaico, bronquiectasias e atelectasias; 3) limitação ao fluxo aéreo mediante provas de função pulmonar; 4) exclusão de outras afecções pulmonares crônicas que cursam com sintomas respiratórios persistentes, como asma grave, fibrose cística, deficiência de alfa-1-antitripsina e imunodeficiências, entre outras.

Foram excluídos os indivíduos com: 1) limitações cognitivas, motoras ou com outras condições associadas que pudessem comprometer a realização dos exames; 2) hipertensão arterial pulmonar ou sistêmica e alterações eletrocardiográficas sugestivas de cardiopatia (distúrbios do ritmo/condução e/ou alterações no segmento ST); 3) descompensação do

quadro respiratório, evidenciada por piora de sinais e sintomas (tosse, sibilância, expectoração, dispnéia) ou surgimento de quadro infeccioso nos 30 dias prévios aos exames.

Os pacientes foram orientados a não ingerir café, chá, chocolate ou refrigerante, não realizar exercício nas 2 horas antes dos testes e não usar broncodilatadores (8 horas para os de curta ação e 24 horas para os de ação prolongada).

O estudo foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa do HMIPV e Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). As crianças manifestaram verbalmente sua adesão à pesquisa, e seus responsáveis assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Para a realização dos exames, foram agendadas três visitas. Na primeira, foram avaliados os seguintes itens: anamnese e exame físico, teste de caminhada de 6 minutos (TC6), avaliação nutricional e da AF⁶. Na segunda visita, foram realizados os exames de função pulmonar e, na última, o paciente realizou o TCPE. As entrevistas foram conduzidas sempre pelo mesmo entrevistador, assim como a avaliação clínica foi realizada por um pneumologista pediátrico. O tempo mínimo entre as visitas foi de 2 dias, e o máximo, de 14 dias.

Avaliação nutricional

Para a avaliação nutricional, foram obtidas as medidas de peso e estatura. A partir dessas aferições, calculou-se o índice de massa corporal (kg/m^2), operacionalizado conforme os valores de referência do Centers for Disease Control (CDC), de acordo com sexo e idade⁷. As medidas foram coletadas por um mesmo avaliador, com instrumentos devidamente calibrados e seguindo técnicas padronizadas de aferição⁸.

Função pulmonar

Os procedimentos técnicos e os critérios de aceitabilidade e reprodutibilidade para a realização dos exames de função pulmonar seguiram as diretrizes da American Thoracic Society (ATS)^{9,10}. A espirometria e pletismografia foram realizadas em um equipamento Master-Screen (Jaeger, Alemanha), e os seguintes parâmetros foram avaliados: 1) espirometria: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado em 1 segundo (VEF_1), relação entre o VEF_1 e a CVF (VEF_1/CVF), fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da CVF ($\text{FEF}_{25-75\%}$); e 2) pletismografia: capacidade pulmonar total (CPT), volume de gás intratorácico (VGIT), volume residual (VR), relação entre o VR e a CPT (VR/CPT). Os dados estão representados em percentual do previsto a partir dos valores de referência de Knudson¹¹ para espirometria, e de Zapletal¹² para pletismografia.

Questionário de atividade física

Utilizou-se o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) na sua versão longa, e os dados foram obtidos mediante entrevistas. Para o cálculo do tempo despendido em diferentes domínios de AF, realizou-se o produto entre a duração (minutos/dia) e a frequência (dias/semana) da atividade relatada pelos pacientes e, a partir desses resultados, foi categorizada em nível de AF baixo, moderado ou intenso⁶.

Teste de exercício submáximo

O TC6 foi conduzido seguindo as recomendações da ATS¹³. Assim como antes dos exames de função pulmonar, os pacientes permaneceram em repouso por 30 minutos antes de iniciar o teste. Os seguintes parâmetros foram avaliados pré e pós-teste: ausculta pulmonar (AP), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), saturação periférica de oxigênio (SaO₂) (Nonin's WristOx[®] 3100, EUA), pico de fluxo expiratório (PFE) e a escala de Borg (sensação subjetiva de fadiga para membros inferiores e para dispnéia). O PFE foi avaliado aos 3, 5, 10, 15 e 20 minutos após o teste. A queda do PFE foi considerada expressiva quando a porcentagem da variação entre o PFE pós e pré-exercício fosse $\geq 15\%$ $[(\text{PFE}_{\text{pós}} - \text{PFE}_{\text{pré}})/\text{PFE}_{\text{pré}} \times 100]$. A distância total percorrida também foi registrada. A criança foi orientada a caminhar a maior distância possível durante 6 minutos, em corredor com 30 m. A cada minuto, recebia um estímulo verbal, utilizando frases recomendadas pela ATS. Foram critérios para interromper o teste: manifestação de cansaço e dispnéia intensa expressa pelo participante; SaO₂ $\leq 80\%$ ou a recusa em continuar o exame. A partir dos valores de referência de Geiger et al., foi calculado o percentual do previsto para a distância máxima percorrida¹⁴.

Para avaliação da frequência cardíaca máxima no TC6 e no TCPE, foi utilizada a fórmula da frequência cardíaca predita, conforme a idade dos pacientes $[205 - (0,5 \times \text{idade em anos})]$ ¹⁵.

Teste de exercício máximo

O TCPE foi realizado por um cardiologista proficiente no método, acompanhado de um pneumologista pediátrico e de uma fisioterapeuta. Para a realização desse exame, foram seguidas as recomendações da ATS e American College of Chest Physicians⁵. Todos os exames foram realizados no turno da manhã, com temperatura da sala entre 22 e 24 °C e umidade relativa do ar em torno de 60%.

O teste cardiopulmonar máximo foi realizado em um sistema computadorizado (Metalyzer 3B, Cortex, Alemanha). Foi utilizada uma esteira (Inbramed[®] KT 10200, Brasil), com velocidade de 0 a 16 km/h (0 a 10 mph) e elevação de rampa entre 0 e 26%.

No início do teste, o indivíduo caminhava em torno de 2 minutos para se adaptar à esteira. O protocolo iniciou a uma velocidade de 2,4 km/h e a uma inclinação de 2%. O aumento na velocidade ocorreu a cada 20 s (0,1 a 0,2 km/h), e o da inclinação a cada 60 s (0,1 a 0,2%). Durante o exame, os pacientes eram encorajados pelo mesmo avaliador a manter o ritmo até a exaustão ou surgimento de sintomas limitantes. A intensidade do exercício foi calculada com o intuito de que o tempo de duração do teste oscilasse entre 8 e 10 minutos.

As seguintes variáveis foram analisadas (respiração a respiração) por meio de um sistema previamente validado¹⁶: consumo de oxigênio (VO₂), em mL/min, STPD (standard temperature and pressure, dry); produção de dióxido de carbono

(VCO₂), em mL/min, STPD; coeficiente de troca respiratória (R); volume minuto (VE), em L/min, BTPS [body temperature, pressure saturated]; frequência respiratória (FR) frequência cardíaca (FC). O VO₂ de pico foi definido como o maior valor observado durante os 20 s finais de exercício e, para sua avaliação, utilizamos os valores de referência de Armstrong et al.¹⁷.

O paciente era avaliado quanto aos diferentes parâmetros cardiopulmonares antes e após a realização do exame (ausculta pulmonar e cardíaca, SaO₂, FR, FC, PA, PFE, Borg). A saturação de oxigênio e o traçado eletrocardiográfico eram acompanhados de forma contínua, utilizando, respectivamente, um oxímetro de pulso (Nonin's WristOx[®] 3100, EUA) e um monitor cardíaco (Nikon Kohden Corporation[®], Japão). O PFE foi avaliado aos 3, 5, 10, 15 e 20 minutos após o teste. Para a mensuração da pressão arterial (PA), utilizamos um esfigmomanômetro aneróide (Tycos[®], EUA).

Análise estatística

A análise e o processamento dos dados foram realizados com o programa SPSS versão 14.0 (SPSS Inc, EUA). A avaliação da distribuição das variáveis foi realizada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis contínuas são apresentadas como médias e desvio padrão ou medianas e intervalos interquartis; as medidas categóricas, em frequências absolutas e relativas. Os dados da função pulmonar e dos testes de exercício foram apresentados em percentual do predito. Para a comparação entre as médias das variáveis com distribuição normal, foi utilizado o teste *t* de Student e o teste de Wilcoxon para as medidas que apresentavam distribuição assimétrica. Para as correlações entre as variáveis da função pulmonar e dos testes de exercício, foi utilizada a correlação de Pearson (*r*). Partindo de uma amostra de 20 pacientes, aceitando um erro alfa de 5% e um erro beta de 20%, aceitaram-se as correlações $\geq 0,6$.

Resultados

Entre ambos os ambulatórios, foram acompanhadas 73 crianças com BOPI. Dessas, 20 preenchiam os critérios de inclusão e participaram do estudo. A idade média foi de 11 anos, e 70% eram do sexo masculino. Em termos nutricionais, prevaleceram os eutróficos (16 pacientes), três foram classificados como desnutridos e um como tendo sobrepeso.

A avaliação do nível de AF com o IPAQ mostrou que 17 pacientes (85%) eram ativos (quatro com AF intensa), três (15%) apresentavam pouca atividade e nenhum sujeito foi considerado sedentário. Não foram encontradas correlações entre a AF e o consumo de oxigênio de pico ($r = 0,14/p = 0,57$).

Quando comparados com a população de referência, os pacientes apresentaram, na espirometria, diminuição dos fluxos forçados e, na pletismografia, aumento dos volumes (Tabela 1)^{11,12}.

Tabela 1 - Características da função pulmonar em repouso dos pacientes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa

	Média ± DP	(%)*
Espirometria		
CVF (L)	1,7±0,6	66,8±17,3
VEF ₁ (L)	0,9±0,4	57,7±17,9
VEF ₁ /CVF (%)	57,9±12,5	
FEF _{25-75%} (L)	0,5±0,2	20,4±12,6
Pletismografia		
CPT (L)	4,1±1,1	121,2±23,2
VGIT (L)	3,0±0,7	186,8±46,4
VR (L)	2,4±0,7	294,3±83,3
VR/CPT (%)	59,1±8,4	
TC6		
Distância (m)	512±102	77±15,7
TCPE		
VO ₂ (L/minuto ⁻¹)	1,2±0,57	77,5±37,5

CPT = capacidade pulmonar total; CVF = capacidade vital forçada; DP = desvio padrão; FEF_{25-75%} = fluxo expiratório forçado entre 25-75% da CVF; TC6 = teste da caminhada dos 6 minutos; TCPE = teste cardiopulmonar de exercício; VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo; VGIT = volume de gás intratorácico; VO₂ = consumo de oxigênio pico; VR = volume residual.

* Percentual do previsto.

O TCPE não foi realizado em três pacientes devido a não comparecimento. Dos 17 que realizaram o TCPE, três sujeitos apresentaram dispnéia e queda da saturação importante no final do teste. Nenhum indivíduo apresentou alterações no eletrocardiograma antes, durante ou após o exercício, e o quociente respiratório (R) atingiu um valor médio de 1,0±0,6. A média do VO₂ de pico (valores absolutos) estava diminuída quando comparada com os valores de referência (1,2±0,5 *versus* 1,7±0,6; *p* = 0,00). Essa diminuição fica mais evidente ao comparar a média do percentual do previsto encontrado com o ponto de corte da normalidade (≥ 84%)¹⁷ (Tabela 1).

Todos os indivíduos completaram o TC6. A média da distância total percorrida foi inferior à da população de referência (512±102 *versus* 665±33,5 m; *p* = 0,000), que, em termos do percentual do previsto, era menor que o valor considerado normal (≥ 80%)¹⁴. A distância não se correlacionou com o consumo de oxigênio de pico, tanto quando avaliadas as variáveis em valores absolutos, (*r* = -0,28/*p* = 0,29) quanto em percentual do previsto (*r* = -0,50/*p* = 0,85).

Ao avaliarmos a FC, a FR e a escala de Borg, após os testes de exercício, observou-se que, no TCPE, tais parâmetros estavam significativamente mais elevados que no TC6. Houve queda da saturação transitória maior do que 4% em três pacientes no TC6 e em 12 no TCPE. A diminuição no PFE (> 15%) ocorreu em dois pacientes no TC6 e em três indivíduos durante o TCPE. Em média, no TCPE *versus* TC6, os pacientes atingiram 90 *versus* 60% da frequência cardíaca máxima (Tabela 2).

Quanto às correlações entre o TCPE e os testes de função pulmonar em repouso (Tabela 3), o VO₂ de pico observado no TCPE correlacionou-se com os volumes absolutos da CVF (*r* = 0,90/*p* = 0,00), do VEF₁ (*r* = 0,86/*p* = 0,00) e da VR/CPT (*r* = -0,71/*p* = 0,02) (Figura 1). Já quando o VO₂ de pico foi apresentado em percentual do previsto, o único parâmetro que se correlacionou com esse foi a VR/CPT (-0,63/*p* = 0,00) (Tabela 3).

Discussão

A maior parte dos pacientes, quando submetida ao TCPE e ao TC6, apresentou diminuição da capacidade funcional no exercício, evidenciada pelo consumo de oxigênio de pico e a distância total percorrida reduzidos em relação aos valores de referências da população hígida¹⁷.

Pesquisas em pacientes pediátricos com pneumopatias crônicas apresentam dados contraditórios sobre a *performance* física nessa população^{4,18-20}. Estudos relatam que um número expressivo de crianças asmáticas apresenta a capacidade ao exercício limitada, caracterizada pela diminuição do consumo de oxigênio de pico^{21,22}. Fanelli et al. realizaram um estudo em 38 crianças com asma de moderada a grave e encontraram que 24 pacientes apresentavam a capacidade ao exercício inferior à população hígida²³. Contudo, outros estudos que também incluíam pacientes com asma moderada a grave mostram que esses pacientes podem apresentar a capacidade ao exercício preservada^{4,24}.

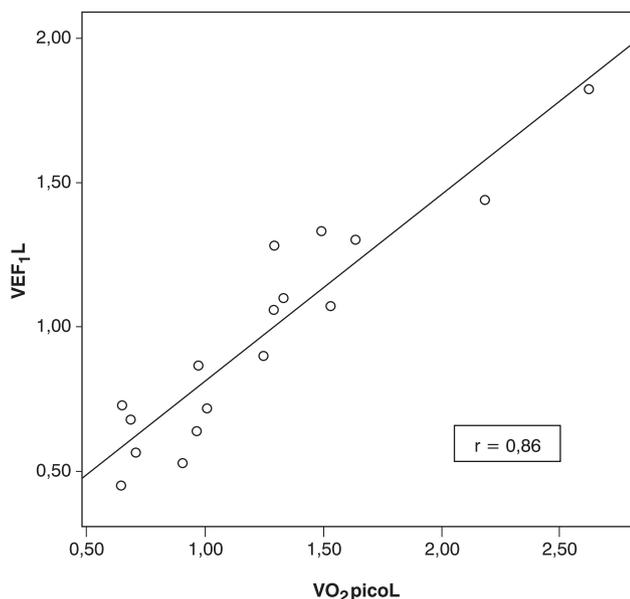
Já nos estudos com crianças e adolescentes com fibrose cística, a limitação ao exercício costuma associar-se com a

Tabela 2 - Comparação das variáveis basais no teste de caminhada e no teste cardiopulmonar de exercício

	Teste de caminhada	Teste cardiopulmonar	p
	Média ± DP	Média ± DP	
Frequência respiratória (PE)	30,0±3,7	57,4±9,0	0,000*
Frequência cardíaca (PE)	124,6±8,7	182,5±11,6	0,000*
Frequência cardíaca (MP)	62,5±9,4	91,6±5,8	0,000*
SaO ₂ mínima	94,1±3,2	90,2±4,6	0,001*
Borg (PE)	Mediana (quartis)	Mediana (quartis)	
Fadiga em membros inferiores	0 (0-3)	3 (1-7)	0,005* ¹
Dispnéia	1 (0-3)	2 (1-6)	0,047*

DP = desvio padrão; PE = pós exercício; MP = *maximum predicted*; SaO₂ = saturação de oxigênio.

*p < 0,005.



r = coeficiente de correlação de Pearson; VEF₁ = Volume expiratório forçado no 1º segundo (Litros); VO₂ (L) = consumo de oxigênio.

Figura 1 - Correlação entre 1º volume expiratório forçado no primeiro segundo em valores absolutos e o consumo de oxigênio de pico

piora da função pulmonar. Apesar de esses parâmetros estarem correlacionados, as correlações apresentam uma grande variabilidade entre os indicadores funcionais, particularmente entre VO₂ de pico e VEF₁, dois indicadores que apresentaram boa correlação em nosso estudo (Figura 1). Em crianças e adolescentes, essa variabilidade pode ser justificada pela existência de outros fatores que estão relacionados com a capacidade ao exercício, como altura, peso, estágio puberal e nível de AF. Conseqüentemente, não é possível prever a aptidão física unicamente através de exames de função pulmonar em repouso^{3-5,25}.

As características funcionais dos nossos pacientes, em repouso, não diferem dos achados encontrados em outras pesquisas com BOPI, apresentando distúrbio ventilatório obstructivo^{2,26,27}. As correlações entre o VO₂ de pico com o VEF₁, CVF e VR/CPT, encontradas no presente estudo, sugerem que, nos pacientes com BOPI, quanto maior o aprisionamento aéreo, mais comprometida estava a capacidade pulmonar ao exercício. Todavia, outros estudos realizados com pneumopatas não encontraram esta associação entre capacidade física e achados da função pulmonar^{4,28-30}.

Mocelin et al. utilizaram como teste submáximo o TC6, seguindo o mesmo protocolo que nós, para avaliar a capacidade ao exercício em uma amostra de 19 pacientes com BOPI³¹. Os achados mais importantes desse estudo foram que 37% dos pacientes apresentaram queda da saturação durante a realização do teste e que a distância total percorrida não se correlacionou com os dados espirométricos. Em nosso estudo, somente 15% dos pacientes apresentaram queda da SaO₂ durante o TC6. Apesar das vantagens operacionais do TC6, ele não permite aferir a intensidade necessária para realizar exercício prolongado, nem quantifica os fatores limitantes deste ou a definição dos mecanismos fisiopatológicos subjacentes; nesses quesitos, o TCPE é o método propedêutico de eleição^{3,5,32}.

Em concordância com o esperado, quando submetidos ao TCPE, nossos pacientes evidenciaram valores significativamente mais elevados na FC, FR e Borg, assim como uma maior queda da saturação do que quando submetidos ao TC6. Esses achados são semelhantes aos encontrados em outros estudos com testes incrementais em pacientes com pneumopatia crônica. Dessa forma, nos parece que um teste maximizado (TCPE com aumento progressivo da carga) pode induzir a maiores incrementos em variáveis cardiopulmonares e, conseqüentemente, fornecer uma maior gama de informações clinicamente relevantes quando comparados a um teste submáximo como o TC6³³.

Alguns autores recomendam a avaliação do nível de AF por meio de questionários padronizados^{34,35}. Todavia, as evidências da associação entre o consumo de oxigênio e os relatos de AF habitual são conflitantes na literatura^{17,20}. Somando

Tabela 3 - Correlações entre o consumo de oxigênio de pico e as variáveis da função pulmonar em repouso*

Variável	Percentual do previsto	Valores absolutos
	r/p	r/p
VEF ₁	0,59/0,01 [†]	0,86/0,00 [†]
CVF	0,59/0,01 [†]	0,89/0,00 [†]
VEF ₁ /CVF	0,37/0,13	-0,16/0,51
FEF _{25-75%}	0,48/0,05	0,57/0,01 [†]
CPT	-0,28/0,29	0,58/0,01 [†]
VGIT	-0,52/0,38	0,10/0,70
VR	-0,54/0,03 [†]	0,12/0,64
VR/CPT	-0,63/0,00 [†]	-0,71/0,02 [†]

CPT = capacidade pulmonar total; CVF = capacidade vital forçada; FEF_{25-75%} = fluxo expiratório forçado entre 25-75% da CVF; VEF₁ = volume expiratório forçado no primeiro segundo; VGIT = volume de gás intratorácico; VR = volume residual.

* Correlação entre as variáveis em valores absolutos e em percentual do previsto (Knudson: espirometria, Zapletal: pletismografia, Armstrong: consumo de oxigênio de pico).

[†] p < 0,05.

a isso, no Brasil há uma deficiência desse tipo de instrumentos, particularmente para a população jovem³⁶. Nesse contexto, os pesquisadores têm de recorrer a questionários desenhados para adultos, como o IPAQ. Os resultados do IPAQ nos pacientes com BOPI, em nossa pesquisa, não se correlacionaram com os testes de exercício. Acreditamos que a falta de domínios específicos para atividades em crianças e a conseqüente sub/super estimativa das atividades seja a principal razão desses resultados.

A principal limitação do nosso estudo é a falta de um grupo controle com o qual comparar os resultados das variáveis do exercício. Isto teria permitido também compensar o número relativamente pequeno de pacientes, que impõe restrições às inferências plausíveis a partir dos resultados quando consideramos a variabilidade dos parâmetros estudados. De qualquer maneira, em se tratando de uma doença pouco prevalente, o grupo relativamente homogêneo de pacientes incluído nesse estudo permite uma visão inicial importante do comportamento fisiopatológico deles quando submetidos ao exercício. Podemos concluir, vistos os nossos resultados, que a maioria dos pacientes com BOPI estudados apresentou redução na capacidade ao exercício, tanto no TCPE quanto no TC6. Devido à factibilidade do TC6, ele pode ser uma alternativa inicial na avaliação desses pacientes nos serviços que não dispõem de TCPE.

Agradecimentos

Agradecemos à empresa Globalmed, pelo empréstimo do oxímetro ao longo da pesquisa; à Vânia Hirakata, pela orientação estatística e à Dra Maria Ângela Moreira, pela colaboração na logística dos exames de função pulmonar.

Referências

- Kim CK, Kim SW, Kim JS, Koh YY, Cohen AH, Deterding RR, et al. [Bronchiolitis obliterans in the 1990s in Korea and the United States](#). *Chest*. 2001;120:1101-6.
- Colom AJ, Teper AM, Vollmer WM, Diette GB. [Risk factors for the development of bronchiolitis obliterans in children with bronchiolitis](#). *Thorax*. 2006;61:503-6.
- ERS Task Force, Palange P, Ward SA, Carlsen KH, Casaburi R, Gallagher CG, et al. [Recommendations on the use of exercise testing in clinical practice](#). *Eur Respir J*. 2007;29:185-209.
- Nixon PA. [Role of exercise in the evaluation and management of pulmonary disease in children and youth](#). *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28:414-20.
- American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. [ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing](#). *Am J Resp Crit Care Med*. 2003;167:211-77.
- Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauma AE, Booth TH, Ainsworth BE, et al. [International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity](#). *Med Sci. Sports Exerc*. 2003; 35:1381-95.
- Kuczarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat 11*. 2002; 246:1-190.
- Accioli E, Saunders C, Lacerda AL. *Nutrição em obstetria e pediatria*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2003.
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A. [Standardisation of spirometry](#). *Eur Respir J*. 2005; 26:319-38.
- Wanger J, Clausen JL, Coates A, Pedersen OF, Brusasco V, Burgos F, et al. [Standardisation of the measurement of lung volumes](#). *Eur Respir J*. 2005;26:511-22.
- Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. [Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging](#). *Am Rev Respir Dis*. 1983;127:725-34.
- Zapletal A, Motoyama EK, Van De Woestijne KP, Hunt VR, Bouhuys A. [Maximum expiratory flow-volume curves and airway conductance in children and adolescents](#). *J Appl Physiol*. 1969; 26:308-16.
- ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. [ATS statement: guidelines for the six-minute walk test](#). *Am J Resp Crit Care Med*. 2002;166:111-7.

14. Geiger R, Strasak A, Trembl B, Gasser K, Kleinsasser A, Fischer V, et al. [Six-minute walk test in children and adolescents](#). *J Pediatr*. 2007;150:395-9.
15. Hammond HK, Froelicher VF. [Normal and abnormal heart rate responses to exercise](#). *Prog Cardiovasc Dis*. 1985;27:271-96.
16. Meyer T, Georg T, Becker C, Kindermann W. [Reliability of gas exchange measurements from two different spiroergometry systems](#). *Int J Sports Med*. 2001;22:593-7.
17. Armstrong N, Welsman JR. [Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents](#). *Exerc Sport Sci Rev*. 1994;22:435-76.
18. Santuz P, Baraldi E, Filippone M, Zacchello F. [Exercise performance in children with asthma: is it different from that of healthy controls?](#) *Eur Respir J*. 1997;10:1254-60.
19. Selvadurai HC, McKay KO, Blimkie CJ, Cooper PJ, Mellis CM, Van Asperen PP. [The relationship between genotype and exercise tolerance in children with cystic fibrosis](#). *Am J Resp Crit Care Med*. 2002;165:762-5.
20. Pianosi PT, Davis HS. [Determinants of physical fitness in children with asthma](#). *Pediatrics*. 2004;113:e225-9.
21. Clark CJ, Cochrane LM. [Assessment of work performance in asthma for determination of cardiorespiratory fitness and training capacity](#). *Thorax* 1988;43:745-9.
22. Strunk RC, Rubin D, Kelly L, Sherman B, Fukuhara J. [Determination of fitness in children with asthma. Use of standardized tests for functional endurance, body fat composition, flexibility, and abdominal strength](#). *Am J Dis Child*. 1988;142:940-4.
23. Fanelli A, Cabral AL, Neder JA, Martins MA, Carvalho CR. [Exercise training on disease control and quality of life in asthmatic children](#). *Med Sci. Sports Exerc*. 2007;39:1474-80.
24. Voy RO. [The U.S. Olympic Committee experience with exercise-induced bronchospasm, 1984](#). *Med Sci. Sports Exerc*. 1986;18:328-30.
25. Pianosi P, LeBlanc J, Almudevar A. [Relationship between FEV1 and peak oxygen uptake in children with cystic fibrosis](#). *Pediatr Pulmonol*. 2005;40:324-9.
26. Zhang L, Silva FA. [Bronquiolite obliterante em crianças](#). *J Pediatr (Rio J)*. 2000;76:185-92.
27. Teper A, Fischer GB, Jones MH. [Seqüelas respiratórias de doenças virais: do diagnóstico ao tratamento](#). *J Pediatr (Rio J)*. 2002;78:187-94.
28. Celli BR, Cote CG, Marin JM, Casanova C, Mendes de Oca M, Mendez RA, et al. [The body-mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index in chronic obstructive pulmonary disease](#). *N Engl J Med*. 2004;350:1005-12.
29. Garfinkel SK, Kesten S, Chapman KR, Rebeck AS. [Physiologic and nonphysiologic determinants of aerobic fitness in mild to moderate asthma](#). *Am Rev Respir Dis*. 1992;145:741-5.
30. Neder JA, Fernandes AL, Silva AC, Cabral AL, Nery LD. [Relationship between aerobic fitness and clinical indicators of asthma severity in children](#). *J Pneumologia*. 1998;24:1-8.
31. Mocelin HT, Fischer GP, Iriar KL, Cunha LS. [Evaluación clínica y funcional de niños con bronquiolitis obliterante post-infecciosa con seguimiento a largo plaz](#). *Rev Chil Pediatr*. 2004;75:12-7.
32. Roca J, Rabinovich R. [Clinical exercise testing](#). *Eur Respir J*. 2005; 31:146-65.
33. Rosa FW, Camelier A, Mayer A, Jardim JR. [Evaluating physical capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease: comparing the shuttle walk test with the encouraged 6-minute walk test](#). *J Bras Pneumol*. 2006;32:106-13.
34. Nixon PA, Orenstein DM, Kelsey SF. [Habitual physical activity in children and adolescents with cystic fibrosis](#). *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33:30-5.
35. Rogers D, Prasad SA, Doull I. [Exercise testing in children with cystic fibrosis](#). *J R Soc Med*. 2003;96 Suppl 43:23-9.
36. Guedes DP, Lopes CC, Guedes JE. [Reprodutibilidade e validade do questionário internacional de atividade física em adolescentes](#). *Rev Bras Med Esporte* 2005;11:151-8.

Correspondência:

Rita Mattiello
 Rua Machadinho, 465
 CEP 92200-440 - Canoas, RS
 E-mail: rimattiello@hotmail.com