

## Exercício aeróbico, treinamento de força muscular e testes de aptidão física para adolescentes com fibrose cística: revisão da literatura

### *Exercise testing, aerobic and strength training for adolescents with cystic fibrosis: a literature review*

Celia Regina Moutinho de Miranda Chaves<sup>1</sup>  
 Cristiano Queiroz de Oliveira<sup>2</sup>  
 José Augusto Alves de Britto<sup>3</sup>  
 Maria Ignez Capella Gaspar Elsas<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Departamento de Alimentação e Nutrição. Instituto Fernandes Figueira. Fundação Oswaldo Cruz. Av. Rui Barbosa, 716. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. CEP: 22.250-020 E-mail: crchaves@iff.fiocruz.br

<sup>3,4</sup> Departamento de Pediatria. Instituto Fernandes Figueira. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

#### Abstract

*The benefits of regular physical exercises for cystic fibrosis patients are well known. Nevertheless, few studies involve adolescent patients. The objective of this article was to review the effects of regular practice of aerobic exercises, strength exercises and muscular exercises in adolescents with cystic fibrosis. The main physical fitness tests for this age bracket and their value in improving prognosis and treatment were assessed as well. Information was collected from text books and articles published in the national and foreign literature in the following databases: LILACS, MEDLINE/PubMed, Cochrane Library and SciELO, comprising the period of 1994 to 2004. The terms "exercise" and "cystic fibrosis" were used to select articles. This survey demonstrated that aerobic exercises and muscular strength training help to relieve the bronchial tree, reduce progressive pulmonary function failure and improve self-esteem and quality of life. The best results were obtained with assisted training programs due to their regularity.*

**Key words** Cystic fibrosis, Aerobic exercise, Strength training, Quality of life, Adolescent

#### Resumo

*São reconhecidos os benefícios da prática do exercício físico regular para pacientes com fibrose cística. Entretanto, poucos estudos envolvem pacientes adolescentes. O objetivo deste artigo foi revisar os efeitos da prática regular de exercícios aeróbicos e de força e resistência muscular para adolescentes com fibrose cística. Os principais testes de aptidão física para esta faixa etária e a importância deles para melhora do prognóstico e tratamento da doença também foram avaliados. As informações foram coletadas a partir de livro-texto e artigos publicados na literatura nacional e estrangeira nas seguintes bases de dados: LILACS, MEDLINE/PubMed, Biblioteca Cochrane e SciELO, abrangendo o período de 1994 a 2004. Foram utilizados os termos "exercise" e "cystic fibrosis" para seleção dos artigos. Esta pesquisa demonstrou que a prática de exercício aeróbico e treinamento de força muscular melhoram a desobstrução da árvore brônquica, diminuem a queda progressiva da função pulmonar, aumentam a massa muscular e a resistência ao exercício, promovem o desenvolvimento ósseo e melhoram a auto-estima e a qualidade de vida. Os melhores resultados foram obtidos com os programas de treinamento assistido, devido a sua maior regularidade.*

**Palavras-chave** Fibrose cística, Exercício aeróbico, Treinamento de força, Qualidade de vida, Adolescente

## Introdução

Fibrose cística (FC) é uma doença genética, multissistêmica mais comum na raça branca do que em outras raças. Sua presença no mundo está em torno de 60.000 indivíduos. A FC é causada pela mutação no gene que codifica a proteína reguladora da condutância transmembrana em fibrose cística (CFTR), que regula o transporte do cloro na membrana apical das células epiteliais, localizadas no lúmen das glândulas exócrinas. A tríade clássica da doença é: doença pulmonar obstrutiva supurativa crônica, insuficiência pancreática e eletrólitos elevados no suor.<sup>1</sup>

No Brasil, a incidência estimada da doença para a população da região Sul é mais próxima da população caucasiana centro-européia (1/2.000 a 1/5.000 nascidos vivos), enquanto nas outras regiões esta estimativa se reduz para 1/10.000 nascidos vivos.<sup>2</sup> A inevitável progressão da doença pulmonar na FC reduz a habilidade para a participação em atividades físicas.<sup>3</sup> Adicionalmente, a desnutrição protéico-energética (DPE) e as alterações metabólicas geradas pelo processo inflamatório do pulmão levam à redução da massa muscular e da densidade mineral óssea. Esses fatores acarretam rápido surgimento de fadiga muscular durante o esforço e um maior risco de fraturas, afastando os adolescentes com FC da prática de exercícios.<sup>4</sup> A diminuição progressiva do condicionamento físico aliado à inatividade, inicia um ciclo vicioso no qual a piora da dispnéia se associa a esforços físicos cada vez menores, com grave comprometimento da qualidade de vida.<sup>5</sup>

Por outro lado, pacientes que praticam exercícios físicos regulares aliados à terapia padrão desfrutam de inúmeros benefícios como: desobstrução da árvore brônquica, diminuição da resistência à insulina,<sup>6</sup> melhora da composição corporal com conseqüente aumento da auto-estima, melhor desenvolvimento ósseo, diminuição da degradação protéica, maior estímulo do fator de crescimento *insuline-like* (IGF-1) para o anabolismo,<sup>4,7</sup> melhora da função imunológica e diminuição da frequência cardíaca de repouso.<sup>8</sup> O impacto positivo da prática de atividade física regular e a necessidade de mais informações sobre seu efeito, justificam o crescente interesse por pesquisas que utilizam o exercício físico regular como parte do tratamento de pacientes com FC.<sup>6</sup>

## Métodos

Para a revisão foram utilizadas as bases de dados

LILACS, MEDLINE/PubMed, Biblioteca Cochrane e SciELO, abrangendo o período de 1994 a 2004. A partir das palavras-chave *exercise e cystic fibrosis* foram selecionados artigos que abordassem o exercício físico regular como componente do tratamento de crianças e adolescentes com FC e discorressem sobre a fisiopatologia da doença. Um livro texto sobre fisiologia aplicada ao exercício físico foi utilizado.

## Inatividade física

Profissionais da área de saúde têm ressaltado a importância da atividade física no tratamento de doenças e melhora da saúde. A partir da era epidemiológica das doenças crônico-degenerativas a atividade física surge como meio de promoção da saúde por diminuir o risco de doença arterial coronariana, diabetes, hipertensão e osteoporose.<sup>9</sup>

Além disso, a atividade física é fundamental para o desenvolvimento saudável da criança e do adolescente. Nos jovens com FC, a habilidade para o exercício pode ser prejudicada pela presença de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC)<sup>10</sup> e pela desnutrição protéico-energética (DPE). Esses fatores levam a diminuição da tolerância ao exercício e podem se apresentar das seguintes formas:

Nos pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), a maior resistência à expiração pode elevar o custo da respiração em repouso para três vezes o valor normal; durante o exercício leve, pode haver um aumento de até 10 ml de oxigênio para cada litro de ar respirado. Na doença pulmonar grave, o custo da respiração pode alcançar facilmente 40% da captação total de oxigênio do exercício. Isso acaba usurpando o oxigênio disponível para a massa muscular ativa não respiratória e limita seriamente a capacidade para realizar exercícios.<sup>11</sup> Na FC, a hipóxia celular pode ser causada pela diminuição da ventilação alveolar e/ou alterações na relação ventilação/perfusão que diminuem os níveis de oxigênio alveolar.<sup>3</sup> Além disso, a retenção de muco propicia a infecção do trato respiratório e prejudica a função pulmonar ocasionando sintomas respiratórios como tosse e dispnéia.<sup>12</sup>

Diante do exercício pesado o paciente com FC aumenta a produção de ácido láctico e conseqüentemente o esforço químico do mecanismo respiratório. Para compensar esse efeito aumenta a ventilação por minuto (VE) com comprometimento do ritmo respiratório.<sup>3</sup> Esses fatores levam à relação direta do aumento da frequência cardíaca de repouso com o aumento do comprometimento pulmonar.

### Diminuição da densidade mineral óssea (DMO)

A perda óssea acelerada e, possivelmente a diminuição da formação óssea em pacientes com FC são moduladas, em parte, pelas citocinas - produzidas pelas células (macrófagos e neutrófilos) das vias aéreas - liberadas na infecção pulmonar.<sup>13,14</sup> Outros fatores relacionados à diminuição da densidade mineral óssea (DMO) são: desnutrição, atraso puberal, deficiência de vitamina D, baixa ingestão e/ou absorção de cálcio, tratamento com corticoesteróides, níveis diminuídos de hormônios sexuais e de insulina.<sup>15-17</sup> A aptidão física, avaliada pelo consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{max}}$ ), é diretamente proporcional à DMO. Pacientes com maior DMO apresentam valores mais altos de  $VO_{2\text{max}}$ .<sup>4</sup>

### Diminuição da massa muscular

A força muscular é um determinante importante da capacidade física. Pacientes com FC e massa muscular reduzida apresentam baixa resistência aos exercícios.<sup>18</sup> A principal causa da diminuição da massa muscular é a desnutrição protéico-energética, causada pelo desequilíbrio entre a absorção e o requerimento de nutrientes ingeridos. A DPE pode ocorrer em consequência do decréscimo da ingestão ou má absorção de nutrientes, aumento do trabalho respiratório, inflamação pulmonar e efeitos endócrinos, particularmente intolerância à glicose.<sup>19</sup>

### Exercícios aeróbicos

Exercícios aeróbicos são aqueles realizados de maneira contínua que utilizam o oxigênio como principal fonte de energia, sob a forma de adenosina trifosfato-ATP, para geração de trabalho muscular.<sup>20</sup> Esses exercícios podem, seguramente, ser recomendados para pacientes com FC.<sup>21</sup> Correr, caminhar, nadar, andar de bicicleta e jogar futebol são recomendados por no mínimo 20 minutos, pelo menos três vezes na semana para crianças e adolescentes com FC com comprometimento pulmonar de leve a moderado (VEF1 maior ou igual a 40%).<sup>22</sup> Esses exercícios quando realizados de maneira regular, melhoram a capacidade cardiopulmonar, os níveis das atividades habituais, a tolerância ao exercício e a sensação de bem-estar de crianças saudáveis e com DPOC.<sup>21,23</sup> Um período prolongado de exercício aeróbico regular induz um estado anabólico, o que foi evidenciado no trabalho

de Gulmans *et al.*,<sup>21</sup> pelo aumento dos níveis de IGF-I e IGF-II circulantes em pacientes adolescentes que realizaram exercício em bicicleta ergométrica por um período de três meses.<sup>21</sup>

A atividade aeróbica regular também diminui a resistência à insulina,<sup>6</sup> melhora a composição corporal, aumenta a densidade mineral óssea,<sup>4,7</sup> e a quantidade de água do muco pulmonar.<sup>24</sup> Além disso, o declínio da função pulmonar é mais lento nos pacientes envolvidos com algum tipo de programa de exercício regular.<sup>22</sup>

Apesar de todos os benefícios, os adolescentes com FC costumam evitar programas de atividades físicas mais vigorosas, o que é um equívoco. Segundo Prasad e Cerny,<sup>25</sup> pacientes com prova de função pulmonar com valores de volume expirado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) maiores que 55% do previsto estão aptos para prática de exercícios físicos similares aos de indivíduos saudáveis.

Exercício em bicicleta ergométrica aumentam a carga máxima do mesmo e o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ), reduz a produção de ácido láctico induzida pelo esforço e aumenta a capacidade oxidativa da musculatura esquelética.<sup>26</sup> Em outras palavras, esses exercícios diminuem as limitações e aumentam a segurança para as atividades diárias. Recentemente Hebestreit *et al.*<sup>24</sup> observaram o aumento da quantidade de água do muco pulmonar durante exercícios em bicicleta, sendo esta uma provável explicação para a maior facilidade de eliminação da secreção pulmonar durante o esforço físico. Além disso, esses exercícios produzem um efeito anabólico localizado que aumenta a força muscular das coxas e pode ser comparado à reposição hormonal de GH (hormônio de crescimento).<sup>21</sup> Já os exercícios de corrida leve (trote) ou caminhada aumentam a resistência da musculatura respiratória e acarretam a diminuição da dispnéia. Por isso, a prescrição de exercício aeróbico regular é uma forma terapêutica eficiente e relativamente simples que deve ser incluída no tratamento padrão do adolescente com FC.<sup>12</sup>

### Treinamento de força e resistência muscular

É o treinamento composto de exercícios que geram sobrecarga muscular. Essa sobrecarga pode ser aplicada com equipamento padronizado para levantamento de pesos, roldanas ou molas, barras imóveis ou uma série de dispositivos isocinéticos e hidráulicos. É importante ressaltar que o aumento da força, em geral, é governado pela intensidade da sobrecar-

ga (nível de tensão aplicada ao músculo) e não pelo tipo específico de exercício usado para aplicar a sobrecarga.

O treinamento progressivo com pesos é o sistema mais comum de exercício utilizado para treinar os músculos e fortalecê-los. Esse tipo de exercício aumenta as dimensões musculares (hipertrofia), através da melhora da síntese proteica - uma adaptação fundamental ao aumento da carga de trabalho, independente do sexo e da idade do praticante.<sup>20</sup>

Tal modalidade de exercícios tem grande importância para a terapia dos pacientes com FC, porque a desnutrição e o processo inflamatório do pulmão levam à diminuição da massa corporal magra (hipotrofia muscular), apontada como principal fator da diminuição da capacidade para o exercício em indivíduos com FC.<sup>27</sup> Aliado a esse quadro ocorre a perda de força da musculatura respiratória que causa hipercapnia (devido à ventilação pulmonar insuficiente) e aumenta ainda mais a limitação ao exercício.<sup>18</sup> Desta maneira, aumentar a força da musculatura periférica e da musculatura respiratória é fundamental para melhorar a aptidão física.<sup>18</sup>

Outro aspecto importante é que estes exercícios induzem menor dispnéia do que exercícios aeróbicos, sendo mais seguro para pacientes com comprometimento pulmonar moderado e grave.<sup>28</sup> Se por um lado o avanço da doença pulmonar leva à necessidade de exercícios menos intensos para minimizar a dessaturação de oxigênio e a dispnéia, por outro, os exercícios mais leves e com menor impacto podem diminuir os benefícios para a saúde óssea.<sup>4</sup>

Em contrapartida, exercícios de força e resistência têm mostrado benefícios tanto no aumento quanto na manutenção da DMO, não são necessariamente associados a uma alta aptidão física e podem aumentar o interesse dos pacientes com FC para o treinamento físico. Recentemente, Selvadurai *et al.*<sup>7</sup> estudaram os benefícios do exercício com pesos para crianças e adolescentes com FC (de 8 a 16 anos e internadas por agudização da infecção pulmonar). Segundo Selvadurai *et al.*<sup>7</sup> o treinamento de força é o melhor programa de exercício para aumentar a VEF<sub>1</sub>, a massa corporal, a massa livre de gordura e a força muscular de membros inferiores. Exercícios com peso para a musculatura dorsal, do pescoço, dos ombros, do peitoral e do abdome, aumentam a pressão intratorácica, facilitando a eliminação do muco e, em conjunto com alguns exercícios da fisioterapia, melhoram a elasticidade e a mobilidade da parede torácica.<sup>29</sup> O aumento da massa muscular do tórax

está relacionado à melhora do trabalho da musculatura inspiratória e expiratória, acarretando aumento do volume expirado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>).<sup>7</sup>

Orenstein *et al.*<sup>8</sup> compararam o efeito do treinamento aeróbico (TA) e do treinamento de força para membros superiores (TFMS) em 67 crianças e adolescentes de 8 a 18 anos de idade e concluíram que ambos os tipos de treinamento podem estar relacionados com aumento no peso, na estatura e na força muscular dos membros inferiores (MI). A combinação de TA e de TF se mostra segura e de boa tolerância, mesmo para pacientes com VEF<sub>1</sub> <80%. Adolescentes com DPOC que realizam treinamento misto tendem a alcançar maior valor de VEF<sub>1</sub> e maior aumento de força do quadríceps do que os que realizam apenas treinamento aeróbico.<sup>28</sup>

### Testes de aptidão física

A avaliação da aptidão física é realizada em muitos países como rotina do acompanhamento e possibilita informações úteis sobre o impacto da doença na vida do paciente.<sup>3</sup> O teste em bicicleta ergométrica com carga progressiva mede a tolerância ao exercício através do trabalho máximo alcançado ou do pico de consumo de oxigênio e mostra correlação significativa com a sobrevida de pacientes com FC.<sup>5,7</sup> Mas, a escolha do protocolo do teste de aptidão física deve ser feita de acordo com as necessidades e com a familiaridade que os centros possuem com cada um deles.<sup>5</sup>

O teste de esforço máximo com análise dos gases (ergoespiometria) é o padrão ouro para avaliação da aptidão física de pacientes com FC.<sup>3,5</sup> Ele pode ser realizado em esteira ou bicicleta ergométrica com medição direta do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx</sub>). A bicicleta ergométrica possibilita um estado metabólico mais estável e é mais fácil de aferir a carga de trabalho. Já a esteira, por ser uma forma familiar de exercício, pode gerar um VO<sub>2máx</sub> 7% maior do que o obtido pela cicloespirometria (exame realizado em bicicleta ergométrica). Ambas as formas de exame encontram resultados equivalentes quando o paciente apresenta comprometimento leve e moderado de VEF<sub>1</sub>.<sup>30</sup> A avaliação do VO<sub>2máx</sub>, que tem forte relação com a sobrevida dos pacientes com FC, é determinada pelo limite superior de entrega de oxigênio para a musculatura respiratória. Na doença pulmonar severa o VO<sub>2máx</sub> real dificilmente é alcançado e o pico da *performance* pode ser limitado pela ventilação pulmonar.<sup>30</sup>

O exame de ergoespiometria tem ganhado importância devido à falta de acurácia do VEF<sub>1</sub> na

predição da *performance* pulmonar durante o esforço<sup>31</sup> e porque a capacidade máxima de exercício tem sido indicada como um dos melhores marcadores do prognóstico e da mortalidade de pacientes com FC.<sup>29</sup> Além disso, o teste de esforço máximo determina a causa da limitação ao exercício (fadiga muscular periférica ou dispnéia), possibilita prognóstico individualizado,<sup>29</sup> avalia a capacidade funcional, a saturação de oxihemoglobina, pode guiar a prescrição de exercícios e avaliar os resultados da intervenção terapêutica. Porém, esse exame fica limitado aos centros especializados, pois o custo do equipamento é alto e há necessidade de equipe multidisciplinar treinada para realizá-lo.<sup>31</sup> Como os programas de exercícios devem ser realizados, primeiramente, em ambiente ambulatorial, uma avaliação periódica da aptidão física poderá aumentar a motivação dos pacientes e guiar o terapeuta no ajuste da intensidade do programa. Por isso, existe hoje a necessidade de uma avaliação simples da tolerância ao exercício e dos efeitos dos diferentes tipos de intensidade de treinamento para crianças e adolescentes com FC.<sup>31</sup>

Para essa finalidade utilizam-se testes submáximos, como os de caminhada de dois, seis e doze minutos. O teste de banco de três minutos, utilizado desde 1920 por doentes cardíacos adultos, é recomendado por Balfour-Lynn *et al.*<sup>3</sup>, que padronizaram a altura do banco em 15 cm e o ritmo de subida ao banco de 30 *steps* por minuto para crianças e adolescentes com FC. Esse teste produz aumentos maiores na frequência cardíaca e na escala de Borg adaptada para dispnéia quando comparado com o teste de seis minutos de caminhada, enquanto a queda na saturação de oxihemoglobina é semelhante entre os dois testes.<sup>3</sup> Esses testes submáximos avaliam a capacidade do paciente para realizar trabalhos diários e o custo desse trabalho em termos de oxigenação e frequência cardíaca,<sup>3</sup> sendo

úteis no acompanhamento da evolução do tratamento. Os testes de caminhada informam ainda a distância total percorrida, variável importante a ser avaliada e que tem correlação significativa com o  $VO_{2máx}$ ,<sup>31</sup> mas que sofre influência da motivação do aplicador do teste. Já no teste de banco tal fato não ocorre porque o ritmo é pré-estabelecido e constante.<sup>3</sup>

Outros testes de aptidão física são o teste de uma repetição máxima (teste de 1RM) e o teste de Wingate. O teste de 1RM é realizado com diferentes pesos (anilhas) presos em barras de ferro. Tem como objetivo avaliar a força muscular, mas ainda precisa ser validado para adolescentes com FC. O Wingate é um teste anaeróbico que utiliza bicicleta ergométrica específica. Avalia a potência e a fadiga muscular. É validado para FC, mas seu custo é razoavelmente alto.<sup>5</sup>

## Conclusões

Estudos recentes têm avaliado a interferência do exercício regular na vida de adolescentes com FC, entretanto ainda não existe consenso sobre o programa de treinamento ideal. O que está claro é que a regularidade e a adesão ao programa de exercícios são fundamentais. O apoio dos familiares é muito importante para a continuidade dos exercícios propostos pela equipe de atendimento. Avaliações criteriosas da aptidão física e do estado clínico mostram que grande parte dos pacientes com FC se encontra apta para prática de atividade física regular. Cabe aos profissionais envolvidos no atendimento fornecerem informações aos pacientes e a seus familiares, com o intuito de garantir a adoção de hábitos adequados de exercício físico para manutenção e melhora da saúde.

## Referências

1. Assis I, Camargos PAM. A fibrose cística, o sistema de escores e a espirometria. *Rev Med Minas Gerais*. 2002; 12: 109 - 15.
2. Ribeiro JD, Ribeiro MAGO, Ribeiro AF. Controvérsias na fibrose cística - do pediatra ao especialista. *J Pediatr. (Rio J)* 2000; 78 (Supl 2): 171-86.
3. Balfour-Lynn IM, Prasad SA, Laverty A, Whitehead BF, Dinwiddie R. A step in the right direction: assessing exercise tolerance in cystic fibrosis. *Pediatric Pulmonol*. 1998; 25: 278-84.
4. Frangolias D, Paré PD, Kendler DL, Davidson AGF, Wong L, Raboud J, Wilcox PG. Role of exercise and nutrition status on bone mineral density in cystic fibrosis. *J Cyst Fibros*. 2003; 2: 163 - 170.
5. Orenstein DM. Exercise testing in cystic fibrosis [editorial]. *Pediatr Pulmonol*. 1998; 25: 223-5.
6. Cooper M. Exercise and cystic fibrosis: the search for a therapeutic optimum [guest editorial]. *Pediatr Pulmonol*. 1998; 25: 143-4.

7. Selvadurai HC, Blimkie CJ, Meyers N, Mellis CM, Cooper PJ, Van Asperen PP. Randomized controlled study of in hospital exercise training programs in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2002; 33: 194 - 200.
8. Orenstein DM, Mulvihill M, Keating KK, Hofstetter R, Kelsey S, Morris K, Nixon PA. Strength vs aerobic training in children with cystic fibrosis: a randomized controlled trial. *Chest.* 2004; 126: 1204 - 14.
9. Pitanga FJG. Epidemiologia, atividade física e saúde. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2002; 10: 49-54.
10. Turchetta A, Salerno T, Lucidi V, Libera F, Cutrera R, Bush A. Usefulness of a program of hospital-supervised physical training in patients with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2004; 38: 115 - 8.
11. Mc Ardle WD, Katch FI, Katch VL. Dinâmica da ventilação pulmonar. In: Mc Ardle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998. p. 237-53.
12. De Jong, W, Grevink RG, Roorda RJ, Kaptein AA, Van Der Schans CP. Effect of a home exercise training program in patients with cystic fibrosis. *Chest.* 1994; 105: 463-68.
13. Romas E, Martin TJ. Cytokines in the pathogenesis of osteoporosis. *Osteoporos Int.* 1997; (Suppl 3): S47-S53.
14. Manolagas SC, Jilka RL. Bone marrow, cytokines, and bone remodeling. Emerging insights into the pathophysiology of osteoporosis. *N Engl J Med.* 1995; 332: 305-11.
15. Ionescu AA, Nixon LS, Luzio S, Lewis-Jenkins V, Evans WD, Stone MD, Owens DR, Routledge PA, Shale DJ. Pulmonary function, body composition, and protein catabolism in adults with cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 165: 495-500.
16. Lambert JP. Osteoporosis: a new challenge in cystic fibrosis. *Pharmacotherapy.* 2000; 20: 34-51.
17. Aris RM, Lester GE, Dingman S, Ontjes DA. Altered calcium homeostasis in adults with cystic fibrosis. *Osteoporos Int.* 1999; 10: 102-8.
18. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996; 153: 976-80.
19. Stallings VA, Fung EB, Hofley PM, Scanlin TF. Acute pulmonary exacerbation is not associated with increased energy expenditure in children with cystic fibrosis. *J Pediatr.* 1998; 132: 493-9.
20. Mc Ardle WD, Katch FI, Katch VL. Atividade física, saúde e envelhecimento. In: Mc Ardle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998. p. 605-25.
21. Gulmans VAM, Van Deer LJ, Wattimena D, Van Doorn J, Oostveen D, Berger R, De Meer K. Insulin like growth factor and leucine kinetics during exercise training in children with cystic fibrosis. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2001; 32: 76-81.
22. Schneiderman-Walker J, Pollock SL, Corey M, Wilkes DD, Canny GJ, Pedder L, Reisman JJ. A Randomized controlled trial of a 3-year home exercise program in cystic fibrosis. *J Pediatr.* 2000; 136: 304-10.
23. Blau H, Mussaffi-Georgy H, Fink G, Kaye C, Szeinberg A, Spitzer SA, Yahav J. Effects of an intensive 4-week summer camp on cystic fibrosis. *Chest.* 2002; 121: 1117-22.
24. Hebestreit A, Kersting U, Basler B, Jeschke R, Hebestreit H. Exercise inhibits epithelial sodium channels in patients with cystic fibrosis. *Am J Crit Care Med.* 2001; 164: 443-6.
25. Prasad SA, Cerny FJ. Factors that influence adherence to exercise and their effectiveness: application to cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 2002; 34: 66-72.
26. Maltais F, Simard AA, Simard, C, Jobin J, Desgagnés P, Le Blanc P, Janvier R. Oxidative capacity of the skeletal muscle and lactic acid kinetics during exercise in normal subjects and in patients with COPD. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996; 153: 288-93.
27. Moser C, Tirakitsoontorn P, Nussbaum E, Newcomb R, Cooper DM. Muscle size and cardiorespiratory response to exercise in cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000; 162: 1823-7.
28. Bernard S, Whitton F, Le Blanc P, Jobin J, Belleau R, Bérubé C, Carrier G, Maltais F. Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999; 159: 896-901.
29. Sexauer WP, Cheng Ho-Kan, Fiel SB. Utility of the breathing reserve index at the anaerobic threshold in determining ventilatory-limited exercise in adult cystic fibrosis patients. *Chest.* 2003; 124: 1469-75.
30. Mathur RS, Revill SM, Vara DD, Walton R, Morgan MD. Comparison of peak oxygen consumption during cycle and treadmill exercise in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax.* 1995; 50: 829-33.
31. Gulmans VAM, Veldhoven NHMJ, Meer K, Helders PJM. The six-minute walking test in children with cystic fibrosis : reliability and validity. *Pediatr Pulmonol.* 1996; 22: 85 - 9.

---

Recebido em 23 de novembro de 2006

Versão final apresentada em 12 de julho de 2007

Aprovado em 13 de julho de 2007